



FACULDADE VÉRTICE – UNIVÉRTIX
SOCIEDADE EDUCACIONAL GARDINGO LTDA. – SOEGAR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
AGRONOMIA 2019-2



AGRONOMIA

MATIPÓ
2019

SUMÁRIO

APLICAÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E MOLIBDÊNIO NO DESENVOLVIMENTO E NA VIDA ÚTIL DA ALFACE TIPO AMERICANA (<i>SHELF LIFE</i>).....	3
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FERTILIZANTES NA CULTURA DA ALFACE.....	23
BIOATIVADORES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO.....	48
COMPORTAMENTO DE SEMENTES DE TOMATE SOB DÉFICIT HÍDRICO.....	63
DIMENSIONAMENTO DE GALPÃO PARA ARMAZENAMENTO DE AGROTÓXICOS.....	78
DIMENSIONAMENTO DE <i>WETLAND</i> CONSTRUÍDO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE DE SALA DE ORDENHA.....	105
INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CONDUÇÃO DA CULTURA DO TOMATE NA SUA PRODUÇÃO.....	128
MANEJO DE AGROTÓXICOS E SEU IMPACTO SOBRE O PRODUTOR RURAL NOS MUNICÍPIOS DE MATIPÓ - MG E SANTA MARGARIDA - MG	143
PERCEPÇÃO PÚBLICA DA QUALIDADE DO CAFÉ.....	160
PROMAI – PROGRAMA PARA MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	186
QUALIDADE FINAL DA BEBIDA DE CAFÉ ARÁBICA SOB DIFERENTES TEMPOS DE FERMENTAÇÃO.....	205
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TOMATE EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO DOS FRUTOS.....	225
QUEBRA DE DORMÊNCIA EM <i>Acacia mangium</i>	246
SATISFAÇÃO DOS PRODUTORES DE CAFÉ QUANTO AO USO DOS FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA.....	259
USO DE <i>SOFTWARE</i> COMO AUXÍLIO NA MONTAGEM DE PROJETO DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL.....	279

APLICAÇÃO DE NÍQUEL, COBALTO E MOLIBDÊNIO NO DESENVOLVIMENTO E NA VIDA ÚTIL DA ALFACE TIPO AMERICANA (*SHELF LIFE*)

Acadêmicos: Michael Santiago de Vasconcelos e Wellington de Oliveira Carvalho

Orientadora: D Sc. Fabrício Rainha Ribeiro

3

RESUMO

A alface é uma das hortícolas mais conhecidas no território brasileiro, e seus produtores têm se interessado no cultivo do tipo americano, devido à crescente alta de sua demanda no mercado. Diante desse contexto, no presente trabalho, objetivou-se avaliar o crescimento e a qualidade pós-colheita da alface americana, sob influência da aplicação de níquel (Ni), cobalto (Co) e molibdênio (Mo), via foliar. Para tanto, o experimento foi conduzido no campo experimental da faculdade Vértice - Univértix, no município de Matipó (MG). Sementes da cultivar americana foram utilizadas para a aquisição das mudas, e seu tratamento consistiu na aplicação de diferentes dosagens do produto nicomodry, que contém em sua formulação 2,4% de Níquel; 1,2% de cobalto e 26% de Molibdênio. As pulverizações foram realizadas aos 14, 21, e 28 dias após o transplântio. Foram realizadas análises do desenvolvimento da cultura, para avaliar o diâmetro da parte aérea e o número de folha de cada unidade experimental. As alfaces foram colhidas aos 37 dias, após o transplântio, pela manhã. Imediatamente após a colheita, foram levadas ao laboratório e submetidas às avaliações. A análise visual foi realizada para verificar o tempo de vida útil das alfaces. Para isso, foi realizada avaliação das características, sendo atribuídas notas de 1 a 5. O final da vida útil das cabeças foi considerado quando se mostraram impróprias para comercialização. Ao final da avaliação, conclui-se que as doses de níquel, cobalto e molibdênio aplicadas via foliar influenciaram positivamente na matéria fresca total, comercial e o desenvolvimento radicular. O hidroresfriamento mostrou-se eficiente em reduzir a perda de massa fresca das cabeças.

PALAVRAS-CHAVE: *Shelf Life*; Alface; Vida útil.

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*L.) é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família Asteracea, sendo uma das hortícolas mais comuns e conhecidas no território brasileiro e em todo o mundo. Algumas variedades apresentam desempenho e rendimento melhor em cultivo sob clima mais ameno, principalmente no período de desenvolvimento vegetativo (RESENDE *et al.*, 2005).

Os produtores têm se interessado no cultivo da alface americana devido à crescente alta de sua demanda no mercado. Trata-se de uma cultivar muito utilizada por indústrias de processamento e também por empresas de *fastfood* (HENZ e

SUINAGA, 2009). Em relação aos níveis de satisfação e de aceitação dos clientes, e à maior resistência da variedade no transporte, no manuseio e na sua conservação pós-colheita, essas empresas têm optado por utilizá-la no preparo de seus alimentos, devido à maior resistência à alta temperatura da carne nos sanduíches.

Comumente, a alface é produzida próximo aos consumidores. Em grandes centros urbanos, seu cultivo ocorre em áreas chamadas cinturões verdes. Essa proximidade facilita no escoamento da produção, que é importante para o aumento da conservação pós-colheita, em razão da sua alta perecibilidade, proveniente do seu alto teor de água e grande área foliar (SPRICIGO *et al.*, 2009). Assim, podem ser utilizados alguns métodos para aumentar a eficácia da conservação.

Variadas técnicas de pré-resfriamento são utilizadas em alimentos de alta perecibilidade, sendo elas: salas de refrigeração, resfriamento com ar forçado, hidroresfriamento, resfriamento criogênico e resfriamento a vácuo (FRANÇA, 2011). Referente aos meios de conservação na pós-colheita da alface, a técnica que se sobressai, no Brasil, é o hidroresfriamento, enquanto essa prática ainda não é totalmente difundida entre os produtores de hortícolas (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

A técnica de hidroresfriamento retira a temperatura de campo e logo retarda a atividade metabólica, o que gera a diminuição da taxa respiratória, pois, quanto mais baixa a temperatura, menos a planta respira e menos energia libera em forma de calor; como resultado, tem-se o aumento da vida em prateleira (SOUZA *et al.*, 2017). Para maior eficiência do método, recomenda-se a imersão em água gelada, de maneira uniforme, por toda a superfície do produto.

A produção sucessiva em uma mesma área terá uma extração constante de nutriente do solo pela cultura, fazendo-se necessário o fornecimento de nutrientes por meio de fertilizantes (EMBRAPA, 2003). Os produtores que buscam melhorar a qualidade e aumentar a produtividade dessa cultura têm procurado por tecnologias e produtos com a eficiência necessária para atenderem às suas necessidades. A fim de intensificar sua produção, alguns produtores têm utilizado fertilizantes foliares como fonte principal de micronutrientes. Tal manejo propicia uma aplicação com distribuição uniforme dos nutrientes, devido ao baixo volume utilizado para suprir a necessidade da cultura e à facilidade da aplicação sobre as plantas (LIMBERGER e GHELLER, 2012).

Nutrientes como molibdênio (Mo) e níquel (Ni) são essenciais para que a alface consiga completar o seu ciclo. Diante das funções do molibdênio (Mo),

Resende *et al.* (2009) dizem que o mais importante é a sua relação no metabolismo do nitrogênio na planta. O nutriente participa da constituição de enzimas catalisadoras, totalizando pelo menos cinco delas, sendo três encontradas nos vegetais (GUPTA; LIPSETT, 1981). Já a absorção do elemento níquel pelas plantas, via raiz, depende de alguns fatores correlacionados às condições químicas e físicas do solo. A matéria orgânica (m.o), por exemplo, é um fator com influência direta nesse metal, que, ao se ligar com a mesma, forma quelatos solúveis. A adsorção do elemento pelo solo tende a diminuir à medida que os níveis da (m.o) aumentam (RIBEIRO, 2013).

Elementos como o cobalto (Co), no entanto, não são catalogados como essenciais, porém, a sua disponibilidade para a planta apresenta resultados benéficos por estar associado a outros elementos nos processos metabólicos dos vegetais (SANTOS, 2009). O comportamento deste elemento no solo apresenta as mesmas características de um dos elementos mencionados anteriormente, o níquel (Ni), visto que a sua disponibilidade varia de acordo com as condições químicas, físicas e biológicas do mesmo. Contudo, vale salientar que o nutriente poderá ficar rapidamente disposto para a planta se fornecido via pulverização (NETO, 2017). Apesar de existirem poucos estudos específicos sobre a ação deste elemento no cultivo da alface, espera-se que sua ação seja positiva, aumentando a eficácia do nitrogênio, além de gerar o incremento da produtividade.

De ciclo curto, a alface pode absorver quantidades baixas de nutrientes, mas isso não faz dela uma cultura menos exigente. Tanto o seu crescimento quanto o seu acúmulo de nutrientes são lentos até os 30 dias após sua emergência; após este período, ocorre o oposto e ela passa absorver maiores quantidades (RESENDE *et al.*, 2010).

Uma nutrição equilibrada com elementos essenciais propicia uma maior qualidade na pós-colheita. A dinâmica entre nutrientes nos processos metabólicos faz com que haja maior resistência dos vegetais aos fatores prejudiciais, como incidência de doenças e pragas e perda de água pelos tecidos, gerando estresses que acarretam a menor vida útil (FRANÇA, 2011).

Diante da relevância da cultura, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e a qualidade pós-colheita da alface americana sob influência da aplicação de níquel (Ni), cobalto (Co) e molibdênio (Mo), via foliar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ALFACE

A alface tem origem na Ásia e no mediterrâneo, sendo introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI. Trata-se de uma planta herbácea com folhas alternadas, que pode apresentar diferentes características de acordo com a cultivar. Chaves (2017) complementa que o grupo da alface americana forma cabeça com folhas grossas.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie amplamente difundida e considerada a mais importante entre as folhosas (SUINAGA *et al.*, 2013), tanto em relação à produção quanto ao consumo, estando sempre presente na alimentação dos brasileiros (LIMA JUNIOR, 2008). A região metropolitana de São Paulo é responsável por uma grande demanda da produção de hortaliças, chegando a 45%.

A grande aceitação no mercado pode ser justificada por suas características organolépticas – cor, textura, sabor – e pelo fato de apresentar baixo valor calórico, além de ser altamente nutritiva (FERREIRA *et al.*, 2009). A alface tem em sua composição vitaminas e sais minerais, com destaque para o teor de vitaminas A e B, e minerais como o cálcio e ferro (FERNANDES *et al.*, 2002; BOHM *et al.*, 2017).

Essa hortaliça tem alta demanda pelos consumidores, que prezam por um produto final de maior qualidade e vigor. Com isso, a aplicação de macro e micronutrientes tem sido destacada para a conservação pós-colheita (CARVALHO, 2012). Nos cultivos orgânicos, cuja utilização de agrotóxicos não é permitida, deve-se suprir as necessidades máximas da planta, de forma balanceada, para que ela tenha maior vida útil e qualidade pós-colheita (SILVA *et al.*, 2011).

A utilização de adubação foliar com micronutrientes pode ser tão eficiente quanto o fornecimento de nutrientes via solo. Porém, segundo Soratto *et al.* (2011), a adubação foliar é de mais fácil aplicação, além de apresentar baixo custo em relação à adubação convencional.

2.2 MOLIBDÊNIO

O molibdênio é um micronutriente essencial ao metabolismo da planta, sendo necessário para síntese e ativação da enzima redutase do nitrato, auxiliando a absorção de nitrato pelas plantas. Portanto, constitui parte importante no metabolismo do nitrogênio (FERREIRA *et al.*, 2001; FERNANDES *et al.*, 2005), e a

deficiência desse micronutriente pode comprometer o rendimento da cultura (FERREIRA *et al.*, 2001).

Em espécies não leguminosas, o Mo auxilia na redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-). Quando não disponível em quantidade suficiente, o NO_3^- é acumulado e não pode ser convertido em elementos essenciais (NEGRI, 2015).

O molibdênio é constituinte de várias enzimas, entre elas a nitrato redutase, que participa da redução do nitrato a nitrito, e anitrogenase, que converte o gás nitrogênio em amônia no processo de fixação biológica (TAIZ; ZEIGER, 2009). Portanto, sua deficiência irá contribuir para deficiência de assimilação de nitrogênio pelas plantas.

Plantas com deficiência de nitrogênio podem apresentar folhas amareladas, inclusive em folhas jovens. Além de clorose em toda a planta, pode haver necrose nas folhas velhas (TISCHER; SIQUEIRA NETO, 2012).

Em hortaliças, a deficiência de Mo pode ser causada pela acidez do solo, o que torna o nutriente indisponível para a planta, ou quando o mesmo é fixado por minerais secundários (YURI *et al.*, 2016). Assim, a adubação via foliar é uma forma eficiente de fornecer o nutriente à cultura, sem o risco de causar a deficiência nas plantas por condições químicas do solo.

2.3 COBALTO

O cobalto tem como função principal agir na fixação do N_2 , pois participa na síntese de cobamida (vitamina B12 e seus derivados) e da leghemoglobina nos nódulos. A cobamida tem em sua composição o Co^{3+} quelatizado com quatro átomos de nitrogênio (KORNDÖRFER, 2006).

Com isso, a deficiência de cobalto ocasionará a deficiência de nitrogênio na planta, devido à baixa fixação do N_2 . Sua deficiência causa clorose total, seguida de necrose nas folhas mais velhas, devido à deficiência de nitrogênio, uma vez que este é um nutriente móvel na planta, deslocando-se das folhas mais velhas para as mais novas.

Em leguminosas com deficiência do nutriente, o nitrogênio pode se acumular nos nódulos das raízes (KORNDÖRFER, 2006).

2.4 NÍQUEL

O níquel (Ni) é um micronutriente essencial ao metabolismo das plantas. Existem poucos estudos sobre sua função metabólica, mas já se sabe que ele faz parte da estrutura da enzima urease. Esta enzima é a catalizadora da hidrólise da ureia em amônia e dióxido de carbono (MACEDO, 2016).

O Ni está disponível no solo em pequenas quantidades, e sua disponibilidade é regulada pelo pH do mesmo (MACEDO, 2016).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), a deficiência de níquel provoca o acúmulo de ureia nas folhas das plantas deficientes, ocasionando necrose nas folhas apicais. Sua deficiência também afeta o crescimento, o metabolismo, o envelhecimento e a absorção de ferro pelas plantas. Embora tenham poucos estudos sobre suas funções na planta, sabe-se que seu papel é importante na resistência das plantas a doenças (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

A hiperacumulação de níquel pode favorecer o controle de pragas e doenças, pois altos níveis de metais pesados nos tecidos dérmicos podem evitar a entrada de microrganismos patogênicos (DAVIS *et al.*, 2001; SEREGIN; KOZHEVNIKOVA, 2006 apud SANTOS, 2013). O seu efeito no controle de doenças ocorre devido a alterações no metabolismo da planta hospedeira, o que diminui a severidade da doença (GRAHAM *et al.*, 1985; BROWN *et al.*, 1987 apud QUEIROZ, 2012).

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no campo experimental da faculdade Vértice-Univértix, no município de Matipó (MG), localizado a 20°16'13.4"S 42°21'20.1"W, na região II da Zona da Mata do estado, pertencente à microrregião homogênea Vertente Ocidental do Caparaó (ICA/CETEC, 1997).

Sementes da cultivar americana, adquiridas da empresa Feltrin, foram utilizadas para a aquisição das mudas. A semeadura foi feita em bandeja de polietileno contendo substrato comercial (Carolina Soil).

Para a condução do experimento, foi realizado o preparo dos canteiros de 1 x 3,6 m utilizando terra de barranco para sua confecção (Figura 1). A correção do solo e adubação foram realizadas com base na análise química do solo, de acordo com necessidade da cultura, e conforme a recomendação catalogada no livro 5ª Aproximação.



Figura 1: Preparo dos canteiros para instalação do experimento na Fazenda Escola Univértix.
Fonte: Os autores (2019).

De acordo com a análise, os atributos químicos do solo foram demonstrados no Quadro 1, a seguir.

	mg/dm ³		cmolc/dcm ³ de solo					
pH	P	K	Mg	H+Al	SB	Ca	Al	C.T.C
5,0	2,2	47	0,2	3,00	1,02	0,7	0,2	4,02
mg/dm ³						mg/L	%	dag/dm ³
Fe	Cu	Mn	Zn	B	S	P-Rem	V%	M.O
80	0,2	2,03	0,7	0,30	16	15,8	25	0,7

Quadro 1. Atributos químicos do solo.
Fonte: Os autores (2019).

Após sete dias da sementeira, foi realizado o transplante, com espaçamento de 25 x 25 cm entre mudas. A calagem e a adubação (NPK) foram realizadas de acordo com o recomendado para a cultura da alface (o controle fitossanitário foi efetuado ao longo do desenvolvimento, quando necessário). O sistema de irrigação utilizado foi do tipo aspersão.

O tratamento consistiu na aplicação de diferentes dosagens do produto *nicomodry* sobre as plantas, exceto as testemunhas que receberam apenas pulverização de água, a mesma utilizada para a preparação da calda pulverizada. O produto contém em sua formulação 2,4% de Níquel; 1,2% de cobalto e 26% de

Molibdênio. Os canteiros foram previamente divididos e marcados para identificação dos tratamentos.

As doses do produto comercial foram diluídas em 200 L de água:

Tratamento 1. Controle

Tratamento 2. 150g

Tratamento 3. 300g

Tratamento 4. 450 g

As pulverizações foram realizadas aos 14, 21, e 28 dias após o transplântio, com o uso de um pulverizador costal, com o volume de calda de cinco litros para cada tratamento.

Anteriormente a cada pulverização, foi realizada a análise do desenvolvimento da cultura, sendo avaliado o diâmetro da parte aérea, utilizando-se uma régua de medidas milimétrica e o número de folhas completamente expandidas de cada unidade experimental.

As alfaces foram colhidas aos 37 dias, após o transplântio, pela manhã. Imediatamente após a colheita, foram levadas ao laboratório e submetidas aos seguintes tratamentos: T1- Pré-resfriamento e armazenamento à temperatura ambiente ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), T2- Sem pré-resfriamento e armazenamento à temperatura ambiente, como controle.

O pré-resfriamento que consistiu na imersão das cabeças foi realizado em um tanque de aço inox, contendo água na temperatura ambiente misturada com gelo na proporção 1:3 (v/v) a 4°C , por 10 min. O tempo de pré-resfriamento foi de acordo com o estabelecido por França (2011).

No tratamento sem hidioresfriamento, foi realizada a imersão em água com temperatura ambiente.

Após a aplicação dos tratamentos, as cabeças ficaram expostas sobre a bancada do laboratório, sendo realizadas as seguintes análises: massa fresca da parte aérea e raízes; massa seca das raízes e análise visual.

A determinação da massa fresca da cabeça foi feita através de aferição do seu peso em balança de precisão, a cada 12 h, até o final do experimento, quando as cabeças foram consideradas inadequadas e sem valor comercial.

Para a determinação da massa fresca e seca das raízes, após aplicação dos tratamentos, foi removida a raiz de cada planta e o excesso de água foi retirado com

papel toalha. Posteriormente, foram pesadas em balança de precisão para quantificar a massa fresca.

Para determinação da massa seca, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 65° C com ar circulatório, durante 36 h, momento em que se verificou uma constante no peso em um intervalo de uma hora.

A análise visual foi realizada para verificar o tempo de vida útil das alfaces. Para isso, foi realizada a avaliação dos sintomas da perda de água do amarelamento das folhas e aparecimento de deterioração, sendo atribuídas notas logo após a colheita aos tratamentos, com base na seguinte escala:

5- plantas comerciáveis vigorosas, em perfeito estado de conservação e livres de pragas e doenças.

4- plantas comerciáveis sem vigor, sem presença de folhas murchas ou amareladas, e sem ataque de pragas e doenças.

3- plantas com presença de <50% de folhas externas murchas, amareladas ou com ataque de pragas e doenças.

2- plantas com presença de >50% de folhas externas murchas, amareladas, ou com ataque de pragas e doenças.

1- plantas com todas as folhas externas murchas, com sinais de deterioração, amarelecimento ou ataque intenso de pragas e doenças.

O final da vida útil das cabeças foi considerado quando essas se apresentaram murchas, amareladas ou com sinais de deterioração, mostrando-se impróprias para comercialização (SILVA, 2012).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo a unidade experimental uma planta de alface. O experimento de campo foi composto por oito repetições, e os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão, utilizando-se o teste *Dunnett* para comparar as médias com a testemunha, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

O segundo experimento, de conservação pós-colheita, foi em esquema de parcela subdividida, tendo na parcela as doses de micronutrientes (0g, 150g, 300g e 450g), nas subparcelas à utilização ou não do hidrorresfriamento e na subsubparcelas, o tempo de avaliação do número de folhas e diâmetro da cabeça (14, 20, 39 e 44 dias). Este experimento foi composto por quatro repetições e os dados foram analisados por meios de análise de variância e regressão. Foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas Sisvar. Para a escolha do modelo de regressão,

baseou-se na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t ao nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQReg} / \text{SQtrat}$) e no comportamento biológico em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar as médias e os dados obtidos para o número de folhas (Figura 3) pode-se observar um aumento linear em todos os tratamentos. A aplicação de 150 e 300 g (T2 e T3) de *nicomodry* proporcionou uma maior taxa de aumento do número de folhas, constatada pela maior inclinação da reta devido ao maior ângulo de alfa. No primeiro dia de avaliação, 14 dias após transplântio, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, no último dia de avaliação, as doses aplicadas de 150 e 300 g proporcionaram resultado expressivo no número de folhas. Os tratamentos que apresentaram as maiores médias 13, 06 e 10, 17, foram T1 e T2, respectivamente. Estas doses proporcionaram um aumento 74,4% e 35,8% maior para o parâmetro número de folhas.

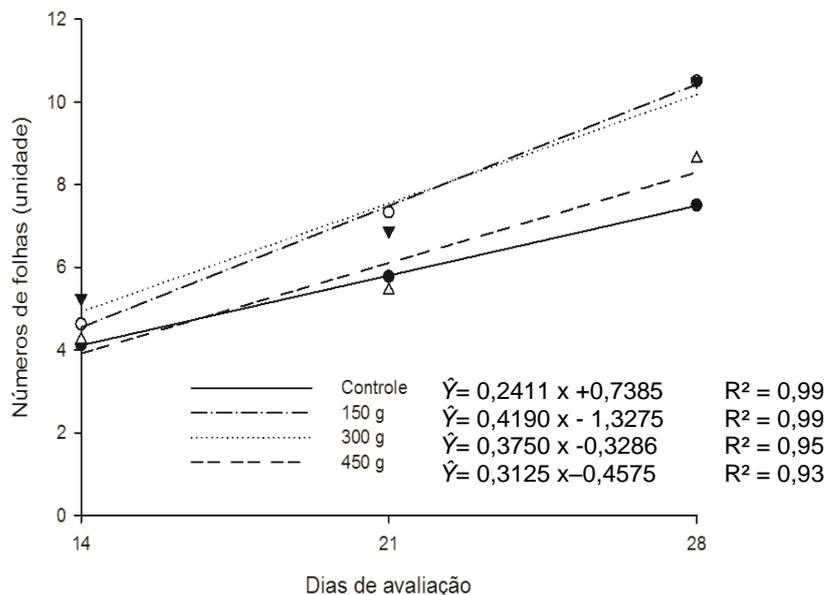


Figura 1. Estimativa do número de folhas de cabeças de alface cultivar americana sob diferentes doses (controle, 150 g, 300 g e 450 g) de *nicomodry*, em função do tempo de avaliação (14, 21 e 28 dias após o transplântio).
Fonte: Os autores (2019).

Tais resultados são explicados devido à participação de níquel, cobalto e molibdênio em alguns processos metabólicos da planta, em especial aqueles ligados ao nitrogênio, que, por sua vez, é o nutriente com maior demanda e absorção pelos

vegetais, estando diretamente relacionado ao aumento da produtividade (RIGON *et al.*, 2011; KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

No que tange o desenvolvimento da planta, os nutrientes aplicados também interferiram no diâmetro das cabeças (Figura 3). Todos os tratamentos proporcionaram um aumento linear para esse parâmetro. O diâmetro das cabeças do tratamento controle foi o menor durante todo o tempo de avaliação, enquanto o T2 denota desenvolvimento significativamente melhor, com um aumento de 110% do dia 14 ao 28. No último dia de avaliação, os tratamentos T2 e T3 proporcionaram maiores cabeças, com médias de 28, 32 cm e 29, 25 cm, respectivamente, sendo 26,6% e 30,8%, respectivamente, superiores ao controle. Contudo, ao ser analisado o desenvolvimento das cabeças ao longo do tempo, pode-se perceber que, apesar de 450 g ter propiciado apenas 24,9 cm no último dia de avaliação, este tratamento foi o que apresentou maior taxa de aumento do diâmetro das cabeças, promovendo um aumento de 108% de diâmetro no período do 14º ao 28º dia. Contudo, no último dia de avaliação, as doses 150 e 300 g proporcionaram diâmetro significativamente superior ao controle.

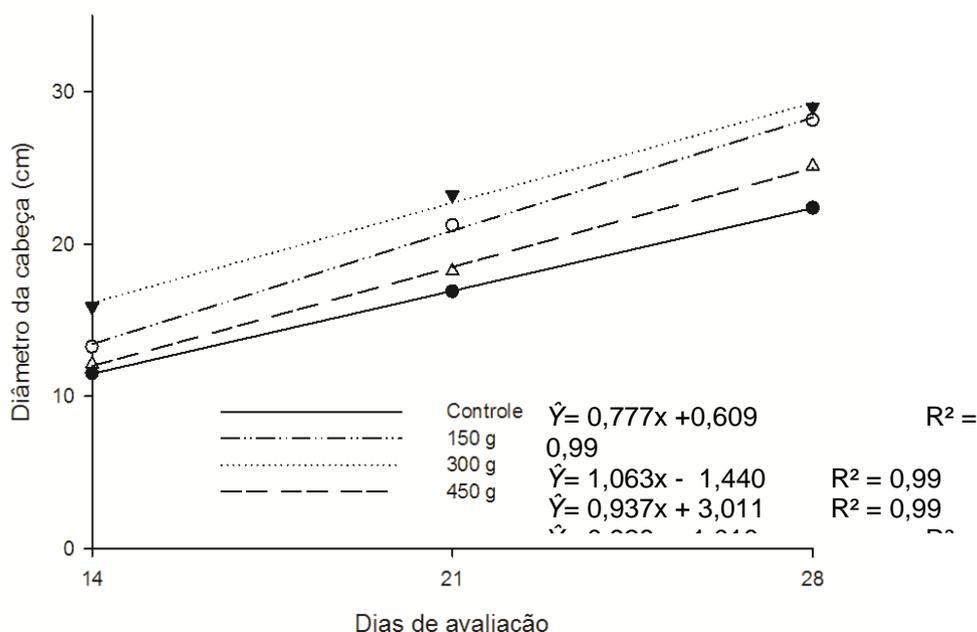


Figura 2. Estimativa do diâmetro de cabeças de alface, cultivar americana, sob diferentes doses (controle, 150 g, 300 g e 450 g) de nicomodry, em função do tempo de avaliação (14, 21 e 28 dias após o transplante).

Fonte: Os autores (2019).

Este resultado está de acordo com trabalhos de alface e feijoeiro irrigado que apresentaram acréscimo de área foliar com a aplicação de molibdênio, independentemente da dose aplicada, proporcionando maior produtividade (ASCOLI *et al.*, 2008; RESENDE *et al.*, 2005; RESENDE *et al.*, 2008).

Esse menor desenvolvimento de plantas tratadas com 450 g pode estar relacionado à fitotoxicidade do elemento níquel, que, de acordo com Mitchell (1945), os níveis adequados deste nutriente nas plantas irão variar entre de 0,1 a 5 mg kg⁻¹. Trabalhos relacionados aos níveis tóxicos de níquel em hortícolas demonstraram que em repolho, houve um decréscimo do número e tamanho dos estômatos de suas folhas; já em alface quando cultivada com níquel, observaram-se valores inferiores para a condutância estomática e fotossintética (MOLAS, 2002; TOLEDO, 2017).

O conteúdo de matéria fresca da raiz das plantas submetidas aos tratamentos 2, 3 e 4, no dia da colheita, não apresentou diferença significativa com o controle (Figura 3).

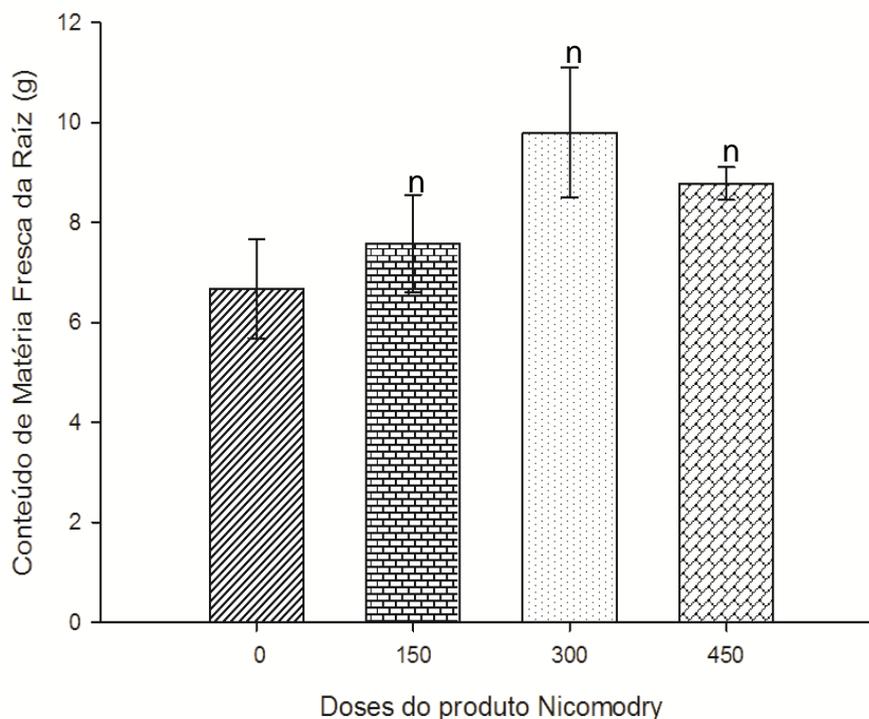


Figura 3. Conteúdo de matéria fresca da raiz (g) de alface cultivar americana sob diferentes doses (controle, 150 g, 300 g e 450 g) de *nicomodry*, no 28º dia após transplântio. Médias seguidas de ^{ns} não diferem estatisticamente do controle e médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste *Dunnnett* a 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores (2019).

No entanto, o conteúdo de matéria seca das raízes das plantas, que receberam aplicação de 300 g de produto, foi significativamente superior ao controle. Essa dose proporcionou um aumento de 48% no conteúdo de MS das raízes.

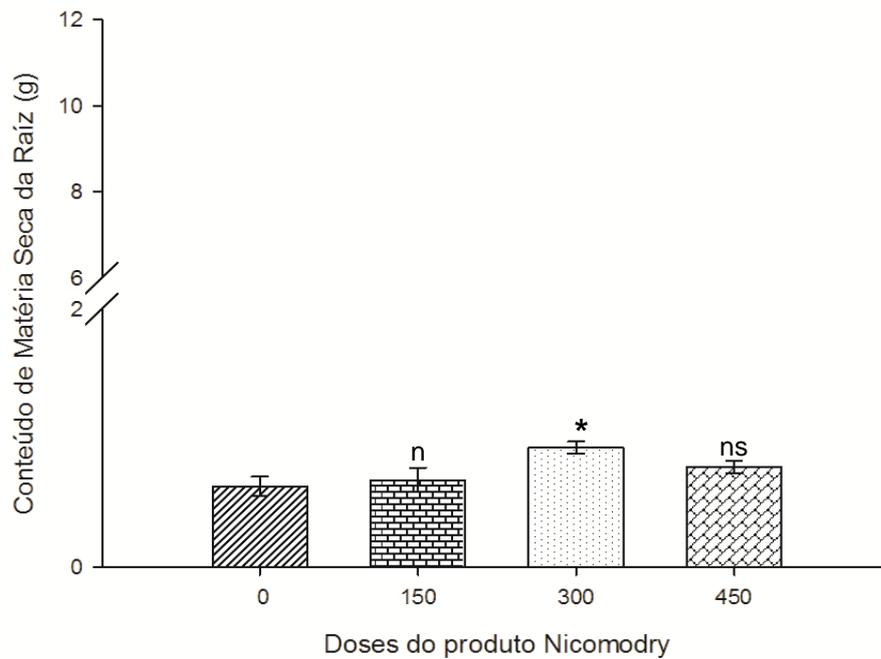


Figura 4. Conteúdo de matéria seca da raiz (g) de cabeças de alface cultivar americana sob diferentes doses (controle, 150 g, 300 g e 450 g) de nicomodry, no 28º dia após transplântio. Médias seguidas de ^{ns} não diferem estatisticamente do controle e médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores (2019).

Esse resultado está de acordo com o maior número de folhas e diâmetro das médias relacionadas à dose 300 (T3). Nas condições desse experimento, o melhor desenvolvimento do sistema radicular permitiu maior absorção de água e nutrientes, fatores esses que são primordiais para o bom desenvolvimento da planta, o que ocasionou em melhor desenvolvimento das plantas de alface desse tratamento.

Na análise de conservação pós-colheita de plantas de alface, a interação entre os três fatores avaliados (doses, hidroresfriamento e tempo de conservação após a colheita) não foi significativa. Entretanto, houve resultados significativos quando avaliada a interação entre a técnica de pré-resfriamento e o intervalo de tempo (p= 0,001). Então, ao analisar o hidroresfriamento em cada tempo de avaliação, foi verificado que, nas duas primeiras avaliações, tempo 0 e 14 h, a técnica de pré-resfriamento não propiciou diferença significativa na perda de matéria fresca das cabeças de alface. No entanto, nos tempos 39 e 44 h de avaliação, o pré-

resfriamento promoveu menores perdas de água das cabeças. Ao longo dos dias de avaliação, foi observado um comportamento linear crescente para perda de matéria fresca acumulada (PMF) das plantas que receberam o hidroresfriamento e plantas controle. Porém, plantas controle tiveram maior taxa de PMF acumulada, podendo ser observada pela maior inclinação da reta. Essa maior taxa acarretou em uma perda significativamente maior no 28º dia avaliado, sendo 29% superior à PMF das plantas que receberam o tratamento refrigerado.

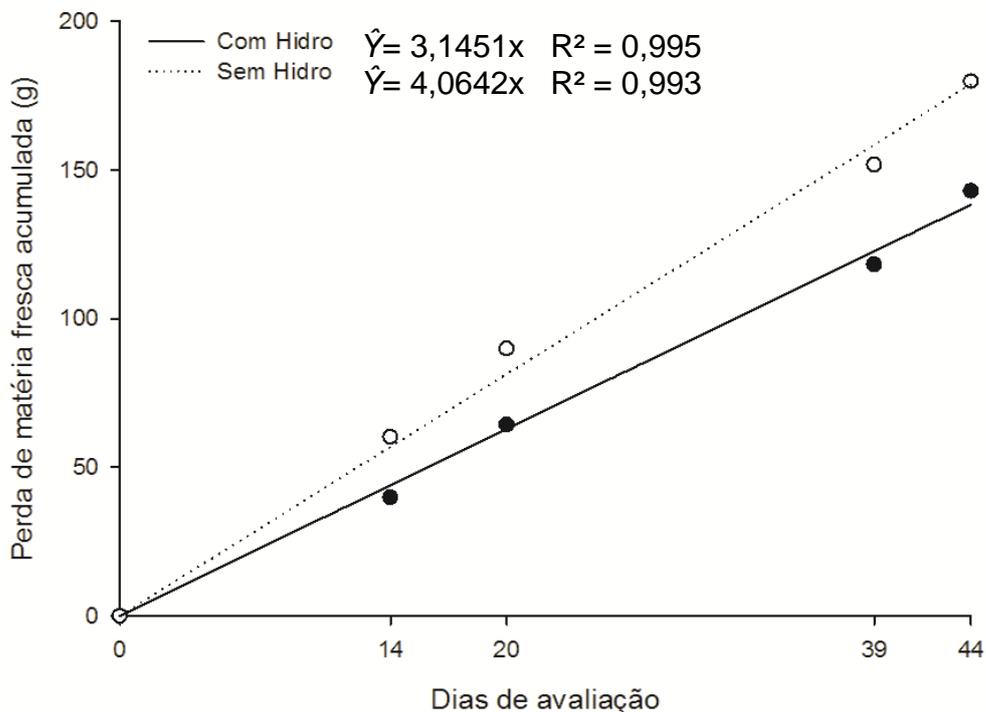


Figura 5. Estimativa da perda de matéria fresca acumulada (g) de alface, cultivar americana, submetidas aos tratamentos com hidroresfriamento e sem hidroresfriamento, ao longo do tempo de avaliação (0, 14, 20, 39 e 44 h).

Fonte: Os autores (2019).

Após a colheita, algumas atividades metabólicas continuam ocorrendo, o que causa a deterioração do alimento, pois, como são organismos vivos, os vegetais continuam o processo de respiração, tendo como consequência a liberação de água e energia (BLISKA JR, 1998). A perda de massa fresca decorre da perda de vapor de água que acontece através da transpiração, além da perda de massa seca necessária ao processo respiratório. Contudo, vale destacar que a principal perda de massa fresca durante o armazenamento é devido ao processo transpiratório (FINGER; VIEIRA, 2007).

A maior perda de matéria seca das plantas sem hidrosfriamento está diretamente relacionada à temperatura, que é um importante fator a ser controlado durante o armazenamento. A refrigeração é a técnica mais recomendada e econômica para o armazenamento dos produtos (PAULL, 1999).

A técnica de pré-resfriamento retira a temperatura de campo, que é a temperatura do produto no momento da colheita e isso reduz a atividade metabólica, o que leva à diminuição da taxa respiratória (SOUZA, 2017). Isso explica os resultados obtidos no tratamento com hidrosfriamento, que apresentou menor perda de massa fresca ao longo do tempo, quando comparado ao tratamento sem o hidrosfriamento.

Logo após a colheita, as plantas de alface foram dispostas sobre bancadas no laboratório em temperatura ambiente, para serem estabelecidas notas de 1 a 5 na avaliação da deterioração das plantas (com e sem o hidrosfriamento). A nota 1 corresponde à pior avaliação e a nota 5 foi atribuída à planta com melhores características visuais (Quadro 2).

Doses	150	300	450	Controle
Sem Hidro	3,25	3,5	3,75	3,5
Com Hidro	3,75	3,25	3,75	3,0

Quadro 2. Médias de acordo com as notas visuais dadas as unidades experimentais de cada tratamento logo após a colheita
Fonte: Os autores (2019).



Figura 6. Imagens da avaliação visual com repetições dos tratamentos com hidrosfriamento e sem resfriamento no tempo 0 e 44h. As repetições acima são referentes ao tratamento com hidrosfriamento e as repetições de baixo sem hidrosfriamento. A imagem ao lado esquerdo é referente ao tempo 0h e a imagem do lado direito à 44h.

Fonte: Os autores (2019).

As médias analisadas no parâmetro visual estão relacionadas às avaliações realizadas em 0 h e 12 h. A partir da terceira avaliação, as unidades experimentais não atendiam às necessidades do consumidor, sendo assim descartadas. Os parâmetros avaliados nos diferentes tratamentos (doses com hidroresfriamento e sem hidroresfriamento) não demonstraram efeitos positivos quando comparados entre si.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doses de níquel, cobalto e molibdênio aplicadas via foliar influenciaram positivamente na matéria fresca total, comercial e no desenvolvimento radicular.

O hidroresfriamento, independentemente da dose foliar aplicada, mostrou-se eficiente em reduzir a perda de massa fresca das cabeças. Por ser uma técnica simples e prática, seria viável que a mesma fosse disseminada entre os produtores do ramo, uma vez que sua utilização implica na maior durabilidade das hortaliças.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, U. B.; CAMPO, R. J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.527-534, 2001.

ARAÚJO, S. T.; FIDELES FILHO, J.; KUMAR, K. K.; RAO, T. V. R. Crescimento da alface americana em função dos ambientes, épocas e graus dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 441-449, 2010.

ASCOLI, A. A. *et al.* Aplicação foliar de molibdenio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.377-384, 2008.

BLISKA, JR. A. **Alface (*Lactuca sativa* L.):** distintos sistemas de produção, conservação e avaliação pós-colheita. Campinas-SP, Fevereiro de 1998.

BOHM, F. M. L. Z. *et al.* Emergência e crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) submetida a substratos orgânicos. **Revista Verde**, Pombal, v. 12, n. 2, p. 348-352, 2017.

CARVALHO, A. J. E. **Uso de composto de resíduos da indústria têxtil na cultura da alface.** 48 f. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

CHAVES, A. L. R. **Aspectos fitossanitários da cultura da alface.** Instituto Biológico, n. 29, julho, 2017.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2006, 432p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Adubação **com Micronutrientes no Cerrado**. 2003. p.41. Disponível em: < <http://www.cpac.embrapa.br/download/304/t>>. Acessado em: 7 NOV. de 2019.

FERNANDES, F. A. *et al.* Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 1, p. 7-15, Jan./March, 2005.

FERNANDES, A. A. *et al.* Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.131-138, jan./mar. 2001.

FERREIRA, R. L. F. *et al.* Combinações entre cultivares, ambientes, preparo e cobertura do solo em características agronômicas de alface. **Hortic. bras.**, v. 27, n. 3, jul.-set. 2009.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas. **Caderno Didáticos 19**. Editora UFV, Viçosa- MG, 29 p. 2007.

FRANÇA, C. F. M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alface submetidas ao hidroresfriamento**. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO. **Boletim técnico de soja**. Rondonópolis, p.231, 2004.

GELAIN, E. *et al.* Fixação biológica de nitrogênio e teores foliares de nutrientes na soja em função de doses de molibdênio e gesso agrícola. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 259-269, mar./abr., 2011.

GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. **Advances in Agronomy**, 34: 73-115. 1981.

HENZ, P. G. SUINAGA, F. Tipos de alface cultivada no brasil. **Comunicado Técnico**. ISSN 1414-9850 Novembro, Brasília, DF. 2009.

IEA. **Estatísticas da produção vegetal, por produto, total do estado de São Paulo**, 2009. In:< <http://www.iea.sp.gov.br/fanu-pre.htm>> Acesso em: 22/06/2019.

KIRKBY, E. A.; ROMHELD, V. Encarte técnico, informações agronômicas nº 118. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade**. Junho, 2007.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2006, 432p.

LIMBERGER, P. A; GHELLER, J. A. Efeito da aplicação foliar de extratos de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface crespa. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v. 1, p.148 – 161, 2012.

MACEDO, F. G. **Disponibilidade de níquel no sistema solo-planta: efeito de doses e saturação por bases**. Orientador: Prof. Dr. José Lavres Júnior. 2016. 121 f. Tese (Doutorado em energia nuclear na agricultura e no ambiente). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MITCHELL, R. L. Cobalt and nickel in soils and plants. **Soil science**, v. 60, n. 1, p. 63-70, 1945.

MOLAS, J. Changes of chloroplast ultrastructure and total chlorophyll concentration in cabbage leaves caused by excess of organic Ni (II) complexes. **Environmental and Experimental Botany**, Columbus, v. 47, n. 2, p. 115-126, 2002.

NASCIMENTO, G. A. S. *et al.* **Tratamento hidrotérmico na conservação e qualidade pós-colheita de alface**. Revista trópica: ciências agrárias e biológicas. P.65-76, v.09, n.01, 2017.

NEGRI, R. C. **Potencial fisiológico de sementes de soja enriquecidas com molibdênio no armazenamento e sua influência na atividade de enzimas do metabolismo do nitrogênio**. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tathiana E. Masetto. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

NETO, J. V. S. **Forma de aplicação do Níquel, Cobalto e Molibdenio em sistema plantio direto na cultura da soja**, 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia Federal de Viçosa, Viçosa 40p 2009.

OLIVEIRA, T. C. **Atividade da urease e crescimento de alface no solo em resposta à níquel**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. 40 p.

PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 263-277, 1999.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D, F. **Diagnose e controle alternativo de doenças em alface, alho, cebola e brássicas**. Circular técnica, Embrapa, Brasília, 2013, 13p.

QUEIROZ, C. S. **Níquel, outros micronutrientes e silício e a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja (*Glycine max*)**. Orientador: D.Sc. Virginia Damim. 66 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

RESENDE, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J. Doses de nitrogênio e molibdênio no rendimento e teor de micronutrientes em alface americana. **Horticultura Brasileira**, 28: 266-270. 2010.

RESENDE, G. M. de *et al.* Rendimento e teores de macronutrientes em alface tipo americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio em cultivo de verão. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 153-163, jan./fev., 2009.

RESENDE, G. M. et al. Resposta da alface tipo americana a doses e épocas de aplicação de molibdênio em cultivo de inverno. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 143-148, jan./fev., 2008.

RESENDE, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.976-981, out-dez 2005.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G. Produção de alface americana em função de doses e épocas de aplicação de Supa Potássio®. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 174-178, abr-jun 2005.

RIBEIRO, M. A. C. **Contaminação do Solo por Metais Pesados**. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Faculdade de Engenharia – Engenharia do Ambiente. 2013.

RIGON, J. P. G. et al. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: **Anais...** São Paulo. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011. p.562-569.

SANTOS, D.S.A. **Testes de não-escolha em *Porcelliodilatatus* sujeitos a dieta de folhas de *Alyssum spp.* com diferentes concentrações de Ni**. Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra, 2013. 52 p.

SANTOS, E. I. A. **Avaliação do grau de contaminação da alface por metais pesados no município de Gurupi – TO**. Universidade Federal do Tocantins Campus Universitário de Gurupi Mestrado em Produção Vegetal, 2009.

SFREDO, G. J. *et al.* **Soja: molibdênio e cobalto**. Embrapa Soja. Documentos, 2010.

SILVA, E. M. N. P. C.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO SE; TAVELLA LB; SOLINO AJS. 2011. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, abr. – jun., 2011.

SILVA, F. C. **Utilização de permanganato de potássio na conservação pós-colheita de maxixe**. Universidade Federal de Viçosa, março de 2012.

SORATTO, R. P. *et al.* Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 2019-2028, 2011.

SOUZA, A. L.; SEABRA, J. S.; SILVIA, D. M.; CAMPOS DE SOUZA, L. H.; MOITINHO N. M. C. Comportamento de Revista cultivares de alface americana sob clima tropical. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 123-129, 2013.

SOUZA, M.T.A. *et al.* Eficiência do hidrosfriamento na conservação e qualidade pós-colheita de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**.p.32-40,v.10, n.01, 2017.

SPRICIGO PC; BERTINI, VA; FERREIRA M.D; CALBO AG; TAVARES, M. Avaliação da pós-colheita de alface hidropônica, em função da quantidade de raízes, utilizando o equipamento Wiltmeter®. **Horticultura Brasileira**, 27: S3790-S3796. 2009.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S. **Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal 'crespa'**. Brasília, Comunicado técnico, n.89, 2013, 4p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, p.819, 2009.

TISCHER, J. C.; SIQUEIRA NETO, M. Avaliação de macronutrientes em alface crespa. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 2, 2012, p. 43-57.

TOLEDO, R. L. **Deficiência de micronutrientes e efeito do níquel no estado nutricional do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*Sims)**. Jaboticabal, 2017.

YURI, J. E. *et al.* Produção de alface americana em função da época de cultivo e doses de nitrogênio. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 6, n. 1, p. 55 - 65, 2015.

YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Nutrição da cultura da alface. IN: MELLO, R. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPEL, 2016, 600 p.

AValiação DE DIFERENTES FERTILIZANTES NA CULTURA DA ALFACE

Acadêmicos: Claudimar de Souza Alcântara e Josen Anthone da Silva

Orientadora: D Sc. Irlane Bastos Costa

23

RESUMO

A alface é uma das hortaliças de maior relevância mundial e a mais importante no Brasil, sendo consumida na forma *in natura*. Em relação ao seu cultivo, nota-se que somente a fertilidade natural do solo não é capaz de satisfazer as exigências nutricionais da cultura, sendo necessário o uso de fertilizantes. Essa prática traz bons resultados para o cultivo da alface, embora seja preciso ter cuidado para não elevar o custo da produção. Diante do breve exposto, neste estudo, objetiva-se comparar a adubação convencional, organomineral e de liberação controlada na cultura da alface. O experimento foi conduzido na fazenda Cachoeira das Pedras, que fica situada na zona rural da cidade de Santana do Manhuaçu (MG). O experimento utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), constituído por quatro tratamentos e cinco repetições. O plantio obedeceu ao sistema de quincôncio, com espaçamento de 25 cm em relação à planta central e 40 cm nas laterais. Os tratamentos foram identificados como: T1 – testemunha; T2 - organomineral; T3 - convencional e T4 – liberação controlada. As características avaliadas foram massa fresca da parte aérea e raiz, número de folhas e diâmetro de cabeça. A adubação organomineral apresentou os melhores resultados para massa fresca de parte aérea e raiz e para diâmetro de cabeça. A adubação convencional e a de liberação controlada mostraram-se estatisticamente iguais, uma vez que essas duas formas de adubação não contêm partes de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa*; adubação mineral; adubação orgânica; adubação de liberação controlada.

1. INTRODUÇÃO

A alface é uma hortaliça folhosa que tem seu centro de origem no mediterrâneo, sendo uma hortaliça de grande estima mundial e a mais importante no Brasil, sendo usualmente consumida em sua forma *in natura* (SALA e COSTA, 2012).

No Brasil, até os anos 80, a preferência era pela alface lisa, popularmente conhecida como 'manteiga' (SALA e COSTA, 2012). Entretanto, atualmente, a variedade crespa ocupa 70% do mercado (PORTELA, 2017).

A rentabilidade de 2018 esteve em baixa devido às cotações que por certo período se mantiveram abaixo do custo. Reflexo dessa situação foi a redução de 8% da área nacional plantada, que caiu para 15.136 hectares (CEPEA, 2018).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2018), a oferta dessa hortaliça em fevereiro de 2018 para o Ceasa de Caratinga, Belo Horizonte e Barbacena em Minas Gerais foram, respectivamente, 19.271kg, 43.198kg e 24.116kg.

Quanto ao cultivo da hortaliça, Souza *et al.* (2005) asseguram que o emprego de fertilizantes é uma prática que traz resultados satisfatórios em termos de produção da alface, sendo preciso ter cuidado para não elevar o custo da produção.

De acordo com Filgueira (2008), a adubação mineral pode ser aplicada nas olerícolas em níveis mais elevados do que qualquer outra cultura. Somente a fertilidade natural do solo não é capaz de satisfazer as elevadas exigências nutricionais da cultura (FILGUEIRA, 2008; SANTOS *et al.*, 2019).

Uma classe de fertilizantes que tem se destacado na adubação das culturas é a organomineral, que proporciona ao solo grande quantidade de matéria orgânica e mineral. Contudo, os organominerais podem fazer com que se tenha redução de perdas de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, se comparados à adubação química convencional. Além da diminuição das perdas, esse tipo de adubo ajuda restaurar a vida no solo, uma vez que o mesmo afeta positivamente a proliferação dos microrganismos presente no solo (SANTOS *et al.*, 2013).

Oliveira (2010) explica que os fertilizantes que contêm matéria orgânica possuem ação nas partes químicas, físicas e biológicas do solo, acondicionando e aumentando a capacidade de armazenamento de nutrientes que são necessários para o desenvolvimento e a conclusão de ciclo da cultura.

Uma alternativa de uso de fertilizantes são os fertilizantes de liberação lenta ou controlada, que contribuem para a minimização de problemas decorrentes como queima de raízes e redução da possibilidade de perdas por lixiviação ou evaporação, uma vez que os mesmos são recobertos com resinas orgânicas ou elásticas (DINALLI *et al.*, 2012). Amaral (2012) acredita que o uso desse tipo de fertilizante pode reduzir custos como mão de obra e maquinários.

Diante do exposto, neste trabalho, objetiva-se avaliar a diferença entre os adubos convencional, organomineral e o de liberação controlada na cultura da alface.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ALFACE

De característica herbácea, a alface pertence à classe Magnoliopsidas da ordem Asterales, família das Asteraceae e gênero *Lactuca*.

Trata-se da olerícola que lidera o comércio e a produção nacional. Seu cultivo é geralmente praticado por agricultores familiares que têm gerado por hectare cerca de cinco empregos (SILVA *et al.*, 2008; GUALBERTO *et al.*, 2009).

O comércio nacional é liderado pela cultivar crespa (70% do mercado), devido ao fato desta cultivar não formar cabeça e ter suas folhas em forma de leque, o que por sua vez facilita o manuseio e o transporte, além de apresentar boa adequação ao cultivo de verão (PORTELA, 2017).

O aumento no consumo nos últimos anos se deve, essencialmente, ao crescimento populacional, mas também decorre da mudança de hábitos alimentares (OHSE *et al.*, 2009). A alface apresenta boas quantidades de vitaminas do grupo A, B1, B2 e C e também tem baixo valor calórico (FILGUEIRA, 2008).

A produção total brasileira foi estimada, segundo o censo agropecuário feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2017), em 908.186 toneladas, sendo a região sudeste a maior produtora, com 592.068 toneladas, e os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo produziram respectivamente 412.069, 108.013, 54.911 e 17.075 toneladas.

Segundo Sala e Costa (2012), existem pelo menos seis tipos de variedades dessa folhosa: crespa, lisa, americana, mimosa, romana e vermelha, mas há uma tendência à segmentação com surgimento de novas cultivares ainda pouco exploradas pelo mercado e pelos produtores. Os autores também citam a crescente linha de pesquisa sobre a alface, visando cultivares mais adaptadas às condições climáticas e resistentes a patógenos, tornando a alfacultura mais sustentável.

Nesse sentido, reforça-se que a adubação para a cultura da alface é de suma importância para sua viabilidade produtiva e econômica, pois a fertilização afeta diretamente a produção e o crescimento, tornando a hortaliça dependente do uso de fertilizantes e, conseqüentemente, sua aplicação nas doses certas (PRADO, 2018).

2.2. ADUBAÇÃO

Solos brasileiros são pobres em nutrientes e apresentam acidez elevada, devido à ação do intemperismo ser de maior pressão nos trópicos, o que torna

necessário um maior conhecimento das características das propriedades físicas e químicas do solo para que se tenha um manejo adequado (RONQUIM 2010; PRADO, 2018).

A análise de solo é indispensável, pois constitui uma importante ferramenta para diagnose das necessidades de correção das características químicas do solo para um bom desenvolvimento das culturas (SBCS, 2004).

A adubação é o processo no qual são adicionados aos modelos de cultivo elementos necessários para que as plantas completem seu ciclo. Porém, a resposta aos elementos adicionados depende, de forma direta, do grau de acidez do solo e dos níveis de nutrientes (SBCS, 2004). Santos (2005) confirma que a adubação é uma prática de suma importância para desenvolvimento de qualquer cultura, pois seu objetivo é fazer com que se tenha uma elevação dos teores de nutrientes no solo aos níveis ideais para que as plantas possam expressar seu máximo potencial, sem que outros fatores as limitem (SBCS, 2004).

De acordo com Cardoso *et al.* (2011), a alface é uma planta que apresenta lenta absorção de nutrientes na primeira metade do seu ciclo, mas isso se modifica à medida que se aproxima da colheita.

Além da adubação, os fatores temperatura e luminosidade mais elevadas desempenham efeito nas plantas de alface, e assim podem comprometer a sua produção (FIORINI *et al.*, 2016).

2.2.1. Adubação mineral

Os adubos minerais são compostos inorgânicos mais utilizados na agricultura, devido ao seu menor custo por unidade de elemento e pela alta concentração dos nutrientes. Com a adubação mineral, as culturas têm aumento imediato da sua produtividade, pois a adubação objetiva a reposição de nutrientes absorvidos pelas plantas (SOUZA, 2018).

O efeito direto na paralisação do uso de fertilizantes minerais é a queda progressiva da produção à medida que as reservas do solo utilizadas pelas plantas diminuem (ISHERWOOD, 2000).

Os adubos minerais podem ser encontrados em formulações isoladas de N, P e K ou também em formulados contendo os três nutrientes.

Souza (2018) completa que a absorção dos nutrientes encontrados nos adubos minerais é mais rápida, podendo ocasionar melhores resultados comparativamente aos demais adubos disponíveis no mercado.

2.2.2. Adubação organomineral

Os adubos organominerais são definidos por Malaquias e Santos (2017) como um composto proveniente de uma mistura de fertilizantes orgânicos e minerais. Esse tipo de fertilizante configura um bom potencial de uso agrícola, pois tem menor custo se comparado aos químicos (MALAQUIAS e SANTOS, 2017).

A adubação orgânica desenvolve papel importante com as reações do solo, aumenta a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), melhora características físicas do solo e, ainda, propicia ambiente de melhor condição para o desenvolvimento radicular (SHIRAHIGE; TIMÓTEO e MELLO, 2008). Além disso, faz a manutenção adequada dos teores de fósforo e potássio, impedindo a perda de nitrogênio por lixiviação devido a sua solubilidade ser mais lenta (RABELO, 2015).

Resíduos de origem orgânica precisam passar pelo processo de mineralização para se tornar disponível às plantas, e esse processo sofre interferência do clima, das características do solo e dos componentes presentes na matéria orgânica (RABELO, 2015). Sendo a cultura da alface altamente exigente em fornecimento de nutrientes em curto espaço de tempo, os produtores têm aliado as adubações orgânicas à adubação mineral (SHIRAHIGE; TIMÓTEO e MELLO, 2008).

2.2.3. Adubação controlada

Fertilizantes de liberação controlada são aqueles que liberam para o solo, de maneira gradativa, os nutrientes de sua composição, quando comparados aos fertilizantes convencionais (SHAVIV, 2005).

Esses fertilizantes podem ser divididos em três grupos: os quimicamente alterados, foram modificados para converter parte dos nutrientes em forma insolúvel em água, permitindo a liberação para o meio de forma gradativa. Os encapsulados, estes que são envolvidos com uma resina permeável à água, a fim de controlar a liberação do conteúdo para o meio. E, por fim, os peletizados, que são recobertos com compostos de solubilidade baixa, sendo que sua liberação só é feita a partir da ação dos microrganismos nos *pellets* (BRONDANI *et al.*, 2008).

Segundo Shaviv (2005), a liberação desses fertilizantes não segue um padrão definido, sofrendo interferências de fatores como atividade da microbiota do solo, umidade, transporte, manuseio e distribuição no campo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Cachoeira das Pedras, que fica situada na zona rural da cidade de Santana do Manhuaçu (MG), com latitude 20°2'19,6", longitude 41°56'5,93". A cidade fica situada na microrregião de Manhuaçu, e possui índices pluviométricos em torno de 1300mm anuais, temperatura mínimas de 16°C e máximas de 24°C.

A espécie utilizada foi a *Lactuca sativa*, popularmente conhecida como alface; a variedade escolhida foi a crespa e a cultivar foi a Vanda, que apresenta ciclo de 55 dias. Os tratamentos utilizados foram: adubação convencional, adubação organomineral, adubação de liberação controlada e a testemunha, que não recebeu nenhum tipo de adubação.

O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), constituído de quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram identificados como: T1 – testemunha; T2 - organomineral; T3 - convencional e T4 – liberação controlada.

As parcelas foram distribuídas em canteiros de 0,20 m de altura, 1,2 m de largura e 3 m de comprimento. O plantio foi no sistema de quincôncio, com espaçamento de 25 cm em relação à planta central e 40 cm nas laterais, conforme esquema a seguir.

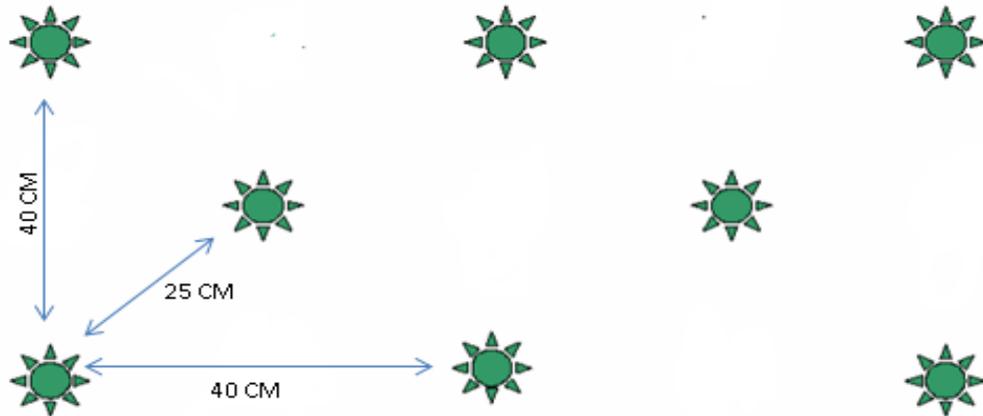


Figura 1: Esquema de plantio em quincôncio
Fonte: os autores (2019)

As mudas foram adquiridas do viveiro do Campo Experimental da Fazenda Escola da Faculdade Vértice – Univértix e plantadas em bandejas de 200 células, pois, de acordo com Trani (2004), estas bandejas permitem que as mudas tenham melhor desenvolvimento de área foliar e números de folhas. O transplante foi aos 22 dias, já que, segundo Resende *et al.* (2003), mudas transplantadas com essa idade atingem a maior produtividade comercial.

Antes da implantação do experimento, fez-se a coleta de amostras do solo para análise laboratorial. Os resultados da análise foram disponibilizados na Tabela 1. Utilizou-se o solo de barranco, com objetivo de eliminar qualquer tipo de contaminação e presença de resíduo de adubações passadas.

Para a correção da acidez do solo e elevação dos índices de saturação de base aos níveis recomendados de 5,5 a 6,5 para acidez e 70% para saturação de base (FONTES, 1999), foram aplicados 5 kg de calcário sobre os canteiros, totalizando 25 kg na área total. Essa aplicação foi feita no dia 22 de julho de 2019 e a incorporação do calcário ao solo foi feita no dia 27 de julho de 2019 (Figura 2).

Tabela 1: Resultados da análise de solo

resultado analise de solo			
pH	pH em (CaCl ₂)		4,35
P	Fósforo - Extrator Mehlich-1	mg/dm ³	6,00
K	Potássio - Extrator Mehlich-1	mg/dm ³	12,09
Ca	Cálcio - Extrator KCL - mol/L	cmolc/dm ³	0,66
Mg	Magnésio - Extrator KCL - mol/L	cmolc/dm ³	0,18
Al	Alumínio - Extrator KCL - mol/L	cmolc/dm ³	0,33
S.B.	SB - Soma de bases trocáveis	cmolc/dm ³	0,87
t	t - Capacidade de troca catiônica efetiva	cmolc/dm ³	1,20
T	T - Capacidade de troca catiônica a pH 7 (C.T.C.)	cmolc/dm ³	5,07
V	V - Índice de saturação em bases	%	17,16
m	m=Índice de saturação em alumínio	%	27,50
MO	MO - Matéria Orgânica (Colorimetria)	dag/Kg	1,95
P-rem	P-rem - Fósforo remanescente ou de equilíbrio	mg/L	20,51

Fonte: Os autores (2019)



Figura 2: Aplicação de corretivo de solo
Fonte: Os autores (2019)

O transplântio das mudas foi feito no dia 24 de agosto de 2019, como mostrado na Figura 3. A testemunha, tratamento 1, não recebeu nenhum tipo de adubação. Para os tratamentos 2 e 3, a adubação foi de 150 kg/ha de nitrogênio, 120 kg/ha de potássio e 400 kg/ha de fósforo, divididos em fósforo 100% da dose no plantio. A primeira adubação de cobertura foi feita no dia do plantio, recebendo 20% das dose; a segunda adubação foi feita após 15 dias do transplântio, recebendo mais 20% da dose; a terceira após 30 dias do transplântio, com 30% da dose; e a

última após 45 dias do transplante, recebendo os últimos 30% da dose (FONTES, 1999).



Figura 3: Trasplante das mudas
Fonte: Os autores (2019)

O formulado usado para o tratamento 2, adubação organomineral, no momento do plantio, foi 02-14-00. Foram aplicados 286 g/m^2 para suprir os 100% da dose de fósforo. Para as adubações de cobertura, foi empregue o formulado 14-02-14, sendo utilizado na primeira e na segunda aplicação 22 g/m^2 , já na terceira e na quarta aplicação utilizou-se 33 g/m^2 .

O formulado utilizado para o tratamento 3, a adubação convencional, no momento do plantio, foi 00-18-00, sendo aplicado 222 g/m^2 . Para a adubação de cobertura, foi utilizado o formulado 19-00-15, aplicando na primeira e segunda adubação de cobertura 16 g/m^2 e para a terceira e quarta adubação 24 g/m^2 .

O tratamento 4 foi o de liberação controlada, sendo aplicado segundo orientação do representante técnico de vendas, em conversa informal, a quantidade de $63,2 \text{ g/m}^2$ do formulado 16-14-17. Para este fertilizante, foram dispensadas as adubações de cobertura, pois, com o uso desse tipo de fertilizante, tem-se uma melhor eficiência dos nutrientes (SERRANO, CATTANEO e FERREGUETTI, 2019).

As plantas foram colhidas no dia 10 de outubro de 2019, sendo 10 plantas centrais de unidade experimental, descartando-se as bordaduras. As características avaliadas foram: massa fresca da parte aérea, massa fresca de raiz, número de folhas e diâmetro de cabeça.

Para obter o número de folhas, foram contadas as folhas das plantas, desde o coleto até a última folha aberta, considerando as de tamanho superior a 3 cm das plantas coletadas antes da pesagem de massa fresca (MELO *et al.*, 2018).

A avaliação da massa fresca da parte aérea e massa fresca de raiz advém da pesagem direta das plantas, esta que foi realizada no momento da colheita, utilizando-se uma balança (MENEZES JÚNIOR *et al.*, 2004).

O diâmetro da cabeça foi medido com o auxílio de uma régua, aferindo as distâncias entre as margens opostas das folhas (MEDEIROS, 2015).

Os resultados foram analisados através do programa SISVAR (FERREIRA, 2008), obtendo-se a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise de variância do número de folhas, os dados foram transformados a fim de corrigir a falta de normalidade inerente às variáveis obtidas por contagem (PIMENTEL, 2009.).

Foi analisada também, ao fim do trabalho, uma relação de custo-benefício entre as formas e a adubação empregada, considerando-se custo de produção, custo de aquisição dos fertilizantes e custo com a mão de obra para aplicação dos mesmos. Assim, como resultados, têm-se os valores por metro quadrado, apresentados no último parágrafo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo dos quadrados médios para todas as variáveis analisadas: massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, número de folhas e diâmetro da cabeça (Anexo 1). Os coeficientes de variação estimados para as variáveis massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz foram médios, e, para as características número de folhas e diâmetro da cabeça, bem baixos (Anexo 1). Tais resultados atestam a veracidade dos dados e a excelente condução do experimento (PIMENTEL, 2009).

Para a variável massa fresca da parte aérea, o maior resultado foi obtido para a adubação organomineral (Figura 4). A adubação convencional e de liberação controlada mostraram-se estatisticamente iguais. O tratamento testemunha mostrou-se inferior aos demais.

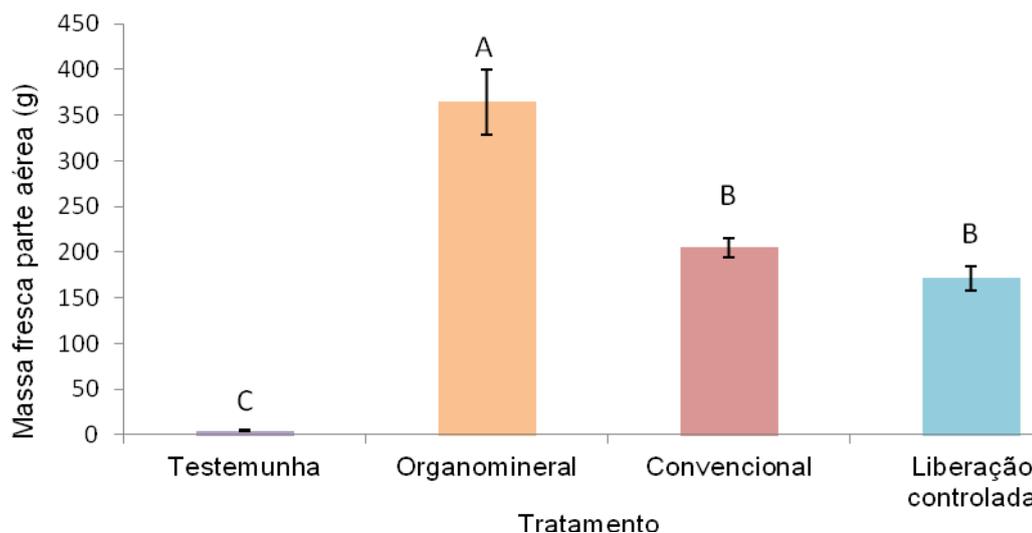


Figura 4: Médias da massa fresca da parte aérea estimadas para a variedade de alface crespa quando submetida a diferentes adubações minerais e com substrato de terra de barranco, visando evitar qualquer interferência de adubações anteriores.

Fonte: Os autores (2019).

Como o solo utilizado foi terra de barranco, e nenhum esterco foi utilizado nos canteiros, era esperado que a presença da matéria orgânica no adubo organomineral propiciasse um ambiente mais adequado ao desenvolvimento da cultura. Tal resultado concorda com Ramos, McManus e Menezes (2012), autores que concluem que a parte orgânica presente no adubo organomineral teve interferência direta na disponibilidade dos nutrientes para a planta, principalmente a alface, sendo esta uma cultura de ciclo curto.

Para que se tenha um bom desenvolvimento de parte aérea e raiz, é preciso que o substrato apresente boas características biológicas, físicas e químicas (FREITAS *et al.*, 2019). Sedyama *et al.* (2016) explicam que compostos orgânicos possuem elevados teores de nitrogênio, sendo um dos nutrientes mais exigidos pela cultura, tendo influência no desenvolvimento vegetativo, além de aumentar a massa fresca da planta.

Em trabalho que avalia a resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos de forma isolada ou em misturas, Salles *et al.* (2017) concluíram que o crescimento das plantas e a produtividade melhoraram com significativamente.

Na conclusão de sua pesquisa que avalia biofertilizantes na dosagem de 60m³/ha, Chiconato *et al.* (2013) observaram que esse tratamento superou os demais para as variáveis altura, número de folhas, diâmetro de cabeça e massa fresca da parte aérea na cultura da alface.

Para a variável massa fresca da raiz, é possível verificar no gráfico que a adubação organomineral mostrou-se superior aos demais (Figura 5). A adubação convencional e de liberação controlada mostraram-se estatisticamente iguais. O tratamento testemunha mostrou-se bastante inferior aos demais, uma vez que para esse tratamento não foi aplicada nenhuma forma de adubação, mostrando assim a necessidade do uso dos fertilizantes para um bom desenvolvimento da cultura.

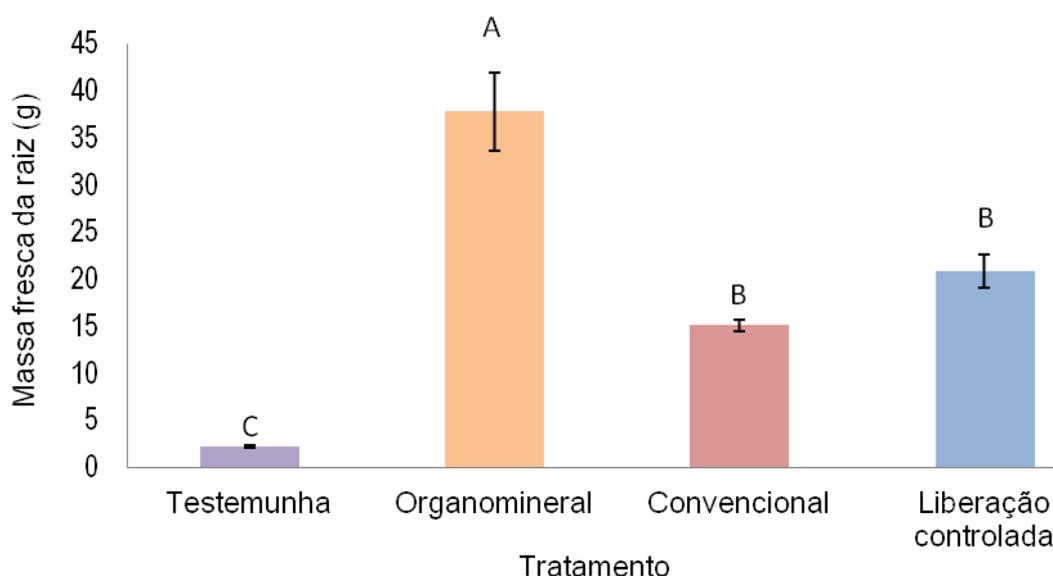


Figura 5: Médias da massa fresca da parte aérea estimadas para a variedade de alface crespa quando submetida a diferentes adubações minerais e com substrato terra de barranco, visando evitar qualquer interferência de adubações anteriores.

Fonte: Os autores (2019).

Com a aplicação de matéria orgânica no solo, as raízes são favorecidas em seu desenvolvimento de forma direta ou indireta, pois proporcionam melhorias nas propriedades físicas do solo, estrutura, densidade, e também melhoram a movimentação de água, ar e nutrientes, permitindo maior crescimento e penetração de raiz no solo (CHAIMSOHN, VILLALOBOS e URPÍ, 2007). Dessa forma, atuam de forma direta na fertilidade, sendo fonte de macro e micronutriente (PIRES *et al.*, 2008).

A produção de massa fresca das plantas de alface, juntamente à sua produtividade, deve-se ao grau de contribuição do composto orgânico. De acordo com Sedyama *et al.* (2016), há, ainda, ligação com seu teor nutricional. E, para que se tenha bom desenvolvimento de raiz, é preciso que se tenham características físicas, químicas e biológicas apropriadas no substrato (FREITAS *et al.*, 2019).

Em relação às características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos, Oliveira *et al.* (2014) concluíram que, além do aumento de produção, a matéria orgânica também melhorou as características químicas do solo como pH, soma de bases, CTC e saturação por bases, fazendo com que se tenha redução da acidez potencial do solo.

Verificou-se a adubação orgânica no aumento da produção de raízes em plantas de pupunha (*Bactris gasipaes* K.). Assim como Chaimsohn, Villalobos e Urpí (2007), atesta-se que sua aplicação estimula o desenvolvimento da raiz, permitindo um maior aproveitamento dos fertilizantes.

Para a variável diâmetro de cabeça, os tratamentos que receberam a adubação organomineral também ofereceram os melhores resultados neste trabalho, como mostrado no gráfico da Figura 6. Também, para essa característica, a adubação convencional e de liberação controlada mostraram-se estatisticamente iguais. O tratamento testemunha despontou-se bastante inferior aos demais, mas de forma menos acentuada do que para as características massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz.

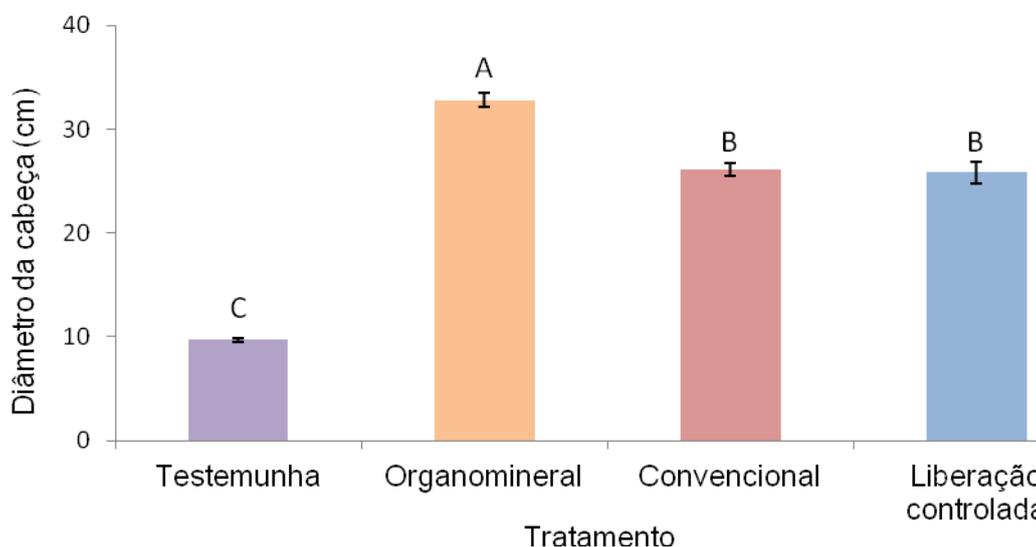


Figura 6: Estimativas do diâmetro médio das cabeças da alface crespa quando submetida a diferentes adubações minerais e com substrato terra de barranco, visando evitar qualquer interferência de adubações anteriores.
Fonte: Os autores (2019).

O diâmetro da cabeça, o número de folhas e o peso de matéria fresca integram as características agrônômicas mais apreciadas no momento da comercialização (SOUZA *et al.*, 2008). Sendo assim, a forma de adubação que tenha interferência positiva nessas características será bem vista para sua produção.

O uso das quantidades certas dos adubos organominerais pode superar os resultados dos adubos minerais quando se avalia diâmetro de cabeça (CHICONATO *et al.*, 2013). A parte orgânica pode conferir maior produtividade da alface e outras hortaliças, pois melhora a qualidade do solo, o que pode aumentar a rentabilidade dos cultivos (SALLES *et al.*, 2017).

O tratamento com o fertilizante organomineral proporcionou maior ganho em produtividade das plantas, pois, de acordo com Luz *et al.* (2010), ganhos de produtividade interferem positivamente no diâmetro de cabeça das plantas e no peso de parte aérea.

Ao observarem o desempenho agrônomico de cultivares de alface sob adubação orgânica, Goulart *et al.* (2018) constataram que o bokashi como fonte de adubação orgânica ofereceu melhores resultados, com maior crescimento e produtividade; os autores ainda alertam que a escolha da melhor fonte para este tipo de adubação deve levar em conta a disponibilidade dos insumos e seus custos.

No experimento que analisou o desenvolvimento da produção de alface em vaso com diferentes fontes sob cultivo orgânico, Martins *et al.* (2013) verificaram que a falta de compostos orgânicos compromete negativamente o sistema de produção e, também, que os compostos orgânicos e suas misturas melhoram o desenvolvimento e produtividade das plantas.

Para a variável número de folhas (Figura 7), o tratamento que recebeu a adubação convencional se comportou estatisticamente semelhante ao tratamento com o fertilizante organomineral e também ao tratamento com o fertilizante de liberação lenta. Entretanto, novamente, o organomineral apresentou-se superior à adubação controlada. Oliveira *et al.* (2004) justificam que essa é uma característica que varia pouco com a adubação, pois o número de folhas é uma característica genética das plantas. Além disso, está também diretamente ligada à comercialização, uma vez que o consumidor tem a preferência por alfaces com maior número de folhas e diâmetro de cabeça (FIORINI *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2008).

Avaliando diferentes fontes de adubos, espaçamento e qualidade da água de irrigação no cultivo e desenvolvimento da alface, Silva (2012) observou que o número de folhas e outras características avaliadas tiveram melhores resultados quando adubadas com fertilizantes minerais. Já Chiconato *et al.* (2013) notaram que,

em doses mais elevadas, os adubos organominerais proporcionaram ganhos iguais ou superiores aos adubos minerais.

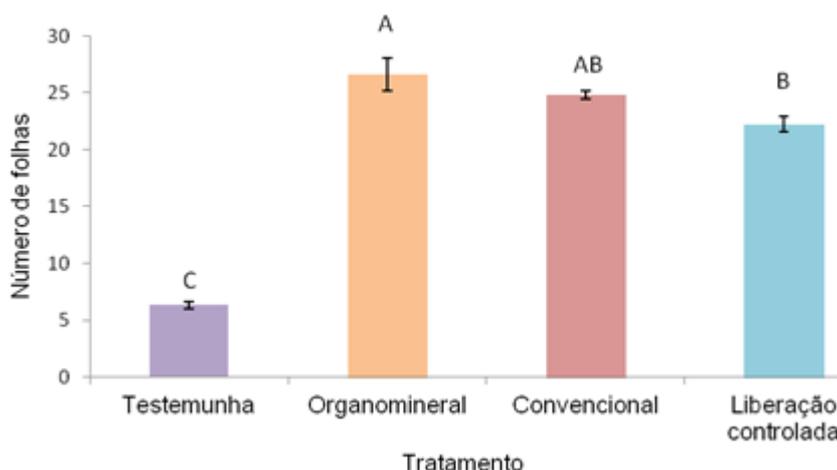


Figura 7: Estimativa do número de folhas da cabeça da alface crespa quando submetida a diferentes adubações minerais e com substrato terra de barranco, visando evitar qualquer interferência de adubações anteriores.
Fonte: Os autores (2019).

Avaliando a produção de mudas de alface, Medeiro *et al.* (2007) chegaram à conclusão de que os tratamentos que receberam os fertilizantes organominerais apresentaram os melhores resultados de número de folhas e massa seca.

Como resultados da adubação orgânica, Higashikawa e Menezes Júnior (2017) confirmaram que seu uso melhorou as características físico-químicas do substrato, quando comparada à adubação mineral.

Quanto aos custos por metro quadrado dos diferentes fertilizantes avaliados neste trabalho, levando-se em consideração apenas os fatores mão de obra e custo com a aquisição dos fertilizantes, verifica-se um gasto por metro quadrado do organomineral de R\$7,29, da adubação convencional de R\$5,97 e para a adubação de liberação controlada de R\$3,57. Uma diferença bastante significativa quando se avalia a lucratividade do processo de produção.

Sabe-se que a relação custo x benefício dos insumos agrícolas muito contribui para o sucesso da gestão de uma lavoura. O valor gasto com a aquisição e aplicação de determinado produto influencia diretamente na decisão do produtor no momento da compra. Sendo assim, torna-se necessário aprofundar conhecimentos sobre a relação custo x benefício para que, como técnicos qualificados, seja possível orientar com coerência a decisão dos produtores sobre qual produto utilizar.

Vale ressaltar que o valor de aquisição e aplicação do fertilizante de liberação controlada foi inferior aos demais adubos, entretanto, a dosagem utilizada ficou bem abaixo daquela recomendada pela 5ª aproximação, que é de 150 kg/ha de nitrogênio, 120 kg/ha de potássio e 400 kg/ha de fósforo (FONTES, 1999). Para o fertilizante de liberação controlada, foram usados 99,52 kg/ha de nitrogênio, 87,08 kg/ha de potássio e 105,74 kg/ha, correspondendo a 66,3% de N, 72,56% de P e 105,74% de K, quando comparados à recomendação da 5ª aproximação.

Assim, são necessárias novas avaliações visando obter informações mais concretas quanto à dosagem e à relação custo x benefício dessa nova tecnologia de fertilizantes que desponta na Zona da Mata.

5. CONCLUSÕES

No presente trabalho, verificou-se que as melhores médias de massa fresca de parte aérea, massa fresca da raiz e diâmetro de cabeça foram obtidas com a adubação organomineral, uma vez que os canteiros formados por terra de barranco são totalmente desprovidos de matéria orgânica. Tais resultados comprovam ser a alface uma cultura que responde muito bem ao acréscimo de matéria orgânica.

A adubação convencional e a de liberação controlada mostraram-se estatisticamente iguais, uma vez que essas duas formas de adubação não contêm partes de matéria orgânica, que seriam necessárias, já que o substrato das plantas apresentou teores abaixo do ideal para cultura.

Verificou-se, também, uma redução de mão de obra e, conseqüentemente, menor custo de produção por metro quadrado para o adubo de liberação controlada, uma vez que o mesmo necessita apenas de uma aplicação.

Por fim, sugere-se a elaboração de novos estudos mais aprofundados no que diz respeito aos custos de produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V.P.S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.15, n.5, p.491–498, 2011.

AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M de. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.22, n.2, p.x-x, dez 2012.

BRONDANI, G. E. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p.167-176, 2008.

CARDOSO A. I. I.; FERREIRA K. P.; VIEIRA JÚNIOR R. M.; ALCARDE, C. 2011. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, 29: 594-599.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Anuário 2018/2019 - **Retrospectiva 2018 e Perspectiva 2019**. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2018-2019.aspx>> Acesso em: 25 de maio de 2019.

CHAIMSOHN, F. P.; VILLALOBOS, E.; URPÍ, J. M. O fertilizante orgânico aumenta a produção de raízes em plantas de pupunha (*Bactris gasipaes* K.). **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v. 31, p. 57-64, 2007.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, Mar./abr. 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **B. Hortigranjeiro**, v. 4, n. 3, março 2018.

DINALLI, R. P.; CASTILHO, R. M. M de.; GAZOLA, R. N. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de Vignaradiata L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.21, n.1, p.10-15, jul, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Hortic. bras.**, v. 30, n. 1, jan. - mar. 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. Solo, nutrição e adubação. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. rev e ampl. Viçosa: UFV, 2008., p. 41-63.

FIORINI, C. V. A.; FERNANDES, M. C. A.; DUARTE, F. E. V. O.; DIAS, A.; SALMI, A. P. Cultivares de alface sob manejo orgânico no inverno e na primavera na Baixada Fluminense. **Agrária**. Recife. v.11, n.4, p.335-342, 2016.

FONTES, P. C. R. Sugestão da adubação para hortaliças. In RIBEIRO. A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais**. 5ª aproximação, viçosa, MG: comissão de fertilidade de solo do estado de minas gerais, 1999. p. 171 – 208.

FREITAS, A. P.; SILVA, A. B.; SANTI, A.; MAGALHÃES, M. O. L.; SILVA, G. B. Produção de mudas de alface em substrato sob doses de Fertilizante organomineral. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16 n.29; p. 729. 2019.

GOULART, R. G. T.; SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, C. M.; COSTA, E. S. P.; OLIVEIRA, F. A.; ANDRADE, N. F.; CARMO, M. G. F. Desempenho agrônomo de cultivares de alface sob adubação orgânica em Seropédica – RJ. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.3, p.66-72, setembro, 2018.

GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira** 24: 190-194. 2006.

GUALBERTO, R; OLIVEIRA, P. S. R; GUIMARÃES, A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo cressa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira** 27: 007-011. 2009.

HIGASHIKAWA, F. S.; MENEZES JÚNIOR, F. O. G. adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia Agraria**, vol. 18, núm. 2, abril-junho, pp. 1-10 Universidade Federal do Paraná Curitiba, Brasil. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. **resultados dos dados preliminares do censo agropecuário - 2017**. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#notas-tabela>> Acesso em 02 de junho de 2019.

ISHERWOOD, K. F. Mineral Fertilizer Use and the Environment. International Fertilizer Industry Association. **Revised Edition**. Paris, February 2000.

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, G.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira** 28: 373-377. 2010.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET** v.11, n.5, p. 501-512, mai. 2017.

MARTINS, I. S.; BAYEH, H. A.; FERREIRA, I.; NOMURA, M.; SILVA, I. M.; MARTINS, I. S.; CARMEIS FILHO, A. C. A. Desenvolvimento e produção de alface em vasos utilizando diferentes fontes sob cultivo orgânico. **Nucleus**, v.10, n.1, abr.2013.

MEDEIROS, D. C.; LIMA, B. A. B.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**. 25: 433-436. 2007.

MEDEIROS, F. B. A. **Produção e qualidade de cultivares de alface americana em função do espaçamento de plantio**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi - Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2015. 49 f.

MELO, G. G. et al. Influência de diferentes níveis de adubação nitrogenada sobre a produtividade de cultivares de alface. **Revista Saúde e Ciência online**, v. 7, n. 2, (maio a agosto de 2018). 502 p.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em “NFT” com soluções nutritivas de origem

química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.632-637, jul-set 2004.

OHSE, S.; RAMOS, M. D. R.; CARVALHO, S. M. de; FETT, R.; OLIVEIRA, J. B. Composição centesimal e teor de nitrato em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. **Instituto Agrônomo de Campinas.**, Bragantia, vol.68, núm.2, p. 407-414, 2009.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 26, no. 2, p. 211-217, 2004.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira** 28: 36-40. 2010.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.2, p.157-164, 2014.

PIMENTEL, F. G. **Curso de Estatística Experimental**. Ed 15. Piracicaba: FEALQ, 2009.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R.C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1997-2005, 2008.

PORTELA, D. A. **desempenho da alface (*lactuca sativa L.*) em diferentes laminas da irrigação**. Marizélia Furtado de Farias. 2017. 33 f. trabalho de conclusão de curso (TCC)- centro de ciências agrárias e ambientais, Universidade Federal de Maranhão, 2017.

PRADO, E. R. **Avaliação de termofosfato em plantas de alface sob condições de casa de vegetação**. Tese (Mestrado em Agronomia: Olericultura) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, 2018. 36 f.

RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. 69 f.

RESENDE, G. M. *et al.* Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563, julho-setembro 2003.

ROEL, A. R. et al. Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em campo grande, MS. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.3, p.325-329, 2007.

RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais – Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélite**, 2010.

SALA, F.C; COSTA C.P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Hortic. bras.**, v. 30, n. 2, abr. - jun. 2012.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 35-40, abr./jun. 2017.

SANTOS, J. F.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA JÚNIOR, J. R. Produção de girassol submetido à adubação organomineral. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.3, p 38-44, jul – set, 2013.

SANTOS, M. V. **Utilização de dois tamanhos de vasos e adubos de liberação lenta na produção de *Salvia splendens* Ker Grawl.** Ilha Solteira. 2005. 33p. (Trabalho de Graduação) Faculdade de Engenharia, UNESP.

SANTOS, P. D dos.; BARROS, E. S.; RODRIGUES, R. M.; INÔ, C. F. A.; MEDEIROS, J. G. F.; SILVA, J. V. B Da. Adubação mineral e orgânica na produção do cajueiro anão precoce. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7666, 2019.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e decalagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre, 2004.

SEDIYAMA, M. A. N.; MAGALHÃES, I. P. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; CARDOSO, D. S. C. P.; FONSECA, M. C. M.; CARVALHO, I. P. L. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*lactuca sativa* L.) 'kaiser'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 2, p.66-74, Junho, 2016.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO L. F.; FERREGUETTI, G. A. **Adubo de liberação lenta na produção e mudas de mamoeiro.** **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 3, p. 874-883, setembro 2010.

SHAVIV, A. Environmental friendly nitrogen fertilization. **Sci. China Ser. C**, 48:937-947, 2005.

SHIRAHIGE, F. H.; TIMÓTEO T. S.; MELLO S. C. Adubação organomineral na produção e na qualidade de alface americana. **Horticultura Brasileira** 26: S8-S12. 2008.

SILVA, G. S. *et al.* Viabilidade econômica do cultivo da alface crespa em Monocultura e em consórcio com pepino. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1516-1523, set./out., 2008.

SILVA, J. R. P. diferentes fontes de adubos, espaçamento e qualidade da água de irrigação no cultivo e desenvolvimento da alface. Trabalho de conclusão de curso (graduação em agroecologia) - **Universidade Estadual da Paraíba.** Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. 2012.

SOUZA, M. C. M.; RESENDE, L. V.; MENEZES, D.; LOGES, V.; SOUTE, T. A.; SANTOS, V.F. Variabilidade genética para características agrônômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira** 26: 354-358. 2008.

SOUZA, P. A., *et al.* Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 754-757, jul./set. 2005.

SOUZA, P. P. **Influência da Adubação Orgânica e Mineral no [Desenvolvimento Inicial na Cultura da Abobrinha-Italiana \(*Cucurbita pepo*\)](#)**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 133-145, junho de 2018.

TRANI, P. E.; NOVO, M. C. S. S.; CAVALLARO JUNIOR, M. L.; TELLES, L. M. G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 290-294, abril-junho 2004.

ANEXO 1

Variável analisada: **MASSA FRESVCA PARTE AEREA**

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	326209.725500	108736.575167	56.568	0.0000
erro	16	30755.680000	1922.230000		
Total corrigido	19	356965.405500			
CV (%) =	23.54				
Média geral:	186.2650000		Número de observações:	20	

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 79,3582149395917 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 19,6072945609536

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
testemunha	4.640000 a1	A
liberacao controlada	171.360000 a2	B
convencional	204.780000 a2	B
organomineral	364.280000 a3	C

Variável analisada: **MASSA FRESCA RAIZ**

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	3272.246000	1090.748667	41.981	0.0000
erro	16	415.712000	25.982000		
Total corrigido	19	3687.958000			
CV (%) =	26.84				
Média geral:	18.9900000	Número de observações:	20		

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 9,22625607101711 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 2,27956136131493

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
testemunha	2.240000 a1	A
convencional	15.080000 a2	B
liberação controlada	20.800000 a2	B
organomineral	37.840000 a3	C

Variável analisada: **DIAMETRO DE CABEÇA**

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	1450.823260	483.607753	197.390	0.0000
erro	16	39.200120	2.450008		
Total corrigido	19	1490.023380			
CV (%) =	6.63				
Média geral:	23.6090000	Número de observações:		20	

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 2,83317187445805 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 0,700001071427752

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
testemunha	9.676000 a1	A
liberação controlada	25.820000 a2	B
convencional	26.120000 a2	B
organomineral	32.820000 a3	C

Variável analisada: **NUMERO DE FOLHAS**

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	1292.993500	430.997833	129.003	0.0000
erro	16	53.456000	3.341000		
Total corrigido	19	1346.449500			
CV (%) =	9.14				
Média geral:	20.0050000	Número de observações:	20		

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 3,30847191773047 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 0,817435012707432

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
testemunha	6.340000 a1	A
liberação controlada	22.240000 a2	B
convencional	24.840000 a2 a3	BC
organomineral	26.600000 a3	C

BIOATIVADORES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO

Acadêmicos: Claudiney José Zinato e Pattrick Yan Nicolau Vitor de Oliveira

Orientador: D Sc. Fabrício Rainha Ribeiro

RESUMO

A agricultura está constantemente em busca do aumento da produtividade e da racionalização dos recursos disponíveis, sendo frequentemente disponibilizadas novas tecnologias aos produtores, entre estas mais recentes, destacam-se os bioestimulantes. Diante do exposto, no presente trabalho, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de milhos tratadas via semente com o bioestimulante Raiz Nortox, com a dose recomendada pelo fabricante e com doses 50% acima e abaixo dessa. Para tanto, as sementes de milho foram submetidas às dosagens de 2,5; 5,0; 7,5 mL/ 0,5 kg de sementes, sendo a testemunha constituída sem nenhum tratamento. A dosagem de 5,0 mL/ 0,5 kg de semente é a recomendada pelo fabricante, as demais são 50% da dose padrão (2,5 mL/ 0,5 kg) e 50% acima da dose do fabricante (7,0 mL/ 0,5 kg). Dentre os parâmetros avaliados, citam-se: massa fresca da raiz, massa seca da raiz, massa fresca da parte aérea, número de folhas e altura da planta, sendo que a dose inferior à recomendada pelo fabricante propiciou melhores resultados. Conclui-se que pesquisas mais detalhadas precisam ser realizadas para definir quais são as melhores dosagens desses produtos para a cultura do milho.

PALAVRAS-CHAVE: milho; bioativadores; substâncias orgânicas.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie originária das Américas pertencente à família Poaceae (QUEIROZ; VALIGUZSKI, 2019) que desempenha papel fundamental no sistema agrícola brasileiro e mundial (NETO *et al.*, 2004). A cultura do milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de um bilhão de toneladas (CONTINI *et al.*, 2019). Sua difusão percorre todo o Brasil, participando da formação da renda agrícola e da formação da dieta básica na alimentação animal (DOS SANTOS *et al.*, 2010). É produzida em mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários e cumpre seu papel de uma agricultura comercial eficiente (CONTINI *et al.*, 2019).

A planta de milho é considerada com uma das mais eficientes em conversão de energia radiante, visto que uma semente pesa, em média, 260 mg, resultando, num período próximo a 135 dias, em cerca de 0,8 a 1,25 kg de

biomassa e 180 a 250 g de grãos por planta, ou seja, multiplica seu peso em aproximadamente mil vezes (FANCELLI, 2015). Apesar da sua alta capacidade produtiva e de sua alta adaptabilidade aos mais diversos ambientes, o milho também demonstra sua sensibilidade ao estresse de natureza biótica e abiótica.

Na construção de uma alta produtividade, vários manejos e técnicas são introduzidas nas lavouras, como altas doses de nitrogênio, aumento da população de plantas e aplicação de bioativadores (ZAGONEL; FERREIRA, 2013).

Atualmente, o uso de bioativadores não é só utilizado na cultura do milho, mas também nas culturas do arroz, soja, feijão e algodão, a fim de potencializar o aumento da produtividade (MOTERLE *et al.*, 2011). Por isso, diversas pesquisas vêm sendo realizadas com intuito de desenvolver alternativas tecnológicas para obtenção de desempenho técnico avançado, melhoria na eficiência fisiológica das sementes e aumento da produtividade da cultura no campo (LUDWIG *et al.*, 2011).

Os bioativadores têm sido inseridos no tratamento de sementes com o objetivo aumentar os valores de germinação e oferecer um melhor estabelecimento de plantas no campo (NICCHIO *et al.*, 2013). As substâncias húmicas e os bioativadores têm mostrado influência em muitos processos metabólicos nas plantas, tais como: respiração, fotossíntese, síntese de ácidos nucleicos e absorção de íons, com o intuito de incrementar a produção em função de processos ligados ao enraizamento, desenvolvimento vegetativo, floração e frutificação (SILVA *et al.*, 2008).

Esses bioativadores são substâncias químicas naturais ou sintéticas que podem ser aplicados diretamente nos vegetais para alterar processos vitais ou estruturais, por meio das modificações no balanço hormonal das plantas, com a finalidade de aumentar a produção (ESPINDULA *et al.*, 2010). Esses bioativadores atuam como indicadores químicos na padronização do crescimento e desenvolvimento de plantas. Geralmente, liga-se aos receptores da planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou a modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (ESPINDULA *et al.*, 2010).

A agricultura está inserida em um processo de metamorfose constante, em decorrência da busca constante por plantas de ciclos mais precoces, mais eficientes no uso da água e de nutrientes. Nesse contexto, objetivou-se, com o

presente trabalho, avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de milhos tratadas via semente com o bioestimulante Raiz Nortox, na dose recomendada pelo fabricante e em doses 50% acima e abaixo dessa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A CULTURA DO MILHO

O milho é uma espécie pertencente à família Poaceae que tem sua origem na América do Norte, estando seu centro de origem localizado no México (SILVEIRA *et al.*, 2015). Devido às várias utilidades da cultura dentro da propriedade rural, que pode ser destinada para alimentação animal, humana e para indústria, e da tradição de seu cultivo, o milho é altamente disseminado no Brasil (MAGALHÃES *et al.*, 2002).

Pias *et al.* (2017) destacam o grão como uma das principais *commodities* comercializadas pelo Brasil. Trata-se de uma planta robusta e ereta, resultante de seleção natural e programas de melhoramento, voltada principalmente para a produção de grãos (MAGALHÃES *et al.*, 2002).

Segundo dados da CONAB (2019), a estimativa de área de produção de milho para a primeira safra de 2019/2020 será de 4.142,6 mil hectares. A estimativa nacional de cultivo será 1,7% menor que a safra de 2018/19, resultando em uma produção total estimada em 98,4 milhões de toneladas.

Sua utilização para alimentação animal é a principal demanda no mundo. Na alimentação humana, são utilizados seus derivados ou *in natura*, tendo grande importância na dieta de famílias de propriedade de baixa renda, para as quais desempenha importante fonte de energia (ARTUZO *et al.*, 2019).

Assim, atesta-se que a obtenção de altas produtividades é essencial para que o cultivo do milho seja viável para o produtor e para que este consiga atender às demandas e exigências do mercado consumidor. Contudo, nota-se que a produtividade pode ser afetada por diversos fatores, entre esses estão a disponibilidade de água insuficiente, o desequilíbrio nutricional, o nível tecnológico etc (PAIVA *et al.*, 2012; ARTUZO, *et al.*, 2019).

2.2. LIMITANTES DA PRODUTIVIDADE NO MILHO

As condições climáticas no Brasil favorecem o cultivo de milho durante todo o ano, e, conseqüentemente, o uso intensivo do solo. Esse tipo de exploração permite que o produtor obtenha maior produção, mas deixa expostas grandes áreas em que são utilizadas somente uma cultura, favorecendo o aparecimento de pragas (MENDES; MARUCCI e WAQUIL, 2018).

A ocorrência da lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*), por exemplo, é muito favorecida, uma vez que há oferta de hospedeiro para seu desenvolvimento durante todo o ano (BARROS; TORRES e BUENO, 2010).

A lagarta causa danos ao limbo foliar da planta, alterando sua taxa fotossintética. O ataque varia de acordo com o estado fenológico e com a cultura. No milho, as lagartas raspam as folhas em seus estágios iniciais de desenvolvimento e depois penetram no cartucho (SARMENTO *et al.*, 2002). Dessa forma, alteram a quantidade da produção e a qualidade do grão produzido. Existem inúmeras outras pragas que atacam a cultura e que podem causar danos desde os estádios iniciais de desenvolvimento (VALICENTE, 2015).

Entre as principais doenças que atacam a cultura do milho estão a mancha branca, a cercosporiose, a ferrugem polissora, a ferrugem tropical e a antracnose. O plantio consecutivo, assim como a ausência de rotação de culturas e as condições edafoclimáticas favoráveis, contribui significativamente para a sobrevivência do inóculo e o desenvolvimento de doenças que afetam a qualidade e a produtividade da cultura. Assim, exige-se um manejo mais eficiente por parte do produtor, para que o controle seja alcançado (PINTO; SANTOS e WRUCK, 2006).

Para manejar e diminuir a severidade de doenças, recomenda-se plantar em época adequada, sem coincidir com a época ideal para o desenvolvimento das doenças. Adicionalmente, recomenda-se utilizar sementes de boa qualidade e realizar o manejo da lavoura de maneira correta (CASELA; FERREIRA e PINTO, 2006).

A adubação de qualidade é muito importante para que o sistema de produção seja eficiente. O milho deve ter suas exigências nutricionais atendidas, através da disponibilização de nutrientes para a cultura, na quantidade exigida e observando-se as épocas de desenvolvimento para se obter máxima produtividade (COELHO; CRUZ e PEREIRA FILHO, 2004).

2.3. BIOESTIMULANTE

O termo bioestimulante se refere à mistura de um ou mais fitorreguladores com algumas substâncias, sendo essas: vitaminas, aminoácidos e nutrientes. Os fitorreguladores são substâncias produzidas pelas plantas, e que podem influenciar o crescimento das plantas quando aplicados em pequenas doses (SANTOS *et al.*, 2017).

Os biorreguladores podem ser classificados como auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno. Algumas culturas exigem elevado grau tecnológico para seu cultivo, e, nesses casos, o uso de bioestimulantes se apresenta como alternativa viável e compensatória para o agricultor (CASTRO, 2006).

Os bioativadores são capazes de alterar o crescimento da planta, uma vez que atuam no processo fisiológico da planta ao modificarem a nutrição mineral da mesma, sintetizando precursores de hormônios que levam à síntese hormonal e à resposta da planta (CASTRO, 2006). Eles podem ser aplicados diretamente sobre a planta, em sementes e no solo, de forma a promover o incremento da produção (SILVA *et al.*, 2008).

Os bioestimulantes induzem respostas da planta através da maior tolerância da mesma à estresses abióticos. Esses produtos atuam no metabolismo respiratório, fotossintético, síntese de DNA e RNA e na absorção de íons (VASCONCELOS, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no ano agrícola 2019 no Campo Experimental da Faculdade Univértix, no município de Matipó - MG, situado 20° 17' 02" de latitude sul e 42° 20' 28" de longitude oeste, a uma altitude de 626 m, no período compreendido entre 19 de setembro e 29 de novembro de 2019.

A semente utilizada foi do NTX 468, que é um híbrido simples obtido por meio do cruzamento entre duas linhagens com tipo de grão duro e alaranjado, apresentando um ciclo normal (POLLES, 2018). O experimento consistiu na aplicação do bioativador Raiz Nortox nas sementes, nas dosagens de 2,5; 5,0; 7,5 mL / 0,5 kg de sementes, sendo a testemunha constituída sem nenhum tratamento.

A dosagem de 5,0 mL/ 0,5 kg de semente é a recomendada pelo fabricante, as demais são 50% da dose padrão (2,5 mL/ 0,5 kg) e 50% acima da dose do fabricante (7,0 mL/ 0,5 kg).

O bioativador Raiz Nortox possui as seguintes características: Nitrogênio (N) solúvel em água p/v (g/L) 50,76, Zinco (Zn) solúvel em água p/v (g/L) 8,10, Carbono Orgânico Total (COT) solúvel em água p/v (g/L) 50, 76, 30% de extrato de algas (*Durvillaea potatorum*), 0,2% de aminoácidos, 1,5% de folcisteína e 6,5% de ácidos orgânicos. Os bioativadores foram aplicados em uma bandeja plástica de cor branca, com capacidade de 3 kg, seguindo a ordem de sementes, bioativador e homogeneização durante 120 s. Após a homogeneização, duas sementes foram semeadas individualmente em vasos de cinco litros cada, sendo posteriormente realizado o desbaste após a emergência das plântulas. O solo utilizado continha características de alta fertilidade, segundo a análise de solo (Anexo 1), não necessitando de correção e adubação de plantio. O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual aos 14 dias após a emergência.

Após 40 dias da emergência das plantas, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas, diâmetro do caule, altura de plantas, massa fresca da parte aérea, massa fresca e massa seca do sistema radicular. Para determinação do diâmetro, foi utilizado o paquímetro no colo da planta medindo a espessura do colmo. A massa fresca da parte aérea e do sistema radicular foi aferida em uma balança analítica. A massa seca do sistema radicular foi obtida através da secagem das raízes em estufa após pesagem da matéria fresca, em temperatura de 65° C, durante 72 h (SEGOVIA; ANDRIOLO e SCHNEIDER, 1997). O número de folhas do milho foi determinado segundo a escala fenológica do milho, cuja primeira folha de cima para baixo, com o colar visível, é considerada completamente desenvolvida, sendo, portanto, contada como uma folha. A altura foi aferida com uma fita milimétrica.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. O experimento foi composto por nove repetições e a unidade experimental constituída de uma planta de milho. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão, utilizando-se o *Sisvar*. Para comparar a média da testemunha e o padrão, utilizou-se o teste de *Dunnnett*, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para a escolha do modelo de regressão, baseou-se na significância dos coeficientes de regressão através do teste t ao nível de 5% de

probabilidade, no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQReg} / \text{SQtrat}$) e no comportamento biológico em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria fresca da raiz teve um comportamento quadrático com o aumento das doses do produto (Figura 1). Em plantas controle, o conteúdo de matéria fresca da raiz foi de 64,19 g. O conteúdo de matéria fresca apresentou redução para o valor de dose de até 3,4 mL, quando atingiu a menor média de conteúdo de matéria fresca, 62,33 g, e a partir dessa dose houve um aumento do conteúdo desse parâmetro que atingiu valor máximo de 64,45 g, com a maior dose de aplicação.

Entretanto, a matéria seca da raiz teve um comportamento quadrático negativo com o aumento das doses do produto aplicado (Figura 2). Na ausência do bioativador, o conteúdo de matéria seca da raiz foi de 10,43 g, tendo um aumento do conteúdo até a dose máxima de 3,25 mL. Com esse valor de aplicação, atinge-se a quantidade máxima de matéria seca da raiz (13,58 g). A partir dessa dose, o conteúdo de matéria seca da raiz tende a reduzir até a quantidade máxima testada. Apesar de os valores de matéria fresca terem reduzidos, com a aplicação de baixa dosagem do bioativador, o aumento no valor de matéria seca implica em absorção de nutrientes pela raiz e produção de compostos.

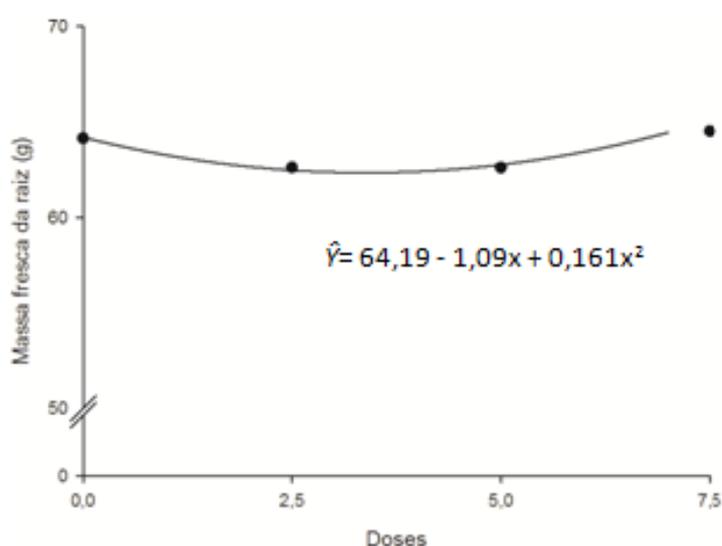


Figura 1: Estimativa da massa fresca da raiz de plantas de milho cultivar NTX 468 aos 40 dias, oriundas de sementes embebidas em diferentes doses (controle, 2,5 g, 5 g e 7,5 g) de bioativador Raiz Nortex, antes do plantio.
Fonte: Os próprios autores (2019).

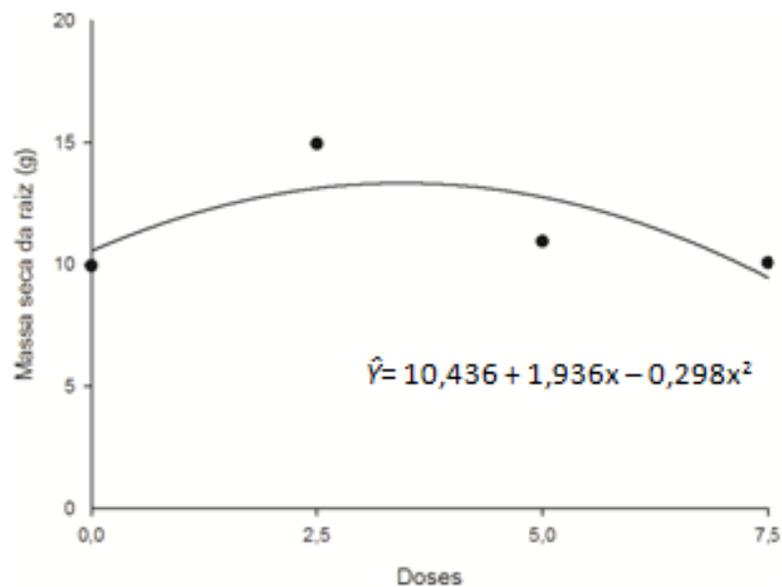


Figura 2: Estimativa da massa seca da raiz de plantas de milho cultivar NTX 468 aos 40 dias, oriundas de sementes embebidas em diferentes doses (controle, 2,5 g, 5 g e 7,5 g) de bioativador Raiz Nortex, antes do plantio.
 Fonte: Os próprios autores (2019).

Os bioestimulantes são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, ao favorecerem a expressão do seu potencial genético e ainda estimularem o desenvolvimento do sistema radicular (FERREIRA *et al.*, 2007). Esses produtos agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, divisão e alongamento celulares (CASTRO e VIEIRA, 2001).

Esse resultado indica que a metade da dose recomendada pelo fabricante já é suficiente para que induza essas alterações fisiológicas de forma a influenciar no acúmulo de matéria seca da raiz. A partir da dose de 3,25 g do bioativador Raiz Nortex, observou-se que as plantas não responderam mais à aplicação para esse parâmetro avaliado, indicando não serem necessárias maiores aplicações, em decorrência da obtenção de respostas positivas já em doses menores.

A massa fresca da parte (Figura 3) aérea variou de forma quadrática com o aumento das doses aplicadas. A dose de 2,72 g proporcionou o maior ganho de massa fresca da parte aérea (246,07 g), sendo seguido de decréscimo.

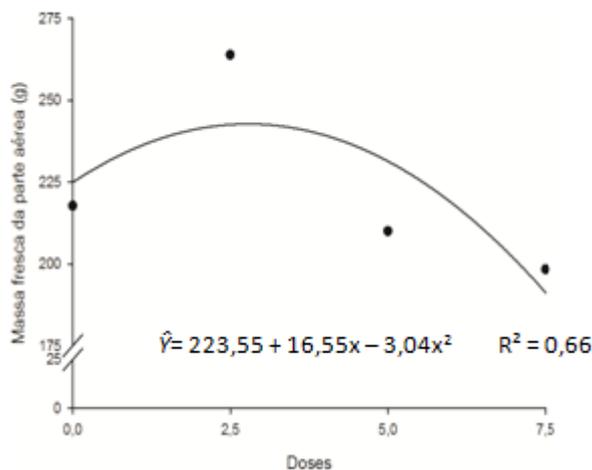


Figura 3: Estimativa da massa fresca da parte aérea de plantas de milho cultivar NTX 468 aos 40 dias, oriundas de sementes embebidas em diferentes doses (controle, 2,5 g, 5 g e 7,5 g) de bioativador Raiz Nortex, antes do plantio.
Fonte: Os próprios autores (2019).

A dose de 5,44 mL provoca uma redução no acúmulo de matéria fresca da parte aérea, proporcionando um valor igual ao da matéria fresca de plantas oriundas de sementes que não foram embebidas no bioativador. A partir dessa dosagem, as plantas produziram massa fresca da parte aérea inferior às plantas controle.

O menor acúmulo da massa fresca da parte aérea, em plantas dos tratamentos que receberam doses acima do recomendado pelo fabricante, provavelmente foi devido à intoxicação. Em experimento com milho de pipoca (FERREIRA *et al.*, 2016), também foi verificada a redução na resposta da planta quando as sementes foram tratadas com doses muito elevadas, indicando que quantidades excessivas do bioestimulante podem provocar efeito tóxico à planta, além do baixo aproveitamento do produto, que pode resultar em perda na eficiência agrônômica dos biorreguladores (LEITE *et al.*, 2009).

Esse resultado se assemelha ao resultado da matéria seca da raiz, cuja dose abaixo da recomendada pelo fabricante proporciona um desenvolvimento significativo nas plantas de milho, evidenciando assim a importância da aplicação consciente do biofertilizante. Essa maior massa foliar está relacionada à maior produção de fotoassimilados e ao acúmulo de folhas, aumentando a atividade fotossintética e a eficiência da planta (SANTOS *et al.*, 2013).

Esse maior desempenho em pequenas dosagens aplicadas pode estar relacionada à composição dos nutrientes do produto testado. O N promove o rápido crescimento da planta com o aumento da expansão foliar (JORNADA *et al.*,

2008), além de ter zinco em sua composição, nutriente estimulador da síntese de proteínas que estimulam o crescimento (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O número de folhas também apresentou um comportamento quadrático negativo (Figura 4). Porém, não ocorreu um aumento expressivo nos valores estimados. A ausência da aplicação do produto ocasionou a formação de 6,8 folhas. No entanto, a aplicação de uma maior dose, 4 mL, propiciou o aumento de apenas 4,65% no número de folhas. Logo, o produto não aumentou expressivamente o número de folhas, mas aumentou o peso, o que mostra que o desenvolvimento das folhas (expansão celular) foi influenciado pela dosagem.

O diâmetro do caule não apresentou uma tendência definida (Figura 5), com ligeiro aumento com aplicação de 2,5 mL, seguido pela redução do diâmetro com doses de 5,0 mL e posterior aumento com a aplicação de uma dose maior (7 mL).

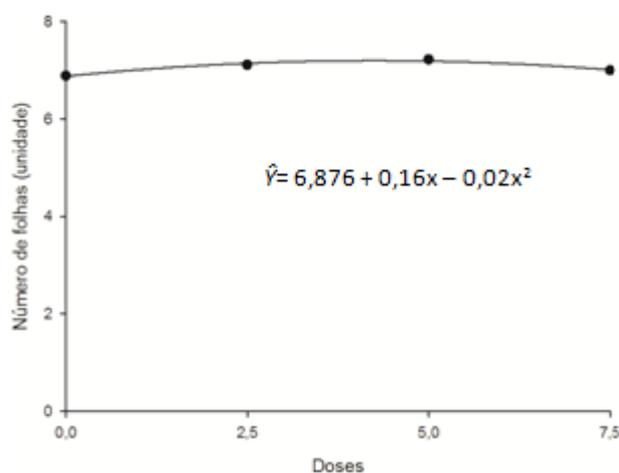


Figura 4: Estimativa do número de folhas de plantas de milho cultivar NTX 468, aos 40 dias, oriundas de sementes embebidas em diferentes doses (controle, 2,5 g, 5 g e 7,5 g) de bioativador Raiz Nortex, antes do plantio.
Fonte: Os próprios autores (2019).

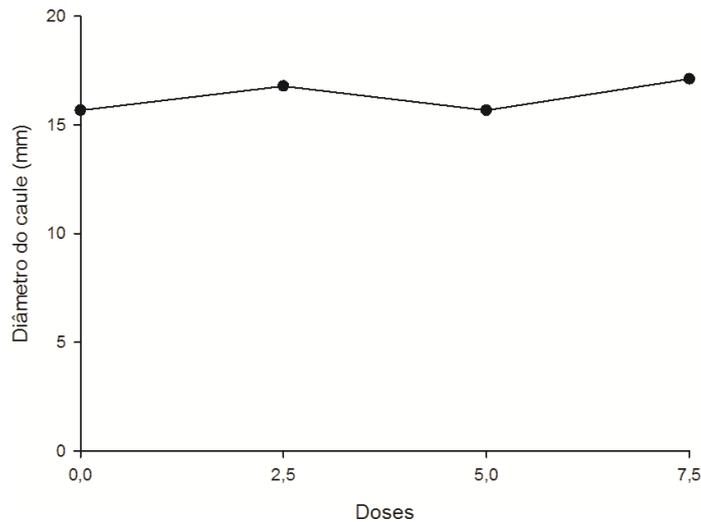


Figura 5: Diâmetro do caule da parte aérea de plantas de milho cultivar NTX 468, aos 40 dias, oriundas de sementes embebidas em diferentes doses (controle, 2,5 g, 5 g e 7,5 g) de bioativador Raiz Nortex, antes do plantio.
Fonte: Os próprios autores (2019).

A altura de planta teve um comportamento quadrático com o aumento das doses do produto (Figura 6). Em plantas controle, a altura de planta foi de 1,51 m. As plantas apresentaram resposta positiva para esse parâmetro, no tratamento de sementes com até 3,3 mL de bioativador, obtendo com essa dose a altura máxima de 1,47 m. Com a aplicação de doses acima desse valor, ocorreu uma redução no estímulo do crescimento das plantas. A maior dose aplicada proporcionou o menor crescimento de plantas (1,48 m), que é uma altura inferior às plantas oriundas de sementes sem o bioativador.

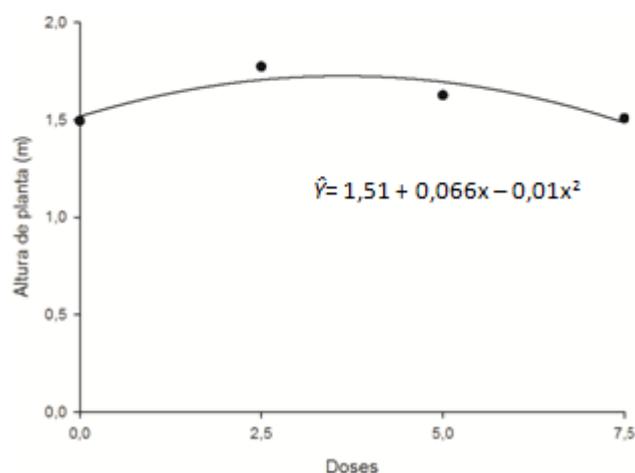


Figura 6: Estimativa da altura de plantas de milho cultivar NTX 468, aos 40 dias, oriundas de sementes embebidas em diferentes doses (controle, 2,5 g, 5 g e 7,5 g) de bioativador Raiz Nortex, antes do plantio.
Fonte: Os próprios autores (2019).

Esse resultado está de acordo com o comportamento dos parâmetros anteriores, nos quais é possível observar que a dosagem média de 3,0 mL proporcionou maior massa seca das raízes, massa fresca das folhas e, conseqüentemente, maior altura de planta.

O estímulo no desenvolvimento do sistema radicular, promovido por baixas doses do bioestimulante, foi suficiente para manter a planta bem nutrida e manter o crescimento das plantas, uma vez que houve incrementos significativos da massa seca da planta da parte aérea a partir dessas doses.

O N possui papel fundamental no crescimento vegetativo, exercendo influência direta no processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta e no diâmetro do colmo (FORNASIERI FILHO, 2007), quando suprido em quantidades adequadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora pesquisas mais extensas e detalhadas precisam ser realizadas para determinar a verdadeira vantagem do uso dos bioestimulantes, os resultados preliminares deste estudo indicam que a dose abaixo da recomendada pelo fabricante promove resultados superiores quando comparada a doses superiores, pelo menos para o desenvolvimento do milho até a fase de V 8.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUZO, F. D. *et al.* O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Rev. Agro. Amb.**, v. 12, n. 2, p. 515-540, abr./jun. 2019 e-ISSN 2176-9168.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, Desenvolvimento e Reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Diferentes Hospedeiros de Importância Econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p.996-1001, 2010.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Circular técnica, 2006, 14p.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, 2006, 46p.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. **Desafios para obtenção de altas produtividades de milho**. Sete Lagoas: Comunicado Técnico, 2004, 23p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 7 Safra 2019/20 - Segundo levantamento, Brasília, p. 1-110

novembro 2019.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. **Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (nt2)**. EMBRAPA, fevereiro 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso: 06 de novembro de 2019.

CONTINI, E. et al. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. **Série Desafios Do Agronegócio Brasileiro**, p. 1–45, 2019.

DOS SANTOS, R. D. et al. Agronomic characteristics of maize varieties for silage production in the submédio São Francisco river valley. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 367–373, 2010.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

ESPINDULA, M. C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 109–116, 2010.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; PINHO, E.V.R.V.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L.; LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

JORNADA, J. B. J. et al. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre a qualidade de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 10-15, 2008.

LEITE, P. G. H. et al. Reguladores vegetais e atividade de invertases em cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 718-725, 2009.

LUDWIG, M. P. et al. QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS APÓS RECOBRIMENTO COM AMINOÁCIDO, POLÍMERO, FUNGICIDA E INSETICIDA. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Circular técnica, Sete Lagoas, 2002, 23p.

MENDES, S. M.; MARUCCI, R. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo de pragas nos sistemas de produção de milho no Brasil: inovações tecnológicas no manejo de lagartas em lavouras de milho convencional e Bt**. In: congresso nacional de milho e sorgo, 32, 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de

milho e sorgo no Brasil: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. cap. 9, p. 260-280.

MOTERLE, L. M. et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651–660, 2011.

NETO, D. D. et al. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 1–9, 2004.

NICCHIO, B. et al. Ácido Húmico E Bioativador No Tratamento De Sementes De Milho. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 2, p. 61–73, 2013.

PIAS, O. H. C. et al. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho em função de doses de NPK e de deficit hídrico em estádios fenológicos críticos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.4, p.422-432, 2017.

PINTO, F. J. A.; SANTOS, M. A.; WRUCK, D. S. M. Principais doenças na cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.82-94, jul./ago. 2006.

POLLES, T. **NTX 468 - Produtividade, Defensividade e Qualidade de Grãos**. [s.l: s.n.].

QUEIROZ, T. N.; VALIGUZSKI, A. L. EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS OF TRADITIONAL VARIETIES OF. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 1, p. 1–9, 2019.

SANTOS, J. P. et al. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 815-824, jan./jul. 2017.

SARMENTO, R. A. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera, noctuidae*) em milho no Brasil. **Biosci J.**, v. 18, n. 2, p.41-48, 2002.

SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.37-41, 1997.

SILVA, T. T. de A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 840–846, 2008.

SILVEIRA, D. C. et al. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) Na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Rev. Ciência e Tecnologia**, Rio Grande do Sul, v.1, n.1, p.01-11, 2015.

VALICENTE, F. H. **Manejo integrado de pragas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Circular técnica, 2015, 15p.

VASCONCELOS, A. C. F. **Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e soja**. Orientador: Jorge de Castro Kiehl. 2006. 111 f. Tese (Doutorado em solos e

nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, v. 31,

COMPORTAMENTO DE SEMENTES DE TOMATE SOB DÉFICIT HÍDRICO

Acadêmicos: Daiana Aparecida Fernandes Queiroz e Sara Silva Clemente Frade

Orientador: M Sc. Alice de Souza Silveira

63

RESUMO

No período de germinação em campo, as sementes são submetidas a situações climáticas adversas. Diversos fatores afetam o processo germinativo das sementes, sendo a água considerada um dos mais limitantes. Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do déficit hídrico induzido por solução de polietilenoglicol (PEG 6000) no desempenho fisiológico de sementes de tomate das variedades Santa Cruz Kada (Paulista) e San Marzano. O experimento foi conduzido no laboratório da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX campus Matipó. As sementes das variedades foram submetidas à restrição hídrica simulada com soluções de PEG 6000 nos potenciais hídricos 0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa. Foram realizados os seguintes testes: teste de germinação, primeira contagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, relação parte aérea/raiz. Dessa forma, constatou-se que o déficit hídrico afetou o desenvolvimento das sementes de ambas as variedades. As sementes da variedade San Marzano se mostraram mais tolerantes a situações de déficit hídrico, quando comparadas às sementes da variedade Santa Cruz Kada.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L.; polietilenoglicol; vigor, germinação; déficit hídrico.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças desempenha papel fundamental no campo, pois aumenta a renda das famílias ao proporcionar o desenvolvimento econômico das regiões produtoras, evitando assim o êxodo rural (VILELA *et al.*, 2012).

A produção de mudas de qualidade, e conseqüentemente de plantas saudias e vigorosas, depende da obtenção de sementes com qualidade física, sanitária, genética e fisiológica (MARCOS FILHO, 2001). Quanto mais rápido e uniforme for o estabelecimento de plântulas no campo, maior é a garantia de estande final adequado, gerando boa produtividade (NASCIMENTO, DIAS e SILVA, 2011).

No período de germinação em campo, as sementes acabam enfrentando situações climáticas adversas (NASCIMENTO, DIAS e SILVA, 2011). Um dos fatores mais limitantes no processo germinativo é a água, que ao ser absorvida reativa a

atividade metabólica da semente, iniciando a germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Para o seu desenvolvimento, a semente necessita de uma série de fatores favoráveis e situações de déficit hídrico limitam o seu crescimento (GARCIA *et al.*, 2012).

O sucesso de um bom estande e produtividade depende das condições da semente de origem física, como teor de umidade, formato, cor e tamanho; de origem fisiológica, associada a sua capacidade de vigor e desenvolvimento sob condições do ambiente; e de origem genética, competição pelo potencial produtivo, e resistência a pragas e doenças (TALAMANI *et al.*, 2010).

Guedes *et al.* (2009) confirmam que sementes com baixa qualidade fisiológica possuem uma sensibilidade maior a variações ambientais, contribuindo para a ocorrência de queda na emergência das plântulas em campo. Assim, aumentam-se os custos da produção, devido à necessidade de replantio pelas falhas das mudas que não se desenvolvem.

Segundo Hamayoun *et al.* (2011), o déficit hídrico é classificado como o fator externo que mais limita o crescimento e a produtividade vegetal. Também podem ocorrer situações em que o solo apresenta salinidade elevada, o que interfere no condicionamento osmótico e afeta diretamente a porcentagem de germinação e desenvolvimento das plântulas (LOPES *et al.*, 2014). De todos os estresses sofridos pelas plantas, podendo ser abióticos e bióticos, o estresse hídrico é o mais prejudicial para a sustentabilidade da agricultura (CHAVES, FLEXAS e PINHEIRO, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do déficit hídrico induzido por soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) no desempenho fisiológico de sementes de tomate das variedades Santa Cruz Kada (Paulista) e San Marzano.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Originário da região Andina, o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) disseminou-se pela América Central onde foi domesticado e melhorado, sendo consolidado como uma das hortaliças mais importantes para a economia mundial (ALVARENGA, 2004). Pertencente à família Solanaceae, é uma planta herbácea e perene, com folhas alternadas e divididas em folíolos, apresentando crescimento simpodial (à

medida que cresce, desenvolve gemas que darão forma à sua estrutura final) (FONTES e SILVA, 2005). Suas flores apresentam coloração amarelada de porte pequeno, e os frutos são do tipo baga, podendo ser biloculares ou pluriloculares (ALVARENGA, 2013).

Além de apresentar um considerável teor vitaminas A e C, o tomate possui elementos antioxidantes como o licopeno e várias outras substâncias benéficas para a saúde, podendo ser obtidos no fruto fresco ou processado, o que contribui para a prevenção de cânceres, como, por exemplo, o câncer relacionado ao aparelho digestivo. Além disso, vale destacar que seu consumo *in natura* oferece baixos níveis calóricos (ALVAREGA, 2004; CARVALHO e PAGLIUCA, 2007).

No Brasil, a cultura desempenha importante papel socioeconômico na geração de empregos e renda para muitas famílias, já que constitui umas das principais hortaliças consumidas no país. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), a área plantada com tomate na safra de 2018 foi de aproximadamente 59,7 mil hectares, obtendo a produção de 4,1 milhões de toneladas. Para a safra de 2019, ocorreu uma queda na área plantada (57,7 mil hectares) e conseqüentemente uma leve redução da produção (4,0 milhões de toneladas).

2.2. SEMENTE DE TOMATE

O tomate é propagado de modo sexuado através de sementes. Na maioria das vezes, as sementes, quando híbridas, apresentam uma qualidade superior, o que gera um custo mais elevado, porém sua qualidade garante melhor desenvolvimento em relação às demais sementes (NADAI *et al.*, 2015).

O comércio de sementes de hortaliças no Brasil tem valor considerável, movimentando cerca de R\$ 800 milhões/ano. O tomate contribui com 25% desse mercado, o que significa dizer que gera R\$ 200 milhões para as empresas envolvidas. Entre os atributos buscados nas sementes estão a resistência a doenças, boas características de mesa, sabor e vida pós-colheita. O seu custo de produção fica em torno de 5 a 6% do total gasto na lavoura. Quando se trata de uma semente de qualidade, sua produção pode atingir de 10 a 12 mil quilos de tomate por hectare (ANUÁRIO BRASILEIRO DO TOMATE, 2016).

Para que uma semente germine, são necessárias condições favoráveis, entre estas, a água é fundamental. O processo do fluxo hídrico entre semente e meio

externo é composto por três etapas: primeiro pela diferença de potencial hídrico entre as sementes e meio externo, ocorrendo rápida absorção de água. Em sequência, por equilíbrio entre os mesmos, havendo um decréscimo nesse fluxo de água. Por fim, a terceira fase compreende a retomada da absorção de água junto à ativação das atividades metabólicas e produção de substâncias osmóticas que reduzem outra vez o seu potencial (BEWLEY *et al.*, 2013). A temperatura em que estão acondicionadas as sementes também afeta a velocidade de germinação, influenciando na dinâmica de absorção de água, na velocidade das reações bioquímicas e nos processos fisiológicos em que esta ocorre (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

2.3. DÉFICIT HÍDRICO

Muitos fatores interferem no processo germinativo das sementes, destacando-se a temperatura, a disponibilidade de água, o oxigênio e a luminosidade, sendo a água considerada o mais limitante (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O déficit hídrico é considerado uma pequena perda de água que ocasiona o fechamento dos estômatos e a redução das trocas gasosas, fazendo com que o metabolismo da planta fique reduzido (OLIVEIRA, ALENCAR e GOMÉS-FILHO, 2013).

Segundo Duarte (2012), todo o metabolismo é afetado quando exposto ao regime hídrico, podendo haver mudanças em sua anatomia ou até a expansão celular, que por sua vez compromete o desenvolvimento das plântulas. Demuner *et al.* (2017) reforçam que essa condição leva à má formação e desenvolvimento das raízes e parte aérea e, em casos extremos, causa até a morte do embrião. Do mesmo modo, o excesso também traz consequências, como baixa na capacidade de oxigenação, com retardamento ou paralisação de todo o processo germinativo.

De modo geral, todas as culturas expressam grandes produtividades quando sua demanda hídrica é suprida, ao contrário de quando há falta da mesma, sendo capaz de alterar aspectos fisiológicos na planta e gerar grandes perdas (DEMUNER *et al.*, 2017). No tomateiro, o déficit hídrico compromete diretamente sua produtividade. Em ocasiões de falta ou manejo defeituoso de irrigação, a produtividade das plantas é afetada devido ao abortamento de flores (SILVA *et al.*, 2013; BRITO *et al.*, 2015).

O sucesso da produção está ligado diretamente aos fatores climáticos encontrados em campo. Há tempos a restrição hídrica tem se tornado assunto em decorrência da escassez de água, alterando o regime de irrigação em função dos impactos ocasionados por ela (RODRIGUES, 2017).

Alguns trabalhos vêm sendo realizados a partir da simulação das condições de estresse hídrico em sementes, por meio de uso de soluções osmóticas com PEG 6000 (SANTOS *et al.*, 2016; AVRELLA *et al.*, 2017), manitol (MACIEL *et al.*, 2017), CaCl_2 (CUSTÓDIO, SALOMÃO e NETO, 2009; SANTOS *et al.*, 2016), entre outros.

O polietilenoglicol (PEG 6000) é um polímero inerte, atóxico para as sementes e raízes das plantas. Por ser um agente osmótico, é utilizado para simular a deficiência hídrica em sementes (STANTON *et al.*, 2012). De acordo Bansal *et al.* (1980), os potenciais osmóticos negativos favorecem a diminuição da porcentagem e da velocidade de germinação.

Pelegri *et al.* (2013), ao trabalharem com sementes de *Erythrina falcata Benth* sob estresse simulado com diferentes potenciais hídricos de PEG 6000, manitol e NaCl, verificaram influência na germinação com uso do PEG 6000, mas não para manitol e NaCl.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no laboratório da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX campus Matipó-MG, sendo utilizadas sementes adquiridas no comércio local das variedades Santa Cruz Kada (Paulista) tipo salada com taxa de germinação e San Marzano germinação. Na descrição dos pacotes, a taxa de germinação da variedade Santa Cruz Kada é de 87% e da variedade San Marzano de 97%.

As sementes foram submetidas à restrição hídrica através do uso de soluções de polietilenoglicol (PEG 6000), cujos potenciais hídricos foram 0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa, preparados conforme a metodologia de Vilela *et al.* (1991), sendo o tratamento zero o controle, constituído apenas de água destilada.

O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo composto por duas variedades e quatro potenciais (tratamentos).

3.1. TESTE DE GERMINAÇÃO

O teste constituiu de quatro repetições de 50 sementes por tratamento, dispostas em caixas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel Germitest[®], umedecidas em água com a quantidade de três vezes o peso do papel seco ou PEG 6000, conforme o tratamento. As sementes foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. (*Biological Oxygen Demand*), sob temperatura constante de 25° C e fotoperíodo de 8 h de luz e 16 h de escuro. As avaliações foram realizadas no décimo quarto dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.2. PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO

A primeira contagem de germinação foi conduzida juntamente ao teste de germinação que consiste na análise da porcentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após o início do teste. Assim, os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.3. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi conduzido juntamente ao teste de germinação, e as avaliações foram realizadas diariamente até que o número de plântulas se estabilizasse. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam radícula com 2 mm de comprimento. O IVG foi calculado segundo a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n,$$

Onde:

G_1, G_2, G_n = número de plântulas germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na enésima contagem.

N_1, N_2, N_n = número de dias da semente à primeira, segunda e enésima contagem.

3.4. COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA E RAIZ

A medição do comprimento de parte aérea e raiz foi realizada conforme descrito para o comprimento de plântulas. Porém, nesse caso, foram feitas as aferições dos comprimentos de parte aérea e de raiz das plântulas normais separadamente. Os resultados foram expressos em centímetros (cm.plântula^{-1}).

3.5. RELAÇÃO PARTE AÉREA/RAIZ

A relação parte aérea/raiz foi determinada por meio da razão entre os resultados obtidos dos comprimentos de parte aérea e raiz, separadamente.

3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para efetuar as análises estatísticas, as médias foram comparadas por meio de análise de regressão, utilizando o programa estatístico R (R, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificada uma diminuição na porcentagem plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação em função do potencial hídrico para as duas variedades de tomate (Figura 1 a, b). A variedade Santa Cruz (a) apresentou na primeira contagem uma porcentagem de plântulas normais menor que 10%, enquanto a variedade San Marzano manifestou 65% de plântulas normais (b) sob as mesmas condições.

A condição de déficit hídrico, com baixa disponibilidade hídrica, faz com que as sementes necessitem de mais dias para germinarem. De acordo com Barbero *et al.* (2011) Esse atraso ocorre pois as semente precisam atingir um nível mínimo de hidratação, para que os processos na semente ocorra. Em campo, esse atraso não é desejável, pois as sementes estarão em maior exposição ao ataque de doenças e insetos-praga. Essa relação entre o tempo de germinação e a disponibilidade hídrica do ambiente é uma variável importante para o desenvolvimento das plântulas (KAPPES *et al.*, 2010).

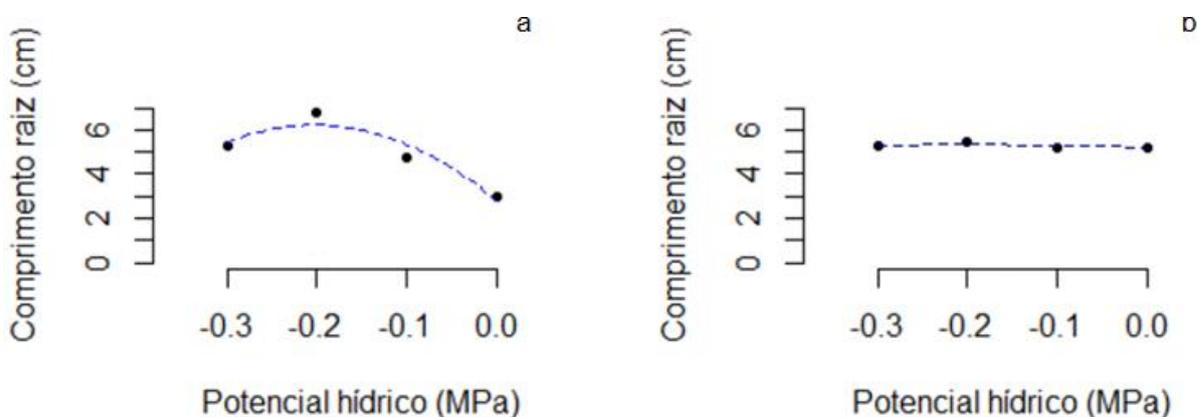


Figura 1: Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação em função do potencial hídrico. (a) Santa Cruz (b) San Marzano.

Fonte: Os autores (2019).

O mesmo comportamento foi observado na germinação final em relação à porcentagem de plântulas normais conforme seu potencial hídrico, ou seja, a diferença de comportamento entre as variedades se manteve (Figura 2 a, b).

Para a variedade Santa Cruz, a diferença na porcentagem de plântulas normais entre a primeira contagem e a contagem final do teste de germinação, em relação aos potenciais hídricos, demonstrou-se mais acentuada. A segunda contagem de germinação foi ligeiramente superior à primeira contagem e o potencial -0,3 MPa menor que os potenciais -0,2 e -0,1 MPa, porém menor que 0,0 MPa. O comportamento da variedade San Marzano, apesar de semelhante entre os testes de primeira e contagem final de germinação, apresentou-se superior na última e, à medida em que foi reduzido, o potencial hídrico nas sementes abaixou tanto o número de plântulas germinadas quanto normais. Adicionalmente, nota-se que a variedade San Marzano apresentou melhor porcentagem final de germinação do que a Santa Cruz (Figura 2 a, b).

Silva Jr *et al.* (2014) trabalharam com sementes de duas cultivares de tomate submetidos ao estresse hídrico simulado com PEG 6000, com os potenciais 0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa, verificando, dessa maneira, o efeito negativo da restrição hídrica na porcentagem final de germinação, que variou de acordo com a concentração e cultivar.

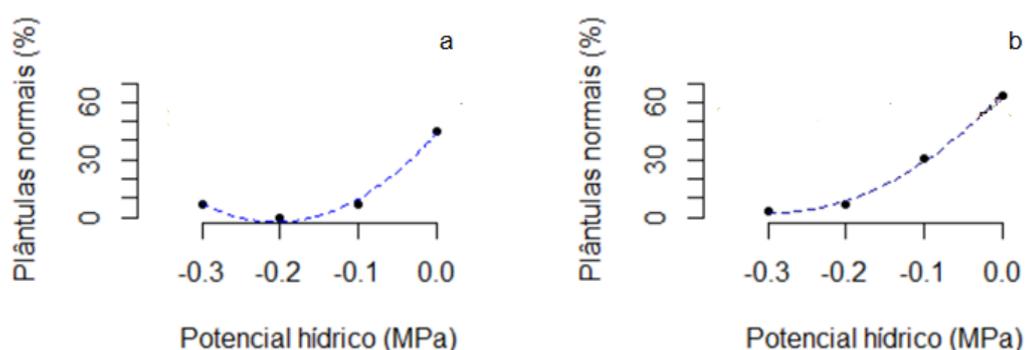


Figura 2: Porcentagem de plântulas normais na segunda contagem da germinação em função do potencial hídrico. (a) Santa Cruz (b) San Marzano. Fonte: Os autores (2019).

Para a característica comprimento da parte aérea, somente para a variedade Santa Cruz houve ajuste da curva de regressão. Para tal variedade, observa-se uma tendência de aumento da parte aérea à medida em que se reduziu a disponibilidade do potencial hídrico (Figura 3a). Para a variedade San Marzano, não houve efeito

dos diferentes potenciais hídricos no desenvolvimento da parte aérea, demonstrando que a variedade consegue desenvolver-se mesmo sob condições de estresse hídrico (Figura 3b).

Segundo Dell'Aquila (1992), a redução do desenvolvimento das plântulas advém da restrição hídrica a que foram submetidas. Essas variações são decorrentes das mudanças na turgescência celular, que reduzem a síntese de proteína nas condições de estresse em que se encontram. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), um dos primeiros efeitos ao estresse hídrico é a redução no crescimento, como causa da diminuição da expansão celular.

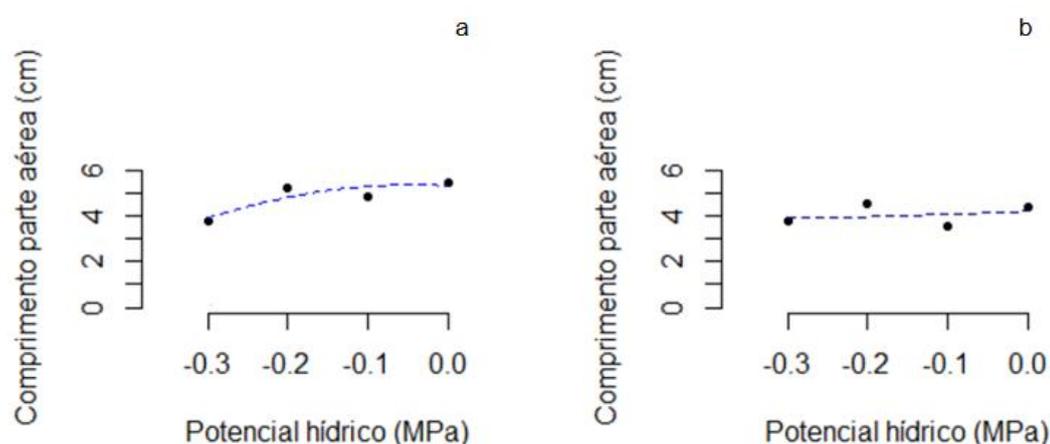


Figura 3: Comprimento da parte aérea de plântula de tomate em função do potencial hídrico. (a) Santa Cruz (b) San Marzano.
Fonte: Os autores (2019)

O comprimento de raiz manteve a mesma tendência do comprimento de parte aérea, sendo que para a variedade Santa Cruz houve maior comprimento da raiz à medida que a restrição hídrica aumentou. O mesmo não foi observado para a variedade San Marzano (Figura 4 a, b). O aumento do sistema radicular está ligado a uma resposta adaptativa das plântulas em buscar ocupar maior volume de solo para capturar maior quantidade de água e conseguir superar a restrição hídrica. De acordo com Ludlow e Muchow (1990), a redução de água no solo provoca mudanças na distribuição e no desenvolvimento radicular das plantas. Correia e Nogueira (2004) explicam que essa redução do crescimento da parte aérea é uma resposta da planta para diminuir a área de evapotranspiração e o aumento no desenvolvimento radicular é resposta da planta ao déficit hídrico para auxiliar na abrangência das raízes no solo para uma maior absorção de água.

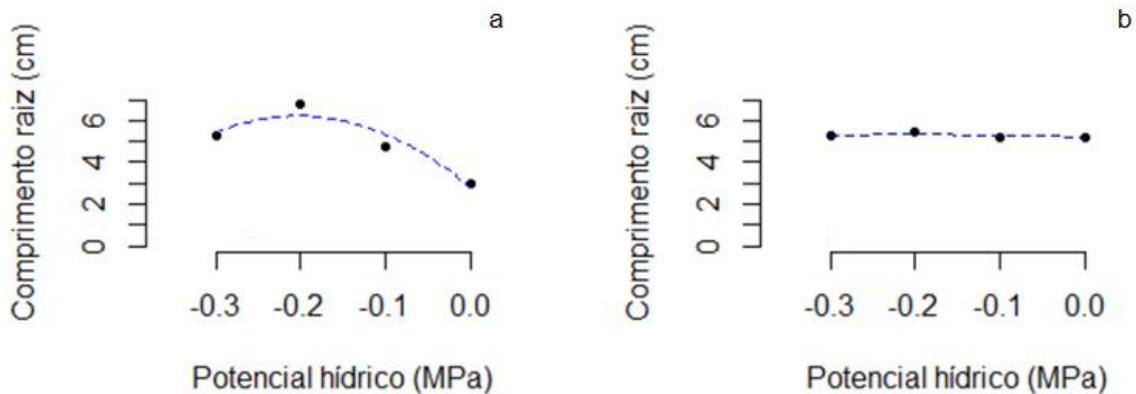


Figura 4: Comprimento da raiz de plântula de tomate em função do potencial hídrico. (a) Santa Cruz (b) San Marzano. Fonte: Os autores (2019).

Maior desenvolvimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea é observado na Figura 5 (a, b), pois a relação parte aérea/raiz decresce à medida que a restrição hídrica aumenta. O aumento do desenvolvimento da raiz em relação à parte aérea foi observado somente para a variedade Santa cruz, demonstrando que a variedade San Marzano, mesmo sob condições de restrição hídrica, consegue manter a relação parte aérea/raiz igual a 1.

A planta utiliza métodos fisiológicos para evitar a seca. Para aumentar sua capacidade de absorção de água, ela aumenta sua profundidade radicular, sendo este um dos mecanismos mais importantes para sua adaptação ao meio (LIU *et al.*, 2005).

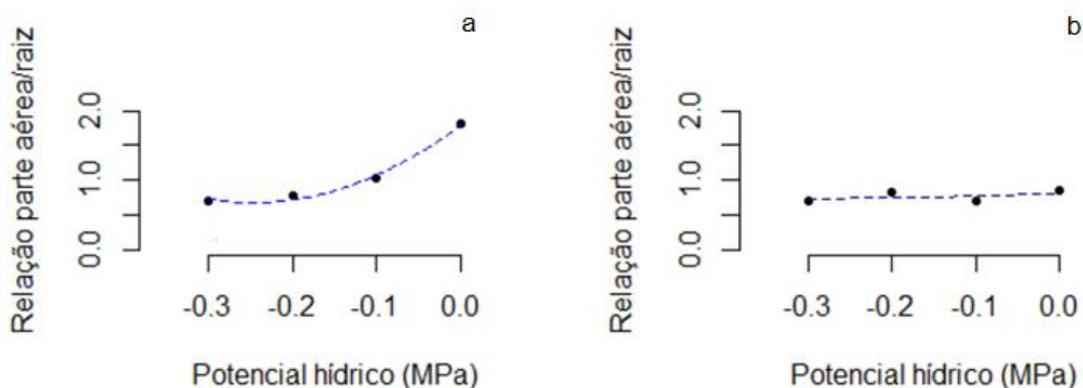


Figura 5: Relação da parte aérea/raiz de plântula de tomate em função do potencial hídrico. (a) Santa Cruz (b) San Marzano. Fonte: Os autores (2019).

Por fim, durante a avaliação do índice de velocidade de germinação das duas variedades de tomate em função de restrição hídrica, observa-se uma diminuição para ambas variedades à medida que a restrição hídrica aumentou. A variedade San Marzano apresentou maior índice para todos os potenciais quando comparada à variedade Santa Cruz (Figura 6 a,b).

De acordo Bansal *et al.* (1980), utilizando-se os potenciais osmóticos negativos, é possível diminuir a porcentagem e a velocidade de germinação, especialmente no início da imersão.

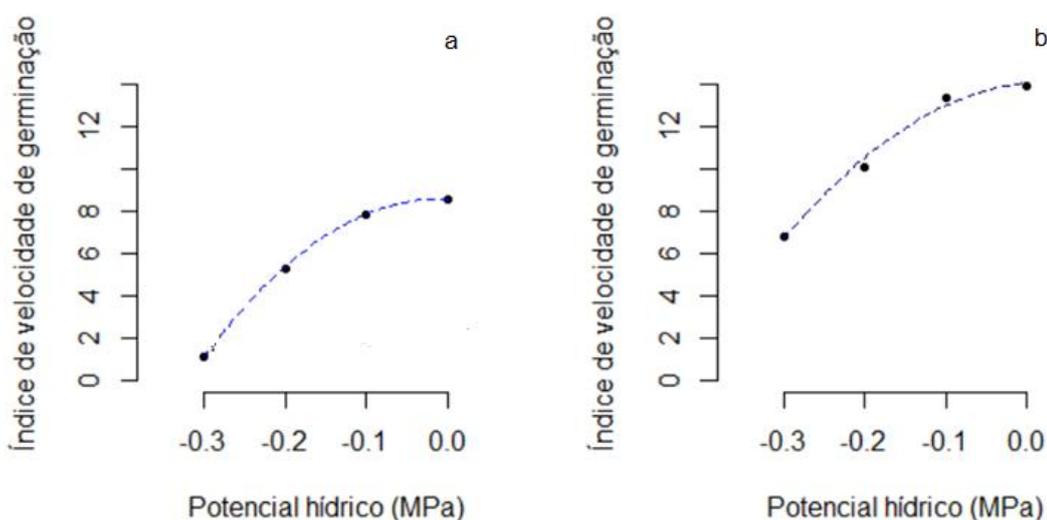


Figura 6: Índice de velocidade de germinação de sementes de tomate em função do potencial hídrico. (a) Santa Cruz (b) San Marzano. Fonte: Os autores (2019).

De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), o IVG tem influência direta no vigor das sementes. Quando o IVG se encontra em baixa, o vigor também diminui, pois é referente ao número de sementes germinadas por dia.

Algumas espécies selvagens conexas ao tomateiro possuem um alto nível de tolerância ao déficit hídrico e a salinidade (*S. cheesmaniae*; *S. pimpinellifolium* e *S. pennellii*). A comparação entre essas espécies permite identificar fatores genéticos associados à domesticação, envolvidos também por genes com tolerância ao estresse abiótico (ATARÉS *et al.*, 2011). Atualmente, não há genótipos comerciais de tomateiro que aliam características agrônomicas favoráveis e tolerância ao estresse hídrico (MACIEL *et al.*, 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização deste estudo, foi possível observar que o déficit hídrico afetou o desenvolvimento das sementes das variedades Santa Cruz Kada e San Marzano.

As sementes da variedade San Marzano se mostraram mais tolerantes a situações de estresse hídrico, quando comparadas às sementes da variedade Santa Cruz Kada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: Produção em campo, casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2ª Edição rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO TOMATE. **Anuário brasileiro do tomate** 2016. Treichel, M. *et al.* Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 84 p. : il.

ATARÉS, A. *et al.* An insertional mutagenesis programme with an enhancer trap for the identification and tagging of genes involved in abiotic stress tolerance in the tomato wild-related species *Solanum pennellii*. **Plant Cell Rep.**, Heidelberg, v. 30, n. 10, p. 1865-1879, 2011.

AVRELLA, E. D.; BARATTO, B.; LUCCHESI, J. R.; NAVROSKI, M. C.; FIOR, C. S. Estresse hídrico e salinidade na germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Revista Espacios**, v. 38, n. 47, p. 24, 2017.

BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEM, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. *Biologia Plantarum*, Praha, v. 22, n. 2, p, 1980.

BARBERO, A. P. P. *et al.* Influência do Déficit Hídrico na Germinação de Sementes e no Desenvolvimento Inicial de Três Espécies de Pleurothallidinae (Orchidaceae). **REVISTA BRASIL**. V.34, n.4, p.593-601, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ASC, 2009. 399p.

BEWLEY, J. D. *et al.* **Seeds**: Physiology of development, germination and dormancy. 3. ed. New York; Springer, 2013. 392p.

BRITO, M. E.B. *et al.* Crescimento e Formação de Fitomassa do Tomateiro Sob Estresse Hídrico nas Fases Fenológicas. **Irriga**, Botucatu v.20, n.1, p.139-153, janeiro-março, 2015.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. **Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente**. Hortifruti Brasil. P. 6-14. Junho de 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551–560, 2009.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v.4, n.2, p.102-109, 2004.

CUSTÓDIO, C. C.; SALOMÃO, G. R.; NETO, N. B. M. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas a diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 617-623, out-dez, 2009.

DELL'ÁQUILLA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v.69, n.2, p.167-171, 1992.

DEMUNER, A. P. V. *et al.* Emergência de plântulas de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) em diferentes tensões de retenção de água no solo. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 14-24, 2017.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed,2004. P. 252-262.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. da. Cultura do Tomate. In: FONTES, P. C. R. (Org.). **Olericultura teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005.p. 457-470.

GARCIA, S. H.; ROZZETO, D. S.; COIMBRA, J. L. M. & GUIDOLIN, A. F. Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages-MG, v. 11, n. 1, 2012.

HAMAYOUN, H.; DALIRI, M. S.; MEHRABI, P. Study of PEG stress effects on wheat (*Triticum aestivum*) cultivars atgermination stage. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v. 9, n. 1, p. 71-74, 2011. <[http://www.idosi.org/mejsr/mejsr9\(1\)11/12.pdf](http://www.idosi.org/mejsr/mejsr9(1)11/12.pdf)><[http://www.idosi.org/mejsr/mejsr9\(1\)11/12.pdf](http://www.idosi.org/mejsr/mejsr9(1)11/12.pdf)> Acesso em: 02 out.2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2019. Disponível: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

KAPPES, C. *et al.* Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Universidade Federal do Paraná, Paraná, v. 11, n. 2, março-abril, 2010, p. 125-134.

LIU, F.; CHRISTIAN, R.; SHAHANZARI, J. A.; ANDERSEN, M. N.; JACOBSEN, E. E. ABA regulated stomata control and photosynthetic water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) during progressive soil drying. **Plant Science**, v. 168, n. 3, p.831-836, 2005. < <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.10.016>,> 09 nov 2019.

LOPES, K. P.; NASCIMENTO, M. DAS G. R.; BARBOSA, R. C. A. & COSTA, C. C. Salinidade na qualidade fisiológica em sementes de *Brassicas oleracea* L. var. itálica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 5, p. 2251-2260, 2014.

LUDLOW, M. M.; MUCHOW, R. C. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water-limited environments. **Advance in Agronomy**, São Diego, v. 43, p. 107-153, 1990.

MACIEL, G. M.; BERENQUER, A. F.; DA SILVA, E. C.; FRAGA JUNIOR, E. F.; ROCHA, D. K.; DA ROCHA, J. P. R. Déficit hídrico induzido por manitol para seleção de genótipos de tomateiro. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 4, p. 315-321, out./dez. 2017.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor.** 1962. Disponível em: < <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS002002016>>. Acesso em: 17 de junho de 2019.

MARCOS-FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo Abrates**, v. 11, n. 3, p.63-75, 2001.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: **FEALQ**, 2005. 495p.

NASCIMENTO, M. W.; DIAS, D. C. F. S.; SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. **XI Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças**. Porto Alegre/RS - 16 a 18 de novembro de 2011.

NADAI, F. B. *et al.* Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 3, p. 261, 2015.

OLIVEIRA, A. B.; ALENCAR, N. L. M.; GOMÉS-FILHO, E. Comparison between the water and salt stress effects on plant growth and development. In: AKINCI, S. (Ed.) **Responses of organisms to water stress**. INTECH, 2013, p. 67-94.

PELEGRINI, L. L. *et al.* Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, Manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, vol. 23, núm. 2, pp. 513-521, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2009. Available from: <http://www.R-project.org/>. Accessed in Oct. 2019.

RODRIGUES, L. N. Quantidade de água utilizada na agricultura irrigada: certeza e incertezas nas estimativas. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, v. 114, n. 1, p. 47-53, 2017.

SANTOS, C. A.; SILVA, N. V.; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 219- 224, jul./set. 2016.

SILVA, J. M. da *et al.* Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição de evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

SILVA JUNIOR, J. F.; KLAR, A. E.; TANAKA, A. A.; FREITAS E SILVA, I. P., CARDOSO, A. E. I.; PUTTI, F. F. Tomato seeds vigor under water or salt stress. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 8, n. 1. p. 65-72, 2014.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TALAMANI, V.; LIMA, N. S.; MENEZES, M. S.; SILVA, A. M. F.; SOUSA, R. C. de.; SILVA, L. M. da. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) produzidas por agricultores familiares em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

DIMENSIONAMENTO DE GALPÃO PARA ARMAZENAMENTO DE AGROTÓXICOS

Acadêmicos: Iandra Mikaela Cruz Reis e Marcos Túlio Mendes Maciel

Orientador: D Sc. Rafael Macedo de Oliveira

78

RESUMO

Agrotóxicos são agentes ou produtos cuja finalidade é eliminar organismos considerados nocivos. O uso destes produtos tem aumentado nos últimos anos, paralelamente ao aumento das áreas de cultivo e do número de indivíduos resistentes aos princípios ativos atualmente utilizados. Sabe-se que o manuseio de agrotóxicos deve ser realizado com cuidado, visto que o mesmo pode contaminar o homem e o meio em que está inserido. Importante alertar, também, que o armazenamento dos agrotóxicos é comumente negligenciado, favorecendo contaminações e alteração em sua eficácia. Nesse sentido, buscou-se elaborar um projeto e dimensionamento de um depósito para armazenamento de agrotóxicos agrícolas em propriedades rurais, bem como a confecção de um orçamento para a construção do mesmo e seu cronograma físico-financeiro. O dimensionamento do galpão foi realizado de acordo com as determinações da NBR 9843-3, efetuando os cálculos das fundações, pilares, alvenaria e demais detalhes construtivos. Após o dimensionamento, foi calculado o orçamento referente à construção do galpão e, por fim, os cronogramas físico e financeiro semanais. Considerando-se o tamanho médio das propriedades na Zona da Mata Mineira (25 ha), o preço da construção do galpão foi estimado em R\$ 16.076,39, valor que pode ser coberto pela produção em apenas um ano agrícola. Conclui-se que essa construção se faz necessária pois, além dos benefícios sociais e ambientais, o armazenamento adequado de agrotóxicos é uma das exigências dos programas de certificação. Do mesmo modo, observa-se que os produtos certificados possuem maior valor agregado, sendo assim mais lucrativos ao produtor.

PALAVRAS-CHAVE: construção rural; orçamento; agrotóxicos.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores exportadores do mercado agropecuário do mundo, desempenhando importante papel para a economia nacional. A manutenção dessa potência exige alto conhecimento e uso de tecnologias, para alcançar altas produtividades e se manter competitivo no mercado (PIGNATI *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2017). Para isso, o uso de agrotóxicos torna-se indispensável, auxiliando na manutenção da sanidade das lavouras (SANTOS *et al.*, 2017).

Segundo Polaczinski (2012), o uso da tecnologia agroquímica no Brasil foi uma grande revolução, garantindo aumento da produtividade e facilitando os tratamentos culturais que vão desde o plantio até a colheita, sempre aliados no controle de

pragas, doenças e plantas daninhas. Contudo, junto a esses benefícios, surgiu a incerteza sobre os efeitos desses agrotóxicos tanto para os ecossistemas quanto ao ser humano, o que por sua vez gera debates e descontentamento por parte da sociedade.

Observa-se que, com o aumento do uso desses produtos, cresceu o número de pessoas que sofreram intoxicação. Isso afetou desde aqueles que estão lidando diretamente com os agrotóxicos, como pequenos produtores e seus familiares, até pessoas que estão em centros urbanos, localizados próximos de grandes áreas de produção agrícola. Existem diversas razões para o aumento no consumo de agrotóxicos, e uma delas vem do fato de que algumas culturas, antes utilizadas apenas para alimentação, começaram a ser usadas como matéria-prima para produção de energia, demandando maior área de produção e, conseqüentemente, mais agrotóxicos (BOMBARDI, 2012).

O uso contínuo de algumas moléculas acelerou o processo de seleção de indivíduos resistentes. Os suscetíveis foram rapidamente eliminados, deixando uma população que não era afetada com a aplicação de agrotóxicos (FUTINO e SALLES FILHO, 1991). Isso também contribuiu para o aumento do uso de agrotóxicos, pois forçou os agricultores a buscarem novos produtos com moléculas diferentes, que estão constantemente sendo desenvolvidos pelos laboratórios (LONDRES, 2011). Outra ação comumente realizada é aumentar a dose recomendada pelo fabricante para atingir um controle eficiente (CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003).

Paralelamente à intensificação do uso de agrotóxicos, ocorre a negligência por parte dos produtores que não fazem corretamente o descarte das embalagens. Quando o descarte não é realizado de forma correta, pode causar poluição ambiental, seus resíduos contaminam o solo, os recursos hídricos, as plantas e os animais presentes no local (GODECKE e TOLEDO, 2015). Além do descarte inadequado de embalagens, outra etapa que vem sendo negligenciada é o armazenamento dos agrotóxicos.

Londres (2011) adverte que o mau armazenamento desses produtos pode levar à exposição múltipla aos agrotóxicos de diferentes grupos químicos, ocasionando efeitos adversos que podem ser mais graves e mais preocupantes do que a exposição a apenas um determinado agrotóxico.

Para a estocagem desses agrotóxicos nas propriedades rurais, algumas regras estabelecidas pela ABNT devem ser seguidas, a fim de prevenir acidentes e

garantir a qualidade dos mesmos (HAHMED; OLIVEIRA e FRANCISCO, 2014). Porém, no campo, é possível observar o descumprimento de algumas dessas regras, muitas vezes devido à falta de estrutura dos galpões de armazenamento. Piso de chão batido, falta de sinalização, repartições mal elaboradas para armazenamento de produtos com finalidades diferentes, sistema de ventilação deficiente, fatores que, sozinhos ou em conjunto, expõem risco iminente às pessoas que estão envolvidas no manuseio de tais produtos (HAHMED; OLIVEIRA e FRANCISCO, 2014).

Vale ressaltar que a agricultura praticada de forma irresponsável pode prejudicar e contribuir para a contaminação do ambiente, através do acúmulo de moléculas de agrotóxicos no solo, ar, biota e sedimentos. Essa contaminação causa efeitos indesejáveis, afetando espécies que não interferem nos processos de produção e não são alvo de controle (PERES *et al.*, 2007).

Portanto, diante da deficiência da situação do armazenamento dos agrotóxicos, e considerando-se a seriedade dos problemas relacionados à exposição aos mesmos, objetivou-se elaborar um projeto com o dimensionamento de um depósito para armazenamento de agrotóxicos agrícolas em propriedades rurais. Além disso, visou-se a definição de um orçamento para a construção desse depósito, incluindo um cronograma físico-financeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. USO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL

O aumento massivo do uso dos agrotóxicos coincidiu com o fim da Segunda Guerra Mundial. Compostos que haviam sido desenvolvidos com o objetivo de controlar insetos transmissores de doenças aos soldados acabaram direcionados para uso agrícola. Alguns produtos aplicados ainda hoje foram sintetizados para proteção do exército durante o conflito (BRAIBANTE e ZAPPE, 2012). Após a Grande Guerra, os agrotóxicos foram estabelecidos como a maneira mais eficiente de combater pragas e patógenos. Os produtores adotaram seu uso esperando aumentar a produtividade e eliminar organismos indesejáveis indefinidamente (ESPÍNDOLA, 2011).

A partir da década de 60, foi instituída pelo governo brasileiro uma série de medidas que incentivava a prática de uma agricultura mais moderna, com o aumento das áreas de produção, a aquisição de insumos químicos e o uso de novas

tecnologias. Além dessas, foram promovidos o uso de sementes melhoradas geneticamente e a mecanização nas áreas passíveis de mecanizar, estimulando o setor agropecuário de forma expressiva (CAMPANHOLA e BETTIOL, 2017).

Através de incentivos fiscais, o governo brasileiro favoreceu as grandes empresas produtoras de agrotóxicos. Porém, os custos sociais e financeiros originários dessas medidas foram absorvidos pela população. Os programas para recuperação de áreas contaminadas e o tratamento de trabalhadores intoxicados foram custeados pela população de forma geral e não pelas empresas (ABREU e ALONZO, 2014).

O uso de insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos, contribui para manter o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores mundiais de produtos agropecuários (PIGNATI *et al.*, 2017). Segundo o decreto N° 4074, de 04 de janeiro de 2002, que regulamenta a lei dos agrotóxicos, esses insumos são:

Produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (BRASIL, 2002, p.1).

Nos últimos anos, houve um aumento no consumo médio de agrotóxicos em relação à área plantada, o que incitou o crescimento de doenças fúngicas, como a ferrugem asiática da soja, resistência de insetos, plantas daninhas e fungos, elevando a demanda de aplicação. Por essa razão, o Brasil assumiu o posto de maior consumidor mundial de agrotóxicos agrícolas (RIGOTTO *et al.*, 2012; CARNEIRO *et al.*, 2015).

A comercialização de agrotóxicos no Brasil movimentou cerca de US\$ 10 bilhões, num total de 540 mil toneladas de ingredientes ativos no ano de 2017. Segundo estudos, o país ocupa o 7° lugar no *ranking* de consumo de agrotóxicos em relação à área plantada e o 13° quando se observa a quantidade consumida de agrotóxicos pela produção por área (VASCONCELOS, 2018).

As culturas da soja, milho e cana-de-açúcar ocuparam cerca de 76% de toda a área plantada do Brasil e foram as principais consumidoras de agrotóxicos (PIGNATI *et al.*, 2017). A soja é responsável por 52,2% de todos os agrotóxicos

utilizados no país. Destes, o glifosato é o mais expressivo, usado como desfolhante em lavouras de soja transgênica, constituindo o agrotóxico mais utilizado no Brasil e no mundo (VASCONCELOS, 2018).

2.2. PROBLEMAS NA UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

O crescente uso de agrotóxicos é proporcional ao aumento das áreas de monocultivo. De forma complementar, as condições climáticas do Brasil são muito favoráveis ao surgimento de doenças, pragas e plantas espontâneas, quando comparadas às de países de clima temperado, necessitando assim de maior número de produtos para seu controle (GAZZIERO, 2015).

Além do uso excessivo de agrotóxicos, seu descarte em locais inapropriados pode contaminar a água e o solo, prejudicando a saúde da população em geral, especialmente a do produtor rural, que está em contato direto com tais produtos em seu dia a dia (ALMUSSA e SCHMIDT, 2009).

Os programas existentes para garantir o uso seguro de agrotóxicos normalmente se baseiam em grande número de restrições quanto ao uso e manipulação, demonstrando os riscos aos quais estão expostos quem manuseia tais produtos. O risco de intoxicação é ainda maior no momento de preparação das caldas, em que o contato direto com a pele ou inalação dos mesmos podem causar intoxicação a curto e a longo prazo (ABREU e ALONZO, 2016).

A aquisição de agrotóxicos é muito importante para determinar os cuidados que devem ser tomados durante seu manuseio. É durante esta etapa que o profissional capacitado orienta o produtor quanto ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI's), a toxicidade do produto adquirido e o destino final da embalagem (ABREU e ALONZO, 2016). As consequências dos agrotóxicos na saúde da população são proporcionais ao período de exposição ao mesmo e à sua concentração (ESPÍNDOLA, 2011). Mori *et al.* (2015) observaram alterações nos compostos lipídicos e proteicos de trabalhadores rurais que utilizavam agrotóxicos e relacionaram estes resultados com o (des)uso inadequado dos EPI's.

Os pequenos agricultores são os mais propensos à contaminação pelo uso inadequado destes produtos. Em sua maioria, além de não utilizarem EPI's, não respeitam o período de carência e descartam as embalagens em locais que contaminam o solo e as pessoas que entram em contato com o mesmo (BERNARDES, 2017).

Em estudo para avaliar a percepção de risco de pequenos agricultores quanto à utilização de agrotóxicos, Gregolis, Pinto e Peres (2012) observaram que quase metade dos 42 entrevistados na pesquisa só usava EPI ocasionalmente. Os motivos dessa baixa utilização são: pelo fato de os participantes acharem que não precisavam ou não tinham o equipamento, porque este atrapalhava o trabalho; a falta de orientação profissional também foi citada (GREGOLIS; PINTO e PERES, 2012).

Apesar de objetivarem atingir grupos específicos de organismos que são causadores de doenças e injúrias às culturas, os sítios de ação dos agrotóxicos são similares nos seres humanos e nestes organismos (PREZA e AUGUSTO, 2012). Os impactos causados pela exposição de agrotóxicos, principalmente aos trabalhadores rurais, tornaram-se uma questão de saúde pública e um problema ambiental, devido ao uso intenso destes insumos (BRASIL, 2018).

2.3. ARMAZENAMENTO DE AGROTÓXICOS

O conhecimento dos riscos que os agrotóxicos podem causar à saúde da população acarretou no surgimento de leis que regulamentam desde sua produção até os locais adequados para seu armazenamento (FEPAM, 2017). O armazenamento de agrotóxicos em áreas inapropriadas e, ou, com variações climáticas pode contribuir para diminuir sua eficácia. Uma vez que não funcionam como deveriam, os produtores tendem a utilizar doses maiores que as recomendadas ou buscam produtos com maior grau toxicológico como forma de compensar a ineficácia do mesmo (PREZA e AUGUSTO, 2012).

Segundo o manual da Associação Nacional de Defesa Vegetal – ANDEF (2005), devem ser tomadas algumas medidas básicas para o armazenamento correto dos agrotóxicos, a saber: não armazenar embalagens abertas ou com vazamentos, as mesmas não devem estar em contato direto com o piso, sendo acondicionadas em paletes ou prateleiras, o local de armazenamento deve ser arejado e não se deve misturar produtos diferentes, entre outros inúmeros cuidados. Os depósitos de agrotóxicos não podem estar localizados em Áreas de Preservação Permanente (APP's), unidades de conservação, áreas com mananciais de abastecimento público ou com lençol freático aflorante (FEPAM, 2017).

Ao estudarem o agricultor familiar e o contexto de uso seguro de agrotóxicos na cidade de Lavras/MG, Abreu e Alonzo (2016) não observaram estruturas próprias

de armazenamento nas propriedades visitadas. Em sua pesquisa, a maioria dos entrevistados utiliza estruturas que já estão presentes na fazenda e que não oferecem segurança necessária dentro dos parâmetros avaliados.

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, com delineamento de estudo de caso. Gil (2010) explica que, para ser classificada como estudo de caso, a pesquisa deve investigar um fenômeno atual dentro do contexto em que está inserida, de forma ampla e detalhada. Marconi e Lakatos (2012) acrescentam que sua abordagem quantitativa se deve à possibilidade de coleta e análise de dados, através da redução de amostras.

Os detalhes construtivos foram determinados segundo a norma NBR 9843-3 (ABNT, 2013), que regulamenta o armazenamento de agrotóxicos em propriedades rurais. O projeto deve possibilitar a preservação da saúde das pessoas e do meio ambiente, com o menor custo benefício para o produtor rural. Sob esse viés, foi realizado o cálculo das fundações, pilares, alvenaria e demais detalhes construtivos necessários para a implantação do galpão em uma propriedade rural.

Para o cálculo das dimensões da fundação, foi considerada toda a carga exercida sobre a mesma, além da tensão admissível do solo. Foi utilizado valor de tensão admissível do solo tabelado para o tipo de solo encontrado na região da Zona da Mata, terrenos bons, como os argilo-arenosos, embora úmidos: 2,0 kgf/cm² (BAËTA e SARTOR, 1999).

Foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo da área da fundação:

$$\sigma_{at} = \frac{P}{A}$$

Em que:

σ = tensão admissível do solo (kgf/cm²);

P = carga máxima exercida sobre a fundação (kgf);

A = área da fundação (cm²).

Os pilares foram confeccionados de concreto armado com quatro metros de altura. Para o seu dimensionamento, foi considerado o peso que o telhado exerce sobre o mesmo, além do seu comprimento para que não ocorra flambagem. Da mesma forma, foi dimensionada a cobertura com telha de zinco, devido às

características favoráveis da mesma, tais como: leveza, facilidade de manuseio e alta durabilidade (BORTOLI, 2016), o que justifica o crescimento de sua utilização no meio rural.

Para a alvenaria, foram utilizados blocos de cimento com nove centímetros de espessura. O piso de concreto não pode permitir a infiltração em caso de derramamento dos produtos. Foram instaladas janelas em lados opostos no sentido do comprimento do galpão, para promover arejamento no interior do mesmo.

Já a planta baixa, o corte transversal e o corte longitudinal foram confeccionados com o auxílio de *software* de desenho AutoCad. Para a confecção do cronograma físico, financeiro e o orçamento, utilizou-se a planilha Excel, considerando-se a quantidade de insumos necessária para cada etapa, conforme Informador de Construções (2013).

Os valores dos insumos utilizados foram consultados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, que constitui um banco de dados cujos preços médios dos insumos estão disponíveis para o estado de Minas Gerais. Foram consideradas todas as etapas do processo construtivo na confecção do orçamento, desde os serviços preliminares até os trabalhos de acabamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O alto consumo de agrotóxicos pela agricultura brasileira evidencia a importância da sua armazenagem adequada. Segundo Vasconcelos (2018), o país consome em média 139 dólares de agrotóxicos por hectare cultivado. Tendo em vista o alto consumo destes produtos, torna-se evidente a necessidade de estruturas adequadas de armazenamento. Dessa forma, são descritos, neste capítulo, os resultados do dimensionamento do galpão.

Todos os insumos para construção do galpão estão descritos na tabela de orçamento (Anexo I), assim como a quantidade necessária de cada material.

Na alvenaria, devem ser utilizados blocos de concreto de nove centímetros de espessura, assentados com argamassa, e, no último metro, foi instalada tela de proteção galvanizada com malha de 1", para favorecer a circulação de ar dentro do galpão e evitar a entrada de animais.

A colocação de janelas de 1,5m x 1,1m em paredes opostas possibilita o arejamento no interior do depósito, como determinado pela NBR 9843-3. Altas

temperaturas no local de armazenamento podem gerar o aumento da pressão dentro das embalagens, causando sua ruptura e favorecendo a intoxicação de quem manuseia o produto (ESPÍNDOLA, 2011). Por isso, o ideal é favorecer a circulação de ar para abaixar a temperatura interna do galpão.

O galpão foi projetado com o pé direito de quatro metros de altura, o que corresponde à altura mínima determinada pela norma, além de ser uma altura que favorece a diminuição da temperatura interna do galpão. Recomenda-se que o telhado seja de telha de zinco, devido seu preço baixo e facilidade de colocação. A tesoura utilizada será do tipo 1, para vão de até cinco metros (Figura 1 e Tabela 1).

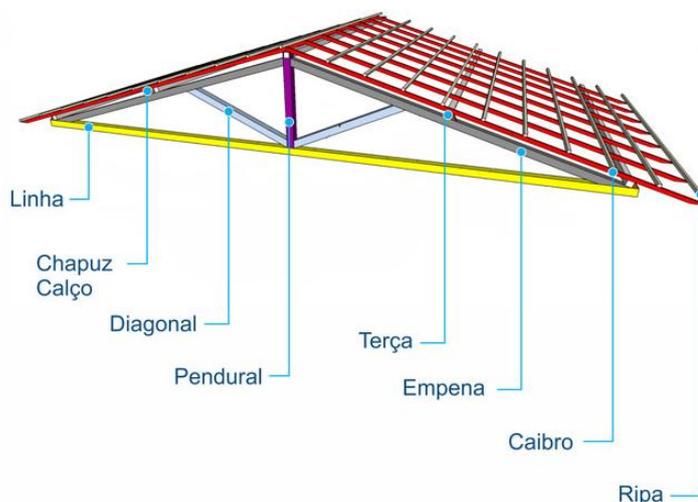


Figura 1: Tesoura tipo 1 para vão de até cinco metros.
Fonte: <https://pedreiro.com.br> (2019).

Tabela 1: Dimensões de tesoura tipo 1 em centímetros para telhado com vão de até cinco metros.

Peça	Dimensões (cm)
Terças	7,5 x 15
Pendural	7,5 x 10
Diagonal	5,0 x 6,0
Linha	7,5 x 7,5
Caibro	3,8 x 7,5
Empena	7,5 x 7,5

Fonte: Baêta (1999).

O telhado será suportado por quatro pilares de concreto armado, que depositarão seu peso em fundações diretas descontínuas, localizadas a 80 cm de profundidade.

As dimensões dos pilares e das fundações foram determinadas de acordo com o peso exercido sobre os mesmos e o pé direito da estrutura. Foram necessários quatro pilares de quatro metros de altura, de 0,3m x 0,3m, atendendo às determinações da NBR 6118 (ABNT, 2014), que por sua vez determina como área mínima da seção do pilar 360cm² e 0,8 m de toco de pilar, traço 1:2:4. Os pilares devem ser confeccionados em concreto armado. As fundações devem ser escavadas a um metro de profundidade para descarregar o peso da estrutura em uma camada firme do solo, diminuindo possíveis problemas de recalque da fundação. O traço das fundações foi 1:2:4, com as seguintes dimensões: 0,20 m de altura, 0,44 m de largura e 0,44 m de comprimento, conforme o dimensionamento a seguir:

1. Carga exercida pelo telhado (telha de zinco):

$$A = 2 * (1,5 + 1) \quad 1 \text{ m}^2 \text{ ----- } 110 \text{ Kgf}$$

$$A = 5 \text{ m}^2 \quad 5 \text{ m}^2 \text{ ----- } X$$

$$X = 575 \text{ Kgf}$$

2. Carga exercida pela parede:

$$A = 2 * 4 * 0,15 \quad 1 \text{ m}^3 \text{ ----- } 1600 \text{ Kgf}$$

$$A = 1,20 \text{ m}^3 \quad 1,20 \text{ m}^3 \text{ --- } X$$

$$X = 1920 \text{ Kgf}$$

3. Carga exercida pela viga baldrame:

$$V = (0,2 + 0,3) * 2 \quad 1 \text{ m}^3 \text{ ----- } 2500 \text{ Kgf}$$

$$V = 0,12 \text{ m}^3 \quad 0,12 \text{ m}^3 \text{ ---- } X$$

$$X = 300 \text{ Kgf}$$

4. Carga exercida pelo pilar + toco de pilar:

$$V = 0,3 * 0,3 * (4 + 0,8) \quad 1 \text{ m}^3 \text{ ----- } 2500 \text{ Kgf}$$

$$V = 0,432 \text{ m}^3 \quad 0,432 \text{ ----- } X$$

$$X = 1080 \text{ Kgf}$$

5. Carga exercida pela própria fundação:

$$V = 0,2 * x * x \quad 1 \text{ m}^3 \text{ ----- } 2500 \text{ Kgf}$$

$$V = 0,2x^2 \quad 0,2x^2 \text{ ----- } X$$

$$X = 500x^2$$

6. Carga total:

$$P = 575 + 1920 + 300 + 1080 + 500x^2$$

$$P = 3875 + 500x^2$$

7. Tensão admissível:

$$X = 0,44 \frac{P}{A} \quad 20000 = \frac{3875 + 500x^2}{x^2}$$

8. Conferência da altura:

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{hm}{(x-d)} \quad \operatorname{tg} 60^\circ = \frac{hm}{(0,44 - 0,30)}$$

$$Hm = 0,12 \text{ m} \rightarrow \text{altura estipulada: } 0,20 \text{ m (OK)}$$

O piso foi projetado com 2% de declividade, para facilitar o escoamento de produtos em caso de derramamento, confeccionado em concreto, traço 1:4:8, com argamassa de cimento e areia, espessura de cinco centímetros, traço 1:4, de forma que não permita a infiltração e não seja escorregadio.

A norma determina que todo galpão deve estar localizado a 30 m de outra construção. Porém, em pequenas propriedades, essa exigência se torna inviável devido à indisponibilidade de área.

Após o cálculo das estruturas do galpão, e em posse das dimensões do mesmo, foi realizado o cálculo orçamentário referente à sua construção, considerando todas as etapas da construção e a mão de obra necessária, em que foram utilizados um servente e um pedreiro. Foram determinados, também, os cronogramas físico (Figura 3) e financeiro (Figura 4) semanais para a construção do galpão.

Todos os valores referentes aos preços dos insumos para confecção do orçamento foram retirados do banco de dados Sinapi atualizados para o terceiro trimestre de 2019 (SINAPI, 2019). Trata-se de um sistema que permite confeccionar orçamentos utilizando preços médios para o estado de Minas Gerais. A quantidade de insumo para a realização de cada etapa foi retirada do informador de construções atualizado para o ano de 2013 (Tabela 2).

O orçamento final para construção do galpão foi de R\$ 16.076,39, incluindo desde os serviços preliminares até o acabamento.

As pequenas propriedades representam 49% de todos os estabelecimentos rurais na região da Zona da Mata Mineira, seguidas pelas médias (26,8%) e as grandes (24,3%). As pequenas, médias e grandes propriedades apresentam, respectivamente, 25, 77 e 164 hectares, em média (VILELA e RUFINO, 2010).

Segundo o Índice de Preço de Terra – IPT, o valor médio de um hectare de terra no estado de Minas Gerais utilizado para lavoura é de R\$ 15.000,00 no ano de 2017 (Figura 5) (FAEMG, 2018).

Tabela 2: Insumos e suas respectivas quantidades necessárias para a construção de um galpão para o armazenamento de agrotóxicos agrícolas

Insumos	Unidade	Quantidade utilizada
Prego	Kg	10,54
Ácido muriático	L	1,60
Aço CA-50	Kg	152,06
Alavanca	Unidade	1,00
Arame recozido	Kg	2,76
Areia comum	m ³	1,05
Argamassa	Kg	6915,16
Betoneira	h	2,26
Bloco concreto	Unidade	548,75
Brita 1	m ³	0,78
Brita 2	m ³	0,78
Cimento Portland	Kg	405,14
Cumeeira	m	4,20
Desmoldante	L	3,84
Dobradiça	Unidade	3,00
Fechadura	Unidade	1,00
Interruptor	Unidade	1,00
Janela de metalon	Unidade	2,00
Junta plástica	mL	31,95
Lâmpada	Unidade	1,00
Marco de madeira	Kg	1,00
Parafuso	Unidade	68,00
Pontalete de lei	m	14,58
Porta	Unidade	1,00
Sarrafo de madeira	m	19,20
Sika Rebokol	Kg	10,54
Soda cáustica	Kg	0,80
Suspenso para luminária	Unidade	1,00
Tábua de madeira	m ²	10,75
Tela galvanizada	m ²	8,20
Telha metálica	m ²	36,00
Tomada	Unidade	2,00
Viga em paraju	m	75,00

Fonte: Os próprios autores (2019)

Cronograma físico semanal para construção de um galpão para armazenamento de pesticidas									
Serviço	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Capina	100%								
Locação obra	100%								
Fundação									
Escavação	100%								
Nivelamento	100%								
Preparo concreto	100%						91		
Lançamento concreto	100%								
Reaterro	100%								
Pilares									
Forma pilar	18,34%	59,62%	22,14%						
Preparo concreto			100%						
Fornecimento, corte ferragem			52,35%	47,64%					
Lançamento concreto				100%					
Desforma				100%					
Alvenaria									
Parede				28,96%	71,04%				
Tela					100,00%				
Telhado									
Engradamento					64,84%	35,16%			
Cobertura						100%			
Cumeeira						100%			
Pavimentação									
Contrapiso						100,00%			
Piso						34,71%	65,29%		
Instalações elétricas									
Tomada							100%		
Interruptor							100%		
Lâmpada							100%		
Revestimento									
Revestimento interno							100%		
Revestimento externo							3,49%	96,51%	
Esquadria									
Assentamento esquadria								16,49%	83,51%
Janela									100%
Limpeza final									
Limpeza									100%

Figura 3: Cronograma físico semanal referente à construção de um galpão para armazenamento de agrotóxicos em uma pequena propriedade.
Fonte: Os próprios autores (2019).

Cronograma financeiro semanal para construção de um galpão para armazenamento de pesticidas									
Serviço	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Capina	R\$ 131,64								
Locação obra	R\$ 77,27								
Fundação									
Escavação	R\$ 127,43								
Nivelamento	R\$ 4,67								
Preparo concreto	R\$ 38,04								
Lançamento concreto	R\$ 10,29								
Reaterro	R\$ 10,01								
Pilares									
Forma pilar	R\$ 193,10	R\$ 627,72	R\$ 233,10						
Preparo concreto			R\$ 424,60						
Fornecimento, corte ferragem			R\$ 518,78	R\$ 472,11					
Lançamento concreto				R\$ 114,86					
Desforma				R\$ 223,03					
Alvenaria									
Parede				R\$ 875,51	R\$ 2.147,66				
Tela					R\$ 169,79				
Telhado									
Engradamento					R\$ 1.184,90	R\$ 642,52			
Cobertura						R\$ 1.836,81			
Cumeeira						R\$ 126,06			
Pavimentação									
Contrapiso						R\$ 666,99			
Piso						R\$ 297,88	R\$ 560,32		
Instalações elétricas									
Tomada							R\$ 20,32		
Interruptor							R\$ 14,31		
Lâmpada							R\$ 47,93		
Revestimento									
Revestimento interno							R\$ 1.391,54		
Revestimento externo							R\$ 50,54	R\$ 1.397,73	
Esquadria									
Assentamento esquadria								R\$ 95,10	R\$ 481,60
Janela									R\$ 737,88
Limpeza final									
Limpeza									R\$ 125,30
Total do mês	R\$ 592,43	R\$ 627,72	R\$ 1.176,49	R\$ 1.685,50	R\$ 3.502,35	R\$ 3.570,27	R\$ 2.084,98	R\$ 1.492,83	R\$ 1.344,78
Total da obra	R\$ 16.077,35								

Figura 4: Cronograma financeiro semanal referente à construção de um galpão para armazenamento de agrotóxicos em uma pequena propriedade.
Fonte: Os próprios autores (2019).



Figura 5: Média estadual dos preços da terra de acordo com seu tipo de uso.
Fonte: Assessoria técnica do sistema FAEMG (2018).

Em média, um módulo fiscal na microrregião de Manhuaçu, situada na Zona da Mata Mineira, corresponde a 24 ha (INCRA, 2013). Para determinação do tamanho do módulo fiscal de cada município, devem ser consideradas a atividade econômica que predomina no local, a renda obtida através da realização dessa atividade e outras explorações econômicas que existam na região e são expressivas para a renda total ou em relação à área utilizada. Também, analisa-se o conceito de propriedade familiar (LANDAU *et al.*, 2012).

Se comparar o valor necessário para a construção do galpão ao valor de uma pequena propriedade, que está compreendida entre 1 e 4 módulos fiscais, é possível observar que o valor investido é baixo em relação ao preço total da propriedade.

Em 2017, a Zona da Mata produziu 7274 sacas de café em 281.700 ha colhidos. A produtividade média da região no ano foi de 26 sacas/ha (SEAPA, 2017). O preço de uma saca de café tipo 7, bebida dura, no dia 06/11/2019, foi cotado em R\$ 432,00 em Minas Gerais (CCCMG, 2019). Para a construção do galpão, um produtor de café tipo 7, da região da Zona da Mata, precisaria dispor de aproximadamente 37 sacas de café para cobrir os custos. Considerando a média produtiva da região, o produtor em questão utilizaria a produção de pouco mais que um hectare.

Além de sua importância para a preservação do meio ambiente e da saúde dos agricultores, o armazenamento adequado de agrotóxicos é uma exigência em programas de certificação. A certificação permite ao agricultor maior facilidade em se integrar ao mercado (SEBRAE, 2017). Dentre as possibilidades da certificação, ela permite aos consumidores terem informações sobre o local e a forma como o produto foi produzido (FERRAZ, 2007), incluindo se o mesmo foi produzido de forma sustentável.

O *Rainforest Alliance* é um sistema de certificação cujo objetivo é modificar as práticas da agricultura, a fim de preservar a biodiversidade por meio de ações sustentáveis (RAINFOREST ALLIANCE, 2017). Segundo o Imaflora, as normas de certificação do *Rainforest Alliance* atuam inovando a agricultura e a pecuária mundial, auxiliando o produtor na gestão de sua propriedade sem afetar de forma negativa o meio ambiente. Em relação ao uso de agrotóxicos, para obter o selo de certificação da organização, o produtor só deve utilizar produtos aprovados pelo *Rainforest*, que estejam acondicionados em locais fechados e só devem ser manuseados por pessoas autorizadas e treinadas para lidar com seu risco.

O selo de certificação proporciona ao produtor benefícios sociais e econômicos, advindos da melhor organização da propriedade agrícola e melhores preços por saca de café comercializada, demandando, assim, menor quantidade de produção para custear a construção do galpão.

Outro importante órgão de certificação, o *UTZ CERTIFIED*, permite que produtores realizem uma agricultura sustentável e, dessa forma, tenham acesso a mercados e organizações de apoio fornecidos pela UTZ. Seu selo de certificação oferece segurança em todas as etapas da cadeia produtiva, desde o plantio até o comércio para compradores responsáveis dentro dos padrões da UTZ.

Através de mudanças na prática da agricultura, seguindo orientações do UTZ, o produtor pode diminuir seus custos de produção e conseqüentemente aumentar sua margem de lucro.

O *Fair Trade*, ou comércio justo, é uma forma de comércio que coloca o produtor em contato com mercados mais justos e o conecta com o consumidor. Produtores com o selo *Fair Trade* devem seguir os critérios definidos, dentro de padrões internacionais. Os mesmos recebem inspeções anuais que objetivam monitorar os impactos socioeconômicos nas comunidades e permitem maior

transparência na cadeia produtiva (OLIVEIRA, 2016). Entre os critérios para obtenção do selo, estão o armazenamento seguro e o uso correto dos agrotóxicos, em locais que impeçam acidentes e contaminações (FAIRTRADE INTERNATIONAL, 2011).

O programa Certifica Minas café, desenvolvido pela parceria entre a EMATER-MG, IMA e a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atua na certificação do café no estado de Minas Gerais. Os técnicos da EMATER-MG atuam orientando os agricultores para que estes sigam as normas de uma agricultura sustentável (EMATER, 2019). Uma das normas de tal programa diz respeito ao armazenamento de agrotóxicos. Para obter o título de café certificado pelo programa, os agrotóxicos devem ser armazenados em segurança, longe de casas e cursos d'água, em local coberto de uso exclusivo e devidamente identificado (IMA, 2019).

A certificação agrega maior valor ao café produzido, além de possibilitar o acesso a mercados externos (FERRAZ, 2007). O mercado *Fair Trade* utiliza preço justo para os produtos, além de garantir a produção sustentável dos produtores e cooperativas. Um café certificado com o selo *Fair Trade* tem mais estabilidade em seu preço em relação ao café não certificado (HERMOSO *et al.*, 2017). Segundo a SNA (2014), uma saca de café certificado com selo de comércio justo gera um lucro que passa de R\$ 60,00 a mais em relação ao café não certificado.

Dessa forma, um produtor que tenha certificação necessitaria de aproximadamente 33 sacas de café para custear a construção do galpão, quatro a menos que o café convencional.

Dentro do galpão, as embalagens ficarão acondicionadas de acordo com a sua classe de utilização e de forma que os rótulos fiquem visíveis. Deverão ter prateleiras acima do chão, para evitar contato com umidade. As embalagens de produtos líquidos devem ficar com a tampa virada para cima, para evitar o derramamento (HAHMED, OLIVEIRA e FRACISCO, 2014).

As plantas do galpão foram confeccionadas no *software* AutoCad[®] e estão disponíveis em anexo deste trabalho. Como citado na metodologia, foram confeccionados a planta baixa (Anexo II), o corte transversal (Anexo III) e o corte longitudinal (Anexo IV).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi dimensionado um galpão com as seguintes medidas: 3,5 m x 4,5m, pé direito de quatro metros de altura, telhado de zinco, alvenaria de blocos de concreto com 15 cm de espessura.

O orçamento total para o galpão é estimado em R\$ 16.076,39, sendo necessárias nove semanas para sua construção, considerando uma equipe de trabalho composta por um servente e um pedreiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. H. B.; ALONZO, H. G. A. Trabalho rural e riscos à saúde: uma revisão sobre o “uso seguro” de agrotóxicos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4197-4208, 2014.

ABREU, P. H. B.; ALONZO, H. G. A. O agricultor familiar e o uso (in)seguro de agrotóxicos no município de Lavras/MG. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 41, n. 18, 2016.

ALMUSSA, A.; SCHMIDT, M. L. G. O contato com agrotóxicos e os possíveis agravos à saúde de trabalhadores rurais. **Revista de Psicologia da UNESP**, v. 8, n. 2, p.184-189, 2009.

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de armazenamento de produtos fitossanitários**. Campinas: Linea Creativa, 2005, 28 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9843-3**: Agrotóxicos e afins – Parte 3: armazenamento em propriedades rurais. Rio de Janeiro, p. 4. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projetos de estudos de concreto. Procedimento. 2014.

BAÊTA, F. D.; SARTOR, V. **Resistência dos materiais e dimensionamento de estruturas para construções rurais**. Viçosa. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/resistencia.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

BERNARDES, A. L. F. **O uso do agrotóxico na agricultura familiar: saúde do trabalhador rural no município de Uberlândia (MG)**. Orientador: Paulo Cezar Mendes. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BOMBARDI, L. M. **Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro**. Direitos Humanos no Brasil 2012, Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo, 2012.

BORTOLI, C. A. **Estudo comparativo de tesouras em madeira para coberturas variando-se o vão e o tipo de telha**. Orientador: Gustavo Lacerda Dias. 2016. 66 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Departamento de construção civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

BRAIBANTE, M. E.F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, Fev./2012.

BRASIL. **Decreto Nº 4.074**, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 04 jan. 2001. Capítulo 1, p.1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**, Brasília, v. 1, t. 2, 193p.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 p. 13-51.

CARNEIRO, F. F. (Org.) *et al.* **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CCCMG – Centro do Comércio de Café do Estado de Minas Gerais. **Cotação do café**. Disponível em: www.cccmg.com.br/cotacao-do-cafe/. Acesso em 07 de novembro de 2019.

ESPÍNDOLA, E. A. **Análise da percepção de risco do uso de agrotóxicos em áreas rurais**: um estudo junto aos agricultores no município de Bom Repouso (MG). Orientador: Evaldo Luiz Gaeta Espíndola. 2011. 155 f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

FAEMG. **Índice de preço de terra**. Disponível em: <http://www.sistemafaemg.org.br/Conteudo.aspx?Code=69&Portal=2&ParentCode=67&ParentPath=None&ContentVersion=R>. Acesso em: 24 de setembro de 2019.

FAIRTRADE INTERNATIONAL. **Documento explicativo para o critério do comércio justo Fair Trade para organizações de pequenos produtores**. 2011, 70 p.

FEPAM – Fundação estadual de proteção ambiental. **Procedimentos e critérios técnicos para o licenciamento ambiental de depósitos de agrotóxicos**. Junho/2017. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/central/diretrizes/diret_dep_agrot.pdf. Acesso em: 22 de maio de 2019.

FERRAZ, L. O. **Avaliação de uma associação de produtores para a certificação de café**. Orientador: Ney Sussumu Sakiyama. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2007.

FUTINO, A. M.; SALLES FILHO, S. A biotecnologia na agricultura brasileira: a indústria de defensivos agrícolas e o controle biológico. **Revista Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 38, p. 45-88, 1991.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas no Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n.1, p. 83-92, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010, 200p.

GODECKE, M. V.; TOLEDO, E. R. M. S. Logística reversa de embalagens de agrotóxicos: estudo do caso de Pelotas/RS. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 4, 2015.

GREGOLIS, T. B. L.; PINTO, W. J.; PERES, F. Percepção de riscos do uso de agrotóxicos por trabalhadores da agricultura familiar do município de Rio Branco, AC. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 37, n. 125, p.99-113, 2012.

HAHMED, M. C.; OLIVEIRA, A. E. A. S.; FRANCISCO, B. D. L. R. Avaliação e controle do ambiente de trabalho no armazenamento de agrotóxicos em propriedade rural. **Revista Cognitio**, n. 1, 2014. Disponível em: <https://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/view/203/198>. Acesso em: 21 de agosto de 2019.

HERMOSO, T. H. L. Diferenciação e certificação de café *Fairtrade*. **Revista Conbrad**, Maringá, v. 2, n. 3, p. 79-90, 2017.

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária. **Produtores certificados de café**. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/material-curso-cfo-cfoc/doc_details/3788-fcert035. Acesso em: 24 de setembro de 2019.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Classificação dos imóveis rurais: índices básicos 2013**. Disponível em: www.incra.gov.br/tamanho-propriedades-rurais. Acesso em: 24 de setembro de 2019.

INFLORA – Instituto de manejo e certificação florestal e agrícola. **Certificação agrícola**. Disponível em: https://www.imaflora.org/certificacao-socioambiental_agricola.php. Acesso em: 02 de novembro de 2019.

LANDAU, E. C. *et al.* Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil. **Embrapa milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2012, 201p.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011, 190 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011, 320 p.

MORI, N. C *et al.* Alterações bioquímicas e toxicológicas de agricultores familiares da região de Alto Jacuí, Rio Grande do Sul. **Scientia Medica**, v. 25, n. 3, 2015.

OLIVEIRA, M. B. G. B. **Produção de café com certificação Fair Trade: uma alternativa para os produtores familiares**. Orientador: Prof. Dr. Roberta Bessa V. Silva. 2016. 28 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agropecuária). Universidade José Rosário Vellano, Alfenas, 2016.

99

PIGNATTI, W. A. *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p.3281-3293, 2017.

POLACZINSKI, O. M. **Processo de recolhimento, separação e compactação de embalagens de agroquímicos: efeitos sociais e sua viabilidade econômica**. Orientador: Prof. MS. José Valdemir Muechen. 2012. 53 f. Monografia (Graduação em Economia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI, 2012.

PREZA, D. L. C.; AUGUSTO, L. G. S. Vulnerabilidade de trabalhadores rurais frente ao uso de agrotóxicos na produção de hortaliças em região do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 37, n. 125, p.89-98, 2012.

RAINFOREST ALLINACE. **Norma para agricultura sustentável: para produção agrícola e pecuária de fazendas e grupos de produtores**. Julho/2017, 58p.

RIGOTTO, R. M. *et al.* O verde da economia no campo: desafio às pesquisas e às políticas públicas para a promoção da saúde no avanço da modernização agrícola. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p.1533-1542, 2012.

SANTOS, E. M. dos *et al.* Situação de depósitos de agrotóxicos em propriedades rurais na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Rio Grande do Sul, v. 9, n. 7, 2017.

SEAPA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas gerais. **Café**. Belo Horizonte, 2017, 24p.

SEBRAE. **Certificação**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-as-categorias-de-certificacao-do-cafe,611b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 24 de setembro de 2019.

SNA – Secretaria Nacional de Agricultura. **Fairtrade: lucros do produtor passam de R\$ 60 por saca graças à certificação de qualidade**. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/fairtrade-lucros-do-cafeicultor-passam-de-r-60-por-saca-gracas-a-certificacao-de-qualidade/>. Acesso em: 08 de novembro de 2019.

VASCONCELOS, Y. Agrotóxicos na berlinda. **Revista Fapesp**, São Paulo, ano 19, n. 71, p. 18-24, 2018.

ANEXOS

ANEXO I

Orçamento referente à construção de um galpão para armazenamento de agrotóxicos em uma pequena propriedade.

ORÇAMENTO DE GALPÃO PARA ARMAZENAMENTO DE AGROTÓXICO

Volume da fundação (m ³)	0,15	Alvenaria (m ²)	43,9
Área da fundação (m ²)	0,77	Tela (m ²)	7,45
Volume escavação (m ³)	0,77	Área telhado (m ²)	30
Volume reaterado (m ³)	0,33	Cumeeira 1,1m (Unidade)	4
Comprimento do galpão (m)	4,50	Janelas (m ²)	3,3
Largura do galpão (m)	3,50	Porta (m ²)	2,1
Área construída (m ²)	15,98	Revestimento (m ²)	89,4
Área a ser limpa (m ²)	48,00	Janelas (unidade)	2
Área pilares (m ²)	19,20	Interruptor (unidade)	1
Volume pilares (m ³)	1,73	Tomada (unidade)	2
Ferragens (Kg)	138,24	Lâmpadas (unidade)	1

TRABALHOS PRELIMINARES

CAPINA E LIMPEZA DO TERRENO - m²

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,25	h	R\$ 10,97	12,00	R\$ 131,64
				TOTAL	R\$ 131,64

LOCAÇÃO DA OBRA - m²

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,10	h	R\$ 10,97	1,60	R\$ 17,52
Pedreiro	0,10	h	R\$ 16,78	1,60	R\$ 26,81
Prego	0,05	Kg	R\$ 10,07	0,80	R\$ 8,04
Pontaleta de lei 8x8	0,30	m	R\$ 3,11	4,79	R\$ 14,90
Tábua de pinus	0,06	m ²	R\$ 10,42	0,96	R\$ 9,99
				TOTAL	R\$ 77,27

TOTAL TRABALHOS PRELIMINARES

R\$ 208,91

TRABALHOS DE EXECUÇÃO

FUNDAÇÃO DIRETA DESCONTÍNUA

ESCAVAÇÃO MANUAL DE TERRA (até 1,5 m de profundidade) - m³

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	15,00	h	R\$ 10,97	11,62	R\$ 127,43
				TOTAL	R\$ 127,43

NIVELAMENTO E COMPACTAÇÃO - m²

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,55	h	R\$ 10,97	0,43	R\$ 4,67
				TOTAL	R\$ 4,67

PREPARO MECÂNICO DE CONCRETO 1:2:4 - m ³					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Betoneira	1,20	h	R\$ 2,50	0,19	R\$ 0,46
Servente	7,00	h	R\$ 10,97	1,08	R\$ 11,89
Areia comum	0,60	m ³	R\$ 66,67	0,09	R\$ 6,22
Cimento Portland CP III	205,00	Kg	R\$ 0,31	31,73	R\$ 9,84
Brita 1	0,44	m ³	R\$ 70,02	0,07	R\$ 4,81
Brita 2	0,44	m ³	R\$ 70,02	0,07	R\$ 4,81
TOTAL					R\$ 38,04

LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO EM FUNDAÇÕES - m ³					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	2,00	h	R\$ 16,78	0,31	R\$ 5,20
Servente	3,00	h	R\$ 10,97	0,46	R\$ 5,09
TOTAL					R\$ 10,29

REATERRO DE COVAS E COMPACTAÇÃO - m ³					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	2,75	h	R\$ 10,97	0,91	R\$ 10,00
TOTAL					R\$ 10,00

PILARES

FORMA PARA PILARES DE CONCRETO - m ²					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	3,50	h	R\$ 10,97	67,20	R\$ 737,18
Prego	0,20	Kg	R\$ 10,07	3,84	R\$ 38,67
Tábua de pinus	0,51	m ²	R\$ 20,96	9,79	R\$ 205,24
Pontaletes	0,51	m	R\$ 3,11	9,79	R\$ 30,45
Sarrafo de pinus	1,00	m	R\$ 1,11	19,20	R\$ 21,31
Desmoldante	0,20	l	R\$ 5,21	3,84	R\$ 20,01
TOTAL					R\$ 1.052,86

PREPARO MECÂNICO DE CONCRETO PARA OS PILARES - m ³					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Betoneira	1,20	h	R\$ 2,50	2,07	R\$ 5,18
Servente	7,00	h	R\$ 10,97	12,10	R\$ 132,69
Areia Comum	0,60	m ³	R\$ 66,67	1,04	R\$ 69,47
Cimento Portland CP III	205,00	Kg	R\$ 0,31	354,24	R\$ 109,81
Brita 1	0,44	m ³	R\$ 70,02	0,77	R\$ 53,72
Brita 2	0,44	m ³	R\$ 70,02	0,77	R\$ 53,72
TOTAL					R\$ 424,60

FORNECIMENTO, CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO DE FERRAGENS - Kg					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,18	h	R\$ 10,97	24,88	R\$ 272,97
Arame recozido	0,02	Kg	R\$ 10,00	2,76	R\$ 27,65
Aço CA-50	1,10	Kg	R\$ 4,54	152,06	R\$ 690,37
TOTAL					R\$ 990,99

LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO EM PILARES - m ³					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	2,00	h	R\$ 16,78	3,46	R\$ 57,99
Servente	3,00	h	R\$ 10,97	5,18	R\$ 56,87
TOTAL					R\$ 114,86

DESFORMA - m ²					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,60	h	R\$ 10,97	11,52	R\$ 126,37
Pedreiro	0,30	h	R\$ 16,78	5,76	R\$ 96,65
				TOTAL	R\$ 223,03

ALVENARIA

PAREDE DE ALVENARIA DE BLOCO DE CONCRETO (15 cm) ASSENTADOS COM ARGAMASSA					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	0,90	h	R\$ 16,78	39,51	R\$ 662,98
Servente	0,90	h	R\$ 10,97	39,51	R\$ 433,42
Argamassa de cimento e areia 1:7	42,75	kg	R\$ 0,36	1.876,73	R\$ 675,62
Bloco de concreto 9x19x39 cm	12,50	Unidade	R\$ 2,28	548,75	R\$ 1.251,15
				TOTAL	R\$ 3.023,17

TELA PARA PROTEÇÃO DA FACHADA					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,30	h	R\$ 10,97	2,24	R\$ 24,52
Pedreiro	0,30	h	R\$ 16,78	2,24	R\$ 37,50
Tela galvanizada #1"	1,10	m ²	R\$ 13,15	8,20	R\$ 107,76
				TOTAL	R\$ 169,79

TELHADO

ENGRADAMENTO EM MADEIRA PARA JU PARA COBERTURA EM TELHA DE ZINCO					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,50	h	R\$ 10,97	15,00	R\$ 164,55
Pedreiro	0,50	h	R\$ 16,78	15,00	R\$ 251,70
Prego	0,20	Kg	R\$ 10,07	6,00	R\$ 60,42
Viga em paraju	2,50	m	R\$ 18,01	75,00	R\$ 1.350,75
				TOTAL	R\$ 1.827,42

COBERTURA EM TELHAS DE ZINCO					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,50	h	R\$ 10,97	15,00	R\$ 164,55
Pedreiro	0,50	h	R\$ 16,78	15,00	R\$ 251,70
Parafuso para telha de zinco	2,00	Unidade	R\$ 0,75	60,00	R\$ 45,00
Telha metálica	1,20	m ²	R\$ 38,21	36,00	R\$ 1.375,56
				TOTAL	R\$ 1.836,81

COLOCAÇÃO DE CUMEEIRA (por unidade)					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,35	h	R\$ 10,97	1,40	R\$ 15,36
Pedreiro	0,35	h	R\$ 16,78	1,40	R\$ 23,49
Parauso	2,00	Unidade	R\$ 0,79	8,00	R\$ 6,32
Cumeeira de zinco	1,05	m	R\$ 19,26	4,20	R\$ 80,89
				TOTAL	R\$ 126,06

PAVIMENTAÇÃO**CONTRAPISO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3 (3 cm)**

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	0,80	h	R\$ 16,78	12,78	R\$ 214,45
Servente	0,40	h	R\$ 10,97	6,39	R\$ 70,10
Argamassa 1:3	57,00	kg	R\$ 0,42	910,58	R\$ 382,44
				TOTAL	R\$ 666,99

PISO DE CONCRETO

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	1,00	h	R\$ 16,78	15,98	R\$ 268,06
Servente	1,00	h	R\$ 10,97	15,98	R\$ 175,25
Argamassa 1:3	57,00	kg	R\$ 0,42	910,58	R\$ 382,44
Cimento Portland CP III	1,20	Kg	R\$ 0,31	19,17	R\$ 5,94
Junta plástica	2,00	ml	R\$ 0,83	31,95	R\$ 26,52
				TOTAL	R\$ 858,21

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**TOMADAS**

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	0,10	h	R\$ 16,78	0,20	R\$ 3,36
Servente	0,20	h	R\$ 10,97	0,40	R\$ 4,39
Tomada de corrente universal	1,00	Unidade	R\$ 6,29	2,00	R\$ 12,58
				TOTAL	R\$ 20,32

INTERRUPTOR

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	0,20	h	R\$ 16,78	0,20	R\$ 3,36
Servente	0,10	h	R\$ 10,97	0,10	R\$ 1,10
Interruptor comum 1	1,00	Unidade	R\$ 6,45	1,00	R\$ 6,45
Alavanca	1,00	Unidade	R\$ 3,41	1,00	R\$ 3,41
				TOTAL	R\$ 14,31

LÂMPADA

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	1,25	h	R\$ 16,78	1,25	R\$ 20,98
Servente	1,25	h	R\$ 10,97	1,25	R\$ 13,71
Suspensão para luminária	1,00	Unidade	R\$ 6,45	1,00	R\$ 6,45
Lâmpada fluorescente	1,00	Unidade	R\$ 6,79	1,00	R\$ 6,79
				TOTAL	R\$ 47,93

REVESTIMENTO**REVESTIMENTO ÚNICO NA PARTE INTERNA EM ARGAMASSA DE CIMENTO, CAL E AREIA 1:2:8**

	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	0,60	h	R\$ 16,78	26,34	R\$ 441,99
Servente	0,60	h	R\$ 10,97	26,34	R\$ 288,95
Argamassa 1:3	41,80	kg	R\$ 0,36	1.835,02	R\$ 660,61
				TOTAL	R\$ 1.391,54

REVESTIMENTO COM REBOCO IMPERMEÁVEL SOBRE ALVENARIA EXTERNA					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	0,90	h	R\$ 16,78	39,51	R\$ 662,98
Servente	0,60	h	R\$ 10,97	26,34	R\$ 288,95
Argamassa	28,50	kg	R\$ 0,36	1.251,15	R\$ 450,41
Sika Rebocol	0,24	kg	R\$ 4,36	10,54	R\$ 45,94
TOTAL					R\$ 1.448,28

ESQUADRIA

ASSENTAMENTO DE ESQUADRIA DE MADEIRA					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	5,40	h	R\$ 16,78	11,34	R\$ 190,29
Servente	2,00	h	R\$ 10,97	4,20	R\$ 46,07
Argamassa 1:3	38,00	kg	R\$ 0,36	79,80	R\$ 28,73
TOTAL					R\$ 265,09

PORTA DE MADEIRA					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Dobradiça 3x3	3,00	Unidade	R\$ 13,06	3,00	R\$ 39,18
Fechadura	1,00	Unidade	R\$ 20,33	1,00	R\$ 20,33
Conjunto marco de madeira	1,00	kg	R\$ 52,00	1,00	R\$ 52,00
Porta lisa em madeira 100 x 210	1,00	Unidade	R\$ 200,10	1,00	R\$ 200,10
TOTAL					R\$ 311,61

JANELAS DE ALUMÍNIO					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Pedreiro	1,50	h	R\$ 16,78	4,95	R\$ 83,06
Servente	1,50	h	R\$ 10,97	4,95	R\$ 54,30
Argamassa	17,10	Kg	R\$ 0,36	56,43	R\$ 20,31
Janela de metalon	1,00	Unidade	R\$ 297,27	2,00	R\$ 594,54
TOTAL					R\$ 752,22

TOTAL DE TRABALHOS DE EXECUÇÃO	R\$ 15.756,52
---------------------------------------	----------------------

TRABALHOS DE ACABAMENTO

LIMPEZA DE PISO CIMENTADO					
	Quantidade	Unidade	Custo unitário	Quantidade total	Custo total
Servente	0,60	h	R\$ 10,97	9,59	R\$ 105,15
Ácido muriático	0,10	l	R\$ 5,85	1,60	R\$ 9,35
Soda cáustica	0,05	Kg	R\$ 13,53	0,80	R\$ 10,81
TOTAL					R\$ 125,30

TOTAL TRABALHOS DE ACABAMENTO	R\$ 125,30
--------------------------------------	-------------------

VALOR TOTAL DA OBRA	R\$ 16.090,72
----------------------------	----------------------

DIMENSIONAMENTO DE WETLAND CONSTRUÍDO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE DE SALA DE ORDENHA

Acadêmicos: Raissa de Oliveira Mendes e Vitor Viana Leite

Orientador: D Sc. Rafael Macedo de Oliveira

105

RESUMO

Wetlands são formas de tratamento de águas residuais em sistemas cultivados com plantas macrófitas. Seu uso como tratamento descentralizado de esgoto começou em 1950, e, a partir de então, começaram os estudos sobre qual seria a melhor forma de utilização, ficando comprovado o melhor desempenho quando utilizado como tratamento secundário e, ou, terciário. Neste trabalho, objetivou-se dimensionar o sistema de tratamento de esgoto com a utilização de um *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal como tratamento terciário de efluente para uma sala de ordenha de vacas. Trata-se de uma pesquisa quantitativa e estudo de caso, na qual foi dimensionado um sistema de tratamento de efluente para 40 animais de uma bovinocultura leiteira localizada na Zona da Mata Mineira. O modelo escolhido de *wetland* é o horizontal de fluxo subsuperficial, precedido de tanque séptico e filtro anaeróbio. Através dos cálculos das equações de primeira ordem de decaimento exponencial, foram encontrados o volume do tanque séptico e filtro anaeróbico e a área do *wetland* construído, com as respectivas medidas: 7,28 m³, 0,768 m³ e 3,88 m². O filtro deve ter uma profundidade de 0,50 m e as dimensões do sistema *wetland* é de 2,80 x 1,40 m. A Taboa (*Typha* ssp.) é a escolha de macrófita utilizada. Com os dados encontrados na literatura, ficou comprovada a eficiência dos *wetlands* para o tratamento de esgoto, principalmente como fonte secundária ou terciária de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento terciário de esgoto; *wetlands* construídos; bovinocultura leiteira.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2017, houve um aumento nos sistemas de tratamento de água e esgoto quando comparado ao ano anterior. Foram constatadas 912,8 mil novas ligações na rede de água e 545,4 mil novas ligações na rede de esgotos (crescimento de 1,8%). Observa-se no país que, de todo o esgoto produzido, apenas 46% é coletado e deste somente cerca de 73,7% é tratado (BRASIL, 2019).

Nesse sentido, deve-se priorizar a coleta e o tratamento dos esgotos gerados, evitando danos à população e ao meio ambiente. Para tanto, é necessário considerar alguns fatores para definir o processo de tratamento de esgoto a ser empregado, sendo eles: eficiência, área de implantação, impactos ambientais, custo de implantação e operação (SPERLING, 2014).

De acordo com Teske (2016), os sistemas de tratamentos de esgotos mais utilizados são os centralizadores, esses têm como fatores limitantes o elevado custo, tanto de instalação quanto de manutenção, além do consumo de produtos químicos no tratamento e elevado consumo de energia elétrica. Em decorrência desses inconvenientes, há um aumento no interesse por tecnologias simplificadas e pela aplicação de sistemas de tratamento de esgotos descentralizados (MELLO, 2016). Os tratamentos descentralizados surgiram como uma opção econômica, sendo ecológicos e de fácil manutenção, a fim de suprir as necessidades de comunidades rurais e pequenos povoados.

Segundo Brasil e Matos (2008), o tratamento de águas residuais em sistemas cultivados com plantas macrófitas é chamado de sistema *wetland*, estando associado ao baixo custo e à simplicidade de operação e manutenção. Tais atributos tornam esse sistema ideal para aplicação em locais carentes de saneamento básico, adequando-se muito bem aos climas tropicais e com disponibilidade de área para implementação, como é o caso do Brasil.

A bovinocultura de leite é uma das atividades mais importantes do agronegócio brasileiro, sendo responsável pela geração de renda e pela produção de alimento. Está vinculada à agricultura familiar, por ser realizada por pequenos e médios produtores. Essa atividade inclui etapas como a realização da ordenha, preparo de alimentação, manejo do gado, tendo grande geração de resíduos, estes que, se não destinados de forma correta, podem vir a poluir o ambiente (COSTA e GROSSO, 2015).

O objetivo do presente trabalho foi dimensionar o sistema de tratamento de esgoto a partir da utilização de *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal como tratamento terciário de água residuária da sala de ordenha de uma bovinocultura de leiteira na Zona da Mata Mineira.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), estima-se que 97,5% da água existente no mundo é imprópria para o consumo direto e para a irrigação. Dos 2,5% de água doce restantes, a maior parte é de difícil acesso (69%), pois cerca de 30% são águas subterrâneas e 1% se encontra nos rios. Por essa razão, o uso da

água precisa ser bem estudado, para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para a vida.

Aproximadamente 13% da população mundial não tem acesso à água potável de forma segura, equivalente a 884 milhões de pessoas; apenas 54% tem acesso a água potável de forma segura em suas residências (MATTOS e LUCRECIO, 2012).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, s.d.), o Brasil dispõe de 12% de toda água doce do planeta, distribuídas em 200 mil microbacias, sendo as bacias de maior expressão as do rio São Francisco, rio Paraná e a do rio Amazonas, que, por sua vez, também é a maior bacia hidrográfica do planeta (60% da sua extensão está situada do Brasil).

O Brasil possui enorme potencial hídrico, conseguindo fornecer uma quantidade total de água por pessoa 19 vezes acima do valor mínimo estipulado pela ONU, que é de 1.700 m³/s por habitante/ano. Sabendo da grande riqueza dos recursos hídricos, que são esgotáveis e que sua distribuição é desuniforme, além de não atender a toda a população, adverte-se que pode ocorrer a falta desses recursos em determinados locais do país.

2.2. TRATAMENTO DE ESGOTOS

A carência de sistema de saneamento é uma das principais causas de doenças e de degradação ambiental no Brasil, esta caracterizada pela disposição indevida de resíduos sólidos e líquidos. Nas estações de tratamento de esgoto (ETE), a coleta e o tratamento de todos os efluentes de uma cidade são realizados em um único local (FAGUNDES e SCHERER, 2009).

O sistema de tratamento de esgoto sanitário é o conjunto de obras e instalações destinadas à coleta, transporte, retirada das grandes áreas ao tratamento e a destino final das águas residuárias de uma comunidade, de forma apropriada do ponto de vista sanitário (BRASIL, 2011).

A distinção de esgoto sanitário varia quantitativa e qualitativamente de acordo com sua utilização. A quantidade de esgoto gerado depende de fatores como a região a ser atendida, as atividades locais, hábitos da população, nível socioeconômico, nível cultural e outras ações comportamentais (JORDÃO e PESSOA, 2009).

Jordão e Pessoa (2009) afirmam que as características físicas do esgoto gerado são determinadas pela presença de matéria sólida no efluente, temperatura, odor, coloração e turbidez. As características químicas são divididas em matéria orgânica e inorgânica. Já as características biológicas advêm da presença dos microrganismos em águas residuais, sendo que alguns atuam como indicadores de poluição.

2.3. FORMAS ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Segundo Teske (2016), os sistemas de tratamento de esgotos mais usados são compostos por sistemas centralizadores e de rede separadora absoluta, com alto custo de implantação, construção de estruturas civis, custos de manutenção e mão de obra, consumo de produtos químicos para o tratamento e alto consumo de energia. Sob esse viés, os sistemas descentralizados constituem alternativa para o tratamento convencional, a fim de atender comunidades rurais, pequenos povoados, bairros ou unidades domésticas.

O escoamento superficial é um método de tratamento baseado na disposição do efluente na parte superior do terreno plano construído com baixa permeabilidade e leve declividade. O efluente se desloca por gravidade pelo terreno, recoberto por vegetação. Uma parcela do fluxo é perdida por evapotranspiração, sendo o restante coletado na base do sistema. Trata-se do sistema mais difundido em solos com baixa permeabilidade, permitindo que a percolação seja insignificante (TONETTI *et al.*, 2009).

Outro exemplo de sistema descentralizado é denominado fossa séptica biodigestora, desenvolvido pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), utilizado para substituir fossas negras na zona rural e produção de adubo orgânico. É composto por um sistema de três caixas d'água com tubos de PVC ligando-as entre si. Assim, o esgoto é tratado pelo processo de biodigestão, que reduz a carga de agentes biológicos nocivos à saúde humana; posteriormente, os resíduos podem ser usados como adubo orgânico (EMBRAPA, 2014).

Segundo Sezerino (2006), os sistemas de tratamento de esgotos são classificados como naturais, quando seu tratamento é baseado em ecossistemas naturais, sem o fornecimento de fonte de energia induzida que antecipe os processos bioquímicos, que ocorrem de forma espontânea, encaixando os *wetlands*

nessa posição. Os sistemas *wetlands* se destacam como alternativa de baixo custo de implantação e manutenção, além da simplicidade de operação, quando comparados aos sistemas convencionais de esgotos, além de manterem os aspectos paisagísticos do meio rural (DECEZARO, 2013).

Rosa (2014) afirma que o tratamento do esgoto por meio dos *wetlands* deve ser antecedido de tratamento preliminar, que pode ser realizado utilizando tanque séptico e, ou, de filtro anaeróbio. O tratamento primário é de suma importância para garantir a máxima redução de materiais sólidos grosseiros e das gorduras, o que por sua vez contribui para que os filtros do sistema não entupam e também não ocorra colmatação precoce, que é o entupimento do substrato poroso causado pela sedimentação de finos ou do aumento de biofilme, impedindo que o líquido percorra subsuperficialmente, causando escoamento superficial (MONTEIRO, 2009).

De acordo com a NBR 13969 (1997, p. 3), o filtro anaeróbio é definido como:

Reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meios filtrantes submersos onde atuam microrganismos facultativos e anaeróbios, os quais são responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

2.3.1. *Wetland*

O saneamento básico é composto essencialmente por um sistema centralizado, que muitas vezes não atinge toda a população, tornando-se importante a busca por tecnologias simples, econômicas e descentralizadas, que visem a qualidade do sistema sanitário. Com isso, os sistemas *wetlands* construídos surgiram como instrumento de grande interesse (ROSA, 2014).

A primeira utilização de *wetlands* construídos no tratamento de águas residuárias é datada de meados dos anos 50, na Alemanha, conduzida por Käthe Seidel, com a finalidade de remover fenol e reduzir a carga orgânica de efluente de laticínios (KADLEC e KNIGHT, 1996 *apud* JESUS, 2016). Já no Brasil, a utilização dos *wetlands* começou no ano de 1980 e se intensificou a partir do ano 2000 (SEZERINO *et al.*, 2015).

Os sistemas de *wetlands* construídos foram projetados para terem funcionamento semelhante ao que ocorre nos sistemas naturais, mas dentro de um sistema controlado. Os sistemas naturais são áreas de transição entre ambientes

aquáticos e terrestres, a partir do conjunto de terrenos que permanecem saturados parcialmente ou permanentemente, durante todo o ano (ZANELLA, 2008).

Esses sistemas tornam-se atrativos e autossustentáveis quando é possível a utilização de materiais reutilizáveis, sendo facilmente encontrados no local que serve de meio suporte para o crescimento da planta, podendo ser areia grossa, cascalho, pedregulho e brita (SILVA, 2007).

Os *wetlands* utilizam plantas macrófitas em meio suporte, e essas são capazes de promover a proliferação de microrganismos que degradam a matéria orgânica complexa, através de processos químicos, físicos e biológicos, transformando-a em elementos mais simples que podem servir como nutrientes para as plantas, contribuindo no tratamento de esgotos (FERREIRA e SARON, 2013).

De acordo com Teske (2016), esses sistemas são classificados pelo modo com que o fluxo do efluente ocorre. Assim, os *wetlands* construídos de fluxo superficial possuem fluxo de água aparente e os sistemas cujo efluente ocorre sem lâmina de água aparente são denominados *wetlands* construídos de fluxo subsuperficial. Esses são subdivididos quanto ao escoamento hidráulico em verticais ou horizontais.

Em uma revisão bibliográfica realizada por Silva (2017), foram detectadas várias vantagens e desvantagens da utilização dos sistemas *wetlands* ao consultar outros trabalhos na área (Tabela 1).

Tabela 1. Vantagens e desvantagens dos sistemas *wetlands* construídos

Vantagens	Referências bibliográficas
Custos de construção e operação relativamente baixos	Duarte (2002), IEA (2004), Denny (1997), Koottatep <i>et al.</i> (2001)
Fácil manutenção	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Tolerância a flutuações no ciclo hidrológico e nas cargas de contaminantes	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Possibilidade de se obterem alguns benefícios adicionais, tais como a criação de espaços verdes, de <i>habitats</i> naturais e de áreas recreativas ou educacionais	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Não requer o uso de energia	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002); Duarte (2002)
Não requer produtos químicos ou equipamentos mecânicos	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Redução da matéria orgânica e dos sólidos sedimentáveis	Cooper (1999), Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Podem ser construídos com solo e com mínimo de concreto e	Senzia <i>et al.</i> (2003)

aço

Não possui mau cheiro, porque as raízes funcionam como filtro eliminando-o	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002); Duarte (2002)
Possibilidade de um tratamento eficaz sem a necessidade de equipamentos complexos	Duarte (2002)
Possibilidade de reciclagem, reutilização e valorização dos efluentes	Duarte (2002)
“Alta produção de biomassa, que pode ser utilizada na produção de ração animal, energia (biogás) e biofertilizantes (compostos orgânicos)”	IEA (2004)
Considerável redução de patógenos	Chernicharo (2001)
Remoção satisfatória de matéria orgânica, sólidos suspensos, nitrogênio e fósforo	Chernicharo (2001)

Desvantagens

Referência bibliográfica

Podem causar problemas com mosquitos	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Necessidade de caracterizações precisas dos sólidos do efluente a tratar, do tipo de enchimento, do ciclo hidrológico e do regime de temperaturas	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Colmatação que ocorre com alguma frequência, havendo, portanto, a necessidade do controle da carga hidráulica e de sólidos para minimizar esse problema	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Requerer um período de início até a vegetação estar bem estabelecida	Duarte (2002)
Alguns compostos orgânicos removidos pelo sistema podem estar ligados aos sedimentos e se acumularem ao longo do tempo	Silvestre e Pedro-de-Jesus (2002)
Eficiências sazonais	Duarte (2002)

Fonte: Silva (2007).

2.4. DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS

Ainda não há normativa que padronize e estabeleça critérios para construção de sistemas *wetland* no Brasil, mas os projetos e experiências realizados aplicando as metodologias propostas são bastante difundidos. Os resultados obtidos mostram que a eficiência do sistema é satisfatória, sendo replicado em várias localidades como opção viável para o tratamento alternativo de efluentes de locais que não recebam sistemas públicos de coleta e tratamento de esgotos (TESKE, 2016). De acordo com Sezerino (2006), para dimensionar esse tipo de *wetland*, são utilizadas as equações de primeira ordem de decaimento exponencial.

Essas equações são chamadas de equações diferenciais, ou ferramentas matemáticas, que permitem calcular o comportamento dos sistemas. A modelagem tem como objetivo encontrar a taxa de variação com o tempo das grandezas que

caracterizam o problema. Resolvendo essas equações diferenciais, pode-se extrair informações e prever o comportamento dos sistemas em questão (THOMAS, 2013).

2.4.1. *Wetland* construído de fluxo subsuperficial horizontal – WCH

Segundo Rosa (2014), o modelo *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal não depende de alimentação intermitente e tem custo de operação menor, sendo classificado como o mais simples e de mais fácil adaptação.

Nesse tipo de *wetland*, o efluente a ser tratado é disposto na zona de entrada do leito, geralmente composta por brita de maior diâmetro ou matéria similar, atingindo a zona principal do sistema, por onde irá se deslocar vagarosamente através do meio suporte (substrato), até atingir a extremidade oposta do sistema, denominada zona de saída (Figura 1). O escoamento predominante do efluente ocorre de forma horizontal, ao longo da seção longitudinal e o nível do efluente fica abaixo do nível superior do material filtrante (SPERLING e SEZERINO, 2018).

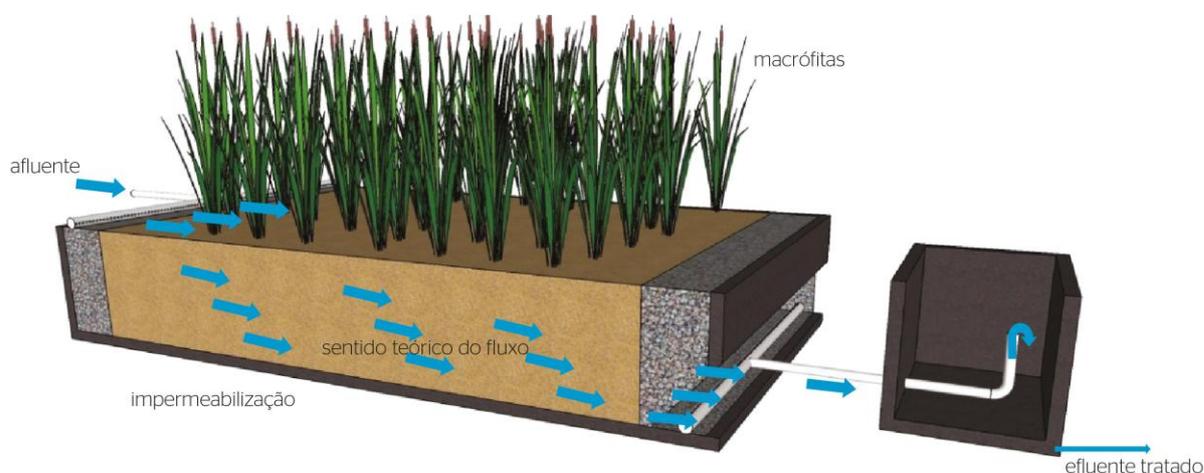


Figura 1: Representação de *wetland* construído de escoamento subsuperficial de fluxo horizontal.
Fonte: Sezerino *et al.* (2015).

De acordo com Matos e Matos (2017), as espécies vegetais utilizadas no sistema horizontal subsuperficial são caracterizadas por estarem enraizadas num substrato saturado e a parte aérea livre onde é realizada a fotossíntese. As espécies mais utilizadas são junco, taboa, navalha de mico e cebolinha d'água.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa se enquadra, conforme explicado por Severino (2014), como um estudo de caso de caráter quantitativo. O estudo de caso é um tipo de pesquisa concentrada no estudo de um caso em particular, que pode ser considerado para representar um conjunto de casos análogos que são, por ele, significativamente representativos. Segundo Richardson (1999), a pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação na coleta de informações e, ou, no tratamento dessas informações, por meio de métodos que podem ser simples, como média, percentual, ou mais complexos, como análise de regressão, coeficientes de correlação, entre outros.

O sistema *wetland* foi dimensionado para as instalações de uma ordenha mecânica de um sítio hipotético localizado na Zona da Mata Mineira com 40 vacas em lactação. A retirada do leite ocorre duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde. O efluente é gerado pela lavagem dos equipamentos da ordenha mecânica e do local de ordenha. As águas residuais provenientes da atividade são captadas por um ralo e seguem por uma tubulação, sendo dispensadas sem nenhum tratamento prévio, situação esta comum na região de estudo. Segundo Nogueira e Maia (s.d.), a quantidade de efluente gerado é estimada pela quantidade de água utilizada na limpeza interna do maquinário, fixada em 200 L/dia, somada a quantidade gasta na limpeza externa da sala de ordenha, das paredes e piso da sala, aproximadamente 50 L/dia, ou seja, 250 L/dia por retirada do leite, resultando em 500 L/dia.

O tratamento do esgoto por meio de *wetland* proveniente da sala de ordenha será antecedido por tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, destinados ao tratamento primário e secundário do esgoto, como proposto por Rosa (2014) e Teske (2016).

Na Figura 2, apresenta-se o esquema proposto para o tratamento de esgoto.

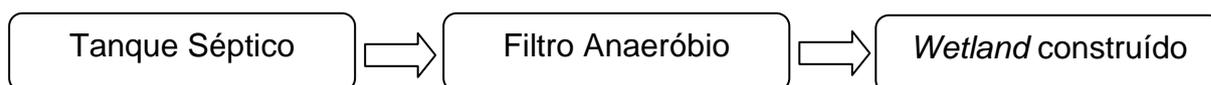


Figura 2: Esquema do tratamento de esgoto.
Fonte: Adaptado de Rosa (2014).

As equações utilizadas no dimensionamento estão listadas a seguir, considerando o modelo utilizado por Rosa (2014).

O projeto e o dimensionamento do sistema de tanque séptico se baseiam nos critérios estabelecidos pela Norma Regulamentadora Brasileira NBR 7229 (1993) – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

O dimensionamento inicia-se pelo tanque séptico, dado pela Equação 1:

$$V = 1000 + N (C \times T + K \times L_f) \quad (1)$$

Sendo:

V – Volume útil (L);

N – Número de contribuintes;

C – Contribuição (litro/contribuinte.dia);

T – Período de detenção (dia);

K – Taxa de acumulação de lodo digerido em dias equivalente ao tempo de lodo fresco;

L_f – Contribuição de lodo fresco (litro/contribuinte.dia).

Nas Equações 2, 3 e 4, são determinadas as dimensões do tanque séptico:

$$V = W \times h \times L \quad (2)$$

$$V = W \times h \times 2W \quad (3)$$

$$V = h \times 2W^2 \quad (4)$$

Sendo:

V – Volume do tanque (m³);

W – Largura interna total (m);

L – Comprimento interno total (m);

h – Altura do tanque (m).

A partir da Equação 5, foi realizado o dimensionamento do filtro anaeróbio, determinando-se o volume útil do filtro, realizado de acordo com a NBR 13969 (1997):

$$V_u = 1,6 \times N \times C \times T \quad (5)$$

Sendo:

Vu – Volume útil (litros);

N – Número de contribuintes;

C – Concentração de despejos (litro/contribuinte.dia);

T – Tempo de detenção hidráulica (dias).

Utilizando a Equação 6, obtém-se a altura do filtro anaeróbio:

$$H = h + h_1 + h_2 \quad (6)$$

Sendo:

H – Altura interna do filtro (m);

h – Altura total do leito filtrante (m);

h₁ – Altura da calha coletora (m);

h₂ – Altura sobressalente (m).

Através da Equação 7, a área do filtro é determinada:

$$A = V / h \quad (7)$$

Sendo:

A – Área da seção do filtro (m²);

V – Volume útil do leito filtrante (m³);

h – Altura fixada do leito filtrante (m);

Como a seção do filtro é circular, o diâmetro do filtro pode ser obtido a partir da Equação 8:

$$D = \sqrt{[(4 \times A) / \pi]} \quad (8)$$

Sendo:

D – Diâmetro do filtro (m);

A – Área da seção do filtro (m²);

O dimensionamento do *wetland* se inicia a partir da Equação 9, que considera o modelo de cinética de primeira ordem:

$$A = Q \times (\ln C_o - \ln C_e) / (K_T \times p \times n) \quad (9)$$

Em que:

A – Área superficial do *wetland* (m²);

Q – Vazão afluente (m³/dia), calculada pela Equação 10;

Co – Concentração afluente em termos da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg/L);

Ce – Concentração efluente em termos da DBO (mg/L);

p – Profundidade média do filtro (m);

n – Porosidade do material filtrante (adimensional);

K_T – Constante de reação de cinética de primeira ordem (d⁻¹), calculada pela Equação 11.

$$Q = (P \times C / 1000) \quad (10)$$

Em que:

P – Número de contribuintes;

C – Contribuição (litro/contribuinte.dia).

$$K_T = K_{20} \times (1,06)^{T-20} \quad (11)$$

Em que:

K₂₀ – Constante de reação a 20 °C;

T – Temperatura crítica.

Segundo Reis, Serbent e Rodrigues (2015), a maior parte da bibliografia disponível utiliza uma relação entre comprimento e largura de 2:1 para determinar as dimensões dos canteiros de *wetlands*. Sendo assim, por meio da Equação 12, obtém-se o comprimento do sistema a partir da área total determinada na Equação 9.

$$AT = 2b \times b \quad (12)$$

Em que:

AT – Área total (m²);

2b – Comprimento (m);

b – Largura (m).

Através da Equação 13, obtém-se o tempo de detenção hidráulico, de acordo com Sezerino (2015):

$$T_d = (n \times V) / Q \quad (13)$$

Em que:

T_d – Tempo de detenção hidráulico (dias);

n – Porosidade;

V – Volume do leito filtrante (m^3);

Q – Vazão a ser tratada (m^3 /dia).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o dimensionamento do *wetland* no presente trabalho, levou-se em consideração uma instalação de ordenha com capacidade para 40 animais, com duas ordenhas por dia e um volume de resíduos de aproximadamente 12 L por vaca ao dia. Para tal levantamento, considerou-se que seriam lavados a ordenha mecânica, o piso e as paredes da sala de ordenha. Tal valor está de acordo com o trabalho de Nogueira e Maia, (s.d.), que analisaram um sala de ordenha para 44 animais, gerando um volume de 250 L de dejetos por lavagem, com duas lavagens ao dia, tendo-se, assim, o volume de 500 L de dejetos ao dia.

Para o dimensionamento do volume do tanque séptico, para contribuição diária de esgoto, foi considerado o valor discutido acima de 12 L/animal/dia.

Conforme Tabela A (Anexo I), adaptada da NBR 13969 (1997), obteve-se um valor para o período de detenção igual a 1,0 dia, encontrado em função do volume a ser tratado. A taxa de acumulação de lodo digerido de 145 dias, de acordo com a Tabela B (Anexo I), considerando a temperatura do mês mais frio igual a 15 °C e o intervalo de limpeza adotado de três anos (Anexo I).

Determinados os parâmetros de cálculo, o volume útil do tanque séptico é encontrado pela Equação 1:

$$V = 1000 + 40 \times (12 \times 1,0 + 145 \times 1) \quad (1)$$

$$V = 7,28 \text{ m}^3$$

A altura útil do tanque séptico é limitada pela NBR 13969 (1997) em 1,5 m. A largura interna total nas proporções 2:1 pode ser determinada a partir das Equações 2, 3 e 4:

$$7,28 = 1,5 \times 2W^2 \quad (3)(4)$$

$$W = 2,23 \text{ m}$$

$$L = 7,28 / (1,5 \times 2,23) \quad (2)$$

$$L = 2,17 \text{ m}$$

Por meio da Equação 5, inicia-se o dimensionamento do filtro anaeróbio, no qual se obtém o volume do leito filtrante, considerando o tempo de detenção hidráulica de 1,0 dia, estabelecido de acordo com a temperatura média do mês mais frio (Tabela C – Anexo I).

Foi adotada a temperatura de 15 °C, a partir dos dados disponibilizados pelo INMET (2017) nas estações meteorológicas de Viçosa-MG e Caparaó-MG. A estação meteorológica de Viçosa está na altitude igual a 689,73 m e registrou média de 16 °C no mês de julho, no período entre 1961 a 2009; já a de Caparaó, que está a uma altitude de 843,18 m, também registrou média de 16 °C no mês de julho, no período entre 1961 a 2009. Estipulou-se a temperatura média de 15°C, por ser um valor intermediário.

Assim, o volume do filtro é:

$$V_u = 1,6 \times 40 \times 12 \times 1,0 \quad (5)$$

$$V_u = 0,768 \text{ m}^3$$

A NBR 13969 (1997) limita a altura do leito filtrante (h) a 1,20 m e a altura do fundo falso de 0,60 m. A altura da calha coletora (h1) e a altura do vão livre (h2) são fixadas, respectivamente, em 0,10 e 0,20 m, de acordo com a NBR 13969 (1997). Conforme a Equação 6, a altura total do filtro pode ser determinada em:

$$H = 1,2 + 0,1 + 0,2 \quad (6)$$

$$H = 1,5 \text{ m}$$

Com a altura do leito filtrante fixada em 0,60 m, a área da seção do filtro, de acordo com a Equação 7, será:

$$A = 0,768 / 0,6 \quad (7)$$

$$A = 0,512 \text{ m}^2$$

Através da Equação 8, determina-se o diâmetro do filtro anaeróbio, considerando que seja de seção circular:

$$D = \sqrt{[(4 \times 0,512) / \pi]} \quad (8)$$

$$D = 0,81 \text{ m}$$

De acordo com a NBR 13969 (1997), há uma perda de carga em média 0,10 m entre o tanque séptico e o filtro anaeróbio. A norma prevê a distribuição de tubos verticais com bocais perpendiculares ao fundo plano, com uma distância de, no máximo, 0,30 m². Cada bocal deve atingir, no máximo, três metros quadrados.

Para obtenção da área total requerida do sistema *wetland* para o tratamento da vazão encontrada, primeiramente, é necessário calcular a vazão afluyente e, em seguida, a constante de reação cinética de primeira ordem (K_T), que depende do valor constante para a temperatura adotada em 20 °C (K_{20}). De acordo com Rosa (2014), K_{20} é igual a 0,80 e da temperatura crítica do local a ser instalado o sistema, já discutida, com valor igual a 15 °C.

De acordo com a equação 10, tem-se:

$$Q = (40 \times 12) / 1000 \quad (10)$$

$$Q = 0,48 \text{ m}^3$$

A constante de reação cinética é dada pela Equação 11:

$$K_T = 0,8 \times (1,06)^{15-20} \quad (11)$$

$$K_T = 0,6$$

Nogueira e Maia (s.d.) relataram que a concentração afluyente em termos de D.B.O. é de 433,5 mg/L, considerando uma remoção de 60% nas etapas de tratamento primário e secundário e a concentração efluente em termos de D.B.O. de 164,5 mg/L (Tabela D). Para o material filtrante, será utilizada areia grossa, com porosidade de 0,40. A área do *wetland* é obtida por meio da Equação 9:

$$A = [0,48 (\ln 433,5 - \ln 164,5)] / (0,6 \times 0,5 \times 0,4) \quad (9)$$

$$A = 3,88 \text{ m}^2$$

As dimensões do sistema serão calculadas por meio da Equação 13:

$$3,88 = 2b \times b \quad (13)$$

$$b = 1,39\text{m}$$

$$b \cong 1,40\text{m}$$

Se para a menor dimensão tem-se 1,40 m, utilizando a proporção 2:1, haverá uma segunda dimensão com o dobro de tamanho, com valor igual a 2,8 m, resultando em um sistema de dimensões (1,40 x 2,80 m).

Considerando os resultados obtidos anteriormente, sendo 2,80 m para o comprimento, 1,40 m para a largura e 0,50 m para a profundidade do leito filtrante adotada, segundo Rosa (2015), o sistema *wetland* terá um volume de 1,96 m³.

Com o volume do leito filtrante encontrado, o tempo de detenção pode ser verificado utilizando-se a Equação 14.

$$T_d = (0,40 \times 1,96) / 0,48 \quad (14)$$

$$T_d = 1,63 \text{ dias}$$

Segundo Sezerino (2015), a faixa de valores para o tempo de detenção hidráulico varia de 0,5 a 12,3 dias. Poças (2015) relata que, dos cinco trabalhos analisados em sua pesquisa, o tempo de detenção hidráulica variou de um a cinco dias. No trabalho realizado por Almeida (2016), no município de Seropédica no Rio de Janeiro, o mesmo autor encontrou o valor do tempo de detenção hidráulico do sistema igual a 1,72 dias, valor aproximado ao encontrado acima.

O tempo de detenção do tanque séptico e do filtro anaeróbio foi encontrado utilizando tabelas disponibilizadas pela ABNT. O valor encontrado para o tempo de detenção do tanque séptico é de 1,0 dia, de acordo com a NBR 7229 (1993). E, de acordo com a NBR 13969 (1997), o período de detenção do filtro anaeróbio é de 1,0 dia.

Dados da pesquisa de PROSAB (2009) comprovam a eficiência do *wetland* como tratamento terciário de esgoto, garantindo ser este sistema o mais indicado para efluentes provenientes de tanques sépticos e reatores anaeróbios. Isso foi comprovado também por Philippi e Sezerino (2004), quando constataram uma eficiência de 92% de remoção de ortofosfato em um sistema *wetland* precedido por tanque séptico.

A macrófita utilizada neste sistema será a Taboa (*Typha* ssp.) que, segundo Sezerino *et al.* (2015), é a principal macrófita utilizada em uma análise de 42 publicações entre os anos 1998 e 2011.

Para o projeto, considerando o modelo proposto por Rosa (2014), as camadas de pedrisco e de areia com porosidade de 0,40 serão dispostas horizontalmente com uma profundidade de 0,50 m. Um valor intermediário ao citado por Kletecke (2011), que relata que a profundidade do substrato de *wetlands* construído deve estar entre 10 e 100 cm. A impermeabilização do sistema será realizada com a utilização de mantas de geomembrana.

Costa e Grosso (2015) afirmam que, muitas vezes, esse efluente gerado na bovinocultura leiteira não recebe o tratamento adequado, causando uma grande deterioração da qualidade ambiental. O destino do efluente, quando não é devidamente tratado, normalmente são os solos e os rios, causando erosão do solo, contaminação de rios e lençóis, o que provoca a mortalidade da fauna e flora aquática, prejudicando também o abastecimento de água da população.

Essa situação se torna mais agravante em áreas relativamente pequenas, como é o caso da sala de ordenha, onde o espaço é reduzido e recebe um grande fluxo de bovinos, e como consequência a geração de efluentes. Torna-se necessária a adoção de tecnologias para o devido tratamento de efluentes de origem bovina, pois, atualmente, existe o grande desafio do equilíbrio da produção em massa e sustentabilidade ambiental (PELISSARI, 2013).

Segundo Silva e Roston (2010), a produção de resíduos orgânicos gerados no confinamento de vacas leiteiras varia de 9% a 12% do peso vivo do rebanho por dia, e depende também do volume de água gasto na limpeza e desinfecção das instalações e equipamentos da unidade de produção.

Sperling (1998) afirma que esses resíduos orgânicos, quando lançados em corpos hídricos sem o devido tratamento, provocam alterações físicas e químicas nos mananciais, além de oferecer risco à saúde pública e ao abastecimento, porque podem estar presentes na água potável patógenos e, ou, elementos tóxicos. Outra consequência grave é a maior demanda de oxigênio para estabilização da matéria orgânica, que ocasiona a formação de sais minerais, como o nitrogênio e fósforo, cuja presença leva a um grande aumento na taxa de desenvolvimento de algas e, conseqüentemente, eutrofização dos rios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados encontrados na literatura, ficou comprovada a eficiência dos *wetlands* para o tratamento de esgoto, principalmente como fonte secundária ou terciária. Constitui uma forma de tratamento utilizada, primordialmente, para pequenas unidades, descentralizadas e sem acesso ao tratamento público de esgoto.

Existe uma grande discrepância entre os parâmetros de projeto dos *wetlands* construídos e até mesmo das formas de escoamento em que são dispostos. Uma explicação seria o fato de que não existe normatização para a construção deste sistema e muitos deles são construídos como unidades experimentais.

A taxa de detenção hidráulica encontrada nos cálculos de 1,63 dias está dentro da média encontrada na bibliografia e apresenta-se como um resultado satisfatório.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969: **Tanques Sépticos** – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. 1997.

ALMEIDA, G. V. **Tratamento de água residuária de bovinocultura de leite utilizando leitões cultivados**. 80 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro. 2016.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama das Águas**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo> > Acesso em 23 jun 2019.

BRASIL. **Atlas do Saneamento** – 2011. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm> Acesso em: 24 jun 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2017. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p. : il.

BRASIL, M. S.; MATOS, A. T. Avaliação de aspectos hidráulicos e hidrológicos de sistemas alagados construídos de fluxo subsuperficial. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.13, p.323-328, 2008.

COSTA, E. A. D.; GROSSO, L. G. **Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura leiteira**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015. 72 f.

DECEZARO, S. T. **Tratamento de águas residuárias de bovinocultura de leite no Brasil – situação atual e possibilidades.** Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Santa Maria. 2013. 89 f.

EMBRAPA. **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa:** cartilhas adaptadas ao letramento do produtor / Marcelo Henrique Otenio ... [et al.]. -Brasília, DF : Embrapa, 2014.

FAGUNDES, R. M.; SCHERER, M. J. Sistema alternativo para o tratamento local dos afluentes sanitários. **Disc. Scientia.** Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 10, n. 1, p. 53-65, 2009.

FERREIRA, M. M.; SARON, A. Estudo da Eficiência do Tratamento de Esgoto Doméstico por Sistema de Wetland de Fluxo Vertical Descendente para ser Aplicado em Comunidades Isoladas Estação de Tratamento em Escala de Laboratório. **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade.** Seção, v. 8, n.1, 2013.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Períodos de Maiores e Menores Temperaturas e Pluviosidades Climatológicas.** 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>> Acesso em 30 set 2019.

JESUS, F. L. F. **Desempenho e influência dos capins tifton 85 (*Cynodon sp.*) e vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) no tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos.** Tese de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa. 2016. 113 f.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 5 ed. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2009.

KLETECKE, R. M. **Remoção/exportação de nutrientes de esgoto doméstico utilizando plantas ornamentais: *Hedychium coronarium*, *Heliconia psittacorum*, *Cyperus alternifolius* e *Colocasia esculenta*.** 2011. 338 f. Tese de Doutorado. Concentração de Água e Solo – Engenharia Agrícola, UNICAMP.

MATOS, A. T.; MATOS, M. P. **Disposição de Águas Residuárias no Solo e em Sistemas Alagados Construídos.** Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2017.

MATTOS, T. T. de; LUCRÉCIO, V. N. **Avaliação do Comportamento Hidrodinâmico de um Wetland Construído de Fluxo Horizontal.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012. 76 f.

MELLO, D. de. **Avaliação do uso de sistemas de wetlands construídas no tratamento dos esgotos sanitários.** Dissertação de Mestrado. Ciência e Tecnologia Ambiental – Tecnologias e Processos Ambientais, Universidade Tecnológica. 2016. 165 f.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Água.** s.d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua.html>> Acessado em 24 de junho de 2019.

MONTEIRO, R. C. M. **Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo “wetlands”, para tratamento de água cinza visando o reuso não potável.** 2009. 84 f. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil, Universidade de São Paulo.

NOGUEIRA, J. S.; MAIA, C. H. **Tratamento de efluente gerado pela atividade leiteira na operação de uma ordenha mecânica.** Faculdade de Engenharia Ambiental, UNIRV, Rio Verde. s.d.

PHILIPPI, L. S. e SEZERINO, H. P. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias:** utilização de filtros plantados com macrófitas. 1 ed. Florianópolis/SC. Ed. do Autor 2004. 144p.

POÇAS, C. **Utilização da Tecnologia de Wetland para tratamento terciário:** controle de nutrientes. 2015. 109 f. Dissertação de Pós-graduação, Ambiente, Saúde e Sustentabilidade. Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo.

PROSAB - Programa De Pesquisa Em Saneamento Básico. **Nutrientes de esgoto sanitário:** utilização e remoção. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_2.pdf> Acesso em 10 nov 2019.

REIS, A.; SERBENT, M. P.; RODRIGUES, E. B. Proposta de utilização de *Wetlands* construído para o tratamento de efluentes da Floresta Nacional de Ibirama/SC. **2º Simpósio Brasileiro sobre wetlands construídos** – UTFPR, Curitiba. 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSA, C. D. **Projeto e dimensionamento de um sistema wetland construído em residência unifamiliar no município de Chapecó – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharel em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul. 2014. 24 f.

SEZERINO, P. H. **Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (Constructed Wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima sub tropical.** Tese de Pós-Graduação – Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. 2006. 171 f.

SEZERINO, P. H. *et al.* Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental.** Santa Catarina, v. 20, n. 1, p. 151-158. Jan/mar. 2015.

SILVA, M. E.; ROSTON, M. D. Tratamento de fluentes de Sala de Ordenha de Bovinocultura: lagoas de estabilização seguida de leitões cultivados. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 67-73, Jan./Fev, 2010.

SILVA, S. C. **“Wetlands construídos” de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos.** Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 2007. 238 f.

SPERLING, M. V.; SEZERINO, P. H. **Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil**. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 23590548. Disponível em: <<http://gesad.ufsc.br/boletins/>>. Acesso em 20 jun 2019.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgoto: Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. 4 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2014.

SPERLING, M. **Tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria**. Brasília: ABEAS; Viçosa: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1998. 88 p.

TESKE, F. F. **Construção de um Wetland Híbrido para polimento de efluente doméstico**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016. 112 f.

THOMAS, L. R. **O uso de equações diferenciais na modelagem de sistemas naturais e outros**. Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Ciências Naturais, Universidade de Brasília. 2013. 84 f.

TONETTI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; STEFANUTTI, R.; FIGUEIREDO, R. F.; SÃO PEDRO, C. C. O. **Tratamento de esgotos de pequenas comunidades pelo método de escoamento superficial do solo**. Teoria e pratica na Engenharia Civil, n. 13, p. 69-79. maio, 2009.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. 2008. 189 f.

ANEXOS

ANEXO I – Tabelas utilizadas no dimensionamento

Tabela A – Período de detenção dos despejos por faixa de contribuição diária

Contribuição Diária (L)	Tempo de Detenção (dias)
Até 1500	1,00
De 15001 a 3000	0,92
De 3001 a 4500	0,83
De 4501 a 6000	0,75
De 6001 a 7500	0,67
De 7501 a 9000	0,58
Mais que 9000	0,50

Fonte: Adaptado da NBR 13969 (1999).

Tabela B – Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t) °C		
	T ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	T ≥ 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: Adaptado da NBR 13969 (1997).

Tabela C – Tempo de detenção hidráulica em esgotos (T) por faixa de vazão e temperatura do esgoto (em dias).

Vazão (L/dia)	Temperatura média do mês mais frio		
	Abaixo de 15 °C	Entre 15 °C e 25 °C	Maior que 25 °C
Até 1500	1,17	1,00	0,92
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67
De 6001 a 7500	0,83	0,67	0,58
De 7501 a 9000	0,75	0,58	0,50
Acima de 9000	0,75	0,50	0,50

Fonte: Adaptado da NBR 13969 (1997).

Tabela D - Eficiência no tratamento do efluente de bovinocultura leiteira: valores de partida

Parâmetros	Efluente Bruto	Efluente Tratado	Remoção (%)
Ph	2,8	8,0	NA*
Temperatura (°C)	25,0	25,0	NA*
Nitrogênio total (mg/L)	32,5	0,66	97,97
Óleos e graxas (mg óleos e graxas/L)	61,6	22,67	63,20
Surfactantes (mg/L)	0,17	-	-
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	433,5	164,5	62,05
Demanda química de oxigênio (DQO) (mgO ₂ /L)	582,0	555,5	4,55
Fósforo total (mgP/L)	6,8	20,5	NR**
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	726,0	522,0	28,09
Sólidos sedimentáveis (ml/L)	< 0,1	0,7	NR**
Sólidos suspensos totais (mg/L)	208,0	62,0	70,19
Sólidos totais (mg/L)	934,0	584,0	37,47
Turbidez (NTU)	287,0	-	-
Oxigênio dissolvido (mg O ₂ /L)	6,18	2,87	53,56

Fonte: Adaptada de Nogueira e Maia (s.d.)

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CONDUÇÃO DA CULTURA DO TOMATE NA SUA PRODUÇÃO

Acadêmicos: Thales José de Andrade e Marcos Vinícius Oliveira e Silva

Orientador: D Sc. Carla da Silva Dias

128

RESUMO

O Brasil é o oitavo maior produtor de tomate no *ranking* mundial, gerando um impacto de mais de 16% no PIB da agricultura brasileira. Para sua produção, são utilizados vários sistemas de tutoramento e de condução, entre eles destaca-se, no presente trabalho, o sistema de tutoramento por fitilho e condução por única haste e por haste dupla. O raleamento dos frutos é visto como uma técnica em que se retiram frutos com menor vigor, atacados por doenças e pragas com a finalidade de propiciar maior desenvolvimento aos demais frutos da planta. Observou-se a influência dos sistemas de condução por uma e duas hastes, com ou sem a técnica de raleamento, quanto à produção final por planta, peso médio dos frutos produzidos, número médio de frutos e classificação de comércio. Os tratamentos usados foram: T1 – duas hastes sem raleamento de frutos, T2 – duas hastes com raleamento de frutos, T3 – uma haste sem raleamento de frutos e T4 – uma haste com raleamento de frutos. Houve uma correlação entre o número de frutos produzidos e a produção por planta. O peso médio do fruto foi menor na condução por duas hastes, o que diferiu do número médio de frutos que foi superior na condução por duas hastes. Tratamentos com duas hastes foram inferiores aos tratamentos com uma haste, quando se avalia a porcentagem de frutos grandes e pequenos. A melhor forma de produzir tomate de acordo com o presente trabalho foi a condução por duas hastes sem raleio de frutos, pois assim seria possível conseguir maior produtividade e maior retorno financeiro ao produtor por área.

PALAVRAS-CHAVE: Fitilho; Raleamento; Produção; Rentabilidade; Hastes.

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) representa no cenário mundial um enorme papel econômico, sendo uma das mais importantes hortaliças cultivadas. O Brasil é responsável por uma produção anual em torno de 4,1 milhões de toneladas, cultivados em pouco mais de 85 mil hectares, sendo os frutos destinados tanto para o consumo *in natura* quanto para derivados. Em 2017, o tomate de mesa teve uma produção anual de 683.831 toneladas em uma área de 9.247 hectares, produtividade de 74 toneladas por hectare (CAMARGO e CAMARGO, 2017).

Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas de Hortaliças (ABCSEM), a produção de tomate fresco gera um impacto na economia

atual do Brasil de quase R\$10 bilhões no mercado de varejo e uma massa salarial superior a R\$400 milhões no campo (ABCSEM, 2016).

O fruto é cultivado em inúmeras regiões, nas mais diferentes latitudes geográficas, sendo a segunda hortaliça mais produzida no mundo. Dos países que se destacam como maiores produtores, citam-se a China, a Índia e os Estados Unidos, ficando o Brasil em nono lugar (FAO, 2014).

Das áreas nacionais produtoras, Goiás possui a maior produtividade entre os estados cujas condições de clima, de solo e de topografia favorecem melhor o cultivo (SILVA-JUNIOR *et al.*, 2015).

O Sudeste do Brasil é considerado o maior produtor do tomate de mesa e tem participação em 38,7% da produção nacional, sendo São Paulo o maior produtor com 19,8% e Minas Gerais em segundo lugar, com 12,6%. A área plantada em 2018 era de 23.505 ha em todo o Sudeste, tendo o estado mineiro 7.259 ha cultivados (IBGE, 2019).

O tomate mais produzido no país é o de crescimento indeterminado, de cultura rasteira, com custo de produção mais baixo e menor exigência em tratamentos culturais. Como são plantios mecanizados na maioria das vezes exigem uma cultivar com maior resistência dos frutos a choques mecânicos (tanto na colheita quanto no transporte a granel), maior uniformidade, coloração vermelha mais intensa, entre outras características. Todo esse processo influencia diretamente no produto final, pois a indústria depende da qualidade da matéria-prima adquirida (SCHWARZ *et al.*, 2013).

O setor privado é o responsável pelo maior investimento em melhoramento genético do tomateiro no país, que vem sendo trabalhado desde a década de 70, quando foram introduzidas novas cultivares que exigiram acompanhamento de um técnico no campo (BOITEUX *et al.*, 2012).

A introdução dos híbridos torna-se indispensável, tendo em conta a diferença brasileira com a região de origem do tomate, pois dessa forma proporciona novas opções ao produtor que sejam tolerantes a doenças e pragas, além de possuir melhor adaptação no campo (LUZ *et al.*, 2016).

De todas as hortaliças, o tomate requer maiores gastos com insumos e mão de obra, sendo indispensável a adoção de manejos com menor valor no setor produtivo (KIELING *et al.*, 2009). Dentre os manejos mais comumente utilizados,

destacam-se as alterações no sistema de condução da planta, raleamento de frutos e podas que modificam a relação fonte dreno da planta, possibilitando um aumento da massa e tamanho médio dos frutos (SHIRAHIGE *et al.*, 2010).

No presente trabalho, objetivou-se avaliar a influência do método de condução do tomateiro, sendo eles com uma ou duas hastes, sem ou com raleamento de frutos na sua produtividade final, no número de frutos, no seu diâmetro médio e na sua classificação comercial, a fim de apontar qual a melhor forma de condução do mesmo para a região de São Domingos das Dores - MG.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PRODUÇÃO

Em relação ao mercado internacional, o tomate é uma das hortaliças com maior importância econômica, sendo usado na indústria para fabricação de polpas, pastas, extratos e tomate seco (NASCIMENTO *et al.*, 2013). De todo o volume produzido no país, 70% refere-se ao mercado de consumo do fruto in natura, sendo o restante usado como matéria-prima para industrialização. Em cada um dos fins de consumo, há variedades diferentes, tratos culturais e frutos produzidos com qualidades distintas (APOLÍNARIO, SILVA, FERRARI, 2016). Essa gama de utilidades do fruto se deve, principalmente, às suas características organolépticas e ao seu importante valor como alimento funcional, pois o licopeno presente no fruto possui características antioxidantes (SHIRAHIGE *et al.*, 2010).

Em relação à produção do tomate, as temperaturas superiores a 28° C fazem com que os frutos fiquem com coloração amarelada por causa da menor produção de licopeno pela planta e maior concentração de caroteno. Já as temperaturas noturnas, próximas a 32 °C, podem causar abortamento das flores e comprometer o desenvolvimento dos frutos; as temperaturas abaixo de 10 °C e superiores a 40 °C afetam na produção de pólen (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2012).

2.2. TUTORAMENTO VERTICAL COM FITILHO

Consiste em um sistema simples de tutoramento em que a planta é envolta por um fitilho fixado em sua base até atingir à altura do arame preso a mourões de bambu ou madeira a uma altura média de 1,8 m do solo (EMBRAPA, 2015). De modo geral, o tutoramento proporciona frutos de melhor qualidade de forma direta e

indireta, uma vez que assegura maior aeração, diminui a incidência de pragas e doenças e evita frutos deformados por ausência de luminosidade (CLEMENTE *et al.*, 2013).

2.3. CONDUÇÃO DA PLANTA

Existem inúmeras táticas para aumentar a produção do tomate, utilizadas pelos produtores conforme a região de cultivo. Entre essas medidas, citam-se os menores espaçamentos e o maior número de hastes por planta (ALVARENGA, 2013). Com maior frequência, utilizam-se os sistemas de condução com uma ou duas hastes, sendo uma haste o caule principal da planta e a segunda haste um broto lateral posicionado próximo à base da planta. A condução por haste dupla é a mais utilizada no país, uma vez que produtores notaram maior ganho produtivo nas lavouras (EMBRAPA, 2015).

2.4. RALEAMENTO DE FRUTOS

Essa técnica é recomendada para reduzir a competitividade por nutrientes entre os frutos. Assim, dependendo de cada cultivar, deixa-se uma quantidade determinada de frutos em cada cacho, com a finalidade de aumentar o potencial de desenvolvimento dos frutos. O raleio de frutos consta da retirada de frutos mal formados, atacados por pragas e doenças e também da retirada do excesso de frutos. Essa prática é empregada em campos produtivos somente por alguns produtores, não sendo muito difundida (EMBRAPA, 2015).

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na cidade de São Domingos das Dores, interior do Vale do Rio Doce, na propriedade do senhor Fábio Andrade da Cruz, tomaticultor da região, no período de julho a novembro de 2019. O projeto foi realizado em consórcio com uma área produtiva de tomate a campo aberto, onde três mil plantas estavam sendo conduzidas ao manejo do produtor, com 40 plantas em uma mesma linha de plantio. Nesse cenário, empregaram-se os sistemas de condução testados para a realização do presente estudo.

Os tratamentos avaliados durante o trabalho foram em relação à forma de condução do tomateiro, sendo em haste única ou dupla, avaliando também a

condução com e sem raleamento de frutos. Foram utilizados quatro tratamentos, sendo T1 - condução por duas hastes sem raleamento de frutos, T2 - condução por duas hastes com raleamento de frutos; T3 - condução por uma haste sem raleamento de frutos e T4 - condução por uma haste com raleamento de frutos. Foram efetuadas dez repetições para cada tratamento, sendo que cada planta foi avaliada como uma repetição.

Primeiramente, marcou-se a área necessária para o plantio, correspondente a 0,18 ha, onde foi trabalhado com três mil plantas e coleta de amostras do solo para análise. Os resultados foram interpretados e as adubações e correções foram feitas de acordo com o indicado pelo livro de quinta aproximação (RIBEIRO, GUIMARÃES, ALVAREZ, 1999).

O terreno foi preparado com uma aragem e uma gradagem, a fim de eliminar o excesso de torrões do solo. As covas foram feitas com auxílio de um trator com sulcador, deixando as linhas de plantio distanciadas em 1,2 m, com 20 cm de profundidade.

O plantio foi realizado com 50 cm entre plantas, no dia 29 de julho, a partir do transplante de mudas com vinte dias adquiridas no viveiro de mudas na cidade de Caratinga - MG. O uso de mudas tem vantagens como o menor gasto com irrigação e pulverizações no campo, menor gasto de sementes, menor tempo de permanência da planta no campo (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2012). A variedade de tomate utilizada no trabalho foi a Serato, que tem como características frutos de formatos redondos, graúdos e pesados, excelente pegamento no campo, planta de crescimento rápido e indeterminado com cachos definidos e com resistência a nematoides e a algumas doenças (AGRISTAR, 2019).

Antes do transplante das mudas, foram incorporados às covas o corretivo, o fósforo e um substrato comercial nas doses informadas pelo livro de quinta aproximação (RIBEIRO, GUIMARÃES, ALVAREZ, 1999).

O sistema de irrigação usado foi do tipo gotejamento, que apresenta a vantagem de melhor aproveitamento da água, uma vez que a coloca direto na zona radicular da planta. Aos 30 dias do transplante, foi realizada a técnica de amontoa, que ajuda no melhor desenvolvimento radicular e favorece a fixação da planta no campo.

O tutoramento utilizado foi o individual com fitilho, que consiste em uma técnica barata e de fácil manejo, no qual as plantas são conduzidas por uma fita até um arame fixado em mourões de bambu a uma altura média de 1,8 m. Também foram realizados, semanalmente, o controle de brotos, o controle de daninhas entre outras pragas, e o controle de doenças que surgiram no trabalho.

Aos 40 dias, realizou-se o emprego dos tratamentos, sendo selecionadas, em uma mesma linha de plantio, quarenta plantas, de mesma estatura e mesmo vigor. As 20 primeiras foram submetidas à condução em haste dupla e as demais conduções (também 20) com haste única sem casualização dos tratamentos. As desbrotas foram efetivadas com o auxílio de um alicate, sempre protegendo a abertura causada com a aplicação de fungicidas protetores.

As adubações de cobertura foram realizadas através da fertirrigação, que consiste em utilizar do próprio sistema de irrigação para a adubação (BRAGA, 2010). O consórcio entre irrigação por gotejamento e a fertirrigação podem render em até 30% a mais de produtividade do tomate de mesa, se comparado à técnica de aspersão (MAROUELLI e SILVA, 2012).

O raleamento dos frutos variou de acordo com o desenvolvimento das plantas, sendo realizado sempre que apareciam novos cachos e quando seus frutos atingiam um tamanho médio de três centímetros. Foram retirados frutos doentes, frutos atacados por pragas e frutos com má formação. Nos dois tratamentos que receberam o raleamento, foram deixados como número máximo cinco frutos em cada cacho, fazendo a escolha visual dos melhores (SILVA *et al.*, 2012).

A colheita dos frutos foi feita de forma manual, a partir dos 67 dias após o transplante, de acordo com a maturação fisiológica que corresponde à coloração verde com manchas rosadas. Foi realizada às segundas-feiras e às quintas-feiras, durante quatro semanas, sendo que cada planta teve seus frutos separados e analisados individualmente. Durante o cultivo, foram avaliados o peso médio dos frutos, a produtividade média, o diâmetro médio do fruto, o número médio de frutos e a classificação de comércio.

- **Peso médio do fruto:** Por meio de uma balança de precisão, os frutos foram pesados um a um durante a colheita, separando-os pelos seus devidos tratamentos. Ao final do ciclo produtivo, foi somado o total de pesos dos frutos para cada

tratamento e dividido pelo número de frutos produzidos pelo mesmo, obtendo-se, assim, o peso médio de um fruto para cada tratamento.

- **Produção média por planta:** A partir do peso de cada fruto, foi possível calcular o total da produção em quilos de cada tratamento; assim, esse valor foi dividido pelo número de plantas, levando à determinação da produção média por planta.
- **Classificação de comércio:** Todos os frutos durante o processo de colheita foram classificados em pequenos, médios e grandes, considerando o seu diâmetro longitudinal. Essa medição foi realizada com o auxílio de uma fita métrica. Consideraram-se frutos pequenos os que seu diâmetro variava entre 50 a 65 mm, frutos médios entre 65 e 80 mm e os frutos com diâmetro superior a 80 mm considerados frutos grandes (ANDREUCETTI *et al.*, 2004).

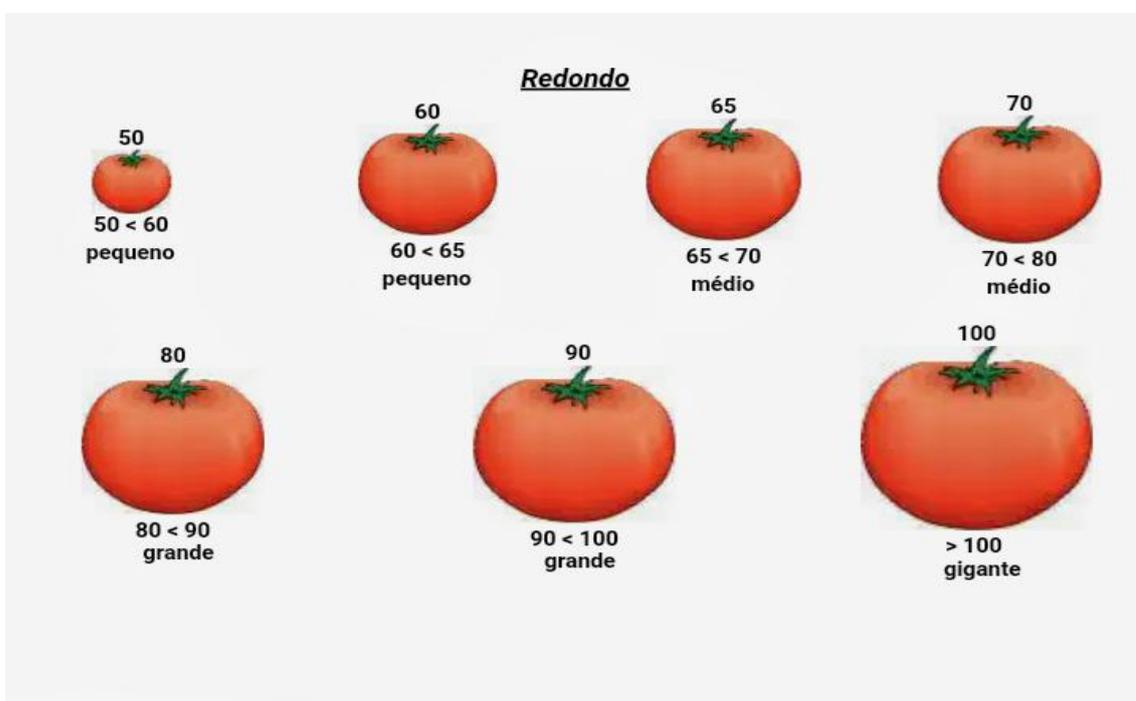


Figura 1. Classificação de frutos de tomate do grupo redondo de acordo com seu diâmetro longitudinal.

Fonte: FAEP (2019).

- **Número médio de frutos por planta:** Os frutos foram contados manualmente a cada colheita e ao final do ciclo produtivo, somados separadamente por tratamento resultando no número total de frutos produzidos em cada tratamento. Dividiu-se o total pelo número de plantas de cada tratamento, com a finalidade de se obter a média de frutos por planta.
- **Rentabilidade média esperada:** Utilizando os valores de mercado do dia 04 de dezembro de 2019, obtidos no site Hortifruti Brasil, foi considerado um plantel de

vinte mil plantas por hectares, com estima do retorno financeiro total que cada tratamento pode oferecer, a fim de avaliar a melhor forma de condução.

Os dados obtidos foram submetidos à uma análise descritiva usando o programa Microsoft Excel 2013, sendo calculados a média e o desvio padrão para cada variável analisada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A condução por haste única proporciona à planta um menor gasto energético e fotossintético, além de favorecer o direcionamento dessa planta à produção de um menor número de frutos, tornando-os maiores e mais pesados.

O raleamento de frutos não interferiu em nenhum dos aspectos avaliados, o que pode ser justificado pela metodologia e variedade utilizada. Levando em conta o custo adicional ao se realizar a técnica de raleamento e a baixa variação de produção observada nos sistemas testados, torna-se inviável esse manejo para o produtor.

O peso médio dos frutos (Figura 2) mostrou diferença quanto aos sistemas de condução, tendo os tratamentos por uma haste produzido frutos de maior peso. Esses resultados diferem dos encontrados por Wamser *et al.* (2007), autores que não observaram variação no peso, independente da forma de condução utilizada.

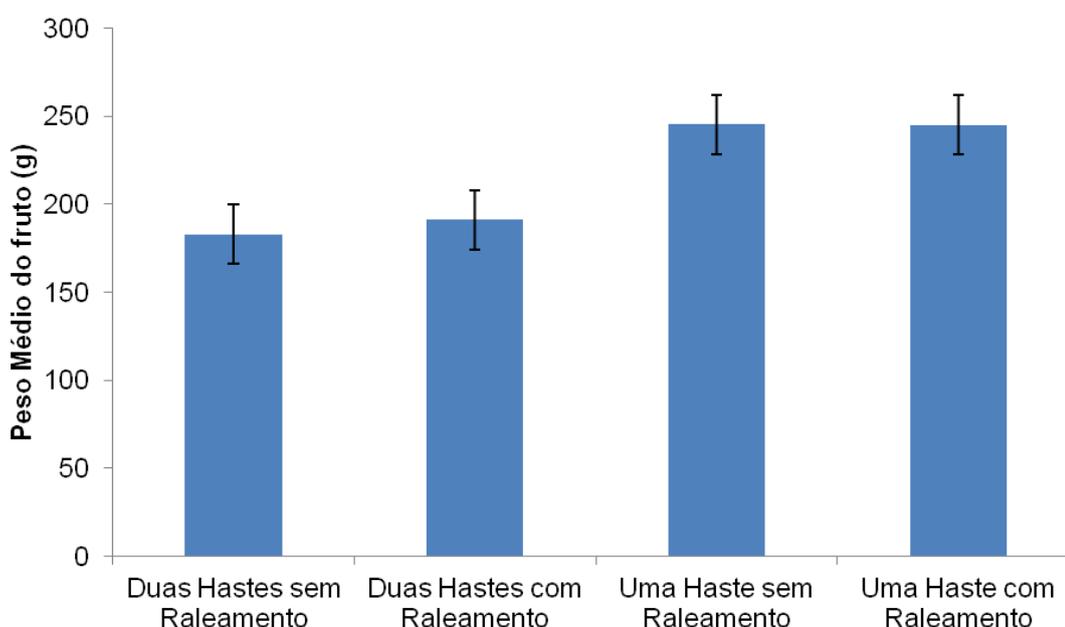


Figura 2. Peso médio obtido de um fruto em função do sistema de condução. Barras representam o desvio padrão.

Fonte: Os autores (2019).

O número de frutos por planta, o peso médio e a produtividade foram afetados pelo número de hastes por planta. Os tratamentos com duas hastes apresentaram número médio de frutos por planta maior (Tabela 1) e menor peso médio que os de haste única. Por outro lado, tiveram uma produtividade média por planta superior. Esse resultado difere do encontrado por Marim *et al.* (2005), apesar de confirmar os dados encontrados por Carvalho e Tessarioli Neto (2005) e também por Heine *et al.* (2015). Os mesmos autores observaram, ainda, que a condução por haste única proporcionou frutos de melhor classificação, resultados esses também encontrados no presente trabalho.

Tabela 1. Número médio de frutos produzidos por planta e produção média por planta em função do sistema de condução

	Número médio de frutos por planta	Produção média por planta (Kg)
Duas hastes sem raleamento	34,30	6,27
Duas hastes com raleamento	35,90	6,83
Uma haste sem raleamento	18,30	4,48
Uma haste com raleamento	20,30	4,97

Fonte: Os autores (2019).

O número de frutos superior nos tratamentos com duas hastes se baseia pelo maior número de racemos florais emitidos pelas plantas, que posteriormente resultariam em um maior número de frutos (HEINE, 2015).

Na tabela acima, demonstra-se que a quantidade de frutos produzidos por planta caiu 45% quando comparados às médias entre duas hastes e uma haste; contudo, a produtividade por planta diminuiu com escala menor, ficando 28% abaixo dos tratamentos com duas hastes. Portanto, mesmo os sistemas de condução por uma haste tendo produzido um menor número de frutos, o peso médio dos mesmos foi superior aos da condução com duas hastes.

Os tratamentos com uso de duas hastes tiveram uma maior produtividade por planta (Tabela 1), sendo que este resultado era esperado por estar relacionado a

uma maior área foliar e maior número de flores, conforme observado por Charlo (2009).

Considerando-se uma relação entre duas variáveis, é possível quantificar a intensidade desse relacionamento por meio da correlação linear. Após a análise, os tratamentos de uma haste e de duas hastes correlacionaram positivamente quando se refere ao número de frutos e de produtividade por planta.

No que diz respeito ao número de frutos e produtividade, nota-se que quanto maior o número de frutos produzidos por uma planta, maior será sua produtividade, uma vez que possuem uma correlação positiva nessas variáveis. Em ambos os tratamentos (com uma haste e duas hastes), foi possível perceber a mesma interação entre as variáveis produção e número de frutos.

- **Classificação pelo diâmetro**

Tabela 2. Total de frutos produzidos por tratamento, número de frutos pequenos, médios e grandes em função do sistema de condução.

Tratamentos	Número total de frutos	Frutos Pequenos	Frutos Médios	Frutos Grandes
Duas hastes sem raleamento	343	67	170	106
Duas hastes com raleamento	359	58	209	92
Uma haste sem raleamento	183	13	88	82
Uma haste com raleamento	203	18	106	79

Fonte: Os autores (2019)

Percebe-se que o número de frutos produzidos em cada tratamento diminuiu de forma drástica ao se utilizar o sistema de condução com uma haste, e tais resultados estão em consonância com os de Heine (2015).

Também foi observada uma diminuição no número de frutos pequenos produzidos quando se utiliza a condução por uma haste, mostrando uma redução de 9,98%. Esses números exercem enorme importância para o produtor, pois no mercado consumidor os frutos grandes têm melhor valor atribuído do que frutos

pequenos (MATOS, SHIRAHIGE, MELO, 2012). Quando se buscam frutos de melhores classificações, a condução por uma haste é a melhor forma, por apresentar maior porcentagem de frutos grandes (FERNANDES, CORÁ, BRAZ, 2007).

Tabela 3. Peso total de frutos pequenos, frutos médios e frutos grandes em quilos em relação ao sistema de condução

Tratamentos	Total de frutos pequenos (Kg)	Total de frutos médios (Kg)	Total de frutos grandes (Kg)	Retorno financeiro por planta (R\$)
Duas hastes sem raleamento	7,97	29,32	25,96	6,22
Duas hastes com raleamento	7,71	34,54	26,38	6,71
Uma haste sem raleamento	1,77	17,68	25,43	4,88
Uma haste com raleamento	2,46	21,09	26,19	5,30

Fonte: Os autores (2019)

Considerados os dados de comércio do fruto de tomate do dia 04 de dezembro de 2019, foram atribuídos os valores de R\$26,00 para frutos grandes, R\$17,00 frutos médios e R\$9,00 para frutos classificados como pequenos (valores relativos a uma caixa com 20 kg do fruto) (HORTIFRUTI BRASIL, 2019). Os ganhos estimados para cada sistema de condução, avaliando-se a média entre os tratamentos com e sem raleamento de frutos, é identificado um retorno financeiro de melhor proporção quando se emprega o sistema de condução por duas hastes. Mesmo os tratamentos com uma haste produzindo uma porcentagem maior de frutos grandes que possuem melhor valor de mercado, o efeito não foi compensatório financeiramente, ficando uma diferença de R\$27.340,00 menos rentáveis que o sistema de condução por duas hastes (Figura 3).

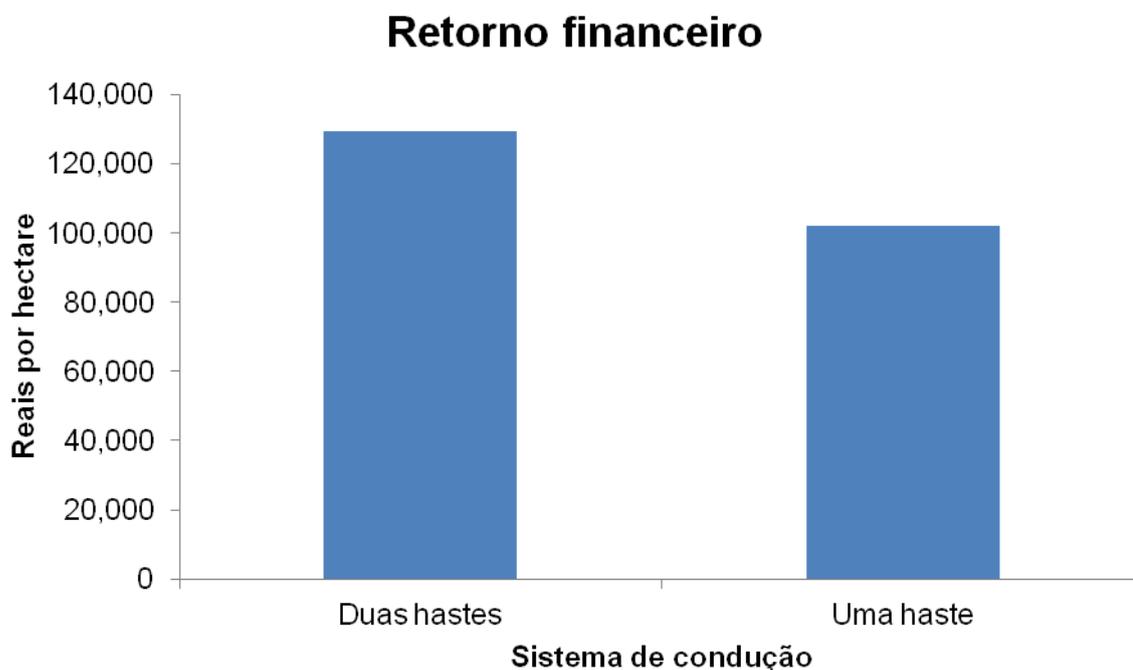


Figura 3. Retorno financeiro em reais em função do sistema de condução.
Fonte: Os autores (2019)

O ganho demonstrado ao se utilizar o sistema de condução com duas hastes é de extrema importância ao produtor, uma vez que o futuro de seu negócio depende de táticas que possibilitem ao mesmo ganhar mais dinheiro a partir do menor investimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que o sistema de condução influencia diretamente no número de frutos, no peso do fruto, na classificação comercial e na produtividade. As variáveis estudadas produtividade por planta e número de frutos tiveram uma correlação positiva para ambas as formas de condução. Os tratamentos com condução por haste única foram superiores na qualidade dos frutos produzidos, oferecendo maior porcentagem de frutos grandes e menor de frutos pequenos se comparados aos tratamentos com duas hastes. Por outro lado, os tratamentos com duas hastes foram superiores nas variáveis número de frutos e produtividade por planta.

Conclui-se que os tratamentos com o raleamento de frutos não são bem aceitos para a variedade de tomate Serato, não sendo recomendados por este trabalho, pois geram maior gasto com mão de obra.

De acordo com o trabalho realizado, tanto em produção quanto em rentabilidade ao produtor, o sistema de condução por duas hastes foi mais bem aceito para se trabalhar na região de São Domingos das Dores - MG, por possibilitar maior ganho produtivo por área e maior lucratividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM, **Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças**. 2016. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/noticias>. Acesso em: 07 de outubro de 2019.

AGENCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO E TECNOLOGIA. 2015. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5eo01xezshcwkfx5.html#>. Acesso em 04 de setembro de 2019.

AGRISTAR DO BRASIL. **Top Seed Premium Tecnologia em Sementes**. 2019. Disponível em: <https://agristar.com.br/topseed-premium/tomate-caqui-ind-hib/serato-f1/3219/>. Acesso em: 10 de dezembro de 2019.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA; 400 p. 2013.

ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; GUTIERREZ, A. S. D.; TAVARES, M. Classificação e padronização dos tomates cv. Carmem e Débora dentro da CEAGESP – SP. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 790-798, set./dez. 2004.

APOLÍNARIO, A. R.; SILVA, M.E.; FERRARI, M. C. Viabilidade de produção de tomate (*Solanumlycopersicum*) safra 2017/2018 em sistema de cultivo protegido de 1000 m². **5ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC** de Botucatu 24 a 27 de Outubro de 2016, Botucatu – São Paulo, Brasil. 2016.

BOITEUX, L. S.; FONSEC, M. E. N.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, FMVT; BOITEUX, LS. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa. p. 31-50. 2012.

BORRA, C. J.; CASTILHO, S. F.; ROBELES, E. P. Efectos Del despunte y ladensidad de poblacion sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersiconesculentum*, Mill), em hidroponía bajo invernadero. **Chapingo**, v. 14, n. 73, p. 26-30, 1991.

BRAGA, G. N. M. Na sala com Gismonti. 2010, 13 de abril. **As vantagens da Fertirrigação**. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/as-vantagens-da-fertirrigacao>. Acesso em : 22 de setembro de 2019.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. **Evolução das Cadeias Produtivas de Tomate Industrial e para Mesa no Brasil**, 1990-2016, Informações Econômicas, São Paulo, v. 47, n. 1, jan./mar., p. 50-60, 2017.

CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 986-989. 2005.

CEASA MG, 2017. Disponível em: <http://www.ceasaminas.com.br/agroqualidadehortalicas.asp>, Acesso em: 13 de novembro de 2019.

CHARLO, H. C. O; SOUZA, S. C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 144-149. 2009.

CLEMENTE, F. T; MENDONÇA, J. L; ALVARENGA, M. A. **Árvore do conhecimento tomate: Tratos culturais**. 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2h9h5i02wx5eo01xezlsevfy08e.html>. Acesso em: 15 novembro de 2019.

EMBRAPA HORTALIÇAS, 2012, Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/plantio.htm. Acesso em: 29 de março de 2019.

FAEP. Federação da Agricultura do Estado do Paraná. 2019. Disponível em: <http://www.faep.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/hortalicas/tomate.htm>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, v.25, p. 275-278. 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Statistical Yearbook**, 2014. ROMA: FAO, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3590e.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2019.

HEINE, A. J. M.; *et al.* Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**; v. 11, n. 1, p. 09, 2015.

HORTIFRUTI BRASIL/ CEPEA. **Tomate, preços e notícias**. Dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/estatistica/tomate.aspx>. Acesso em: 05 de dezembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Estatística da Produção Agrícola Janeiro 2019. Publicado em 12 de fevereiro de 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

KIELING, A. S. *et al.* Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. Sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2207-2209, out, 2009

LUZ, J. M. Q. *et al.* Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 483-490. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160406>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

MARIM, B. G. *et al.* Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 951-955. 2005.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. Circular técnica, Brasília, DF Março, 2012 1ª edição. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/925496/1/1033CT101Prova20120312.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

MATOS, E. S.; SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 240-245. 2012.

NASCIMENTO, A. R. *et al.* Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 628-635. 2013.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5º Aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG – Viçosa, 1999.

SCHWARZ, K. J. T. V *et al.* Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Hort. Bras**, v. 31, n. 3, p. 410-418. 2013.

SHIRAHIGE, F. H. *et al.* Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 292-298. 2010.

SILVA, L. J. *et al.* Basal defoliation and their influence in agronomic and phytopathological traits in tomato plants. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 377-381. 2012.

SILVA-JUNIOR, A. R. *et al.* Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. **Conjuntura Econômica Goiana**, v. 34, p. 97-109. 2015.

WAMSER, A. F. *et al.* Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 238-243. 2007.

MANEJO DE AGROTÓXICOS E SEU IMPACTO SOBRE O PRODUTOR RURAL NOS MUNICÍPIOS DE MATIPÓ - MG E SANTA MARGARIDA - MG

Acadêmica: Cristiane de Araújo Dias

Orientador: D Sc. Carla da Silva Dias

143

RESUMO

O uso de agrotóxicos tem aumentado progressivamente na agricultura, sendo aplicados para o controle de plantas daninhas, patógenos e insetos. Diante disso, no presente estudo, objetivou-se realizar uma pesquisa junto aos produtores da região de Matipó - MG e de Santa Margarida - MG sobre o manejo de agrotóxicos em suas propriedades rurais, a fim de identificar seus conhecimentos sobre o descarte de embalagens e uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI). Para tanto, foi aplicado um questionário com 18 questões de múltipla escolha, relacionadas ao uso de agrotóxicos. A pesquisa foi realizada com 40 produtores rurais durante uma reunião da associação realizada em 2018 e através de visitas técnicas a suas propriedades. Os dados coletados foram transferidos para planilhas do Excel, sendo essas informações colocadas em tabelas e figuras para demonstrar da melhor forma o cenário de uso dos agrotóxicos. As análises dos dados foram realizadas de forma descritiva e expressas em porcentagens. Dessa forma, conclui-se que, para a maioria dos produtores, existe facilidade de acesso aos agrotóxicos na região. Contudo, apesar da região apresentar grande suporte técnico, muitos produtores desconsideram a orientação técnica durante o preparo das doses, aplicação do produto e descarte das embalagens. Por isso, torna-se necessário um serviço de extensão e fiscalização mais atuante nas propriedades rurais.

PALAVRAS-CHAVES: agrotóxicos, intoxicação, produtor rural.

1. INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos tem aumentado progressivamente na agricultura, sendo aplicados para o controle de plantas daninhas, patógenos e insetos (ZAMBOLIM, 2014). Várias formulações com diferentes princípios ativos foram desenvolvidas desde o século passado, tornando-se importantes ferramentas na obtenção de maiores níveis de produtividade (FRANZ, 2009).

Gomes e Leal (2003) informam que estes produtos químicos podem ser úteis em diversas áreas destinadas à produção agrícola, como no armazenamento e beneficiamento de produtos, nas pastagens, na proteção de florestas, entre outros.

Os herbicidas são os produtos químicos mais utilizados atualmente pelos produtores, seguidos pelos inseticidas e fungicidas. Contudo, vale salientar que o incorreto manejo dos agrotóxicos durante as aplicações pode afetar negativamente o

meio ambiente e intoxicar as pessoas que estão em contato direto ou não com os compostos químicos (ZAMBOLIM, 2014).

Para reduzir os danos causados pelos agrotóxicos, a sua aplicação deve ser realizada de maneira correta e criteriosa, sendo de grande importância seguir as orientações técnicas fornecidas pelos produtos. O incorreto uso de agrotóxicos pode não gerar os resultados desejados pelo produtor e ainda comprometer o meio ambiente (LOPES e ALBURQUERQUE, 2018).

O uso desordenado dos agrotóxicos vem ocorrendo nas últimas décadas, e assim, tanto o meio ambiente quanto a saúde humana têm enfrentado sérios riscos. Esses produtos são capazes de se acumularem no ar, na água e no solo, causando danos com o passar do tempo. Além dessas vias, podem ainda ocasionar contaminação nas águas subterrâneas, lagos e rios (SOARES, FARIAS e ROSA, 2017; OLIVEIRA et al., 2018).

A exposição aos agrotóxicos, durante longos períodos, pode causar intoxicações aos trabalhadores, que podem desenvolver câncer, má formação, danos ao sistema nervoso, entre outros prejuízos à saúde (ALVES, 2017).

É válido ressaltar que esses problemas podem ser minimizados quando se realizam práticas como: aplicação de forma correta e criteriosa, uso de produtos registrados e nas doses recomendadas, correta destinação das embalagens e, principalmente, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (SANTOS *et al.*, 2013).

Durante a aplicação de agrotóxicos, deve-se utilizar os EPIs, com a finalidade de evitar a exposição direta do ingrediente ativo com o aplicador, reduzindo ao máximo o risco de contaminação com o produto, além de garantir toda a proteção adequada (ZAMBOLIM, 2014).

Diante do exposto, este trabalho foi realizado junto aos produtores rurais de Matipó - MG e de Santa Margarida – MG, com um objetivo de promover um levantamento sobre o manejo dos agrotóxicos em suas propriedades.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O QUE SÃO AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos são aplicados para combater insetos, plantas daninhas e doenças que prejudicam o desenvolvimento das plantações. Outras denominações são dadas a estes insumos químicos como defensivos agrícolas, pesticidas ou

agroquímicos (PERES e MOREIRA, 2003). Atualmente, os agrotóxicos são importantes ferramentas agrícolas para aumento da produtividade (BOHNER, ARAÚJO e NISHIJIMA, 2013). Desde a sua descoberta, a sua utilização tem sido considerada importante para a agricultura, pois essa ferramenta aumentou significativamente a capacidade produtiva das principais culturas no mundo.

Apesar de importante, a utilização dos agrotóxicos pode prejudicar a integridade dos aplicadores e contaminar o meio ambiente. Por essa razão, os agrotóxicos devem ser utilizados somente quando a aplicação for acompanhada por um engenheiro agrônomo ou responsável técnico (SCHEID, 2016). Existem diversos tipos de agrotóxicos, sendo um número de 382 tipos (JUDAI, 2013); os mais utilizados são os herbicidas (48%), inseticidas (25%) e fungicidas (25%) (TAVELLA *et al.*, 2011). No Brasil, os agrotóxicos são definidos quanto ao mecanismo de ação no alvo biológico, sendo mais utilizados contra plantas daninhas, doenças e pragas (TAVELLA *et al.*, 2011).

Como já mencionado anteriormente, os herbicidas são altamente tóxicos e causam problemas graves aos tecidos do organismo, e sua contaminação pode ser por ingestão ou inalação, levando inclusive a morte (ALVARENGA, QUEIROZ e NADAE, 2016).

Nas plantas, o produto atua em nível celular, apresentando clorose foliar e crescimento inibido. Um dos mais usados são os chamados atrazinas, representante do grupo das triazinas (VASCONCELOS, 2007 e OLIVEIRA, 2017), muito usado na plantação de milho, cana-de-açúcar, sorgo e pinus, para o controle de plantas daninhas (COUTINHO *et al.*, 2005).

Os inseticidas são utilizados contra pragas que prejudicam as plantações. Um exemplo é o Fipronil, que combate insetos como pulgas, baratas e formigas (IGNACIO, 2018). O Fipronil atua no sistema nervoso central e causa a morte do inseto (OLIVEIRA, 2017). Esse produto é aplicado em plantações de batata, cana-de-açúcar, algodão, arroz, milho, soja, cevada, feijão, podendo também ser colocado na água para a irrigação de arroz (COUTINHO *et al.*, 2005).

Os fungicidas são produtos utilizados contra fungos que prejudicam o desenvolvimento das plantas. Macedo (2012) explica que os fungos são responsáveis por grandes perdas econômicas na agricultura, e seu controle pode

ser realizado durante o tratamento de sementes, de folhas e também em pós colheita.

Sobre o modo de ação dos fungicidas, estes atuam sobre as membranas celulares de fungos, pela inativação de proteínas e enzimas, interferindo no processo de produção energia e respiração do fungo (GONÇALVES *et al.*, 2019). Tratam-se de produtos que podem ser misturados à água e ser aplicados através de pulverizadores manuais, costais e tratores. Podem ser aplicados em sementes, bulbos, raízes, mudas, solo, folhagem, interior de árvores, ar, ambientes fechados (MCGRATH, 2004; IGNACIO, 2018).

2.2. OS AGROTÓXICOS E O MEIO AMBIENTE

A utilização de agrotóxicos traz consequências ao meio ambiente que podem ser irreversíveis, ao contaminarem o solo e os sistemas hídricos, gerando uma degradação ambiental (BOHNER, ARAÚJO e NISHIJIMA, 2013). Durante a pulverização, ocorre a liberação de resíduos químicos, que além de contaminar as plantas, contagiam o ar, a água e os alimentos, o que causa várias doenças aos humanos, além dos prejuízos ambientais (PIGNATI, 2018).

De acordo com Mansano *et al.* (2016), ficou comprovado que as atividades das larvas de tilápia, como a velocidade de natação, podem ser comprometidas pela exposição ao carbofurano. Através da contaminação da água, também por agrotóxicos, como o diuron e carbofurano, protozoários podem ter seu crescimento e sua replicação prejudicados. Do mesmo modo, girinos apresentaram alterações bioquímicas com a exposição a algumas substâncias. Em peixes destinados ao consumo humano, coletados em algumas cidades brasileiras, foram detectadas acumulações do agrotóxico DDT, que também causou danos a outras espécies de artrópodes, além de o número total de nematoides no solo ser significativamente reduzido na presença do carbofurano. Os mesmos autores ainda avaliam que a lambda-cialotrina pode estar associada à toxicidade crônica em minhocas.

2.3. OS AGROTÓXICOS E A SAÚDE HUMANA

As intoxicações por agrotóxicos ocuparam o segundo lugar entre todas as intoxicações em humanos (PIGNATI, 2018). A frequência de uso de agrotóxicos vem crescendo cada vez mais, com a geração de efeitos graves, podendo se apresentar

de forma aguda ou crônica em vários produtores e trabalhadores da área (CASSAL *et al.*, 2013). Os inseticidas estão entre os agrotóxicos mais nocivos à saúde humana, sendo associados a problemas de intoxicação e casos de câncer (SIQUEIRA, 2006).

2.4. CUIDADOS NO USO DE AGROTÓXICOS

Dada à toxicidade dos agrotóxicos, é fundamental o uso de EPIs. Estes são compostos por máscaras protetoras, óculos, luvas impermeáveis, chapéu impermeável de abas largas, botas impermeáveis, macacão com mangas compridas e avental impermeável (ALENCAR, 2019). O local correto de armazenamento do EPIs deve ser limpo, seco e longe de produtos químicos (EMBRAPA, 2004).

A devolução das embalagens tem que ser feita corretamente. O primeiro passo é fazer a tríplice lavagem, ou lavagem sob pressão com água limpa; depois, é preciso separar as embalagens e depois armazená-las, separadas em categorias (flexíveis, rígidas e secundárias). Todas devem conter suas tampas, e, depois de separadas, é necessário fazer o agendamento para encaminhamento à unidade de recebimento, onde será dado o destino final.

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para atender aos objetivos deste trabalho, foi realizada uma pesquisa em nível de campo com produtores rurais dos municípios de Matipó - MG e Santa Margarida - MG. Foram realizadas entrevistas através de um questionário contendo 18 questões específicas, direcionadas ao uso de agrotóxicos, com o intuito de saber se os produtores têm algum conhecimento técnico sobre aplicação de agrotóxicos, suporte técnico, contaminação ambiental e cuidados à saúde do aplicador.

As perguntas realizadas aos produtores estão no questionário em Anexo deste estudo, conforme metodologia de Barbosa (2014). Este formulário também apresenta questões relacionadas à forma pela qual o produtor rural adquire e realiza o descarte das embalagens.

A pesquisa foi realizada por meio do método denominado “Pesquisa Descritiva”, na qual foram coletadas as informações diretamente dos produtores, objetivando descrever a realidade da relação entre o produtor e o manejo com produtos agrotóxicos.

3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA

O público-alvo foi constituído por 40 produtores da região de Matipó - MG e de Santa Margarida – MG. Esses produtores são proprietários rurais e desenvolvem atividades agrícolas associadas ao plantio de café e de hortaliças.

3.3. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados em duas oportunidades, sendo realizada primeiro a entrevista aos produtores em uma reunião da associação no Córrego Catalão, em Santa Margarida - MG, no dia 24 de outubro de 2018, quando foram entrevistados 20 produtores.

A segunda entrevista foi realizada no município de Matipó – MG, a partir de visitas técnicas nos Córrego do Baú, Córrego Santa Maria, Córrego São Joaquim, Córrego do Kim Pedro e Córrego do Gambá, no período de agosto a dezembro do ano de 2018, sendo entrevistados mais 20 produtores.

O questionário (Anexo 1) teve questões que continham opções de respostas (múltipla escolha), relacionadas especificamente ao uso de agrotóxicos, bem como demais questões sobre uso e lavagem de EPIs, conhecimento técnico sobre manuseio de agrotóxicos, descarte de embalagens e intoxicação de aplicadores. Para não prejudicar as atividades dos produtores, as visitas foram realizadas em horários alternativos. Durante a aplicação do questionário, foram realizadas perguntas orais aos produtores, sendo respondidas as dúvidas surgidas pelos mesmos sobre alguns termos técnicos, desconhecidos por eles. O questionário visou abranger o conhecimento técnico do agricultor em relação às atividades prévias, durante e após o uso de agrotóxicos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na entrevista, todos os produtores de Matipó - MG e de Santa Margarida - MG disseram que usam agrotóxicos em sua propriedade, sendo que 70% assumem uso frequente, o que demonstra que existe grande necessidade de manejo fitossanitário em suas atividades agrícolas, seja no controle de plantas daninhas, ou de pragas e doenças (Tabela 1).

Cerca de 85% dos entrevistados adquirem os produtos em casas agropecuárias na região de Matipó - MG, demonstrando que a região apresenta grande disponibilidade desse tipo de comércio. Apesar disso, somente 45% utilizam

assistência de um agrônomo, havendo a procura por informações com vendedores ambulantes para 12,5% dos casos, ou mesmo sem nenhuma orientação para 7,5% dos casos (Tabela 1).

O momento da aplicação de agrotóxico é de extrema importância para o correto manejo de fitossanitários, sendo alguns agrotóxicos de uso preventivo, ou seja, usados antes do aparecimento das pragas (EMBRAPA, 2005). Para 60% dos produtores, existe essa preocupação de orientação sobre a aplicação do agrotóxico antes do problema. Mas, para 35% dos produtores entrevistados, a orientação de algum profissional é considerada apenas após a detecção do problema, sendo que 5% nunca utiliza orientação de algum profissional (Tabela 1).

Tabela 1: Questionário sobre utilização de agrotóxicos pelos produtores rurais

Característica	N=40	%
Utilização do agrotóxico para manejo das pragas das culturas?		
Sim	40	100%
Não	0	0%
Com que frequência utiliza agrotóxico?		
Sempre	28	70%
Raramente	12	30%
Nunca	0	0%
Onde adquire os agrotóxicos?		
Casa agropecuária	34	85%
Vendedores e revenda	5	12,5%
Vendedores "Ambulantes" desconhecidos	1	2,5%
Recebe orientação de técnica para adquirir os agrotóxicos		
De engenheiro agrônomo da revenda	11	27,5%
De engenheiro agrônomo autônomo	7	17,5%
De balconista de revenda	18	45%
Indicações de vizinhos	1	2,5%
Não recebe orientação	3	7,5%
Em que momento você procura orientação/ajuda de algum profissional?		
Antes de ocorrer o problema	24	60%
Apenas após detectar o problema	14	35%
Nunca utiliza	2	5%

Fonte: Os autores (2019)

No receituário agrônômico, bem como nas bulas, encontram-se recomendações sobre manejo e uso de agrotóxicos, objetivando efetividade no controle, sem agressão ao meio ambiente e intoxicação ao aplicador (ANVISA, 2018). Dos entrevistados, 85% se orientam pelos rótulos e bulas, contudo, nesta pesquisa, foi desconsiderado o tipo de informação que o produtor consulta nessas bulas.

Atualmente, existem quatro classes toxicológicas associadas às cores: vermelho, amarelo, azul e verde para as classes extremamente, altamente, medianamente e pouco tóxico, respectivamente (ANVISA, 2018).

Nesse contexto, a falta de um conhecimento técnico sobre a classificação toxicológica para 30% dos produtores é preocupante, podendo acarretar uma intoxicação (Tabela 2).

Tabela 2: Identificação sobre o conhecimento do produtor rural sobre o uso de agrotóxicos

Característica	N=40	%
Lê rótulos e bulas dos agrotóxicos?		
Sim	34	85%
Não	6	15%
Sabe identificar e verificar a classificação toxicológica?		
Não	12	30%
Sim, pela cor da faixa	14	35%
Sim, lendo a bula	8	20%
Sim, lendo receita agrônômica.	6	15%
Entende o significado dos pictogramas, impresso nos rótulos dos agrotóxicos?		
Sim	32	80%
Sim, mas não adota as instruções	5	12,5%
Não, não entende o significado	2	5%
Não, não acha importante	1	2,5%

Fonte: Os autores (2019).

Os pictogramas correspondem às imagens dos rótulos para cuidados e orientações de uso de EPI, manuseio, descarte correto, risco de intoxicação (ANVISA, 2018). Para 20% dos produtores, estes pictogramas não são levados em consideração, seja por desconhecimento ou desinteresse (Tabela 2).

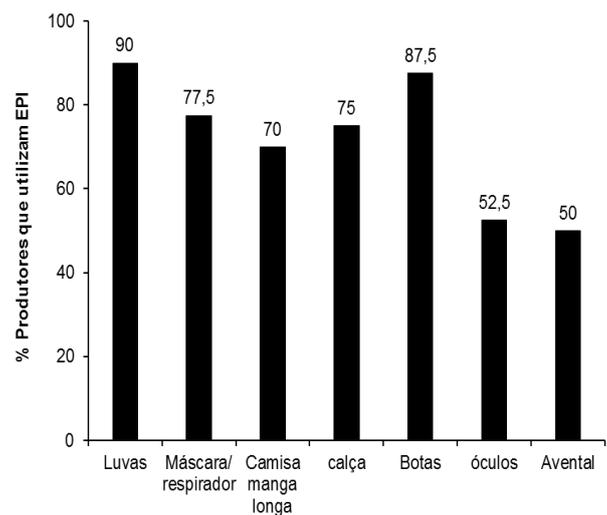


Figura 1: Relação dos componentes dos equipamentos de proteção individual (EPIs) que são utilizados pelos produtores para aplicação de agrotóxicos. Fonte: Os autores (2019).

O uso de EPI é uma pratica obrigatória no preparo e durante a aplicação de agrotóxicos, uma vez que protege o aplicador contra contaminações (ANVISA, 2018). Apenas 40% dos produtores se preocupam em utilizar o EPI completo - luvas, máscara, camisa calça, botas, óculos avental e outros (Figura 1). A lavagem do EPI deve ser realizada separadamente das demais roupas da família (ANVISA, 2018). Alerta-se que esta prática não é realizada por 12,5% dos entrevistados (Tabela 3).

A aplicação dos agrotóxicos deve ser realizada quando estiver sem vento, para evitar o desperdício do produto e a contaminação de terceiros. Para 2,5% dos produtores, não existe a preocupação de alguém estar próximo (Tabela 3). Para 90% dos produtores, é de extrema importância para garantir que o produto seja eficiente, sendo utilizadas as doses corretas. Muitos produtores, com objetivo de economizar produtos, aplicam doses menores. Por outro lado, para outros, a ideia de se utilizar uma superdose (5% dos casos) propicia o maior controle de pragas, doenças, insetos e plantas daninhas (Tabela 3).

Para o descarte das embalagens, é importante que estas sejam submetidas à tríplex lavagem (efetuada por 12,5% dos produtores), e sejam inutilizados por furos no seu fundo (o que é feito por 10% dos produtores). Adicionalmente, estas embalagens devem ser entregues aos postos de coleta, o que é realizado por 75% dos produtores. Os demais 25% podem efetuar um manejo inadequado em relação ao descarte das embalagens dos agrotóxicos (Tabela 3, Figura 2).

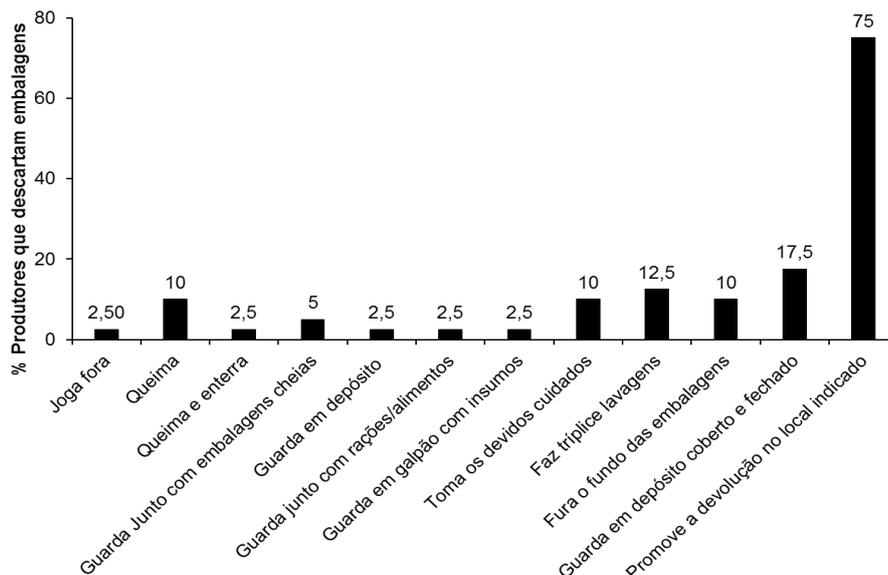


Figura 2: Relação das formas de descarte das embalagens de agrotóxicos após término.
Fonte: Os autores (2019).

Tabela 3. Questionário sobre manejo e uso de equipamento de proteção individual pelos produtores rurais

Característica	N=40	%
Utiliza os EPI's para aplicação dos agrotóxicos?		
Sim, completo	16	40%
Sim parcialmente	20	50%
Às vezes, depende da classe toxicológica do produto	4	10%
Após o manuseio e aplicação que faz com as roupas e EPI's qual atenção da eles?		
Coloca para lavar junto com as demais roupas da família:	5	12,5%
Troca e não dá atenção especial a elas:	27	67,5%
Não faz nenhum tipo de lavagem dá roupas:	2	5%
Outra opção	6	15%
Além de você, alguém mais aplica agrotóxicos?		
Sim	28	70%
Não	12	30%
Quando está preparando a calda ou aplicando, você recomenda que as pessoas se afastem do ambiente (local da aplicação)?		
Sim	39	97,5%
Não. Não me incomodo com a presença	1	2,5%
Sempre prepara a dosagem recomendada dos agrotóxicos e usa para a cultura indicada? Ou coloca mais para acelerar o processo? (super dosagem)?		
Sim, sigo à risca as instruções sempre	36	90%

Não, preparo conforme a intuição	2	5%
Não, as vezes coloco mais, ou uso em culturas diferentes	2	5%
Existe posto de recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos no município		
Sim	23	57,5%
Não	17	43,5%

Fonte: Os autores (2019).

Apesar do uso inadequado dos agrotóxicos e dos EPIs, apenas 5% dos produtores apresentaram relatos de intoxicação própria e 3% relatou esse problema em alguém da família. Isso não elimina a possibilidade de, a longo prazo, surgirem doenças mais graves, em função do constante uso inadequado dos agrotóxicos (Tabela 4).

Tabela 4. Questionário sobre a intoxicação dos produtores rurais ou familiares devido ao uso de agrotóxicos.

Característica	N=40	%
Já sofreu algum tipo de intoxicação por agrotóxicos? Alguém?		
Sim	2	5%
Não	38	95%
Alguém da família já precisou de cuidado médicos por alguns sintomas de intoxicação?		
Sim	3	3%
Não	37	97%

Fonte: Os autores (2019).

Os resultados desse trabalho demonstram a importância do suporte técnico no meio rural e aponta os fatores mais deficitários em relação ao manejo de agrotóxicos, contribuindo futuramente para nortear trabalhos de extensão com esses produtores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa, foram disponibilizadas importantes informações sobre o cenário do manejo de agrotóxicos de agricultores da região de Matipó - MG e de Santa Margarida - MG.

Para a maioria dos produtores, existe facilidade de acesso aos agrotóxicos na região. Contudo, apesar de a região apresentar um grande suporte técnico, muitos produtores não o consideram durante o preparo das doses, a aplicação do produto e

o descarte das embalagens. Por isso, é necessário um serviço de extensão mais presente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J. A.; LIMA, M. F.; CARVALHO, G. A. O.; OLIVEIRA, C. M. Descarte de embalagens de agrotóxicos. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, Curitiba, v. 8, p. 9-26, 1998.

ALVARENGA, R. P.; QUEIROZ, T. R.; NADAE, J. Risco tóxico e potencial perigo ambiental no ciclo de vida da produção de milho. **Revista ESPACIOS**. v.38, p.12, 2017.

ALVES, D. **Ações de saúde a produtores de tabaco expostos a agrotóxicos: estudo em um município de atividade econômica predominantemente agrícola**. Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível: <https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1897/1/Daniela%20Alves%20.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2019.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Guia para elaboração de rótulo e bula de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira**. 2018. Disponível: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4016300/GUIA++Elabora%C3%A7%C3%A3o+de+R%C3%B3tulo+e+Bula+-+vers%C3%A3o+28-9+2017+DIARE.pdf/85a0fb5f-a18b-478c-b6ea-e6ae58d9202a?version=1.0>. Acesso em: 01 set. 2019.

BARBOSA, L. R. **Uso de agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ao meio ambiente**: um estudo com agricultores da microbacia hidrográfica do Ribeirão Arara no Município de Paranavaí, PR. Medianeira. Monografia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. 42 f.

BENVENUTI, P. Da guerra para a agricultura. Radioagência. **Jornal Brasil de Fato**. 13 de junho de 2012. Disponível: <https://www.brasildefato.com.br/node/9807/>. Acesso em: 04 set. 2019.

BOHNER, T.O. L.; ARAÚJO, L. E. B. NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, v. 8, p.329-341, ano 2013. <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/download/8280/4993>. Acesso em: 06 nov. 2019.

CASSAL, V.B.; AZEVEDO, L. F.; FERREIRA, R. P.; SILVA, D. G.; SIMÃO, R. S. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n.1, p. 437-445, 2014.

COUTINHO, C. F. B; TANIMOTO, S. T; GALLI, A.; GARBELLINI, G. S; TAKAYAMA, M.; AMARAL, R. B.; MAZO L. H.; AVACA, L. A.; MACHADO, S. A. S. **Pesticidas:**

mecanismo de ação, degradação e toxidez. Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente, Curitiba, v.15, p. 65-72, 2005.

EMBRAPA, **Normas para aplicação de agrotóxicos**, Disponível: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/normas.htm> Acesso em: 01 nov. 2019.

IGNACIO, N. F. **Recuperação de alecinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) sobreviventes à intoxicação aguda por fipronil**. Disponível: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154564> Acesso em 25 mai. 2018.

FRANZ, A. **Agrotóxicos e a educação ambiental**. Pinambi/RS, 2009, 89 f. Monografia. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

GONÇALVES, I. A.; SOUZA J.E.B. **Interferência de óleos minerais na fitotoxicidade do fungicida trifloxistrobina + protioconazol na cultura da soja**. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1429/1/lara%20Alves.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2019.

JUDAI, A. M.; ANTUNES, P. A. Ototoxicidade em trabalhadores por exposição a Agrotóxicos. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, 2013, pp. 177-185, Disponível: <file:///C:/Users/user/Downloads/forum.pdf>, Acesso em: 06 set. 2019.

LOPES; C. V. A; ALBURQUERQUE G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, abr- jun 2018.

MACEDO, A. C. **Efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. Disponível: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/93473>, Acesso em: set. 2019.

MANSANO, A.S.; MOREIRA, R. A.; PIEROZZI, M.; OLIVEIRA, T.; VIEIRA, E. M.; ROCHA, O.; REGALI-SELEGHIM, M. H. Effects of diuron and carbofuran pesticides in their pure and commercial forms on *Paramecium caudatum*: The use of protozoan. **Environ. Pollut**, v. 213, p.160- 172, 2016.

MCGRATH, M.T. **O que são fungicidas?** APS. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/fungicidesPort.aspx>. Acesso em 07set. 2018.

OLIVEIRA, D. **Toxicidade multigeracional do fipronil para *Folsomia candida* em solo natural tropical**. Multigenerational toxicity of fipronil to *Folsomia candida* in tropical natural soil. 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330871&qt>. Acesso em: 2 set. 2019

OLIVEIRA, J. L. S.; LIMA, A. C. B.; MININI, D.; SILVA, E. Usos, efeitos e potencial tóxico dos agrotóxicos na qualidade do solo. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 5, n. 9; p. 454. 2018.

PERES; MOREIRA, A **Química dos agrotóxicos.** Disponível: http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf . 2003. Acesso em: fev. 2019.

PIGNATI, W. Uso de agrotóxicos no Brasil: Perspectiva da saúde do trabalhador e ambiental. **Rev Bras Med Trab.** 2018;16(Supl1):1-44 p. 37.

SANTOS, E. B.; SOUZA, A. P. de.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, F. T. de.; ARANTES, K. R.; SIQUEIRA, J. L. de. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das Variáveis meteorológicas na região de Sinop – MT. **Global Science and Technology.** Rio Verde, v. 06, n. 01, p. 72-88, 2013.

SCHEID, M. W. **Percepção dos Agricultores do Município de Cerro Largo/RS sobre a exposição a Agrotóxicos em sua atividade ocupacional,** Cerro Largo-RS 30 de Nov 2016. Disponível: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/396/1/SCHEID.pdf>. Acesso em out. 2019.

SIQUEIRA, S. L. **Agrotóxicos e saúde humana:** contribuições dos profissionais do campo da saúde. Rio Grande do Sul, 2006. Disponível: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142579/000593322.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 dez. 2019.

SOARES D, F., FARIA A, M., ROSA A, H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v. 22, n. 2, mar/abr 2017.

TAVELLA L, B., SILVA I, N., FONTES L, O., DIAS J, R, M., SILVA M, I, L. O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 07, n 02 p. 06 – 12 abril/junho, 2011.

VASCONCELOS, F. C. W. **Transporte de atrazina influenciado por calagem e adubação fosfatada em ambientes de Latossolos da Bacia do Rio das Mortes (MG),** Tese D.Sc., Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; PICANÇO, M. C. (Ed.). **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitário.** Editora UFV, 2014.

Anexo 1 - Questionário sobre o uso de agrotóxicos na propriedade rural

1. Utiliza agrotóxicos para manejo das pragas das culturas?	(1) Sim (2) Não Qual? _____
2. Com que frequência utiliza agrotóxicos?	(1) Sempre que posso (Se necessário) (2) Raramente – procuro evitar (3) Nunca – prefiro não usar
3. Onde adquire os agrotóxicos?	(1) Casa Agropecuária (2) Vendedores de revendas – Externos (3) Vendedores “Ambulantes” desconhecidos
4. Recebe orientação de Técnica para adquirir os agrotóxicos?	(1A) De Engenheiro Agrônomo da revenda (1B) De Engenheiro Agrônomo autônomo (1C) De Balconista de revenda (1D) De Vizinhos que indicam (2) Não recebe orientações
5. Em que momento você procura orientação/ ajuda de algum profissional?	(1A) antes do problema (doenças, insetos, daninhas) ocorrer; (1B) apenas após a detecção dos problemas. (2) Nunca utiliza;
6. Lê os Receituários Agronômicos fornecidos pelos Profissionais da Agronomia?	(1) Não lê (2) Lê parcialmente (3) Somente quando quer lembrar a dose
7. Lê os rótulos e bulas dos agrotóxicos?	(1) Sim (2) Não
8. Sabe identificar e verificar a classificação toxicologia ao adquirir os agrotóxicos: Classe I – Extremamente tóxico Classe II – Altamente tóxico Classe III – Medianamente tóxico Classe IV – Pouco tóxico De que forma verifica?	(1) Sim (2) Não (1A) Pela cor da faixa (1B) Lendo o Rótulo e/ou bula (1C) Lendo a Receita Agronômica Outra.....
9. Entende os significados dos pictogramas (imagens) impressos nos rótulos dos agrotóxicos?	(1) Sim, (2) Sim, mas não adota as instruções (3) Não, não entende o significado (4) Não, não acha importante.
10. Utiliza os EPI's para aplicação dos agrotóxicos?	(1) Sim, completo (2) Sim, parcialmente (3) Às vezes, depende da classe do produto
10.1. Se utiliza: - De que forma e com que frequência?	(1) Depende da classe toxicológica (2) Sim, sempre
10.2. Quais os EPIs que utiliza?	10.2A Luvas ;10.2B Máscara/ respirador; 10.2C Camisa manga longa; 10.2D calça; 10.2E Botas; 10.2F óculos; 10.2G Avental
11. Após o manuseio e aplicação	(1) Troca e coloca para lavar junto com demais roupas da família;

dos agrotóxicos o que faz com as roupas sujas ou EPIs? Qual atenção especial dá as roupas após o uso dos agrotóxicos?	(2) Troca e dá atenção especial a elas; (3) Não faz nenhum tipo de lavagem das roupas (4) Outra.....;
12. Além de você alguém mais aplica agrotóxicos?	(1) Sim. Quem? _____ (2) Não.
13. Quando está preparando a calda ou aplicando os agrotóxicos recomenda que crianças, animais e outras pessoas, que não estão relacionadas com o trabalho, se afastem do ambiente (local da aplicação)?	(1) Sim. (2) Não. Não me incomodo com a presença.
14. Sempre prepara a dosagem recomendada dos agrotóxicos e usa para a cultura indicada? Ou coloca a mais para acelerar o processo? (Super dosagens)	(1) Sim, sigo à risca as instruções, sempre. (2A) Não, preparo conforme a intuição (2B) Não, às vezes coloco a mais e/ou uso em culturas diferentes das recomendadas na Receita (2C) Não, às vezes coloco a menos.
15. Após o término do agrotóxico da embalagem o que faz?	(15A) Jogo fora. (15B) Deixo na lavoura, recolho posteriormente (15C) Joga em algum lugar (Buraco) (15D) Queima (15E) Enterra (15F) Queima e enterra (15G) Toma cuidados parciais (15H) Guarda Junto com embalagens cheias (15I) Guarda em depósito coberto, mas aberto (15J) Guarda junto com rações/alimentos (15L) Guarda em galpão com insumos/implementos (15M) Toma os devidos cuidados (15N) Faz tríplice lavagens (15O) Fura o fundo das embalagens (15P) Guarda em depósito coberto e fechado (15Q) Promove a devolução no local indicado
16. Existe posto de recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos no município? 16.1 Fica próximo à sua residência/propriedade?	(1) Sim. (2) Não. Qual distância?
17. Já sofreu algum tipo de intoxicação por agrotóxicos? 17.1. Alguém da família já sentiu sintomas de intoxicação por agrotóxicos?	(1) Sim. (2) Não. Quem? _____
18. Alguém da família já necessitou cuidados médicos	(1) Sim. (2) Não.

por conta de sintomas de intoxicação por agrotóxicos?	
--	--

PERCEPÇÃO PÚBLICA DA QUALIDADE DO CAFÉ

Acadêmicos: Nilson de Paula Júnior e Patrícia Aparecida Gomes Monteiro

Orientador: D Sc. Fabrício Rainha Ribeiro

RESUMO

O café é uma das bebidas mais consumidas no Brasil e no mundo. Por se um produto natural, com sabor e aromas característicos que diferem em sua qualidade até o sabor do produto final, atrai muitos consumidores que apreciam as suas mais variadas notas. No presente trabalho, busca-se analisar a percepção pública, ou seja, a opinião de pessoas que não receberam treinamento técnico para degustação e classificação de café, sobre a qualidade de diferentes tipos de cafés. Dessa forma, tem-se o intuito de descobrir qual café seria mais aceito pelos entrevistados em vários quesitos, como sabor, qualidade, cor, percentual de consumo, local mais frequente desse consumo, entre outros. Foi aplicado um questionário com 12 perguntas a 40 pessoas aleatórias e leigas sobre a qualidade de café. Os resultados obtidos apontaram que 37% dos entrevistados ingerem a bebida pelo menos duas vezes por dia, 65% realizam esse consumo em suas próprias casas, 62% apontaram o café tipo “Mole” como o melhor em teor de doçura, 68% admitiram não conhecerem o teste da xícara, 53% afirmaram que o café tipo “Mole” também possui a melhor torra e 48% disseram que o café tipo “Estritamente Mole” possui melhor coloração. De forma geral, os resultados permitem concluir que o café tipo “Mole” é o preferido da população.

PALAVRAS-CHAVE: Coffea arábica; qualidade; consumo

1. INTRODUÇÃO

O café é um produto natural com sabor e aromas característicos que, com o passar do tempo, acabou se tornando uma das bebidas mais consumidas no Brasil e no mundo (SILVA et al., 2009).

Em 2018, o Brasil alcançou uma área de 2,16 milhões de hectares de café cultivada, sendo que deste total 85,3% estão em produção. O restante dessa área, 316 mil hectares ou 14,7%, ainda está em formação, representando uma importante cultura para a economia do país. A safra de 2019 obteve em média 29,58 sacas por hectare (CONAB, 2019).

O café é reconhecido mundialmente como um produto de qualidade, existindo diversos fatores que influenciam seus atributos sensoriais, estes que são determinados pelo grau de maturação dos grãos no momento da colheita e quanto ao processo de secagem após a colheita (BORÉM et al., 2008).

Angélico et al. (2011) confirmam que sua qualidade é obtida por meio de vários critérios de natureza física e química, além do atributo sensorial e da segurança de produção do produto final. Segundo Abreu e Siqueira (2006), até o final do processamento do café, os grãos passam por vários estágios e os fatores que influenciam na sua acidez podem acontecer de múltiplas formas, como, por exemplo, as condições climáticas, o local de origem, a maturação e o modo que será processado.

Habitualmente, os procedimentos para estimar comercialmente a qualidade do café são relacionados, principalmente, por meio da “prova da xícara”. Porém, as características específicas e as opções do consumidor brasileiro não são conhecidas. No entanto, essa realidade tem se modificado pela mudança de postura das indústrias e órgãos responsáveis pela produção e processamento de café, que vêm atribuindo maior importância às preferências do consumidor. A prova desse interesse tem sido as pesquisas elaboradas junto ao consumidor (MONTEIRO, 2002).

O provador, no momento do teste, avalia cada amostra de café e, conforme a característica da bebida, encaixa a bebida de acordo com níveis, podendo se tornar especiais os que possuem notas maiores do que 80, como, por exemplo, o café gourmet, que tem preços entre 40 a 80% acima dos demais (MARTINEZ et al., 2014).

A associação brasileira de cafés especiais (BSCE) usa sistemas numéricos com valor máximo de 100 para classificação do café, que levam em consideração os critérios de bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto e nota geral (MARTINEZ et al., 2014).

Vale ressaltar a importância da acessibilidade do café conforme a preferência das pessoas, considerando suas motivações sensoriais e a qualidade da bebida. Nesse sentido, acredita-se que a preferência por determinado tipo de café pode estar relacionada a fatores econômicos, sociais e comportamentais, que influenciam a cultura brasileira pelo hábito de consumir a bebida (ARRUDA et al., 2009).

Diante do exposto, objetiva-se avaliar a percepção das pessoas que não receberam treinamento técnico para degustação e classificação de café, no que diz respeito à qualidade de diferentes cafés. Essa informação pode ser utilizada na

estratégia de mercado pelos produtores da cidade de Matipó e região, em Minas Gerais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CULTURA DO CAFÉ

O café foi introduzido no Brasil em 1727, pelo Sargento-mor Francisco de Mello Palleta, que estabeleceu uma lavoura modesta em sua propriedade no Pará e posteriormente estendeu sua produção em suas propriedades no Maranhão. Em meados de 1760, o café avançou para o estado de Rio de Janeiro e, em 1860, para o estado de São Paulo (Sudeste), em 1975 no estado do Paraná (Sul). Assim, o café rapidamente foi se tornando a monocultura mais empregada como segmento comercial em todo Brasil (ABIC, 2008).

Sua principal utilização é alimentícia na conversão de bebida, mas este setor também empregam seus grãos na fabricação de balas, bolos e outros produtos industrializados. A indústria também usa o café na fabricação de cosméticos. Seus princípios ativos são quimicamente usados em formulações de acidulantes inseridos em bebidas energéticas e refrigerantes (ARRUDA et al., 2009).

Assim sendo, a cultura do café é muito importante para do desenvolvimento econômico do Brasil, país mundialmente conhecido como um grande exportador e produtor do grão (SOUZA e COSTA, 2015).

Carvalho et al. (2004) destacam que a cultura do café se apresenta na economia brasileira com grande evidência, ocupando ampla parte da área agricultável do país. Além disso, sua estabilidade de produção permite aos agricultores um melhor planejamento para suas atividades (CARVALHO et al., 2004).

O histórico do café no Brasil deve ser levado em consideração, pois obteve uma grande expansão na agricultura que conseqüentemente transformou a realidade econômica do país, através do aumento desse mercado. Um dos fatores que culminou nesse sucesso foi a ampliação de sua integração na agricultura, uma vez que o grão se adapta rápido e a várias espécies, por conta de sua aptidão climática (FERNANDES et al., 2010).

2.2. A PRODUÇÃO DA CULTURA DO CAFÉ

O sul de Minas Gerais apresenta cerca de 24,7% da produção brasileira, o que destaca a representatividade da produção nacional (RIBEIRO et al., 2011). Também é válido evidenciar o uso de mão de obra dos homens que trabalham nos campos. Além disso, como benefícios advindos da produção do café, cita-se o incremento de renda das famílias produtoras, devido ao número de empregos que esse setor pode gerar (FASSIO e SILVA, 2007).

No Brasil, o procedimento de plantio é realizado no sentido Leste-Oeste, em forma de corredores, sendo o sulcamento das linhas de plantio na medida de 60 cm de largura por 50 cm de profundidade. O processo de plantio é feito dispondo-se as mudas umedecidas ao lado das covas, sendo que o seu plantio deve ocorrer no mesmo dia para evitar o ressecamento da planta.

Alguns produtores adotam medidas tradicionais de plantio, com espaçamentos largos de 4,0X1,5m; 3,5X1,0 m, o que gera maior produção, apesar de acelerar o enfraquecimento da lavoura. Outros produtores adotam medidas adensadas ou superadensadas de plantio, com espaçamentos menores no padrão de 3,0X 0,5m; 3,5X 0,5m, que equivalem a um número maior de plantas por área, com o intuito de aumentar a produção de café (EMBRAPA, 2012).

Depois do plantio, os processos de limpeza do solo, adubação e poda são empregados de acordo com a necessidade da lavoura, para garantir a saúde dos grãos (EMBRAPA, 2012).

A colheita é realizada quando a safra atinge 80% de maturação. Alguns produtores realizam a varrição, que é a captação dos grãos caídos devido ao amadurecimento precoce de alguns frutos. Mas o habitual é a derriça, que é a retirada do fruto direto do ramo pelos colhedores, ou como popularmente conhecidos como “apanhadores de café”. A colheita por meio de maquinário também é muito utilizada em grandes propriedades, principalmente se a região for plana e houver muitos hectares plantados (LIMA, 2006).

Após a colheita, o café é levado ao processo de lavagem, para eliminar a impureza e separar os cafés mais leves (boias) dos cafés mais pesados (verde e cereja). Em seguida, vem o processo de secagem do fruto em casca, que ocorre em terreiros ou secadores até atingir 11% de umidade. No terreiro, o café deve ser exposto ao sol em áreas planas, espalhados em camadas de três a cinco centímetros de espessura, por 15 a 30 dias, para secar no sentido de Leste e Oeste.

Esse procedimento gera um baixo custo de energia, entretanto, exige mais mão de obra (LIMA, 2006).

Outra modalidade utilizada no Brasil é o terreiro suspenso, que tem as mesmas características empregadas na secagem em terreiros comuns, porém os grãos são acondicionados em plataformas suspensas (MESQUITA et al.,2006).

2.3. QUALIDADE DO CAFÉ

Os cafés são separados por seus diferentes sabores - os cafés tipo mole têm um sabor suave, já a bebida tipo dura tem um sabor mais adstringente; a bebida tipo estritamente mole tem um sabor mais suave e a bebida tipo dura possui um sabor mais forte e desagradável (CAFEICULTURA, 2016).

O principal fator para definir a qualidade do café é a sua espécie. As duas espécies mais cultivadas no mundo são a arábica (*Coffea arábica*) e a robusta (*Coffea canephora*). Dentre essas, o café arábica é considerado uma bebida mais fina, apresentando qualidade superior ao café robusta. Seu aroma e sabor são mais apurados, embora existam muitas variações dentro da espécie (EMBRAPA, 2008).

Identificar a qualidade do café é um fator diretamente ligado ao aroma e sabor que ele apresenta, tendo em vista elementos significativos que têm início desde o plantio e cuidados com a lavoura até momento de torra e moagem do café, para o preparo da bebida (CARVALHO et al.,1997).

O local de cultivo, a maturação, as fermentações e a torração dizem muito sobre a qualidade do café que é oferecido aos consumidores (CARVALHO et al.,1997). Os principais aspectos que podem afetar a qualidade do café são os tratamentos culturais (sobretudo a adubação), o controle de pragas e doenças, as técnicas de colheita, a forma de processamento e a secagem. Esses fatores, isoladamente ou em conjunto, interferem diretamente na qualidade do café (ABRAHÃO et al., 2010).

Sendo o ambiente um fator influenciador na qualidade do café, é levada em conta a diversidade climática, pois ocasiona mudanças na acidez, na doçura, no aroma e no corpo do café. Por isso, o Programa do Selo de Pureza, criado em 1989 pela ABIC, foi a primeira medida que estimulou o consumo da bebida considerando sua qualidade. No ano de 2004, a ABIC desenvolveu um novo Programa de Qualidade do Café (PQC) que corroborou a confiança comercial aos consumidores pela garantia de distribuir um produto comprometido com os padrões de qualidade

exigidos mundialmente, desde a matéria-prima até o produto industrializado (ABIC, 2008).

A qualidade passa por vários riscos, desde a fase de processamento, de vários estágios de maturação e formação de grãos com defeitos de vários formatos. No processo de maturação, o café aumenta a atividade respiratória e de um hormônio gasoso, por nome etileno, que age no amadurecimento dos grãos, transformando os níveis de açúcares e ácidos do fruto. Esse processo degrada a clorofila, alterando a coloração da casca do fruto de verde à coloração escura, o que intensifica o seu aroma pelo amadurecimento (REINATO et al., 2012).

O armazenamento do café em condições inviáveis pode determinar a perda da qualidade da bebida, e assim modificar a integridade do produto. Esse processo deve atender a um conjunto de regras relevantes para resguardar o café, o local de armazenagem deve ser ventilado, não muito quente e nem muito frio, e também possuir iluminação adequada (HOFFMANN, 2001).

A torrefação também é determinante na qualidade da bebida. Esse processo deve acontecer a 200 °C, que permite a desidratação dos grãos por meio de mudanças químicas, alterando textura, coloração e massa dos grãos (HOFFMANN, 2001).

O grau da torra afeta diretamente o sabor do café - se o café recebe uma torra mais clara predomina a acidez, inibindo o aroma intenso. Se o café recebe uma torra mais escura, assim gradativamente ocasiona uma maior carbonização e acentuação do aroma que se torna mais intenso (MELO, 2008).

Atualmente, as empresas rurais vivem uma elevada demanda na qualidade do café que se dispõe de instrumentos e organizações para o mercado consumidor. Os analistas de empresas buscam melhorar a demanda do grão e agregar valor para o produto. A partir dos conhecimentos em termos de qualidade, têm-se os procedimentos de execução e diagnóstico, avaliando a qualidade de cada amostra em grãos perfeitos ou grãos imperfeitos (ABRAHÃO et al., 2010).

2.4. CAFÉ ARÁBICA

Existem várias espécies que se destacam pela qualidade de bebida e comercialização, como *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arábica* (RIBEIRO et al., 2011).

A produtividade do arábica é a mais influenciada por safras altas alternadas com as baixas safras. O ano de 2019 foi de finalidade negativa, acarretando uma produção de 24,67 a 26,06 sacas por hectare. O Conilon consiste em uma espécie mais rústica, o que denota vantagem em comparação ao café arábica, com seu ciclo bienal menor, além de suportar maiores temperaturas e obter tolerância maior ao estresse hídrico (CONAB, 2019).

O Catucaí se destaca por sua produtividade, alto vigor e baixo número de grãos chochos. Os aspectos mais semelhantes para a qualidade do café estão relacionados à linhagem, variedade, colheita e pós-colheita e fatores climáticos de cada região (RIBEIRO et al., 2011).

O cafeeiro possui uma alta rusticidade e resistência a diferentes tipos de ambientes e modificações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas. Segundo Pereira et al. (2007), a parte vegetativa do cafeeiro tem diferentes estágios em relação a época do ano, devido à interação de fatores genéticos e ambientais de cada variedade.

No entanto, no decorrer do tempo, a produção do café enfrenta problemas com doenças e entre outros fatores (como os climáticos), que acabam por enfraquecer o grão e diminuir a quantidade e qualidade esperada. Com os avanços tecnológicos e os estudos modernos, é possível fazer um diagnóstico trazendo as análises do crescimento vegetativo para que se mantenha a alta produtividade (SEVERINO et al., 2002).

Em 2013, foi criado o conselho das entidades do café das Matas de Minas, que estipulou a região como local de cafés especiais, havendo 63 municípios inclusos, sendo a maioria pertencente à mesorregião geográfica da Zona da Mata Mineira e pequena parte do Vale do Rio Doce (FARIA, 2015).

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na cidade de Matipó - MG, no dia 01 de outubro de 2019, na qual participaram 40 pessoas com idade acima de 18 anos.

A etapa de intervenção no ambiente público consistiu da aplicação de um questionário, incluindo a realização de um diagnóstico sobre as amostras fornecidas pela COORPOL, localizada na cidade de São Pedro do Avaí-MG. Foram oferecidas amostras de café do tipo Rio, Duro, Mole e Estritamente Mole.

As amostras de café oferecidas foram preparadas com quatro colheres de pó em um litro de água, sem adição de açúcares, deixando o sabor e aroma mais aflorados. Após o preparo, a bebida foi colocada em garrafas térmicas para depois ser servida em copos descartáveis.



Figura 1: Aplicação do questionário a entrevistados que participaram da pesquisa no dia 01/10/2019
Fonte: Os autores

As perguntas do questionário eram:

- 1) Quantas vezes você toma café por dia?
- 2) Quais dos locais você costuma tomar café?
- 3) Você conhece o teste de xícara?
- 4) Qual deles têm mais açúcares?
- 5) Qual você acha que teve maior qualidade de bebida?
- 6) Qual café gostou mais?
- 7) De 0 a 10, qual a nota para a torra desse café?
- 8) Qual a nota para a qualidade desse café?
- 9) De 0 a 10, qual a nota para a cor desse café?
- 10) Qual a sua idade?
- 11) Em qual cidade você reside?

12) Você consome café?

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cafeicultura brasileira enfrenta um período com baixos preços, o que tem levado os produtores a procurar alternativas para melhorar sua renda. Uma dessas alternativas é a produção de cafés especiais, pois, segundo Churchill (2005), os consumidores estão, cada vez mais, em busca por inovações e melhor qualidade, o que impulsiona o cafeicultor a mudar sua abordagem em oferecer e comercializar a bebida.

A respeito da quantidade de café consumido diariamente, a maioria dos entrevistados (37%) consome café de uma a duas vezes ao dia. A quantidade de pessoas que tomam café de três a quatro e de sete a oito vezes ao dia foi igual, sendo representado por 25% dos entrevistados. Já para as pessoas que têm esse hábito de cinco a seis vezes representou 13% dos entrevistados (Figura 2).

Quantas vezes você toma café por dia?

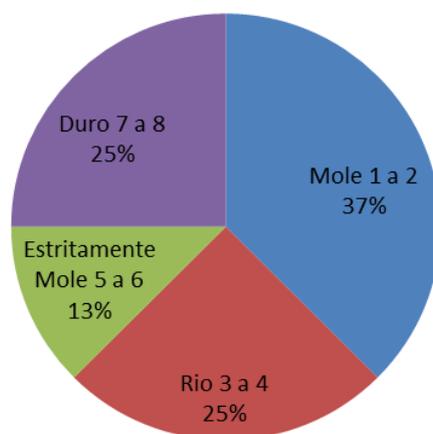


Figura 2. Quantidade consumida de café pelos entrevistados, expressa em porcentagem. Fonte: Os Autores (2019).

Pelos dados obtidos, é possível constatar que o café é uma bebida muito consumida pelos brasileiros, como um hábito diário que integra a cultura, não só da região da Zona da Mata Mineira, como também do Brasil, se comparado a pesquisas realizadas em outras regiões mineiras.

Prado et al. (2011), em sua pesquisa realizada na cidade de Machado, Minas Gerais, apontam que, entre os meses de março a junho do ano de 2011, 27,21% de seus entrevistados são consumidores de mais de três xícaras de cafés diárias, 23,13% são consumidores de até três xícaras de café diárias, 18,37% de duas xícaras de café, 21,17% são consumidores de pelo menos uma xícara de café ao dia, e apenas 9,52% dos entrevistados afirmaram não terem o hábito de ingerir café.

Na região oeste paranaense, foi realizado um diagnóstico aprofundado em relação à frequência de consumo do café. Segundo as análises obtidas, 10% dos participantes da pesquisa tomam café esporadicamente, 18% bebem três vezes ao dia, 19% ingerem café apenas uma vez ao dia, 20% consomem duas vezes ao dia e 33% declaram ingerirem café várias vezes ao dia (SCHMIDT et al., 2008).

Nesse sentido, pode-se perceber que os índices de percentuais de entrevistados, indiferentemente da quantidade de pessoas que participaram da entrevista e da região onde mora, existe o hábito de tomar café até três vezes por dia, sendo este dado similar à porcentagem da presente pesquisa.

As informações também estão em consonância com uma pesquisa encomendada pela JDE (Jacobs Douwe Egberts) empresa detentora das marcas L'OR e Pilão, que constatou ser o brasileiro consumidor habitual em média de três a quatro xícaras diárias de café (ABIC, 2008).

O hábito de consumir muito café, além de estar ligado à cultura e aos costumes brasileiros, tem papel social relevante nas interações sociais, como encontro de negócios, reuniões de trabalho, eventos sociais e visitas pessoais. Teve seu início em 1450, em caráter doméstico no âmbito familiar ou em recintos coletivos, deslançando por toda sociedade. Dessa forma, consumir café se tornou uma tradição no Brasil (MARTINS, 2012).

Um fato que ajuda a explicar o presente resultado é que para muitos homens, o café inibe o desgaste físico e emocional, por ser uma bebida estimulante que os ajudam a suportar as altas cargas de trabalho. Por isso, é comum o hábito de consumi-lo diariamente (KNAUTH et al., 2012).

Conclui-se, então, que com o passar dos anos a prática de consumir café ainda é usual no dia a dia do brasileiro, por mais de uma vez por dia.

Em avaliação às respostas dos entrevistados quanto ao local de consumo de café, a maioria dos entrevistados (65%) afirmou que faz o consumo em suas

próprias residências, 15% no local de trabalho, 13% consome o café em lanchonetes ou restaurantes e 7% consome a bebida em cafeterias (Figura 3)

Quais dos locais você costuma tomar café?

■ Em casa ■ Trabalho ■ Cafeteria ■ Outro

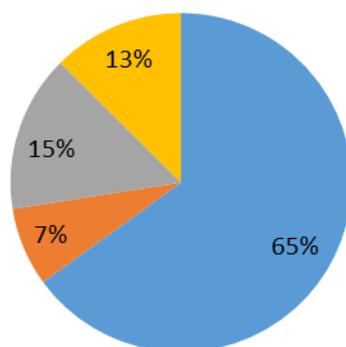


Figura 3: Locais de maior consumo de café pelos entrevistados, expressos em porcentagem.
Fonte: Os autores (2019).

Em pesquisa realizada por Vegro et al. (2006) no estado de São Paulo, o ambiente mais utilizado para o consumo do café é a própria casa com 71%, em seguida as lanchonetes com 19% e os ambientes de trabalho com 8,6%. O local onde menos se registra o consumo de café são as cafeterias, que oferecem um café de melhor qualidade, porém, a minoria dos apreciadores se dispõe a pagar por um preço maior e por um café de paladar superior (VEGRO et al., 2006).

Já as análises realizadas por Prado et al. (2011) destacam que 82% dos entrevistados consomem café em casa, 4% consomem café no trabalho, e um ponto diferencial nessa pesquisa foi o consumo de café na escola, que contabilizou 3,3% das afirmações de consumo.

Embora pouco significativo em relação ao hábito rotineiro do consumidor de café que ainda mantém a preferência de ingerir a bebida no conforto do lar, essa tendência faz parte de um novo comportamento social que redireciona o consumo de café para outros ambientes com mais frequência.

Mesmo com a mudança de hábito do consumidor, o motivo que torna o consumo de café em cafeterias um dos menores é justificado pelo valor monetário da aquisição de um café de melhor qualidade, que reflete na elevação do custo do

produto e reduz o número de pessoas dispostas a pagar mais por essa bebida (LIMA, 2006).

Em relação ao hábito de tomar café em cafeterias, Farina e Saes (1999) descrevem que, nos últimos anos, o mercado tem sido disseminado com hábito aos brasileiros, devido à mudança de postura comercial da qualidade do café oferecido nos estabelecimentos, principalmente de grandes cidades, onde os brasileiros têm o costume de tomar café fora de casa.

Outro estudo pertinente da Universidade Americana *Hankamer School of Business* aponta maior satisfação e concentração no trabalho por parte de funcionários que têm o hábito de fazer pausas para consumo de café com os amigos de trabalho (ABIC, 2018).

Na cultura brasileira, o consumo de café faz parte da norma aceita em ambientes de trabalho como forma de interação social convencional (FERNANDES et al., 2003).

Outro aspecto abordado na presente pesquisa é relacionado a um teste de experimento simples, porém de muita eficiência, denominado “prova da xícara”. Esse teste auxilia na comprovação de qualidade e de sabor do café, por meio da ingestão literal da bebida.

Em contribuição ao presente estudo, o teste ajudou a classificar os sabores e a determinar qual é o tipo de café preferido pela maioria. Em sua abordagem, a pesquisa foi iniciada com a pergunta “você conhece o teste de xícara?”. E os dados coletados referentes à questão foram que 68% das pessoas entrevistadas não conhecem o teste e sua aplicabilidade e 32% disseram já ter ouvido falar, mas não conheciam sua aplicabilidade. Atualmente, a tecnologia tem tornado o acesso mais disponível, e, por essa razão, as indústrias e comércios cogitam a hipótese de melhorar o atendimento aos clientes, fornecendo a possibilidade de não só consumir um produto de qualidade, mas também compreender a qualidade desse produto, processo realizado através da “prova de xícara” no caso do café (ARRUDA et al., 2009).

Ao responderem a essa questão, os entrevistados demonstram, em sua maioria, não terem nenhuma familiaridade com os procedimentos de prova do café e, por consequência, não saberiam apontar a qualidade do café, a não ser por sua própria especificidade de gosto.

A pesquisa também explorou a percepção dos entrevistados com relação aos teores de açúcares sentidos no paladar da bebida, expondo alguns tipos de amostra de cafés para a degustação. Assim, foi apurado que 62% dos participantes conceituam ser mais doce o café tipo “mole”; em seguida, o tipo “rio” com 15% das opiniões; em terceiro lugar o café bebida “dura”, com 13%; e, por fim, o tipo “estritamente mole”, com 10% da opiniões no teor de açúcar (Figura 4).

Qual deles você acha que tem mais açúcar ?

■ Mole ■ Rio ■ Estritamente Mole ■ Duro

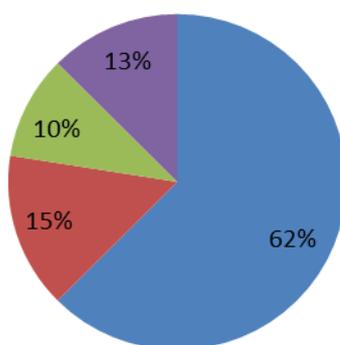


Figura 4: Café com maior teor de doçura na opinião dos entrevistados, expressos em porcentagem
Fonte: Os autores (2019)

Para que o grão do café contenha um bom percentual de açúcar, vários fatores devem ser considerados. A colheita é um dos primeiros, assim como as condições de pós-colheita, o estágio da maturação, as condições de secagem adequadas e a temperatura. Esses fatores influem no aroma, no sabor e na cor do café, aspectos que distinguem um tipo de café de outro e assim determinam sua qualidade (BRASIL,2003).

Nesta pesquisa, foram utilizados tipos diferentes de cafés, segundo Brasil (2003), processos diferentes em pelo menos algumas etapas entre a maturação e a colheita dos grãos. Por isso, o nível de doçura de um tipo para o outro varia de acordo com o tipo da bebida. Dessa forma, foi possível entender por que a bebida tipo mole foi o tipo de café preferido (62% dos entrevistados), em relação aos teores de açúcar.

O tipo de café menos preferido entre os entrevistados foi do tipo duro, sob a classificação de bebida fina, já que contém um sabor acre (azedo) e traz a sensação

de secura no paladar. Esse tipo obteve 13% da preferência entre os entrevistados como café com mais teor de açúcar. O tipo rio já está classificado como bebida fenicada e tem um aroma e um sabor mais químicos, que lembram o gosto de remédio; assim, esse tipo foi preferido por 15% dos entrevistados (HOFFMANN, 2001).

O processo de torra também é um fator que determina a qualidade do café em relação ao percentual de açúcar e a acidez da bebida (HOFFMANN, 2001). Por isso, a pergunta seguinte foi justamente voltada para a qualidade do café. E, ao serem indagados sobre qual bebida possuía melhor qualidade, 37% dos entrevistados afirmaram ser o café tipo “mole” o café de melhor qualidade (Figura 5).

Aqui, percebe-se uma mudança de opinião dos entrevistados, que para o quesito doçura ao qual foi o ponto da pergunta anterior responderam ser o tipo “mole” o melhor café. Essa mudança de escolha pode ter sido baseada na percepção de que o café estritamente mole tem um aroma muito agradável e suave, sendo portanto uma bebida bastante doce, mas esse detalhe pode ter sido percebido posteriormente. Dos entrevistados, 23% afirmaram ser o café tipo “rio” a bebida de melhor qualidade.

Essa afirmação pode ser atribuída à questão do costume, e não da preferência, pois a maior parte das pessoas tem mais acesso a esse tipo de café em seu cotidiano. Os outros 37% afirmaram ser o café tipo “mole” a melhor bebida degustada, provavelmente pela suavidade e doçura que o tipo do café oferece. E os outros 15% disseram ser o café tipo “duro” a bebida de melhor qualidade, por ser também um tipo de café mais comumente utilizado e consumido com mais frequência entre os consumidores.

Qual você acha que teve maior qualidade de bebida?

■ Mole ■ Rio ■ Estritamente Mole ■ Duro

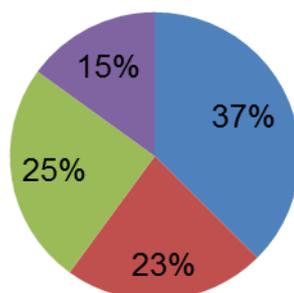


Figura 5: Melhor qualidade de bebida na opinião dos entrevistados, expressos em porcentagem
Fonte: Os autores (2019)

Segundo os dados da pesquisa, o café tipo “mole” foi considerado o melhor café degustado na opinião dos entrevistados. Se comparado aos parâmetros de enquadramento, segundo os critérios de classificação de café no Brasil, o café tipo mole se encontra no subgrupo do grupo de café tipo arábica, ou seja, são grãos que possuem suavidade e doçura, sendo agradáveis ao paladar ao apresentarem notas frutadas, achocolatadas e caramelizadas (BRASIL, 2003).

Embora os entrevistados não estivessem capacitados a identificar essas características na bebida, ainda assim escolheram o café tipo mole como o de melhor qualidade.

Diante da degustação dos tipos de cafés apresentados, os entrevistados foram indagados sobre quais cafés mais gostaram (Figura 6). O resultado foi que 42% dos entrevistados afirmaram ter gostado do sabor do café tipo “mole”, 23% declararam que o café tipo “estritamente mole” é o melhor café, 20% apontaram o café tipo “rio” como o mais saboroso e 15% preferiram o café tipo “duro” como o melhor e mais saboroso entre os cafés experimentados.

Qual café gostou mais?

■ Mole ■ Rio ■ Estritamente Mole ■ Duro

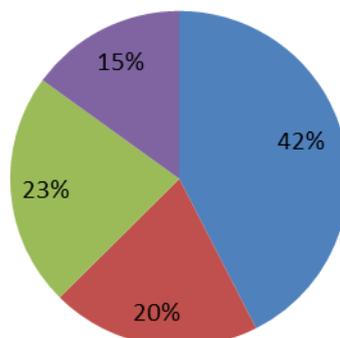


Figura 6: Resultados da preferência pelo tipo de café na opinião dos entrevistados, expressos em porcentagem

Fonte: Os autores (2019)

Pitts e Woodside (1991) explicam que o gosto pessoal pela bebida advém das estruturas cognitivas de cada indivíduo, ou seja, ações comportamentais ligadas à infância que formaram toda a estrutura da inteligência gustativa. É por isso que o paladar e a disposição de gostar ou não de um alimento ou sabor estão relacionados aos hábitos alimentares familiares na infância e mesmo gestacionais.

Esse comportamento é notável em pesquisas de opiniões, como esta, cujas preferências pessoais determinam os resultados. Se for analisada a classificação da qualidade do café, sabe-se que o tipo estritamente mole é o melhor café Arábica pela sua suavidade, doçura e equilíbrio. Mas as preferências são individuais, portanto, se as pessoas preferem cafés mais amargos ou ácidos, certamente escolheram esse tipo como o melhor café.

Em uma pesquisa realizada por Prado et al. (2011), para determinar qual o tipo de café mais apreciado por um grupo de entrevistados, 36% escolheram o café “Estritamente mole”, 26% optaram pelo tipo “Rio”, 16% escolheram o café tipo “Mole”, 14% disseram ser o café tipo “Riado” o de sua preferência e 13,33% escolheram o café tipo “Duro”. Esses números demonstram claramente que a preferência em relação a um determinado tipo de café sempre irá variar dependendo do grupo de pessoas, fatores sociais e culturais a que estejam inseridos.

No processo de torra, além da acentuação dos teores de açúcares, também são definidos o tempo e a temperatura de cada bebida. Nesse sentido, surgem as

características de sabor, aroma e acidez, podendo assim ser descoberto o potencial de cada café. As diferentes formas de se observar esse potencial são caracterizadas pela cor (médias, claras ou escuras) (MARTINEZ et al., 2014).

Em relação à torra, os entrevistados deram notas de 1 a 10 para esse parâmetro nas amostras utilizadas na pesquisa (Figura 7); o café tipo “Mole” alcançou notas sete (7) e oito (8) de acordo com os entrevistados, somando um percentual de 53% em relação às outras bebidas.

Em seguida, o café tipo “Rio” foi avaliado com notas de sete (7) e oito (8), e obteve um percentual de 31%. O café do tipo “Estritamente mole” obteve notas entre cinco (5) e sete (7), com um percentual de 43% na opinião dos entrevistados. Por fim, o café tipo “Duro” obteve notas entre cinco (5) e seis (6), com um percentual de 40% das opiniões.

De 0 a 10 qual a nota você dá para a torra desse café?

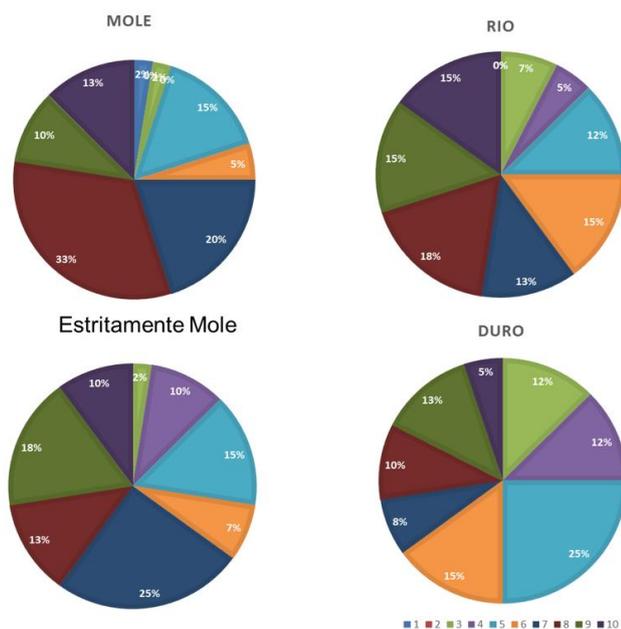


Figura 7: Avaliação da torra de quatro classes de café (mole, rio, estritamente mole e duro) em escala de notas variando de 1 a 10, sendo a nota 1 para a torra considerada inferior e 10 a melhor torra, de acordo com os avaliadores.

Fonte: Os autores (2019).

O processo de torra pode ser feito de várias maneiras, dessa forma, o grão de café pode ser levado até determinado grau de aquecimento, para ocorrer as reações exotérmicas que são ligadas diretamente à formação do gosto e do aroma do café. Nesse caso, a ação humana impede que essas reações ultrapassem um ponto em que todas as reações químicas estejam sendo realizadas, a fim de impedir o

processo de carbonização. A torra constitui um processo importante, pois nessa fase ocorre uma reação chamada “pirólise” (queima da glicose ou do açúcar que se encontra naturalmente no grão de café). Assim, quanto mais tempo de pirólise, mais açúcar se elimina, deixando então notas mais amargas no sabor (CORTEZ, 2001).

A pesquisa em questão buscou identificar entre as amostras a nota dos entrevistados para o quesito qualidade (Figura 8). O café tipo “Mole” recebeu notas entre seis (6) e oito (8), alcançando um percentual de 38%. O café tipo “Duro”, indicado pelos entrevistados com notas entre nove (9) e oito (8), obteve um percentual de 30%. Pode-se concluir que o café tipo “Mole” foi apontado como o melhor café entre os entrevistados, e o café tipo “Rio” obteve as mesmas notas, entre nove (9) e oito (8), por apenas 31% dos entrevistados.

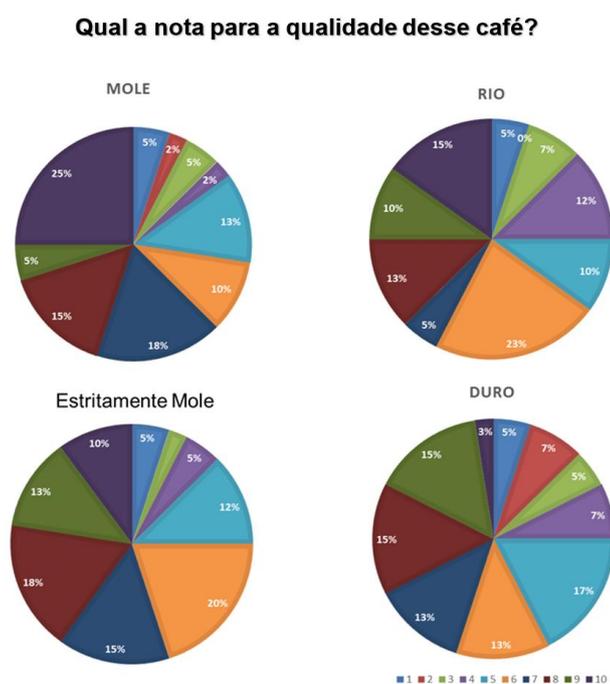


Figura 8: Avaliação geral da qualidade da bebida de café de quatro classes (mole, rio, estritamente mole e duro) em escala de notas variando de 1 a 10, sendo a nota 1 para a bebida considerada inferior e 10 para a melhor bebida, de acordo com os avaliadores
Fonte: Os autores (2019)

A escolha dos entrevistados pelo café tipo “Mole” pode estar relacionada ao sabor pelo fator cognitivo, conforme proposto por Pitts e Woodside (1991). Também pode ser influenciada pelo aroma e doçura, como explicitado por Cortez (2001).

Outro fator de muita influência na escolha e no consumo de determinado tipo de café, segundo Ikeda e Veludo de Oliveira (2005), é o marketing, que pode alterar

os valores intrínsecos de um indivíduo, determinando suas escolhas através das tendências mais consumidas, novas marcas, menor valor de custo e outras implicações estratégicas de comunicação.

Entretanto, a pesquisa realizada não teve a pretensão de influenciar as escolhas dos entrevistados, revelando marcas ou tipo de cafés. Todo mostruário foi apresentado discretamente sem rótulos. Pitts e Woodside (1991) ressaltam que o fator cognitivo está profundamente atrelado no comportamento humano e, assim, mesmo em meio a fatores externos, as percepções e sensações ligadas ao prazer e bem estar irrompem segmentos externos, como popularidade ou custo-benefício dos produtos. Especialmente, em situações de experimento, nas quais o indivíduo não possui responsabilidades financeiras.

A cor do café pode influenciar nos aspectos físicos apresentados pelos grãos, proporcionando grande importância nas demais características, uma vez que é um fator decisivo para rejeição ou aceitação do produto. Durante o armazenamento, o grão tem a sua cor alterada, e, dependendo do tempo de armazenamento, a cor pode ser alterada (HOFFMANN, 2001).

Ao serem questionados sobre a nota dada à cor do café de sua preferência entre as amostras apresentadas (Figura 9), os entrevistados pontuaram o café tipo “Estritamente mole” com notas sete (7) e oito (8), em 48% das opiniões. O tipo “Rio” com notas entre seis (6) e oito (8) em 45% das opiniões. A bebida tipo “Mole” recebe notas entre quatro (4) e cinco (5), satisfazendo a opinião de 38% dos entrevistados. O café tipo “Duro” recebeu notas entre cinco (5) e sete (7) mostrando que 40% dos entrevistados preferem a cor desse tipo de café.

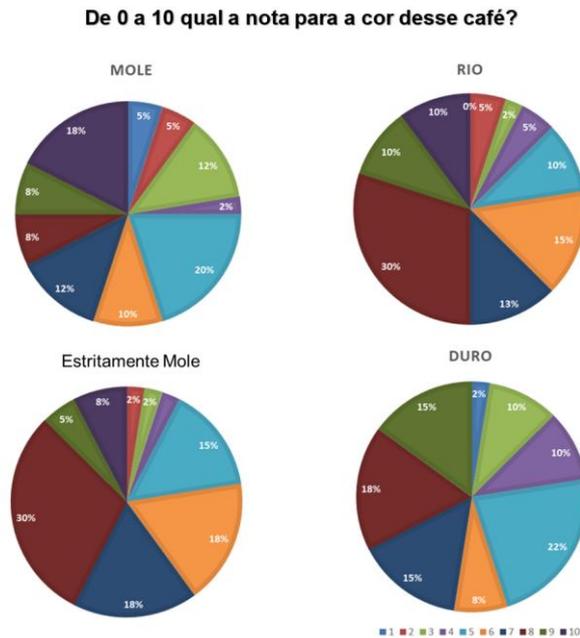


Figura 9: Avaliação da cor de quatro classes de café (mole, rio, estritamente mole e duro) em escala de notas variando de 1 a 10, sendo a nota 1 a coloração considerada inferior e 10 a melhor coloração, de acordo com os avaliadores
Fonte: Os autores (2019)

Os resultados dessa avaliação sensorial se devem ao fato de colorações mais claras conservarem mais a glicose do grão e, por isso, reterem a doçura da bebida e um baixo teor de amargor. Segundo Monteiro et al. (2010), o café de torra em tons mais escuros acentua um sabor mais amargo, já que a exposição mais prolongada ao calor resulta na eliminação dos teores de açúcares contidos no grão. Na pesquisa realizada pelo autor, as preferências dos entrevistados se mostraram contraditórias às da presente pesquisa.

Monteiro et al. (2010) analisaram dados como a variância entre as amostras, clara, média e escura em relação a sua cor. De acordo com os autores, as pessoas analisadas atribuíram notas mais altas para a amostra de torra escura e notas mais baixas para as amostras de torras claras, por não apresentarem a cor característica da bebida que é tradicionalmente consumida. Já o café natural observado por Lima et al. (2008) aparece com um valor menor no índice na sua coloração, e esse fator mostra que isso ocorre no período de sua secagem, por causa das fermentações do grão.

Como as amostras apresentadas nesta pesquisa foram de torra de coloração média com um tom marrom, conclui-se que, por conterem um sabor mais equilibrado quanto à acidez, o sabor e o aroma são mais acentuados que das torras de

coloração mais clara e menos amarga e ácida que amostras de torra de coloração mais escuras.

Ao serem avaliadas as respostas a todas perguntas realizadas, com base nas amostras oferecidas e na natureza do questionamento, evidencia-se que o café é uma bebida muito consumida e bastante utilizada entre os entrevistados, constatando que a maioria tem o hábito de tomar café com mais frequência em seus lares e no ambiente de trabalho. Além disso, optam por um sabor mais adocicado, já que costumam consumir de três a quatro xícaras de café por dia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, conclui-se que o café tipo “Mole” é o mais bem aceito pela população, por ser um café naturalmente mais doce e não apresentar fraqueza como o café “estritamente mole”.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 414-420, mar./abr., 2010.

ANGÉLICO, C. L.; PIMENTA, C. J.; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. R.; PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, Y. Diferentes estádios de maturação e tempos de ensacamento sobre a qualidade do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 8-19, jan./abr. 2011.

ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Recomendações Técnicas da ABIC, categorias de qualidade do café**. 2018. Disponível em: <http://abic.com.br/recomendacoestecnicas/recomendacoestecnicasdaabic/categorias-de-qualidade-do-cafe/>. Acesso em: 04 de novembro de 2019.

ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **A história do café**. 2008. Disponível em: http://www.abic.com.br/scafe_historia.html. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

ARRUDA, A. C; MINIM, V. P. R; FERREIRA, M. A. M; MINIM, L. A; SILVA, S. N. M. C. F. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, p.754-763, out.-dez, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 8, de 11 de junho de 2003**. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 1, p. 4, 14 jun, 2003.

BORÉM, F. M; NOBRE, G. W; FERNANDES, S. M; PEREIRA, R. F. A; OLIVEIRA, P. D. Avaliação sensorial do café cereja descascado, armazenado sob atmosfera artificial e convencional. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1724-1729, nov./dez., 2008.

CARVALHO, L. G; SEDIYAMA, G. C; CECON, P. R; ALVES, H. M. R. Modelo de regressão para a previsão de produtividade de cafeeiros no Estado de Minas de Minas Gerais. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.204-211, 2004.

CARVALHO, V. D. CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S.M.C. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.

CHURCHILL JR., G. A.; PETER, J. P. **Marketing: criando valor para os clientes**. São Paulo: Saraiva, 2005.

CONAB. **Acompanhamento da safra de grãos**. v. 7, Safra 2019/20, n.1. Primeiro levantamento, outubro 2019.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. José Dias Costas. 2001. 71f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Conforme a Lei nº 9.610. **Estratégia de recuperação e plantio em área total e plantio por mudas**. 2012. Disponível em: <http://www.embrapa.br/codigo-floresta/plantio-por-mudas>. Acesso em 23 de outubro de 2019.

FARIA, M. M. **Distribuição espacial do café na região das Matas de Minas**. Elpídio Inácio Fernandes Filho. Viçosa, 2015. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

FARINA, E.M.M.Q; SAES, M. S. M. **Agribusiness do Café no Brasil**. Editora Milkbuzz, São Paulo, 1999, 230 páginas.

FASSIO, L. F; SILVA, A. E. S. **Importância econômica e social do café conilon**. Cap. 1, p. 34-49. p. 65, 2007.

FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. C; OLIVEIRA, C. A. L. Eficiência de diferentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.54, n.1, p.130–135, março, 2010.

FERNANDES, S. M., PEREIRA, R. G. F. A., BORÉM, F. M., NERY, F. C., PÁDUA, F. R. M. Alterações químicas em cafés torrados e moídos durante o armazenamento, **Rev. Bras. Armaz.**, Viçosa – Especial Café, MG, n. 9, p. 12-18, 2003.

HOFFMANN, C.E. **Resfriamento no processo de torra nas características de qualidade tecnológica e sensorial do café**. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2001.

IKEDA, A. A; VELUDO, OLIVEIRA, T. M. O conceito de valor para o cliente: definições e implicações gerenciais em marketing. **Revista Eletrônica de Administração da UFRGS**, Porto Alegre, v.11.n. 2. p. 22 a 26, 2005.

KNAUTH, D. R; LEAL, F. P; PILECCO, F. B; TEIXEIRA, A. M. F. B. **Manter acordado:** a vulnerabilidade dos caminhoneiros no Rio Grande do Sul. Departamento de medicina social. Faculdade de Medicina. Universidade federal de pelotas. Pelotas, ES, 2012.

LIMA, M. V. **Propriedades físico-químicas do café (Coffea arabica L.) submetido a diferentes métodos de preparo pós-colheita.** Engenheiro Agrônomo. Henrique Duarte Vieira. 2006. 117f. Tese (Mestrado em produção vegetal) -Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.

LIMA, M. V.; VIEIRA, H. D. MARTINS, M. L. L. PEREIRA, S. M. F. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudeste da Bahia. **Ceres**, Campos dos Goytacazes, RJ, v.55, n. 2, p.124 – 130, 2008.

MARTINEZ, H. E. P; CLEMENTE, J.M; LACERDA, J. S; P.; PEDROSA, A. W. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Rev. Ceres**, Viçosa, V. 61, Suplemento, p.838-848, nov/dez., 2014.

MARTINS, A.L. História do Café. **G&DR**. v. 4, n 3, p. 170,173, Taubaté, SP, Brasil, 2012.

MELO, W. L. B. **A importância da informação sobre do grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida.** 2008. Embrapa. Disponível em: <www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/>. Acesso em 22 de outubro de 2019.

MESQUITA, C. M; MELO, E. M; REZENDE, J. E; CARVALHO, J. S. JÚNIOR, M. A. F; MORAES, N. C. DIAS, P. T; CARVALHO, R. M; ARAÚJO, W. G. **Manual do Café.** Implantação de cafezais Coffea arábica L. Belo Horizonte. EMATER-MG, p.50, 2016.

MONTEIRO, M. A. M. D. S. **Caracterização sensorial da bebida de café (Coffea arabica L.):** análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e testes afetivos. Daniela de Grandi Castro Freitas- Sá,D.SE. Viçosa, 2002. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

MONTEIRO, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. F.; CHAVES, José B. P. Influência da torra sobre a aceitação da bebida café. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.2, p. 145-150, mar/abr., 2010.

PRADO, A. S; PAIVA, E. F. F; PEREIRA, R. G. F. A; SETTE, R. S; SILVA, J. R; PAIVA, L. C.; BARBOSA, C. Á. NOBRE, G. W; BORÉM, F. M; FERNANDES, S. M. Hábitos de consumo e preferência pelo tipo de bebida do café (Coffea arabica L.) entre jovens de machado/mg. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 184-192, set./dez, 2011.

PEREIRA, R. G. F. A. Alterações químicas do café-cereja descascado durante o armazenamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 1-9, jan./jun, 2007.

PITTS, R. E; WOODSIDE, A. G. Special issue: examining the structure of personal values and consumer decision making. **Journal of Business Research**, v. 22, p. 91-93, 1991.

REINATO, C. H. R; BOREM, F. M.; CIRILLO, M. Â; OLIVEIRA, E. C. Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camada. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 223 a 237, set./dez, 2012.

RIBEIRO, B. B; MENDONÇA, L. L. DIAS, R. A. A; ASSIS, G. A; MARQUES, A. C. Parâmetros qualitativos do café proveniente de diferentes processamentos na pós-colheita. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.14, p.273-279, 2011.

SCHMIDT, C. A; MIGLIORANZAI, P. É; PRUDÊNCIO, S. Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paranaense. **Ciência Rural**, v.38, n.4, jul, 2008.

SCHOLZ, M. B. S. SILVA; J. V. N; FIGUEIREDO, V. R. G. K. Atributos sensoriais e características físico/químicas de bebida de cultivares de café do iapar. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 6-16, jan./mar., 2013.

SEVERINO, L. S; SAKIYAMA, N. S; PEREIRA, A. A; MIRANDA, G. V; ZAMBOLIM, L; BARROS, U. V. Associações da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1467-1471, 2002.

SILVA, M. C; CASTRO, H. A. O; FARNEZI, M. M. M; PINTO, N. A. V. D; SILVA, E.B. Caracterização química e sensorial de cafés da chapada de minas, visando determinar a qualidade final do café de alguns municípios produtores. **Ciênc. Agrotec**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1782-1787, 2009.

SIQUEIRA, H. H; ABREU, C. M. P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciênc. Agrotec Lavras**, v. 30, n. 1, p. 112-117, jan./fev., 2006.

SOUSA, A. G; MACHADO, L. M. M; , SILVA, E. F; COSTA, T. H. M. Personal characteristics of coffee consumers and non-consumers, reasons and preferences for foods eaten with coffee among adults from the Federal District, Brazil. **Food Sci. Technol**, Campinas, v.36, n.3, p.432-438, July-Sept. 2016.

VEGRO, C. L. R.; PINO, F. A.; ASSUMPÇÃO, R. **Café: bebida masculina ou feminina**. Editora Agronômica Ceres Ltda., 2006.

ANEXO 01: TERMO DE CONSENTIMENTO PARA MAIORES DE IDADE

**FACULDADE VÉRTICE – UNIVÉRTIX SOCIEDADE EDUCACIONAL GARDINGO
LTDA. – SOEGAR**

CURSO: AGRONOMIA – 2019/1

184

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa. “PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DO CAFÉ”. Nesta pesquisa pretendemos realizar uma “prova de café” para os habitantes de Matipó MG em realização de qual é o mais consumido e aceito a eles. O motivo que nos leva a estudar que a maioria das pessoas estão acostumadas a utilizar em sua casa cafés sem qualidade de bebida, os mais utilizados são os rios queremos verificar se as pessoas conhecem e utilizam cafés de qualidade. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Será aplicado um questionário com 2 questões abertas e 7 fechadas, onde usaremos pessoas residentes a cidade de Matipó- MG. As pessoas para responderem o questionário devem possuir autonomia e se mostrarem dispostos a participarem voluntariamente. Um número de 80 pessoas se no momento do preenchimento auxiliaremos o mesmo. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: em que poderá incorrer o (a) signatário (a), onde terá benefícios pessoais onde o trabalho poderá trazer.

Foi-lhes dado o consentimento, inclusive para posteriores publicações, na certeza de que os benefícios pessoais e sociais da pesquisa serão maiores que os riscos que ela poderá oferecer. Além disso, foi esclarecida a possibilidade de desistência deste tudo em qualquer momento.

Para participar deste estudo, o Senhor (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, o Senhor (a) tem assegurado o direito à indenização.

O Senhor (a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Senhor (a) é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

O Senhor (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável na cidade de Matipó-MG e outra fornecida ao senhor.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de seis meses após o término da pesquisa. Depois desse tempo, eles serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de seis meses após o término da pesquisa. Depois desse tempo, eles serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu _____, contato

_____ fui informado(a) dos objetivos da pesquisa PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DO CAFÉ de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome do pesquisador responsável: Patrícia Aparecida Gomes Monteiro,
Nilson de Paula Junior

Endereço: Rua pintassilgo,35 Bairro Dona Dina

Telefone: (31)983915119

PROMAI – PROGRAMA PARA MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Acadêmicos: Rodrigo Pires da Silva e Genésio Ornelas Nolasco de Oliveira

Orientador: D Sc. Rafael Macedo de Oliveira

RESUMO

A irrigação é uma prática realizada com o objetivo de suprir a necessidade hídrica das culturas. Atualmente, 70% da água derivada dos cursos d'água é destinada ao setor agrícola e aproximadamente 50% desse volume é desperdiçado antes de chegar às raízes das plantas. O manejo correto da irrigação possibilita atender à necessidade hídrica das culturas e evitar o desperdício de água. Para se obter bom manejo de irrigação e boa racionalização do uso da água, é necessário o conhecimento da evapotranspiração das culturas (ET_c). Dentre os vários métodos para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o), o de Hargreaves-Samani possui algumas vantagens, pois é baseado em dados de temperatura do ar, de fácil aquisição, embora necessite ser calibrado conforme cada região, para a conquista de melhores resultados. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de criar um *software* computacional em ambiente Excel, que calcula a ET_c e também o tempo de irrigação para cada cultura, observando seu K_c e o sistema de irrigação em questão. O *software* criado com o nome "PROMAI" foi desenvolvido no ambiente *Visual Basic for Applications* (VBA). Para a calibração da equação de Hargreaves-Samani em relação à metodologia-padrão FAO-56, foram considerados os valores originais de A_{HS} (0,0023), B_{HS} (0,5) e C_{HS} (17,8) como valores iniciais. Foi utilizada a ferramenta Solver da planilha eletrônica Excel para minimização do erro absoluto médio (EAM). Após a calibração da equação e a determinação dos novos valores de A_{HS} e B_{HS}, o *software* demonstrou eficácia e correlação entre a ET_o e a equação padrão Penman-Montheith (FAO-56), facilitando, assim, o manejo da irrigação, principalmente para o pequeno e o médio produtor que não possuem acesso à estação meteorológica automática na propriedade.

PALAVRAS-CHAVE: recursos hídricos; sustentabilidade; manejo da irrigação.

1. INTRODUÇÃO

A irrigação é uma prática adotada para suprir as necessidades hídricas das plantas desde a época das antigas civilizações. O setor agrícola é o que mais consome água, correspondendo em média a 70% do consumo total de água em todo o mundo. No Brasil, a prática alcançou forte aumento com suporte governamental, a partir das décadas de 1970 e 1980 (ANA, 2019).

Trata-se da forma mais eficaz na produção de alimentos, podendo atingir o triplo da produtividade em comparação com as áreas de sequeiro (SANTOS *et al.*, 2017), estas que são responsáveis pela produção de grande parte dos alimentos para o abastecimento da população mundial (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

Vista no passado como uma técnica de aplicação de água apenas para suprir o período seco do ano, a agricultura irrigada se tornou grande foco do agronegócio, pois favorece o aumento da produção de alimentos. A irrigação envolve técnicas que permitem economia na produção de determinada cultura, a partir do adequado manejo dos recursos hídricos, sendo responsável pela criação de empregos e pelo desenvolvimento sustentável no campo (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

O manejo de irrigação consiste em processos que envolvem a tomada de decisão sobre quando irrigar e quanto de água aplicar. Para tanto, é preciso disponibilizar água suficiente para as plantas, a fim de prevenir estresse hídrico, promovendo o aumento da produtividade e da qualidade da produção por meio da perda mínima de água, sem lixiviação de nutrientes e degradação do meio ambiente (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2001). Vale ressaltar que problemas de salinização do solo e contaminação do lençol freático podem ser causados caso o manejo da irrigação não seja realizado de forma adequada (SILVA, CAMPOS e AZEVEDO, 2009).

Para se alcançar um adequado manejo de irrigação e boa racionalização do uso da água, é necessário o conhecimento da evapotranspiração das culturas (ET_c), que pode ser obtida por meio do valor da evapotranspiração de referência (ET_o) multiplicado pelo coeficiente da cultura (K_c) (CARVALHO *et al.*, 2011). Tais indicadores estão relacionados a aspectos ambientais e fisiológicos das plantas, devendo ser determinados para as condições locais onde a agricultura de irrigação será utilizada (MEDEIROS, ARRUDA e SAKAI, 2004).

Prando *et al.* (2015) explicam que o manejo da irrigação é a principal técnica empregada para que se tenha um uso sustentável da água na irrigação, permitindo aferir o tempo e a frequência com que deve ser realizada a irrigação. Segundo os mesmos autores, o uso de equipamentos agro meteorológicos, com o incremento de meio eficientes e de baixo custo, favorecem a aquisição de dados e facilitam os cálculos do manejo da irrigação, de modo que o usuário efetive a gestão da água aplicada através do uso sustentável dos recursos hídricos.

Além disso, uma alternativa viável é o uso de aplicativos fáceis para o cálculo diário da necessidade e do tempo de irrigação, adotando-se a conexão com a rede

de estações meteorológicas e com as bases georreferenciadas de informações (PRANDO et al., 2015).

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de criar um *software* computacional em ambiente Excel, usando a linguagem de programação em VBA (*Visual Basic for Applications*) que calcula a ET_C (evapotranspiração da cultura) e também o tempo de irrigação para cada cultura, a partir da observação do K_C (coeficiente da cultura) e do sistema de irrigação específico. Dessa forma, facilita-se o manejo da irrigação em pequenas e médias propriedades rurais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO

A área da agricultura irrigada em todo o mundo ocupa cerca de 17% de toda a terra agricultável e responde por 40% da produção de todo o alimento consumido mundialmente (PAULINO et al., 2011). A irrigação é uma forma rentável e sustentável se utilizada de forma correta, a partir de técnicas eficientes e de baixo custo tanto no uso da terra quanto da água (LACERDA e OLIVEIRA, 2007). É possível, ainda, promover elevados valores socioeconômicos se a atividade estiver em equilíbrio com o meio ambiente (PINHEIRO, AMARAL e CARVALHO, 2010).

No Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2017), estima-se que 502.425 estabelecimentos fazem o uso de algum método de irrigação, o que representa uma área irrigada total de 6.903.048 ha. Verifica-se, assim, um acréscimo de 52% em relação ao Censo Agropecuário de 2006.

A irrigação atual pode apresentar um consumo de 745 mil litros por segundo de água (745 m³/s), o equivalente a 46% da retirada dos corpos hídricos (ANA, 2019). Estudos demonstram que 50% da água capitada para a irrigação é perdida no meio do caminho, não sendo utilizada pelas plantas (SOUSA et al., 2011). Apesar de ser uma atividade que tem alto consumo de água, observam-se diversos benefícios, tais como: aumento de produção de duas a três vezes em relação à cultura de sequeiro, redução de custos unitários, redução de riscos climáticos e meteorológicos, maior uso do solo, uso perene (pode ser usado durante todo o ano e permite até três safras anuais), aplicação de fertilizantes e agroquímicos pelo

mesmo equipamento da irrigação, aumento de renda para o produtor rural, maior qualidade e padronização de produtos agrícolas (ANA, 2017).

Existem vários fatores que contribuem para a necessidade de irrigação, sendo um dos principais a escassez contínua de água, como no semiárido brasileiro que se faz necessária a aplicação artificial de água (ANA, 2017). Uma irrigação com déficit hídrico não possibilita o benefício esperado, da mesma forma que a aplicação excessiva de água pode ser prejudicial, fazendo com que ocorra saturação do solo, lixiviação de nutrientes, salinização, maiores evaporações, e elevação do lençol freático, gerando altos custos com drenagem (CORREIA, ROCHA e RISSINO, 2016).

Saraiva *et al.* (2013) confirmam que o excesso hídrico promove problemas que prejudicam ou interferem no crescimento das plantas, além de haver o desperdício de água e o aumento do custo de energia elétrica, devido a esse uso inadequado da irrigação (TURCO, RIZZATTI e PAVANI, 2009).

Para controlar o desperdício de água na agricultura, é necessário adotar um manejo correto da irrigação, estimando as necessidades hídricas das culturas para depositar a quantidade certa de água no solo e no momento adequado. Correia, Rocha e Rissino (2016) alertam que o manejo da irrigação se torna difícil em decorrência da falta de monitoramento do clima em pequenas propriedades. Nessa perspectiva, as estações meteorológicas profissionais poderiam ser uma solução, contudo, observa-se que seu uso é restrito, devido ao alto custo do sistema e à complexidade da operação (ELIAS *et al.*, 2014).

2.2. MÉTODOS USADOS PARA O MANEJO DA IRRIGAÇÃO

2.2.1. Via solo

O conhecimento da quantidade de água em massa ou volume contida no solo, em determinado momento, torna-se indispensável para estudos hidrológicos e manejos de irrigação em áreas cultivadas (SANTOS, ZONTA e MARTINEZ, 2010). Existem inúmeros métodos para a determinação da umidade no solo, sendo que todos possuem limitações: de precisão, de custos, de tempo ou de eficácia de trabalho (NUNES, 2014), sendo que estes não diferem entre si com relação à finalidade de quantificar a umidade. Suas diferenças resumem-se na forma e no

local de medição, no preço, no tempo de resposta e, principalmente, na sua operacionalidade em campo (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

Vielmo (2008) postula que esses métodos podem ser diretos ou indiretos - os diretos são os métodos gravimétricos como o método padrão de estufa, método de pesagem e método DUPEA; já os indiretos são os métodos tensiométricos, de resistência elétrica, gesso, colman, químico, sonda de nêutrons, capacitância elétrica e o método de TDR.

Dos diversos procedimentos e equipamentos disponíveis no mercado, o método padrão de estufa é o método referência para calibração de todos os outros. A escolha da utilização por determinado método varia de acordo com a necessidade do usuário, por exemplo: medidas de tensão (tensiômetro e células eletrométricas), medidas de dispersão de nêutrons (sondas de neutros), sistemas alternativos (DUPEA e micro-ondas), entre outros (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

2.2.2. Via planta

O manejo da irrigação via planta pode ser realizado através de avaliações do estado hídrico das plantas, com a utilização de aparelhos que avaliam: temperatura foliar, potencialidade de água nas folhas, resistência estomática, grau de turgescência das plantas, fluxo de seiva, entre outros (MARTINS *et al.*, 2007). Tais métodos são prometedores, apesar de serem de difícil utilização. Por essa razão, são utilizados apenas em pesquisas, pois possuem alto custo e necessitam de automação e outros cuidados especiais para emprego em larga escala (PIRES *et al.*, 1999).

2.2.3. Via clima

O método de manejo de irrigação mais utilizado é o via clima, devido à facilidade de obtenção de dados e de execução, considerando-se as características do clima e da cultura escolhida (CONCEIÇÃO, 2016).

Para o manejo via clima, existem métodos diretos e indiretos. Entre os métodos diretos, citam-se: lisímetros que consistem em tanques enterrados no solo, para se determinar a evapotranspiração através das pesagens dos tanques antes e

após certo período. Os métodos indiretos, que usam estimativas por meio de dados climáticos, adotando dados teóricos e empíricos, são: Penmam-Montheith, Hargreaves-Samani, entre outros (BERNARDO, SOARES e MANTOVANI, 2006).

2.2.3.1. Penmam-Montheith FAO-56

A equação de Penmam-Montheith (FAO-56) foi um aperfeiçoamento dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) Penmam (BERNARDO, SOARES e MANTOVANI, 2006), sendo considerada o método padrão (ALLEN *et al.*, 1998).

Esse método pode ser expresso pela seguinte equação:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

Onde:

ET_o = evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹);

Δ = declividade da curva de pressão de vapor no ponto de saturação x temperatura média (kPa.°C⁻¹);

R_n = radiação solar líquida total da cultura (MJ.m⁻² d⁻¹);

G = densidade do fluxo de calor no solo (MJ.m⁻² d⁻¹);

γ = constante psicrométrica (kPa.°C⁻¹);

e_s = pressão de saturação do vapor médio diário (kPa);

e_a = pressão atual de vapor médio diário (kPa);

e_s - e_a = déficit de pressão de vapor de saturação (kPa);

U₂ = velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m.s⁻¹); e

T: temperatura média do ar (°C).

2.2.3.2. Equação de Hargreaves-Samani

A Equação de Hargreaves-Samani é baseada em dados de temperatura do ar e radiação solar, sendo tabelada de acordo com a latitude e o período do ano, o que a torna de fácil aplicação. Contudo, exige calibração de acordo com cada região, para se obter melhores resultados. Isso porque esse método tende a superestimar o valor da evapotranspiração de referência (ET_o), principalmente em climas úmidos (TRAJKOVIC, 2007; MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009). Cruz (2016) assegura que o método é adequado para regiões áridas do Brasil, por ter sido desenvolvido em uma região de clima seco. Assim, para demais regiões, é necessário fazer um ajuste prévio da equação.

Esse método pode ser expresso pela seguinte equação:

$$ET_o = 0,0023 \cdot (T_{máx} - T_{mín})^{0,5} \cdot (T_{méd} + 17,8) \cdot R_a \cdot 0,408$$

Sendo:

ET_o = evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹);

T_{méd} = temperatura média diária (°C);

T_{máx} = temperatura máxima diária (°C);

T_{mín} = temperatura mínima diária (°C); e

R_a = radiação no topo da atmosfera (MJ.m⁻².dia⁻¹).

2.2.4. Evapotranspiração da cultura

A evapotranspiração da cultura é uma variável básica da irrigação que depende de dados relativos à temperatura, ao solo, à cultura e ao estágio de desenvolvimento da cultura, podendo ser medida de forma direta, através do uso de lisímetros, ou de forma indireta, sendo determinada pelo uso de equações combinadas por vários métodos (CHAVES *et al.*, 2005).

Uma das formas de estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c) é a partir da evapotranspiração de referência (ET_o), multiplicado por coeficientes adequados conhecidos como coeficiente das culturas (K_c) (OLIVEIRA *et al.*, 2015). O coeficiente da cultura (K_c) está relacionado à evapotranspiração de uma cultura livre de doenças, cultivada em amplos campos, perante condições ideais de água e

fertilidade do solo, sendo capaz de atingir seu potencial total de produção sob o dado ambiente em crescimento (DOORENBOS e PRUITT, 1977).

Para o cálculo da Etc, emprega-se a seguinte fórmula:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Onde:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm.dia⁻¹);

ETo = evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹); e

Kc = coeficiente da cultura (adimensional).

2.3. COMPUTAÇÃO NA AGRICULTURA

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) podem ser compreendidas como o conjunto de tecnologias que usa a informática como base (computadores e *softwares*), sendo responsáveis parcialmente pelas mudanças e transformações ocorridas na produção, desencadeando, assim, no surgimento da denominada sociedade da informação (IBGE, 2009).

O uso das TIC's nos setores da agropecuária e da agricultura já é uma realidade. Na prática, a adesão de uma TIC pode favorecer o aumento na produtividade e alcançar vários benefícios agrícolas e econômicos, incluindo a melhor gestão da produção e da propriedade rural, bem como o monitoramento, o acompanhamento e a produção agregada aos mais novos resultados de pesquisa na área (GELB e VOET, 2009).

Além disso, as TIC's aplicadas no campo destacam-se no uso de: sistemas de irrigação inteligente, agricultura de precisão, automação e rede de sensores para mapeamento de solos, acompanhamento de doenças, variáveis meteorológicas, a fim de se obter dados sobre produção e aspectos ambientais e climáticos (MASSRUHÁ, LEITE e MOURA, 2014).

O acesso à internet e ao computador, ou até mesmo outros aparelhos como celulares e *tablets*, constitui condição necessária para que o produtor rural possa desfrutar dos benefícios do uso das TIC's aplicadas no campo (MENDES, BUAINAIN e FASIABEN, 2014).

3. METODOLOGIA

O *software* criado com o nome "PROMAI" foi desenvolvido no ambiente *Visual Basic for Applications* (VBA), constituído por um conjunto de planilhas que contém

dados de R_a (radiação solar extraterrestre), K_c (coeficiente da cultura), cidade (latitude) e o modelo de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) proposto por Hargreaves-Samani (1985) representado pela seguinte equação:

$$ET_o = A_{HS} \cdot (T_{m\acute{a}x} - T_{m\acute{i}n})^{B_{HS}} \cdot (T_{m\acute{e}d} + C_{HS}) \cdot R_a \cdot 0,408$$

Em que:

ET_o = evapotranspiração de referência ($\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$);

R_a = radiação solar no topo da atmosfera, expressa em equivalente de evaporação ($\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$);

$T_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$);

$T_{m\acute{i}n}$ = temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$);

$T_{m\acute{e}d}$ = temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); e

A_{HS} , C_{HS} , B_{HS} = os valores originais 0,0023, 17,8 e 0,5, respectivamente (HARGREAVES e SAMANI, 1985; ALLEN *et al.*, 1998).

Para a determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c), utilizou-se a seguinte equação:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura ($\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$); e

K_c = coeficiente de cultivo da cultura (adimensional).

Para a calibração da equação de Hargreaves-Samani, foram considerados os valores originais A_{HS} (0,0023), B_{HS} (0,5) e C_{HS} (17,8) como valores iniciais. A ferramenta Solver da planilha eletrônica Excel foi empregada para minimização do Erro Absoluto Médio (EAM), alterando os valores de A_{HS} e B_{HS} . O Erro Absoluto Médio foi adotado por constituir a medida mais apropriada do erro médio e por não apresentar oscilações (WILLMOTT e MATSUURA, 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O *software* apresenta uma interface amigável e clara, com uma tela inicial de fácil compreensão (Figura 1), podendo ser utilizado em computador convencional ou portátil.



Figura 1. Tela inicial
Fonte: Os autores (2019)

A segunda tela do programa é destinada à entrada de dados gerais para o cadastro do produtor (Figura 2).

O formulário de entrada de dados para o cadastro do produtor. Ele contém quatro campos de entrada: "Nome" (um campo vazio), "Propriedade" (um campo vazio), "Cidade" (um campo vazio) e "Data" (um campo contendo a data "12/10/2019"). No canto inferior esquerdo, há o mesmo logotipo "PR MAI" visto na tela inicial. No canto inferior direito, há um botão "Ok".

Figura 2. Entrada de dados para cadastro do produtor
Fonte: Os autores (2019)

Os dados de entrada são inseridos no *software* de forma fácil (Figuras 3 e 4). Além de estimar a evapotranspiração de referência, o *software* também estima a evapotranspiração da cultura e o tempo de irrigação em horas, minutos e segundos, conforme necessidade. Quando não for necessário, mostra a mensagem "Não há a necessidade de irrigar!", apresentando, dessa forma, um diferencial em relação a outras ferramentas que facilitam o manejo da irrigação, estas que, na maioria das vezes, estimam apenas a ETo ou a ETc. Os dados de entrada para o cálculo da

lâmina de irrigação são: a cidade em que se localiza a propriedade, temperaturas diárias máxima e mínima e precipitação, sendo que esses dados são obtidos por instrumentos de baixo custo e fácil interpretação, podendo ser manejados pelo próprio agricultor. Segundo Prando *et al.* (2015), ao desenvolver um *software* para o manejo da irrigação, há um aumento da eficiência no uso da água e energia elétrica.

Estado: Cidade:

Mês:

Cultura:

Estádio da Cultura:

Vazão do Emissor (L/h):

Espaçamento entre Emissores: x

Eficiência do Sistema (%):

Tempo de Irrigação (horas:minutos:segundos): **2:36:41**

Dados Registrados

Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
T.Max(°C) <input type="text" value="32"/>	T.Max(°C) <input type="text" value="0"/>				
T.Min (°C) <input type="text" value="27"/>	T.Min (°C) <input type="text" value=""/>				
Precipitação (mm) <input type="text" value="0"/>					

PR MAI

Zerar Relatório

Figura 3. Entrada de dados
Fonte: Os autores (2019)

Estado: Cidade:

Mês:

Cultura:

Estádio da Cultura:

Vazão do Emissor (L/h):

Espaçamento entre Emissores: x

Eficiência do Sistema (%):

Tempo de Irrigação (horas:minutos:segundos): **Não há necessidade de Irrigar**

Dados Registrados

Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
T.Max(°C) <input type="text" value="32"/>	T.Max(°C) <input type="text" value="0"/>				
T.Min (°C) <input type="text" value="27"/>	T.Min (°C) <input type="text" value=""/>				
Precipitação (mm) <input type="text" value="4"/>	Precipitação (mm) <input type="text" value="0"/>				

PR MAI

Zerar Relatório

Figura 4. Entrada de dados
Fonte: Os autores (2019)

Após a inserção das informações, o usuário tem a opção de imprimir o relatório com os dados de evapotranspiração de referência e da cultura, além do balanço hídrico (Figura 5).



Relatório	
Nome	Sr. José
Propriedade	Fazenda Nova Esperança
Cidade	Matipó
Data	03/11/2019
Vazão do Emissor (L/h)	2
Eficiência de Aplicação (%)	95
Intensidade de Aplicação (mm/h)	0.83
ET _o Acumulada (mm)	2.07
ET _c Acumulada (mm)	2.07
Precipitação Acumulada (mm)	0.00
Balanço Hídrico Acumulado (mm)	-2.18
Tempo de Irrigação (h:mm:ss)	2:36:41

Imprimir

Figura 5. Tela de relatório
Fonte: Os autores (2019)

Foram coletados dados de estações meteorológicas de quatro cidades do estado de Minas Gerais e outras quatro do Espírito Santo. Fez-se a comparação entre a equação de Penman-Montheith FAO-56, a equação do *software* e a fórmula original de Hargreaves-Samani. Para a definição do coeficiente de determinação (R^2), usou-se a planilha eletrônica Microsoft Office Excel[®] 2019. Observa-se que houve uma melhora do coeficiente de determinação quando se fez o ajuste da equação (Figuras 6, 7, 8 e 9).

Comparando o coeficiente de determinação R^2 visto na Figura 6, observa-se que ocorreu uma variação de 0,95 para Montes Claros (MG) e 0,98 em Salinas (MG), com os dados das estações das mesmas cidades, Alencar *et al.* (2011) obtiveram valores de R^2 igual a 0,753 e 0,775, respectivamente, demonstrando que o *software* PROMAI ficou superior ao ajuste dos referidos autores, estando, portanto, mais próximo aos valores de evapotranspiração de Penman-Montheith. O melhor coeficiente de terminação R^2 foi para Salinas (MG), por ser uma cidade que está localizada em uma região semiárida, clima para o qual a equação de Hargreaves-Samani foi desenvolvida.

Pinheiro (2017) encontrou valor de R^2 de 0,8093 ajustado para a estação convencional localizada em Viçosa (MG). No *software*, o valor calculado de R^2 visto na Figura 7 foi de 0,92, sendo os dados obtidos de estação automática, demonstrando também superior ao autor supracitado.

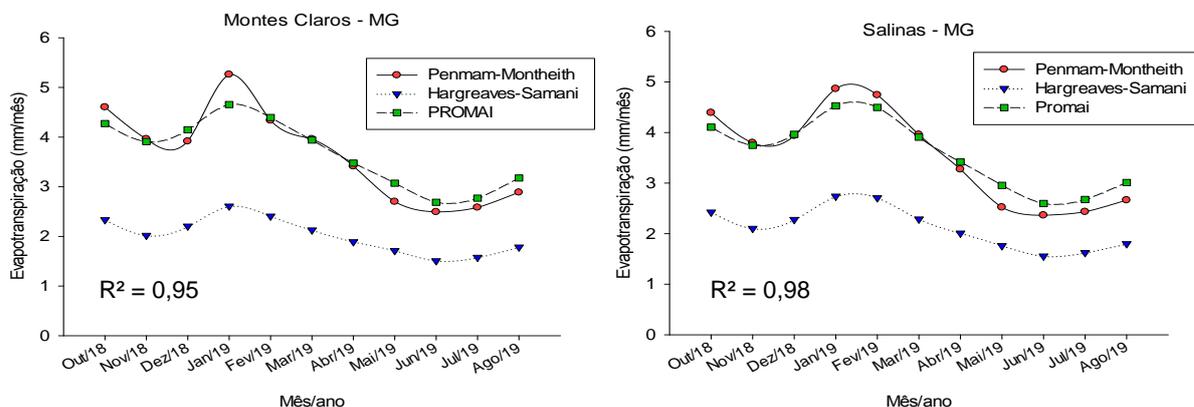


Figura 6. Comparação dos dados de evapotranspiração de referência (mm/mês) obtidos com os dados da estação meteorológica das cidades do estado de Minas Gerais
 Fonte: Os autores (2019)

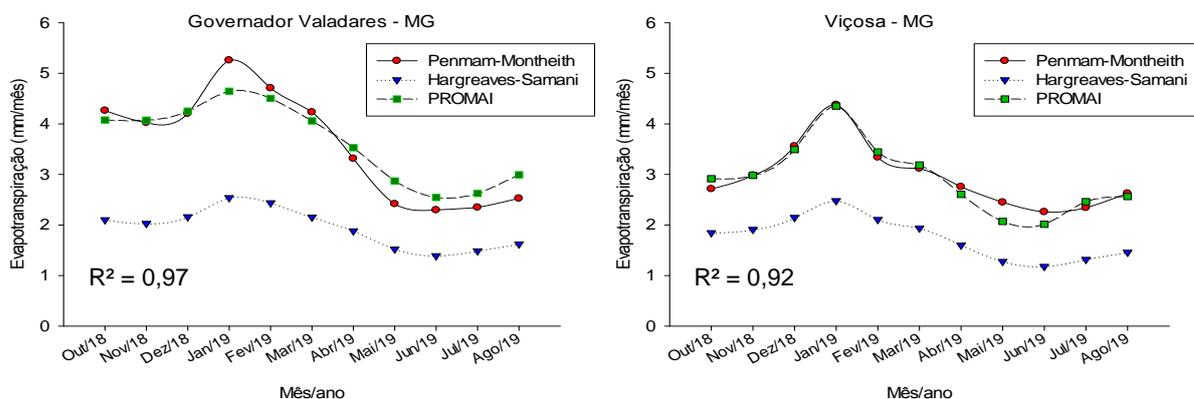


Figura 7. Comparação dos dados de evapotranspiração de referência (mm/mês) obtidos com os dados da estação meteorológica das cidades do estado de Minas Gerais
 Fonte: Os autores (2019)

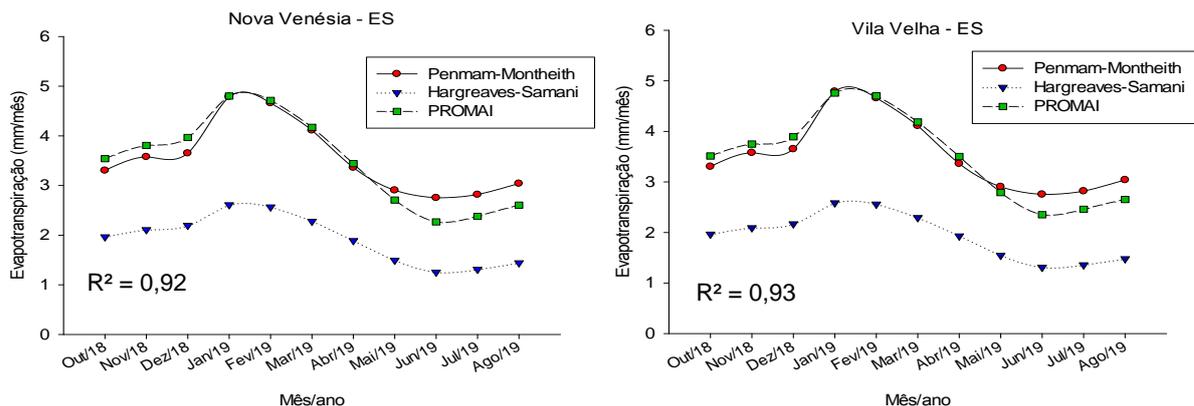


Figura 8. Comparação dos dados de evapotranspiração de referência (mm/mês) obtidos com os dados da estação meteorológica das cidades do estado do Espírito Santo
 Fonte: Os autores (2019)

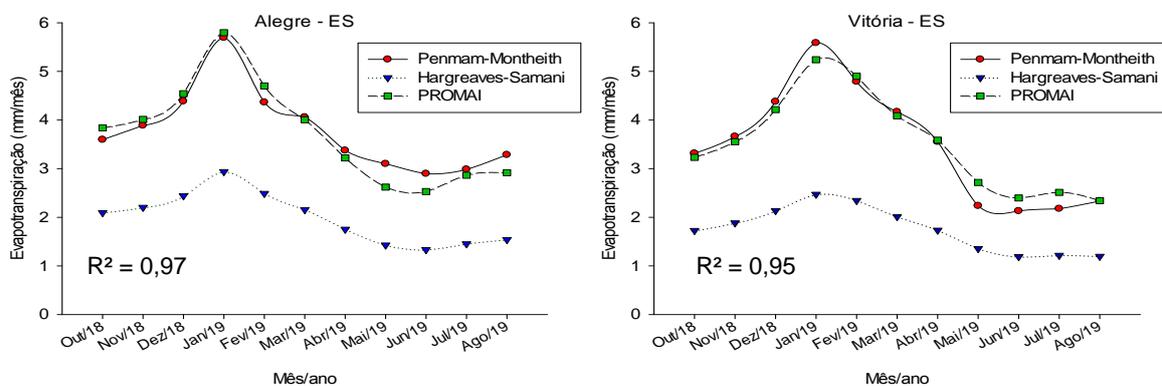


Figura 9. Comparação dos dados de evapotranspiração de referência (mm/mês) obtidos com os dados da estação meteorológica das cidades do estado do Espírito Santo
 Fonte: Os autores (2019)

De acordo com Alencar; Sedyama e Mantovani (2015), o método de Hargreaves-Samani é de simples utilização para calcular a evapotranspiração, porém, quando faltam dados, o coeficiente de determinação (R^2) apresenta um pior resultado. Em estudo realizado pelos autores, o R^2 ficou em 0,446, muito abaixo do valor para estações em que não houve ausência de dados. Para a mesma cidade (Governador Valadares), no presente estudo, o *software* gerou uma equação com R^2 de 0,97 vista na Figura 7, demonstrando superioridade ao de Alencar, Sedyama e Mantovani (2015). A ausência de dados pode levar a uma superestimativa do volume a ser aplicado, gerando maior consumo de energia elétrica e maior desgaste dos equipamentos de irrigação, além de poder até ocasionar problemas ambientais devido ao escoamento superficial de agrotóxicos que pode chegar até o leito dos rios. O baixo ajuste da equação pode também subestimar o volume a ser irrigado,

ocasionando um estresse hídrico nas plantas. Assim, o ajuste da equação é de suma importância para ser mais assertivo e possibilitar o maior desenvolvimento das plantas.

Nas cidades do estado do Espírito Santo, houve pequena variação dos dados de R^2 , variando de 0,92 a 0,97, conforme apresentado nas Figuras 8 e 9. Esta variação também pode ser observada no trabalho desenvolvido por Zanetti *et al.* (2018), quando a equação de Hargreaves-Samani foi calibrada com o objetivo de estimar a evapotranspiração de referência, variando de 0,82 para a cidade São Mateus e 0,85 para Alegre.

Os programas computacionais na agricultura, que utilizam a equação de Hargreaves-Samani, como o PROMAI, conseguem reduzir o volume de água aplicada, bem como a energia elétrica, diminuindo custos. Cavagnino e Carvasan (2016), ao utilizarem um sistema de automação com a mesma equação, obtiveram um menor consumo de água, quando comparado aos outros sistemas e ao baixo consumo de energia elétrica. Do mesmo modo, Ferreira *et al.* (2016) utilizaram um *software* denominado IntecPerímetro[®] para calcular a lâmina média de irrigação, obtendo uma economia média de água de 28,3%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela facilidade de manuseio e utilização de apenas dados climáticos de temperatura e precipitação, obtidos com instrumentos de baixo custo, como um termômetro de máxima e mínima e um pluviômetro, o *software* PROMAI pode ser utilizado quando ajustado, apresentando uma boa precisão. O sistema demonstra boa correlação entre a ETo e a equação padrão Penman-Montheith (FAO-56), facilitando o manejo da irrigação, principalmente para o pequeno e médio produtor que não têm acesso à estação meteorológica automática na propriedade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, L. P. D; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C. Estimativa da evapotranspiração de referência (Eto padrão FAO), para Minas Gerais, na ausência de alguns dados climáticos. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p.39-50, janeiro/fevereiro. 2015.

ALENCAR, L. P. *et al.* Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no norte de Minas Gerais. **Engenharia na agricultura**, Viçosa-MG, v. 19, n. 5, p. 437-449, setembro/outubro. 2011.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE, C. L. T. **Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2001. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 5).

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301p. Irrigation and Drainage, Paper 56.

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacaoUsodaAguanaAgricutralirrigada.pdf>. Acesso em: 11 de março de 2019.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41 n. 3, p. 456-465, julho-setembro. 2011.

CAVAGNINO, E.; CARVASAN, F. A. Irrigador eco-eficiente para plantações. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 35, p. 93-100, julho/dezembro. 2016.

CHAVES, S. W. P.; AZEVEDO, B. M.; MEDEIROS, J. F.; BEZERRA, F. M. L.; MORAIS, N.B. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 36, n. 3, p. 262-267, 2005.

CONCEIÇÃO, C. G. **Análise de crescimento e produtividade econômica do feijoeiro irrigado na região de Alegrete, RS**. Orientador: Prof. Adroaldo Dias Robaina, 2016. 70 f. Dissertação, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria - RS, 2016.

CORREIA, G. R.; ROCHA, E. R. O.; RISSINO, S. D. Automação de sistemas de irrigação com monitoramento via aplicativo web. **REVENG: Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 24 n. 4, p. 314-325, julho/agosto, 2016.

CRUZ, J. T. **Avaliação de métodos de estimativa de evapotranspiração para Brasília-DF**. Orientadora: Profa. Dra. Selma Regina Maggioletto, 2016. 45 f. Monografia, Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, UnB, Brasília-DF, 2016.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Roma, FAO, 1977. 194p.

ELIAS, A. A. A. *et al.* Ardweather: uma estação meteorológica baseada no arduino e em web services restful. **XIV Safety, Health and Environment World Congress**, Cubatão, Brasil, julho 20 - 23, 2014.

FERREIRA, F. E. P., *et al.* Uso do software Intecperímetro[®] no manejo da irrigação do feijoeiro. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v. 23 n. 3, p. 257-266, maio-junho, 2016.

GELB, E.; VOET, H. **Adoption Trends in Agriculture: A summary of the EFITA ICT Adoption Questionnaires** (1999 – 2009). Disponível em: https://economics.agri.huji.ac.il/sites/default/files/agri_economics/files/voet-gelb.pdf
Acesso em: 15 de junho de 2019.

202

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. Chicago: **Amer. Soc. Agric. Eng.**, 1985. (Paper 85-2517).

IBGE. **O setor de tecnologia da informação e comunicação no Brasil 2003-2006**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 11, 2009, 79p.

IBGE. **Censo agro 2017**: resultados preliminares mostram queda de 2,0% no número de estabelecimentos e alta de 5% na área total. 27jul.2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-deimprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21905-censo-agro-2017resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-no-numero-deestabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total>. Acesso em: 11 de março de 2019.

LACERDA, N. B.; OLIVEIRA, T. S. Agricultura irrigada e qualidade de vida dos agricultores em perímetros do Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 216-223, 2007.

MARTINS, C. C. *et al.* Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Uberlândia, **Bioscience jornal**, v. 23, n. 2, p. 61-69, abril-junho 2007.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: Princípios e métodos. 3 ed. Viçosa: UFV, 2009, 355p.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; MOURA, M. F. Os novos desafios e oportunidades das tecnologias da informação e da comunicação na agricultura (AgroTIC). In: **O papel da TIC na pesquisa agropecuária**, Embrapa Informática Agropecuária, 2014, p. 23-38.

MEDEIROS, G.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 513-519, 2004.

MENDES, C. I. C.; BUAINAIN, A. M.; FASIABEN, M. C. R. Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informação. **Revista Espacios**, v. 35, n. 11, p.11, 2014.

NUNES, M. S. **Comparação de métodos via solo e via demanda evaporativa para manejo de irrigação**. Orientador: Adroaldo Dias Robaina, 2014. 120 f. Tese, doutorado apresentado ao Programa de Pós – Graduação em Engenharia Agrícola,

área de concentração Engenharia de água e solo – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2014.

OLIVEIRA, G. M. *et al.* Evapotranspiração da cultura da cebola. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal - PB, v. 10, n. 4, p. 58-63, outubro-dezembro, 2015.

PAULINO, J. *et al.* Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o Censo agropecuário de 2006. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 163-176, abril-junho, 2011.

PINHEIRO, M. A. B. **Evapotranspiração de referência com requerimento mínimo de dados para estações de Minas Gerais e adjacências**. Orientador: Prof. Dr. João Carlos Ferreira Borges Júnior, 2017. 110 f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias). Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei-MG, 2017.

PINHEIRO, J. C. V.; AMARAL, C. R.; CARVALHO, R. M. Análise da viabilidade socioambiental da fruticultura irrigada no Baixo Jaguaribe, Ceará. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 4, n. 1, p.3-17, janeiro/abril, 2010.

PIRES, R. C. M. *et al.* Agrometeorologia como suporte ao manejo de recursos hídricos e preservação de mananciais. **Centro de Ecofisiologia e Biofísica Instituto Agrônomo**. Novembro, 1999.

PRANDO, E. P. *et al.* Sistema web de manejo da irrigação – SISMI. **Irriga**, Botucatu, p. 121-136, 2015.

SANTOS, R. A. *et al.* Estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Feira de Santana (BA). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 4, p. 1617-1626, 2017.

SANTOS, M. R.; ZONTA, J. H.; MARTINEZ, M. A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. **Revista brasileira ciência do solo**. v. 34, p. 299-307, 2010.

SARAIVA, K. R.; BEZERRA, F. M. L.; SOUZA, F.; NETO, L. F. C. Aplicação do “ISAREG” no manejo da irrigação na cultura da melancia no Baixo Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agrônomo**, v. 44, n. 1, p. 53-60, janeiro-março, 2013.

SILVA, V. P. R.; CAMPOS, J. H. B. C.; AZEVEDO, P. V. de. Water use efficiency and evapotranspiration of mango orchard grown in northeastern region of Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 1, n. 120, p. 467-472, 2009.

SOUSA, V. F. *et al.* Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças. **Embrapa informação e tecnologia**. Brasília, DF 2011.

TRAJKOVIC, S. Hargreaves versus Penman-Montheith under Humid Conditions. **Journal of irrigation and drainage engineering**, january/february p. 38-42, 2007.

TURCO, J. E. P., RIZZATTI, G. S., PAVANI, L. C. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 29, n.2, p.311-320,2009.

VIELMO, A. L. **Limite superior de retenção de água no solo**: método de campo e método de estimativa. Orientador: Adroaldo Dias Robaina, 2008. 82 f. Dissertação, Mestrado apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de água e solo – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2008.

WILLMOTT, C. J.; MATSUURA, K. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. *Climate Research, Oldendorf-Luhe*, v. 30, n. 1, p. 79-82, 2005.

ZANETTI, S. S.; DOHER, R. E.; CARMO, E. B. D.; AVELINO, R. Calibração da equação de Hargreaves-Samani para estimar a evapotranspiração de referência no estado do Espírito Santo, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v. 12, n. 3, p. 2692 - 2701, 2018

QUALIDADE FINAL DA BEBIDA DE CAFÉ ARÁBICA SOB DIFERENTES TEMPOS DE FERMENTAÇÃO

Acadêmicas: Oscar Dutra Rocha e Jailton Aquino Vieira Júnior

Orientador: D Sc. Fabrício Rainha Ribeiro

205

RESUMO

O café é um grão de suma importância para economia brasileira, já que há mais de 150 anos o país domina produção mundial de café, sendo Minas Gerais o maior estado produtor do tipo arábica. O mercado de café vem mudando constantemente, o que culminou no surgimento dos cafés especiais. Em busca da produção dos cafés que possuem maior valor agregado, surgiram técnicas de pós-colheita com o objetivo, de se produzir cafés de qualidade superior, como as fermentações. No presente trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade final da bebida de café sob a indução dos frutos a processos de fermentação anaeróbicos, com diferentes intervalos de tempo. Os frutos de café foram colhidos em duas altitudes diferentes (1050 e 1150 m), separados de acordo com o tratamento: controle: 24, 36 e 48 h. Após a fermentação segundo cada tratamento, os grãos foram levados para secagem e depois foram limpos, classificados, torrados e avaliados quanto a sua qualidade final. Houve interferência do processo de fermentação na qualidade dos cafés - na altitude de 1050 m, notou-se diferença maior quanto à pontuação final e às características sensoriais dos cafés, principalmente nos processos de maior duração. Na altitude de 1150 m, houve destaque para o processo de 36 h de fermentação, com a obtenção de maior pontuação e o surgimento de notas sensoriais exóticas que agradam o mercado de cafés especiais.

PALAVRAS-CHAVE: Cafés especiais; fermentação; mercado; *coffea arabica*.

1. INTRODUÇÃO

Há mais de 150 anos, o Brasil ocupa o lugar de maior produtor de cafés do mundo, ocupando também o posto de maior exportador de café verde. Além disso, é o segundo país que mais consome a bebida, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (MAPA, 2017). De acordo com a CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2017), o Brasil foi responsável por 32,38% da produção mundial de cafés, entre o período de 2008 e 2017, ou seja, um terço da produção mundial de café vem de solos brasileiros.

Durante muitos anos, a atenção dos produtores e do Governo brasileiro estava voltada apenas para a quantidade de cafés produzida e não para a qualidade. Com o passar do tempo, e mediante a instabilidade de preços dos cafés chamados *commodities*, surgiu um mercado diferenciado e com ágios (valores a

mais acrescentados ao valor de mercado) voltados para a qualidade dos grãos. Interessados nesses ágios, e nessa nova forma de agregar valor aos grãos produzidos, alguns produtores procuraram melhorar a qualidade final do café (LEÃO, 2010). Segundo Bing Cheng *et al.* (2016), essa qualidade final dos cafés tem extrema influência sobre o preço dos grãos e, com isso, cresce cada vez mais o mercado de cafés especiais.

Um café é uma bebida de qualidade que sofre influência de vários fatores, antes e depois da colheita. Na pré-colheita, citam-se variedade, local, adubação utilizada e maturação dos grãos. Na pós-colheita, as fermentações por microrganismos e enzimas, o armazenamento e a torra dos grãos. Tudo isso em conjunto contribui para a qualidade final do produto (CHALFOUN e FERNANDES, 2013).

Processar incorretamente os frutos de café após a colheita pode promover fermentações que comprometem a qualidade dos grãos, processo denominado de fermentação indesejável (CHALFOUN e CARVALHO, 2000). Existem também fermentações que, se feitas de forma controlada, podem ser positivas para a qualidade dos grãos, formando compostos que alteram o aroma e o sabor do café, aumentando assim a sua qualidade (BRANDO e BRANDO, 2014).

Na fermentação, a ação microbiana gera processos bioquímicos, químicos e também fisiológicos, que acarretam em cafés com perfis e qualidades diferentes (ESQUIVEL e JIMÉNEZ, 2012). De acordo com Chalfoun e Fernandes (2013), existem duas maneiras para se desenvolver um processo de fermentação em café, que são anaeróbica (sem oxigênio, que pode ser feita sob água ou com equipamentos/matérias que façam a retirada da mucilagem do mesmo, como válvula *airlock*, que tem o objetivo de deixar o oxigênio sair do local e não entre novamente) e aeróbica (conhecida como fermentação seca e com a presença de oxigênio), tendo sempre o mesmo objetivo, que é a retirada da mucilagem presente nos frutos e evitar que fermentações indesejáveis alterem negativamente a qualidade da bebida dos grãos. O tipo de fermentação anaeróbica ou aeróbica vai interferir na temperatura do processo, na presença e quantidade de microrganismos presentes, gerando diferentes resultados (benéficos ou não), de acordo com que se conduz o processo.

A produção de cafés especiais está cada vez mais inserida no mercado de *commodities*, trazendo muitos benefícios ao produtor. Além do aumento no valor agregado do produto, há o melhor trato cultural e a maior coletividade entre os produtores (FREDERICO e BARONE, 2015). Coletividade que pode ser identificada através da troca de experiências e conhecimentos entre os produtores do ramo de cafés especiais. Para tanto, são criadas organizações em grupos, tais como associações e cooperativas, em busca de novos mercados para esses cafés.

Com base nesse novo cenário da cafeicultura nacional, e de acordo com a notória demanda do mercado pela busca constante dos produtores por cafés de qualidade superior, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a qualidade final dos cafés de diferentes altitudes submetidos a tempos distintos de fermentação anaeróbica (com intervalos de tempo de 24, 36 e 48 h nas altitudes de 1050 e 1150 m), visto que esses diferentes intervalos de tempo podem alterar a qualidade da bebida.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PRODUÇÃO DE CAFÉ NO BRASIL E EM MINAS GERAIS

Há muitos anos o café constitui uma importante fonte de trabalho para a população, ao favorecer a geração de renda e o giro de capital para a economia do país, sendo assim um dos principais impulsionadores do agronegócio.

Destacam-se duas espécies de maior importância e expressividade para o país - o *Coffea arábica* L., popularmente conhecido como café arábica, que corresponde a 3/4 da produção mundial e a *Coffea canephora* Pierre, chamado de café robusta, que responde pelo restante da produção (equivalente a 1/4) (OIC, 2011).

O Brasil é o maior produtor de café do mundo. Segundo levantamento da CONAB, em 2019, ocorreu redução na quantidade de sacas produzidas no Brasil em comparação à safra do ano anterior, em decorrência da bialidade negativa na maioria das regiões, do clima (altas temperaturas) e da escassez de chuvas, em momentos importantes para a produção, registrada nos parques cafeeiros brasileiros (CONAB, 2019).

Segundo dados da CONAB (2019), têm-se hoje 1,73 milhões de hectares plantados com café arábica no Brasil, sendo que Minas Gerais detém a maior parte

desse total, 1,22 milhões de hectares, o que corresponde a 70% de toda a área de café arábica plantado no país, gerando cerca de 24,5 milhões de saca de café.

O Brasil é o maior exportador de café do mundo, por sua capacidade de produzir em larga escala, fator imprescindível para auxiliar a suprir a demanda. É responsável por aproximadamente 29% das exportações mundiais, o equivalente a mais de 34 milhões de sacas, sendo 15% desse volume total considerado “cafés especiais” (CECAFÉ, 2017).

A região das Matas de Minas está localizada no leste do estado de Minas Gerais e conta com 63 municípios produtores de café. Possui aproximadamente 275 mil hectares em café, com 36 mil produtores, em sua grande maioria pequenos produtores. O café gera direta e indiretamente mais de 200 mil empregos na região, tendo importância fundamental na economia regional (REGIÃO DAS MATAS DE MINAS, 2019).

2.2. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DO CAFÉ

Vários são os fatores que podem alterar a qualidade final do café, de acordo com Clemente *et.al.* (2015). A variedade plantada, o clima, o manejo da lavoura, toda a pré-colheita, o tipo de colheita e os métodos de pós colheita usados desempenham grande influência na produção dos grãos, sendo inclusive muito importantes para a qualidade final do café.

Essa qualidade do café é avaliada por uma análise de alguns fatores como bebida, aspecto e peneira. Na bebida, avalia-se sabor, aroma, acidez, corpo, doçura, entre outros. A pontuação advém da classificação desses índices de 0 a 100 - quanto maior a pontuação melhor o café. Já o aspecto é analisado de acordo com o número de defeitos, quantidade de impurezas e cor. A peneira varia de acordo com o tamanho dos grãos, maior ou menor (REVISTA CAFEICULTURA, 2010).

Para ser considerado especial, um café deve atingir no mínimo 80 pontos numa escala que vai até 100, através de análise sensorial. São avaliados certos atributos presentes no café, como fragrância e aroma, uniformidade, ausência de defeitos, sabor, doçura, acidez, corpo, finalização e harmonia, seguindo assim as normas e parâmetros definidos pela *Specialty Coffee Association of America* – SCAA (EMBRAPA, 2018).

Cafés especiais possuem qualidade da bebida elevada em relação aos demais, e a pré e a pós-colheita são realizadas de forma criteriosa quanto à maturação dos grãos e processamento, respectivamente. Existem variedades que têm uma genética para melhor se trabalhar esses tipos de cafés, sendo geralmente comercializados em microlotes. São de maior rentabilidade para o produtor, de maior satisfação para os consumidores e de muita importância socioambiental (MARCOMINI, 2013). Além disso, os cafés especiais apresentam um potencial de qualidade muito superior aos convencionais, em todos os aspectos (FREDERICO e BARONE, 2015).

2.3. FERMENTAÇÃO NO CAFÉ

A fermentação tem como finalidade a remoção da mucilagem presente nos frutos do café (LEE *et al.*, 2015). Os processos fermentativos podem ocorrer do amadurecimento dos frutos ainda no cafeeiro e até mesmo na etapa de secagem dos frutos (CHALFOUN e FERNANDES, 2013), sendo que o tempo do processo irá variar de acordo com o tipo de fermentação que estiver sendo realizada (VAAST *et al.*, 2006). Novos métodos de trabalho com café são introduzidos para usar a fermentação como forma de satisfazer os padrões exigidos pelos clientes atuais, devido às nuances e aos sabores exóticos que esse tipo de processamento pode apresentar. O processo de fermentação com a indução de leveduras, por exemplo, é bem aceito no ramo dos cafés especiais (ACADEMIA DO CAFÉ, 2014).

Existem vários métodos que empregam a fermentação no café, como, por exemplo, deixar os grãos colhidos para fermentar em sacos na própria lavoura, em tanques de água após descascado, em tambores de plásticos ou inox, acrescentando ou não leveduras pré-selecionadas.

De acordo com Silva *et al.* (2008), entender a ação microbiana durante esse processo de fermentação natural permite que se faça uma fermentação com maior qualidade ao café e também com menor duração. Nos grãos de café, existe uma infinidade de bactérias, leveduras e fungos filamentosos que fazem parte da diversa microbiota presente na lavoura e nos frutos, sendo esses microrganismos responsáveis pela fermentação do grão.

A altitude exerce influência sobre a temperatura do ar, sofrendo influência também da latitude e longitude. Fritzsons *et al.* (2008) constatam que a temperatura

decrece à medida que a altitude se eleva, proporcionalmente 1°C/100m. Segundo Vaast *et al.* (2006), a menor temperatura gera o adiamento de maturação dos frutos, causando o maior acúmulo de açúcares, ácidos e aminoácidos.

Durante o desenvolvimento dos grãos do café, os microrganismos presentes no fruto produzem enzimas que atuam sobre os compostos químicos da mucilagem (CHALFOUN e CARVALHO, 2000). Essas enzimas agem principalmente nos açúcares, criando assim uma fermentação, que gera uma produção de álcool e posteriormente se transforma em ácidos, como ácido acético, ácido láctico, ácido butírico e também alguns ácidos carboxílicos superiores. Vale pontuar que a qualidade do café fica prejudicada quando se inicia a produção de ácido butírico e propiônico, pois estes alteram de forma negativa o aroma e o sabor do café, gerando as chamadas xícaras riadas.

A ação desses microrganismos influencia diretamente na classificação final do café, principalmente na sua bebida, resultado da degradação de compostos presentes nos grãos ou também através da excreção de metabólitos que se evadem para dentro dos grãos. Dessa maneira, é de extrema importância conhecer a ação desses microrganismos e os processos gerados por essas ações, a fim de se obter cafés de qualidade superior (VILELA, 2011).

A compreensão da presença e da ação desses microrganismos propicia a maior chance de se ter um processo de fermentação denominado como positiva, na qual há alteração de sabor e aroma nos cafés, trazendo nuances doces e exóticas, o que pode acrescentar qualidade no café final. Desse modo, evita-se a ocorrência de fermentações chamadas negativas, que alteram o aroma e o sabor do café ao trazer nuances fenólicas. São essas as xícaras de bebida inferior, chamadas de xícaras riadas, caracterizadas pelo prejuízo na qualidade final da bebida.

2.4. MERCADO DE CAFÉ

Atualmente, o mercado de café tem sofrido influência de uma gama de variáveis relacionadas ao meio ambiente, produção, nível tecnológico, custos, entre outros aspectos de importância (BARABACH, 2011). A produção agrícola pode ser afetada por acontecimentos inesperados, como as catástrofes climáticas e a irregularidade de preços, fatores que não podem ser controlados pelo produtor (MARTINS, 2005).

Em anos de menor produção associada aos fatores ambientais não favoráveis e ao desenvolvimento das lavouras, há uma tendência de aumento do valor de mercado do café (REGO e PAULA, 2012). Devido à inconstância do mercado, que pode apresentar muitas baixas de preço, os cafés especiais surgiram com a finalidade de superar essas barreiras (FREDERICO e BARONE, 2015).

O mercado que padroniza e dita o preço das operações cafeeiras é o das *commodities*. Porém, os consumidores estão cada vez mais exigentes, definindo inclusive as peculiaridades do produto final que querem adquirir. Nesse sentido, o procedimento realizado na produção do café deve passar por uma análise criteriosa, levando em conta os parâmetros que propiciam uma alta qualidade na bebida. São os chamados cafés especiais que detêm essas características tão procuradas (NICOLELI *et al.*, 2015). Quanto melhor a qualidade do café, melhor é a sua aceitação de mercado, a procura e, conseqüentemente, maior será o valor agregado no comércio (ZAMBOLIM, 2001).

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na sede da Fazenda Klem, localizada no município de Luisburgo 20°26'28" S 42°06'20" O, situado na região das Matas de Minas, leste de Minas Gerais. Toda a produção de café da propriedade encontra-se sob certificação orgânica através do IMOControl.

A variedade de café utilizada no experimento é pertencente à espécie *Coffea Arabica*, sendo conhecida como Caturra Amarelo. Essa variedade, originária da mutação natural da variedade Bourbon, possui porte baixo e elevada produção (Figura 1).



Figura 1: Cafeeiro da variedade Caturra Amarelo em produção.
Fonte: Os autores (2019).

Inicialmente, foi realizada a colheita de 80 L de café, de forma manual e seletiva, levando em conta apenas os frutos de melhor maturação (cereja). Os grãos produzidos em duas altitudes diferentes (1050 m e 1150 m) foram colhidos separadamente. Essas são altitudes comuns na região, o que pode ser um fator de interferência na qualidade da bebida. Assim, o experimento pode auxiliar os produtores dessas áreas na produção de cafés de qualidade superior. A colheita dos cafés situados na primeira altitude (1050 m) foi realizada no dia 20 de agosto de 2019. Já a colheita dos cafés situados na segunda altitude (1150 m) foi realizada no dia 19 de setembro de 2019. Posteriormente, todos os processos foram feitos igualmente para os grãos de ambas as altitudes.

Após a colheita, todo o café foi homogeneizado e submetido aos tratamentos, que consistia em diferentes tempos de fermentação, como segue:

Tratamento 1 (Controle) Sem indução da fermentação, Tratamento 2. Fermentado por 24 h, Tratamento 3. Fermentado por 36 h, Tratamento 4. Fermentado por 48 h (Figura 2).



Figura 2. Medição (A); separação e empacotamento (B) dos tratamentos.
Fonte: Os autores (2019).

Após a medição de cinco litros de grãos de café, estes foram separados, sendo que os grãos referentes à testemunha foram levados para estufa de secagem, logo após a homogeneização. A estufa foi do tipo túnel, coberta por lona plástica transparente, sem a presença de variáveis como chuva e excesso de calor, visto que a temperatura média se manteve na base dos 35° C. Os grãos dos demais tratamentos (T2, T3 e T4) foram embalados em sacos plásticos, com a retirada do ar presente em seu interior através de pressão manual sobre os sacos plásticos, sendo, logo após, vedados com fita adesiva. Feito isso, os sacos plásticos foram levados para um cômodo, com temperatura variando de 18 a 25 °C, e permaneceram durante o tempo pré-estabelecido para cada tratamento. Após o período (24, 36 e 48 h) de fermentação de cada tratamento, os sacos foram abertos e os grãos levados para camas africanas inseridas dentro da estufa, a fim de iniciar o processo de secagem (Figura 3).



Figura 3. Secagem das amostras sobre cama africana (terreiro suspenso) dentro da estufa.
Fonte: Os autores (2019).

Após concluir o processo de secagem, os tratamentos seguiram para o processo de limpeza, que consiste na retirada da casca e pergaminho que envolve os grãos. Feito esse processo, iniciou-se a classificação das amostras seguindo protocolo SCA (*Specialty Coffee Association*), que consiste na retirada de possíveis defeitos presentes como os chamados PVA - que são grãos pretos, verdes e ardidos, que possam interferir na qualidade final da bebida do café.

Os cafés foram devidamente classificados e selecionados, sendo levados para o processo de torra, que consiste em transformar o café verde (cru) e “assá-los”, a fim de se extrair os potenciais de cada café. Posteriormente, foi iniciado o processo de prova das amostras, que aconteceu após a espera do tempo recomendado (cerca de 24 h), para se ter uma descarbonização do café e os mesmos possam expressar sua total qualidade. Após esses processos, iniciou-se a análise sensorial das amostras de café.

Segundo SCAA (2015), a análise sensorial voltada para cafés especiais tem como objetivo avaliar as diferenças amostrais que porventura existam, conforme protocolo da SCAA, taxando numa escala de 6 a 10 pontos, particularidades como: sabor, corpo, doçura, aroma/fragrância, acidez, xícara limpa, finalização, balanço, uniformidade e resultado global. Além desses índices qualitativos, os defeitos também são um dos critérios de avaliação em números, que no resultado final são

descontados, se estiverem presentes. Segue, nos parágrafos seguintes, a descrição das características citadas acima.

Fragrância/aroma: a fragrância é o cheiro do pó de café seco antes da adição de água, enquanto o aroma é a essência do café solvido em água devidamente fervida (SCAA, 2015).

Sabor: a definição da pontuação pelo sabor enuncia a impetuosidade, a qualidade e a diversidade de gostos existentes, que são realçados quando o café é degustado pela sucção para o interior da boca, gerando assim um critério aguçado do paladar para posterior avaliação (SCAA, 2015).

Finalização: é determinada pelo tempo de duração positiva quando o sabor, ao envolver gosto e aroma, é agradável, influenciando diretamente a pontuação (SCAA, 2015).

Acidez: um fator atraente quando positiva. Quando o café é degustado, a acidez é instantaneamente notada, realçando, por exemplo, o vigor e a perspicácia existentes (SCAA, 2015).

Corpo: baseado na sensação perceptível de quando o café é levado à boca, principalmente na região situada entre a língua e o céu da boca (SCAA, 2015).

Balanço: polarização, acabamento de fatores (atributos citados anteriormente) em equilíbrio (SCAA, 2015).

Doçura: trata-se do agradável sabor adocicado, notada pela existência de alguns carboidratos. Dois pontos são acrescidos para cada xícara, num total de, no máximo, dez (SCAA, 2015).

Xícara limpa: advém da falta de má impressão causada desde a deglutição até o café ser excretado, denotando cristalinidade à bebida. Dois pontos são conferidos para cada xícara (SCAA, 2015).

Uniformidade: a padronização de sabores e o corpo são fundamentais para o maior desempenho da nota desse aspecto. Se todas as xícaras estiverem idênticas, são adicionados dois pontos a cada uma (SCAA, 2015).

Resultado global: é o resultado do valor da amostra, quanto menos disparidades de características, maior a sua valorização (SCAA, 2015).

Defeitos: sabores desfavoráveis e negativos que desvalorizam a qualidade do café, sendo rotulados conforme seu grau de veemência. Ocorre a avaliação para

verificar se há defeito nas xícaras, e, se houver, será contabilizado e diminuído da nota final (SCAA, 2015).

No final, realiza-se a soma dos resultados de todos os atributos individualmente analisados, fazendo o decréscimo dos defeitos (se presentes). Os cafés que obtiverem pontuação acima de 80 têm suas classificações como cafés especiais (SCAA, 2016). Processo esse feito por dois profissionais certificados, chamados *Q-Grader* (profissional de degustação e classificação de cafés) certificado junto ao *Coffee Quality Institute - CQI* (BSCA, 2019).

A avaliação sensorial foi feita seguindo protocolo SCAA, para calcular a pontuação final das amostras, que constituíram 16 amostras para cada uma das duas altitudes (total de 32 amostras). Além de obter a pontuação final de cada amostra avaliada, obtiveram-se também as notas sensoriais e os perfis sensoriais de cada tratamento (uso de três xícaras para cada um), levando em conta a média das quatro amostras obtidas por cada tratamento.



Figura 5: Degustação e avaliação sensorial das amostras.
Fonte: Os autores (2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade final da bebida do café é demonstrada através de pontuação, seguindo a metodologia da SCAA. Assim, notam-se variações quantos às notas sensoriais (principalmente no aroma e sabor) pelos diferentes tipos de fermentações

anaeróbicas (Tabela 1). Houve também uma variação sensorial das nuances (termo usado para descrever as sensações sentidas ao provar os cafés, como sabores frutados, florais, doces e etc), de acordo com os tempos diferentes do processo fermentativo. Quintero e Molina (2015) destacam que o tempo de fermentação, de acordo com o processo fermentativo usado, é a variável que o produtor pode trabalhar para diferenciar e acentuar a qualidade de seu café. Ficou constatada essa variação e diferenciação da qualidade dos cafés, principalmente na distinção de notas sensoriais, quanto à variação do tempo de fermentação nas duas altitudes testadas.

Tabela 1: Notas sensoriais e pontuação final dos tratamentos referentes a altitude de 1050 m.

TRATAMENTOS	TEMPO DE FERMENTAÇÃO (horas)	NOTAS SENSORIAIS	PONTUAÇÃO
T1(Controle)	0	Chocolate, amêndoas, acidez cítrica baixa e corpo médio aveludado	81,5
T2	24	Leve frutado, caramelo, acidez cítrica baixa e corpo baixo	81
T3	36	Rapadura, leve frutas amarelas, acidez mediana e corpo intenso	82,5
T4	48	Frutos amarelos, chocolate, caramelo, acidez cítrica média e corpo médio aveludado	83

Fonte: Os autores (2019)

Para a altitude de 1050 m, no Tratamento 1, no qual não foi induzida a fermentação anaeróbia, obteve-se pontuação final de 81,5 pontos, sendo a terceira maior pontuação em comparação aos outros três tratamentos, apresentando notas sensoriais de amêndoas, chocolate, acidez baixa e corpo médio aveludado. Isso

mostra que a variedade de café usada, se associada às características ambientais da região, é propícia à produção de cafés especiais, mesmo sem a indução da fermentação anaeróbica.

Na amostra que ficou sob fermentação anaeróbica por 24 h, obteve-se a menor pontuação em comparação aos outros três tratamentos, somando 81 pontos. Foram identificadas notas sensoriais de chocolate, baunilha, acidez mediana e corpo médio aveludado, porém observaram-se nuances interessantes nesse tratamento, como notas de baunilha. Esse declínio na pontuação pode ser influenciado devido ao pouco tempo para ação dos microrganismos ou devido a outros fatores, como a seca, por exemplo.

Já para o Tratamento 3, submetido à fermentação anaeróbica por 36 h, a pontuação final foi de 82,5 pontos, sendo a segunda maior pontuação dessa altitude, quando comparado aos outros tratamentos. Os cafés apresentaram notas sensoriais de rapadura, melão leve, frutas amarelas, com acidez cítrica média e corpo suave e aveludado, sendo destaques a doçura dos cafés e a presença de notas frutadas. Compreende-se que a ação de microrganismos e de enzimas durante o processo de fermentação, com a transformação principalmente dos açúcares presentes na mucilagem do fruto em ácidos, tem influência direta na geração desses novos aromas e sabores descritos (CHALFOUN e CARVALHO, 2000).

As amostras que foram submetidas ao processo fermentativo por 48 h alcançaram a maior pontuação para a altitude de 1050 m, entre os quatro tratamentos avaliados, atingindo a pontuação final de 83 pontos. Observaram-se notas sensoriais de frutas amarelas, ameixa, caramelo, acidez cítrica e corpo marcante com finalização de chocolate. Segundo Farah (2012), o teor elevado de sacarose (açúcar) presente no café é uma das razões de se ter sabor e aroma superiores em cafés da espécie arábica.

Todas as amostras avaliadas enquadram-se como cafés especiais, alcançando pontuações superiores a 80 pontos. Fatores como a altitude, a variedade, a maturação dos frutos e a colheita seletiva apenas dos frutos maduros podem influenciar a qualidade dos cafés.

Além disso, a qualidade do café pode ser influenciada pela variedade cultivada, condições climáticas, fatores ligados à pós-colheita, ao processamento de grãos, à torrefação e aos tipos de fermentação. Quanto maior a altitude, mais lento

será o processo fermentativo, ocorrendo maiores acúmulos de compostos que elevam a qualidade da bebida. Isso pode justificar as notas maiores obtidas nas amostras colhidas a 1150 m altitude (Tabela 2) quando comparado às notas obtidas a 1050 m (Tabela 1).

Tabela 2: Notas sensoriais e pontuação final dos tratamentos referentes a altitude de 1150 m

TRATAMENTOS	TEMPO DE FERMENTAÇÃO (horas)	NOTAS SENSORIAIS	PONTUAÇÃO
T1(Controle)	0	Rapadura, melaço, doce de leite, acidez cítrica média e corpo médio aveludado	84
T2	24	Floral, jabuticaba, licoroso, acidez mediana e corpo licoroso mediano	84
T3	36	Frutos roxos, vinho seco, acidez málica média, corpo licoroso	85
T4	48	Maracujá, abacaxi, acidez tartárica, corpo médio licoroso	84

Fonte: Os autores (2019).

Na maior altitude (1150 m), as amostras do controle obtiveram pontuação final de 84 pontos, diferenciando apenas da pontuação final do Tratamento 3 (36 h de fermentação) que obteve a maior nota. Os cafés não induzidos à fermentação apresentaram notas sensoriais de rapadura, melaço, doce de leite, frutas amarelas, acidez cítrica média e corpo aveludado.

As amostras que ficaram 24 h sob fermentação anaeróbica (Tratamento 2) tiveram a pontuação final de 84 pontos, apresentando notas sensoriais de jabuticaba, frutos roxos, flor de café, acidez mediana e corpo licoroso. Destaca-se a aparição de notas sensoriais diferentes e exóticas, como as de jabuticaba. As características dos cafés, tais como sabores e aromas especiais, decorrem dos

compostos químicos e voláteis que se modificam de acordo com o tempo de fermentação, a temperatura e tipo de fermentação usado (QUINTERO e MOLINA, 2015).

A maior pontuação dos tratamentos testados foi obtida quando as amostras foram deixadas fermentando por 36 h (85 pontos), apresentando notas sensoriais de rapadura, frutos roxos, vinho seco, licor de jabuticaba, acidez málica marcante e corpo médio. Novamente, destacam-se as notas sensoriais exóticas, como licor de jabuticaba, frutos roxos e acidez málica bem agradável. Essas notas sensoriais exóticas podem satisfazer os padrões exigidos pelos clientes atuais, que buscam novas nuances e sabores no café (ACADEMIA DO CAFÉ, 2014).

No Tratamento 4, há uma queda da pontuação em comparação ao Tratamento 3 (36 h de fermentação), alcançando pontuação final de 84 pontos. Quintero e Molina (2015) relatam que o tempo de fermentação altera sabores e aromas especiais nos cafés. Sendo assim, o excesso de tempo do processo pode ter prejudicado a qualidade final do café, em comparação com o Tratamento 3 (36 h de fermentação). Também foram apresentadas notas sensoriais diferentes dos demais tratamentos, sendo elas: maracujá, abacaxi, licor, acidez tartárica e corpo média aveludado. Destacam-se principalmente as notas sensoriais de maracujá e abacaxi, que podem agradar o paladar de novos clientes, aumentando assim a abordagem desse mercado de cafés especiais. Bressani (2017) ressalta que a acidez é um importante atributo na avaliação da qualidade do café e que os principais ácidos que favorecem as características sensoriais do café são: ácido cítrico, málico, clorogênico e quinínico.

A presença e a quantidade desses ácidos presentes nos cafés podem ser alteradas com o processo de fermentação, como ficou evidenciado nas características sensoriais dos testes descritos acima.

O processo de fermentação pode ser uma boa opção ao produtor que busca agregar qualidade em seu café e alcançar um nicho de mercado maior, pois, como foi possível verificar, o processo de fermentação bem conduzido pode ser benéfico quanto à criação de notas sensoriais diferentes do café natural e também aumentar a pontuação final desses cafés. Nas duas altitudes pesquisadas, ficou evidenciada essa diferença, sendo que na altitude de 1050 m o processo de fermentação com 36 e 48 h desencadeou os melhores resultados apresentados, sendo portanto o mais

indicado para produtores que se encontram nessa altitude. Já na altitude de 1150 m, foi observada uma variação principalmente nas notas sensoriais, nos perfis dos cafés, tendo o controle como um café de excelente qualidade. Nesse caso, o processo de fermentação de 36 h se destaca em relação às notas sensoriais e também à pontuação, sendo o processo mais indicado para produtores que buscam maior qualidade de seus cafés, com o intuito de atingir um nicho maior do mercado de cafés especiais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização desta pesquisa, foi possível concluir que há alteração da qualidade do café mediante o processo de fermentação anaeróbica, variando os resultados de acordo com a altitude do café colhido e conforme o tempo utilizado no processo de fermentação.

Vale destacar que a principal diferença encontrada nos processos foi quanto às notas sensoriais/nuances encontradas nos cafés fermentados, tornando assim a utilização do processo de fermentação dos grãos de café após a colheita um importante processo. Dessa forma, é possível acrescentar qualidade à bebida do café e ainda influenciar na criação de perfis sensoriais diferentes, o que ajuda o produtor a atingir uma maior faixa do mercado de cafés especiais, atendendo a vários tipos de consumidores desses cafés, além de favorecer um aumento considerável no valor final do produto, o que por sua vez torna essa prática viável e rentável.

O processo de fermentação pode ser uma boa opção ao produtor que busca agregar qualidade em seu café e alcançar um nicho de mercado maior, pois, como foi possível verificar, o processo de fermentação bem conduzido pode ser benéfico na criação de notas sensoriais diferentes do café natural, além de aumentar a pontuação final desses cafés, diante das características e nuances apresentadas.

Nas duas altitudes pesquisadas, ficou evidenciada essa diferença, sendo que na altitude de 1050 m os processos de fermentação com 36 e 48 h foram os melhores apresentados, sendo mais indicados para produtores que se encontram nessa altitude. Já na altitude de 1150 m, observou-se uma variação principalmente nas notas sensoriais, nos perfis dos cafés, tendo o controle de um café de excelente qualidade através do processo de fermentação de 36 h, que se destacou quanto às

notas sensoriais e à pontuação. Nesse caso, esse seria o processo mais indicado para produtores que buscam uma maior qualidade de seus cafés e um nicho maior do mercado de cafés especiais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA DO CAFÉ. **Café ganha gosto de chocolate e caramelo com fungo extraído do próprio grão.** 2014. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/agronegócio/noticias/redação/2014/03/07/caf%C3%A9-ganha-gosto-de-chocolate-e-caramelo-com-fungo-extraido-do-proprio-grao.htm>.

BARABACH, G. **Café: análise fundamental e introdução à comercialização.** In Curso café análise fundamental e introdução à comercialização. Guaxupé-MG, 2011.

BING CHENG, B. et al. Influence of genotype and environment on coffee quality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 57, p.20-30, 2016.

BRANDO, C. H. J.; BRANDO, M. F. P. Methods of coffee fermentation and drying. In: R. F. Schwan& G. H. Fleet (Eds.), **Cocoa and Coffee Fermentations**. New York: CRC Press, 2014, p. 367-396.

BRESSANI, A. P. **Avaliação química e sensorial de café catuaí amarelo fermentado pelo processamento por via seca com inoculação de leveduras.** Lavras - MG, 2017.

BSCA. Brazil Specialty Coffee Association. Disponível em: <<http://brazilcoffeeration.com.br/variety/show/id/9>>. Acesso em: 28 de outubro de 2019.

CECAFÉ. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Relatório mensal de exportações. Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>(2017).

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. Efeito de microrganismos na qualidade da bebida do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte- MG, Brasil, v. 18, n. 1, p. 21-26, 2000.

CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. P. Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café. **Visão agrícola**, n.12, p.105-108, Jan/jul 2013.

CLEMENTE, J.M. et. al. Efeitos do nitrogênio e potássio na composição química dos grãos de café e na sua qualidade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de café.** v. 5. Safra 2019, n. 3 Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-48, setembro 2019.

CONAB. A cultura do café: Análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos safra 2008 a 2017. **Compêndio de estudos Conab**. v. 12, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 01 de abril 2019.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, p. 488-496, 2012.

223

FREDERICO, S. BARONE, M. Globalização e Cafés Especiais: a Produção do comércio justo da associação dos agricultores familiares do Córrego D'antas. Assondantas, Poços de Caldas, MG. **Sociedade e Natureza**, vol. 27, nº 3, p 393-404, set-dez.2015.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; DE AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná- REA - **Revista de estudos em mentes** v.10, n. 1, p. 49-64, jan./jun. 2008.

KITZBERGER, C. S. G. et al. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1498-1506, 2013.

LEE, L. W. et al. Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. **Food Chemistry**, v. 185, p. 182-191, 2015.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politicaagricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 22 de Outubro de 2019.

MARCOMINI, G. Aspectos econômicos financeiros da produção de café convencional e de café especial. **Revista Científica da FHO UNIARARAS** v. 1, n. 1/2013.

MARTINS, C. M. F. **Volatilidade nos preços futuro do café brasileiro e seus principais elementos causadores**. 2005. 172f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de Café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005b. 434 p.

NICOLELI, M. et al. Aspectos estruturais da cadeia produtiva dos cafés especiais sob a ótica dos custos de transação. **Custos e agronegócio online**. v. 11, n. 4, Out/Dez - 2015.

OIC. Organização Internacional de Café. Dados estatísticos. Disponível em: <<http://www.ico.org/>>. Acesso em 27 out. 2019.

OSSANI, P. C et. al. Qualidade de cafés especiais: uma avaliação sensorial feita com consumidores utilizando a técnica MFACT. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 48, n. 1, p. 92-100, jan-mar, 2017.

QUINTERO, G. I. P; MOLINA, J. G. E. Fermentación controlada Del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. Federacion Nacionale Cafeteros de Colombia. **Rev. Gerencia Técnica**. Programa de Investigación Científica Fondo Nacional del Café, p. 1-12, abril, 2015.

REGIÃO DAS MATAS DE MINAS. Disponível em: <<http://www.matasdeminas.org.br/>>. Acesso em: 22 de nov. 2019.

REGO, B.; PAULA, F. O mercado futuro e a comercialização do café: Influências, Riscos e Estratégias com o uso de Hedge. **Revista do curso de administração**. Puc Minas campus Poços de Caldas. Volume 7, Número 1, Artigo 1, março/junho 2012.

REVISTA CAFEICULTURA. O que é um café especial. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/?mat=30395>> 2010.

SILVA, C. F. et al. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology**, v. 25, p. 951-957, 2008.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **SCAA protocols cupping specialty coffee**. 2015. Disponível em: <<http://scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

VAAST, P. et al. Fruitthinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea Arabica* L.) under optimal conditions. **Journal Science food Agriculture**, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006.

VILELA, D. M. **Seleção in vitro de culturas iniciadoras para fermentação de frutos de café (coffeearabica l.) processados via seca e semi-seca**. Lavras - MG, 2011.

ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de cafés com qualidade. Viçosa - MG, 2001. Cap. 13, p. 475.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TOMATE EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO DOS FRUTOS

Acadêmicas: Aline Aparecida Martins e Flávia Ângelo de Paula

Orientadora: M Sc. Alice de Souza Silveira

225

RESUMO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de destaque no mercado, por seu valor econômico ou nutritivo, sendo produzido em todo o mundo com o uso de tecnologias cada vez mais eficientes. No presente trabalho, objetiva-se avaliar o efeito do armazenamento pós-colheita em diferentes estádios de maturação do fruto na qualidade fisiológica de sementes de tomate. Os frutos foram colhidos e selecionados de acordo com a coloração e classificados em frutos verdes (imaturos), frutos verde-alaranjados (intermediários) e frutos vermelhos (maduros) e mantidos em repouso por diferentes períodos de armazenamento: zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita. Para a retirada da mucilagem, as sementes foram colocadas para fermentar por dois dias em temperatura ambiente. Foram avaliadas as seguintes características: grau de umidade das sementes, peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, teste de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas, peso da matéria seca e condutividade elétrica. Houve efeito do estádio de maturação e período de armazenamento para a maioria das características avaliadas. A colheita dos frutos de tomate no estádio verde e o seu armazenamento para posterior extração das sementes são ações que promovem a melhoria da qualidade fisiológica das mesmas, sendo o período de quatro dias o que se mostrou mais adequado. O armazenamento dos frutos de tomate, principalmente no estádio vermelho, mostrou-se o menos apropriado para se extrair sementes com qualidade fisiológica superior. O armazenamento dos frutos de tomate, principalmente nos estádios verde e verde-alaranjado, melhora a qualidade fisiológica das sementes.

PALAVRAS-CHAVE: Frutos carnosos; maturidade fisiológica; armazenamento; pós-colheita.

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de destaque no mercado, por seu valor econômico ou nutritivo, sendo produzido em todo o mundo com o uso de tecnologias cada vez mais eficientes (SANTOS NETO *et al.*, 2016). O fruto é rico em compostos como vitaminas, minerais e licopeno, este último funciona como um importante antioxidante no organismo (MONTEIRO, 2008).

As sementes do tomateiro se desenvolvem após a fertilização dos óvulos, que sofrem transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais até chegarem à maturidade fisiológica. A partir desse estágio, a planta cessa a translocação dos fotossintatos para o fruto (ROCHA, RIBEIRO e SILVA, 2018), período em que acontece o máximo acúmulo de massa seca, o que leva à formação dos sistemas bioquímico, morfológico e estrutural, variando entre espécies e até mesmo dentro da espécie (NAKADA *et al.*, 2011).

Para espécies de solanáceas, o processo de maturação continua mesmo após a colheita dos frutos (VIDIGAL *et al.*, 2006). Essa característica é considerada vantajosa, pois permite a sua colheita precocemente, submetendo os frutos a um período de repouso pós-colheita suficiente para que as sementes atinjam maior qualidade fisiológica (PEREIRA, 2009). A colheita antecipada dos frutos atenua o tempo dos mesmos no campo, diminuindo sua exposição às intempéries, bem como ao ataque de insetos e microrganismos (BARBEDO *et al.*, 1994), além de reduzir o número de colheitas (SILVA *et al.*, 2009).

Em geral, a percentagem de germinação de sementes que não atingiram a máxima qualidade fisiológica e foram colocadas para germinar imediatamente após a colheita é menor do que aquelas que foram colocadas para germinar após os frutos serem submetidos a alguns dias de armazenamento (LIMA e SMIDERLE, 2014). Dessa forma, para a extração de sementes com maior grau de qualidade, é importante estabelecer o período de tolerância dos frutos após a colheita, em função do seu estágio de maturidade (SILVA, ARAÚJO e VIGGIANO, 2009).

Diante do exposto, no presente trabalho, busca-se avaliar o efeito do armazenamento pós-colheita em diferentes estágios de maturação do fruto na qualidade fisiológica de sementes de tomate.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA DO TOMATE

Originário da América do Sul, o tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais cultivadas em todo o mundo, podendo ser produzida em diferentes latitudes, sistemas de cultivo, níveis tecnológicos e manejo cultural (MELO e MELO, 2014).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018), a safra brasileira de tomate no ano de 2018 atingiu a produção de 4,5 milhões de toneladas, satisfazendo o consumo do mercado interno, sendo os maiores produtores os estados de Goiás (com 32,4% de toda produção nacional), São Paulo (21%), Minas Gerais (16,7%), Bahia (4,5%) e Santa Catarina (4,4%).

O tomate tem ganhado espaço no mercado, diante da crescente busca por alimentos saudáveis, seu alto valor comercial e rápido retorno econômico (JOSÉ, 2013). A grande utilização dessa hortaliça pode ser justificada, principalmente, por suas características organolépticas e seu alto valor como alimento funcional, devido às propriedades antioxidantes do licopeno e ao carotenoide (pigmento), este que confere a cor vermelha à maior parte das cultivares presentes no mercado (SHIRAHIGE *et al.*, 2010).

2.2. MATURAÇÃO DE FRUTOS CARNOSOS

Após o período de desenvolvimento dos frutos (frutificação), quando este atinge seu tamanho máximo, inicia-se o processo de maturação. Trata-se de um evento complexo, no qual ocorrem mudanças fisiológicas, bioquímicas e estruturais, sendo observadas alterações na coloração, aroma, sabor e textura (KERBAUY, 2008).

Os frutos carnosos podem ser classificados em climatéricos e não-climatéricos. No primeiro, observa-se que, ao final da maturação, ocorre um aumento na taxa respiratória e na síntese de etileno, dando continuidade ao processo de maturação mesmo após a colheita. Como exemplo, têm-se o tomate, a pimenta, o pimentão, entre outras hortaliças. Já em frutos não-climatéricos, há um decréscimo na taxa respiratória, cessando o processo de maturação, como é o caso do abacaxi, da laranja, do caju, dentre outros (KERBAUY, 2008).

No mercado de sementes, determinar a maturidade fisiológica dos frutos para a obtenção de sementes de boa qualidade é de extrema importância, para que estas expressem seu máximo potencial de germinação e vigor. A coloração externa dos frutos tem sido constantemente utilizada para caracterizar a ocorrência da maturidade fisiológica e a qualidade máxima das sementes de tomate (DIAS e NASCIMENTO, 2009).

Na Figura 1, foram correlacionados os estádios de maturação com a coloração dos frutos, tendo-se: E1 (frutos completamente verdes e sementes imaturas), E2 (frutos completamente verdes com sementes fisicamente bem formada), E3 (mucilagem e ápice indicam amadurecimento intermediário), E4 (mucilagem e cerca de 90% do pericarpo avermelhado, firmes maduros), e E5 (frutos supermaduros com ocorrência de viviparidade) (DIAS e NASCIMENTO, 2009).



Figura 1: Diferentes estádios de maturação de frutos de tomate
Fonte: DIAS e NASCIMENTO (2009).

Atingida a qualidade máxima das sementes, começa o processo conhecido como deterioração, provocado pela redução gradativa das mesmas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). A colheita realizada no melhor estágio de maturação diminui a deterioração das sementes devido à maior permanência do fruto ligado à planta, elevando o potencial produtivo das sementes (VIDIGAL *et al.*, 2009).

2.3. IMPORTÂNCIA DO ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA

Como o tomate apresenta o tipo de crescimento indeterminado, nas quais o florescimento e a frutificação são contínuos, são facilmente encontrados frutos em diferentes estádios de maturação na mesma planta, o que dificultam a determinação da época exata da maturidade fisiológica das sementes e o melhor momento para a colheita dos frutos (SILVA, ARAÚJO e VIGGIANO, 2009). Devido a essa característica morfológica, é grande a dificuldade para se obter sementes com alta qualidade fisiológica, além da época ideal para a colheita dos frutos (VIDIGAL *et al.*, 2009).

No entanto, já se encontram estudos científicos com resultados positivos no armazenamento pós-colheita, no qual frutos colhidos antes do ponto de maturidade fisiológica, expostos ao armazenamento por determinado período, geraram

sementes de alta qualidade fisiológica (BAREDO *et al.*, 1994; RICCI *et al.*, 2013; VIDIGAL *et al.*, 2006). Vidigal *et al.* (2006) concluíram que a submissão dos frutos de tomate ao armazenamento pós-colheita por 12 dias é benéfica à qualidade das sementes, quando a colheita é realizada aos 40 dias após a antese (DAA), estando os frutos com coloração externa verde alaranjado. Em estudo com pimenta jalapenho, Ricci *et al.* (2013) observaram que a permanência das sementes por 28 dias dentro dos frutos colhidos verdes mostrou-se ideal para que as sementes adquirissem alta qualidade fisiológica.

Dessa forma, o armazenamento dos frutos pós-colheita antes da extração das sementes mostra-se como uma vantajosa opção de manejo, permitindo a colheita dos frutos precocemente, além de diminuir os riscos de serem expostos a condições desfavoráveis no campo (BARBEDO *et al.*, 1994). Da mesma forma, torna-se possível reduzir o número de colheitas, uma vez que os frutos serão colhidos ao mesmo tempo, em diferentes estádios de maturação (VIDIGAL *et al.*, 2009).

3. METODOLOGIA

O experimento foi instalado em casa de vegetação na Fazenda Escola da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX, coordenadas 20° 16'18,3" S e 42° 21' 22,6" W, com altitude de 664 m acima do nível do mar, localizado no município de Matipó-MG. Foram utilizadas sementes de tomate da cultivar M82. Após a semeadura e obtenção das mudas em viveiro, estas foram transplantadas para o local definitivo em 19 de dezembro de 2018, no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, entre linhas e entre plantas, em casa de vegetação. A condução da cultura seguiu as recomendações usuais para tomate tutorado (NICK; SILVA e BORÉM, 2018), com irrigações realizadas por gotejamento.

A colheita foi realizada no dia 21 de março de 2019, aos 92 dias após o plantio (DAP). Nesse momento, as plantas apresentavam frutos nos diferentes estádios de maturação, os quais foram selecionados de acordo com a coloração e classificados em frutos verdes (imaturos), frutos verde-alaranjados (intermediários) e frutos vermelhos (maduros), segundo a classificação feita por Dias e Nascimento (2009).

Os frutos de cada estágio de maturação foram mantidos armazenados em condições de ambiente, acondicionados em caixas plásticas para hortaliças por

diferentes períodos de armazenamento: zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita, durante os quais permaneceram em condições ambiente a 25 ± 2 °C (Figuras 2, 3 e 4).

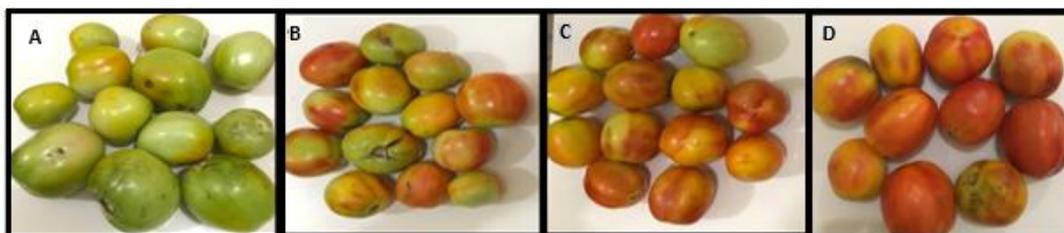


Figura 2: Frutos verdes (imaturos); A – zero dia de armazenamento; B – quatro dias de armazenamento; C – oito dias de armazenamento; D – 12 dias de armazenamento.
Fonte: As autoras (2019).

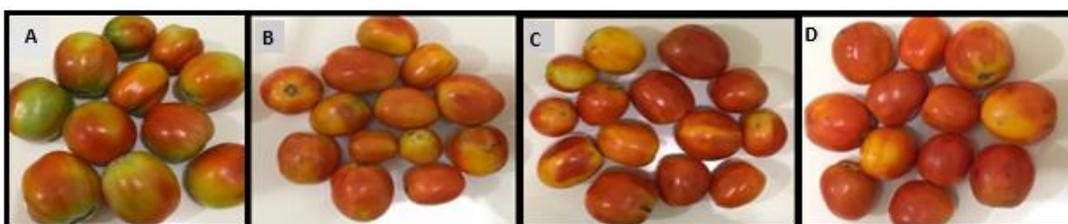


Figura 3: Frutos verde-alaranjados (intermediário); A – zero dias de armazenamento; B – quatro dias de armazenamento; C – oito dias de armazenamento; D – 12 dias de armazenamento.
Fonte: As autoras (2019).



Figura 4: Frutos vermelhos (maduros); A – zero dias de armazenamento; B – quatro dias de armazenamento; C – oito dias de armazenamento; D – 12 dias de armazenamento.
Fonte: As autoras (2019).

Ao término de cada período, as sementes foram extraídas dos frutos e submetidas à fermentação natural com apenas a polpa dos próprios frutos, por dois dias. Em seguida, a mucilagem foi totalmente removida por meio da lavagem em água corrente (VIDIGAL *et al.*, 2006). Posteriormente, as sementes foram colocadas para secar sobre papel toalha em local aberto, em condição ambiente 25 ± 2 °C, por aproximadamente dois dias, até atingirem grau de umidade compatível com o armazenamento (cerca de 10%).

Os tratamentos foram constituídos pelo estágio de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e período de armazenamento dos frutos, ou

seja, período de permanência das sementes dentro dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita), disposto em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e quatro repetições.

3.1. GRAU DE UMIDADE DAS SEMENTES (GU)

O Grau de Umidade (GU) foi verificado seguindo a metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes, pelo método de estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 h (BRASIL, 2009). Utilizaram-se três repetições de 50 sementes por tratamento e os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

3.2. PESO DE MIL SEMENTES (PM)

As sementes foram secas à sombra até o peso manter-se constante. Após esse período, foram contadas manualmente ao acaso oito repetições de 100 sementes. Desse modo, estas foram pesadas em balança com precisão de 0,001g e os resultados expressos em miligramas (BRASIL, 2009).

3.3. TESTE DE GERMINAÇÃO (G)

O teste de germinação (G) foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em caixas do tipo gerbox sobre papel germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em BOD sob temperatura alternada de 20 e 30 °C e fotoperíodo de 8 h de luz e 16 h de escuro. As contagens foram realizadas aos sete e quatorze dias após a montagem do teste, para compor a primeira contagem da germinação e germinação final, respectivamente, segundo critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais com uma casa decimal.

3.4. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

O número de sementes germinadas foi quantificado diariamente até o décimo quarto dia, sendo essa determinação realizada junto ao teste de germinação. Os dados obtidos foram submetidos ao cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes, conforme Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

Em que:

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

3.5. COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS (CP)

O teste foi realizado em rolo de papel germitest, com quatro repetições por tratamento, de forma que foram dispostas 10 sementes em linha longitudinal sobre o papel (NAKAGAWA, 1999). Os rolos foram acondicionados juntos ao teste de germinação. Após 14 dias, foram quantificadas parte aérea e raiz, com o auxílio de uma régua milimetrada, sendo os resultados expressos em centímetros.

3.6. PESO DA MATÉRIA SECA (MS)

O peso da Matéria Seca (MS) foi efetuado em conjunto à determinação do comprimento de plântulas. As plântulas de cada tratamento e repetição foram colocadas em sacos de papel do tipo Kraft e levadas para secagem em estufa de ar forçado a 65 ± 3 °C por 24 h (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em mg.plântula^{-1} .

3.7. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

A Condutividade Elétrica (CE) foi realizada por meio de quatro repetições de 50 sementes por tratamento, previamente pesadas, imersas em 50 mL de água destilada por 24 h, a 25 °C (PANOBIANCO, 2000). Após esse período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica com condutivímetro digital e os resultados foram expressos em $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.

3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância e, para a comparação das médias, foi utilizado o teste de Skott-not a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verifica-se que não houve efeito do estágio de maturação e do armazenamento dos frutos na umidade das sementes ($p=0,083$; $CV=13,4\%$) (Figura 5).

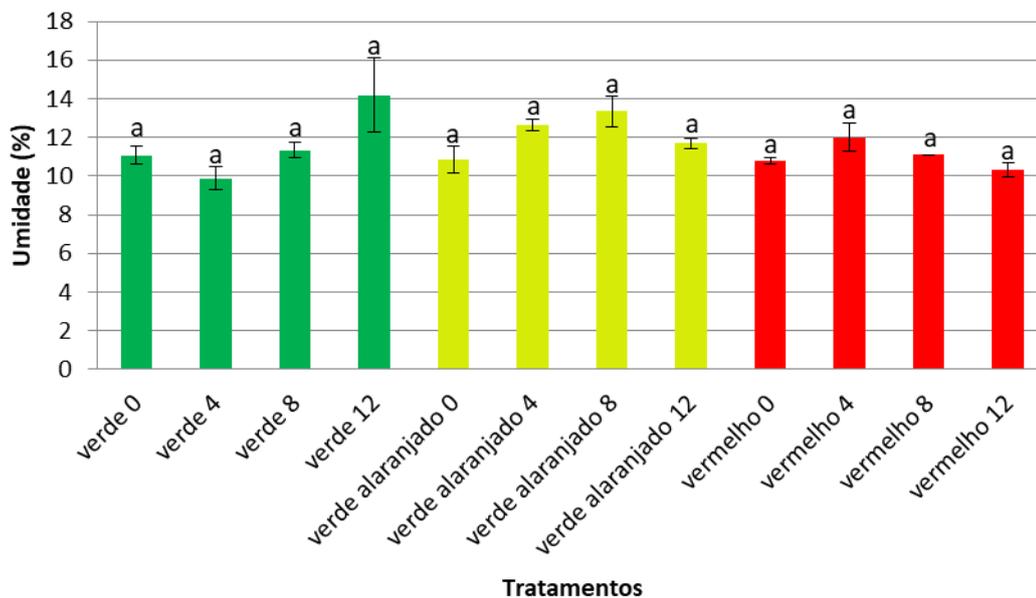


Figura 5: Umidade (média \pm erro) em função de diferentes estágios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

Independente do estágio de maturação e do período de armazenamento, a umidade das sementes permaneceu constante, demonstrando que o armazenamento pós-colheita foi indiferente para essa variável. Resultado diferente do encontrado por Jorge *et al.* (2018), que observaram que o teor de água das sementes decresceu durante o armazenamento de sementes de pimenta biquinho.

Segundo Abud *et al.* (2013), a determinação do teor de água das sementes é muito importante para o melhor entendimento do processo de maturação. Entretanto, não deve ser utilizada de forma isolada para a identificação do máximo potencial fisiológico das sementes, já que pode sofrer influência de fatores genéticos e ambientais (JORGE *et al.*, 2018).

Verifica-se que não houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para o peso de mil sementes ($p=0,439$; $CV=4,06\%$) (Figura 6).

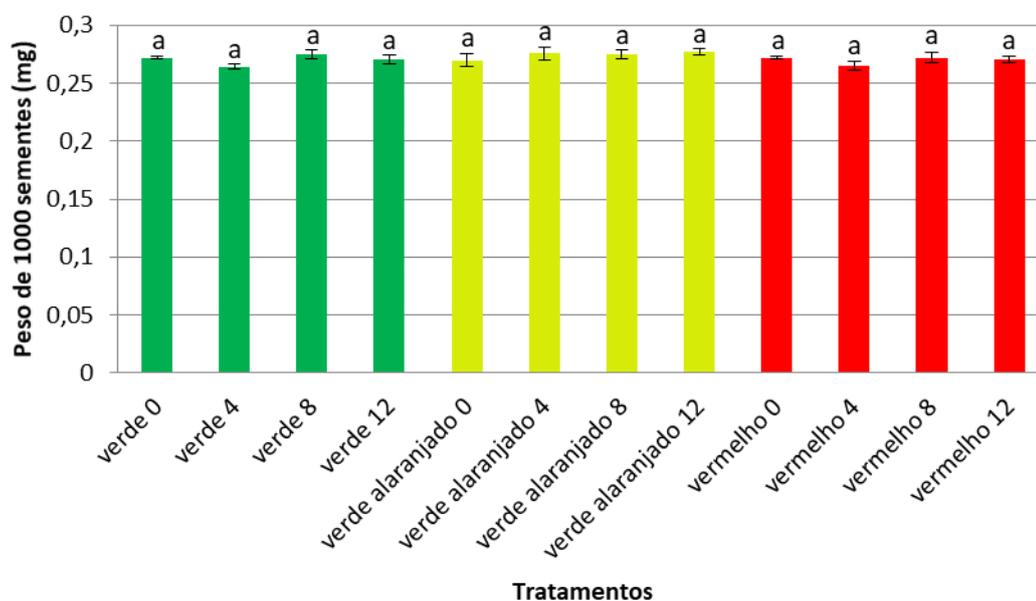


Figura 6: Peso de mil sementes (média \pm erro) em função de diferentes estádios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

Tal resultado corrobora o encontrado por Barbedo *et al.* (1994), em estudo com sementes de pepino, no qual foi verificado que o teor de matéria seca das sementes não apresentou diferença com o armazenamento dos frutos.

Segundo Marcos Filho (2005), para sementes obtidas de frutos carnosos, não existe uma perfeita coincidência entre o máximo peso da matéria seca e o máximo vigor.

Verifica-se que houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para a primeira contagem do teste de germinação ($p=0,0046$; $CV=38,23\%$) (Figura 7).

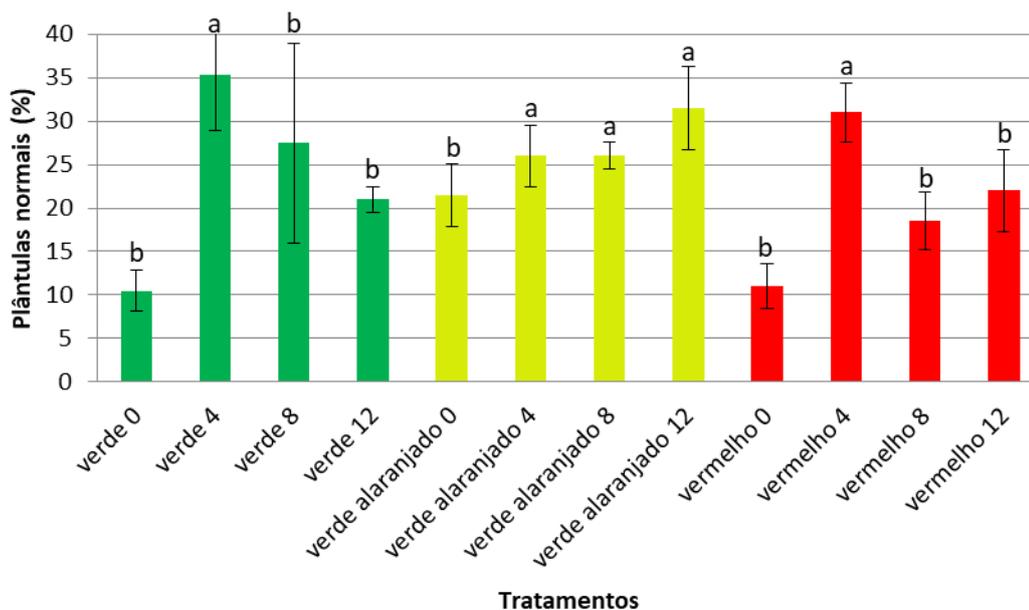


Figura 7: Primeira contagem (média \pm erro) em função de diferentes estádios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

Verifica-se que não houve diferença na primeira contagem de plântulas entre os períodos de maturação verde 4 dias de armazenamento, verde alaranjado 4, 8 e 12 dias de armazenamento e vermelho 4 dias de armazenamento. Esses tratamentos se mostraram superiores aos demais. O período de repouso dos frutos antes da extração é importante para os três estádios de maturação. Nascimento, Lima e Alvares (2000) também verificaram que o repouso no fruto de sementes colhidas de berinjela favoreceu a qualidade fisiológica das mesmas, tanto na germinação quanto no vigor.

Segundo Dias (2001), a maturidade fisiológica de sementes de frutos carnosos como o tomate e o pimentão, normalmente se dá com a mudança de coloração dos mesmos, sendo verde com manchas avermelhadas. Nesse caso, não necessariamente é preciso esperar a maturação completa para realizar a extração das sementes, visto que a maturidade fisiológica pode se completar após um período de repouso, possibilitando que sementes imaturas complete o seu desenvolvimento após colhidas resultando em melhor qualidade fisiológica e maior rendimento.

Verifica-se que houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para o número de plântulas normais na contagem final do teste de germinação ($p=5,088.10^{-5}$; $CV=12,94\%$) (Figura 8).

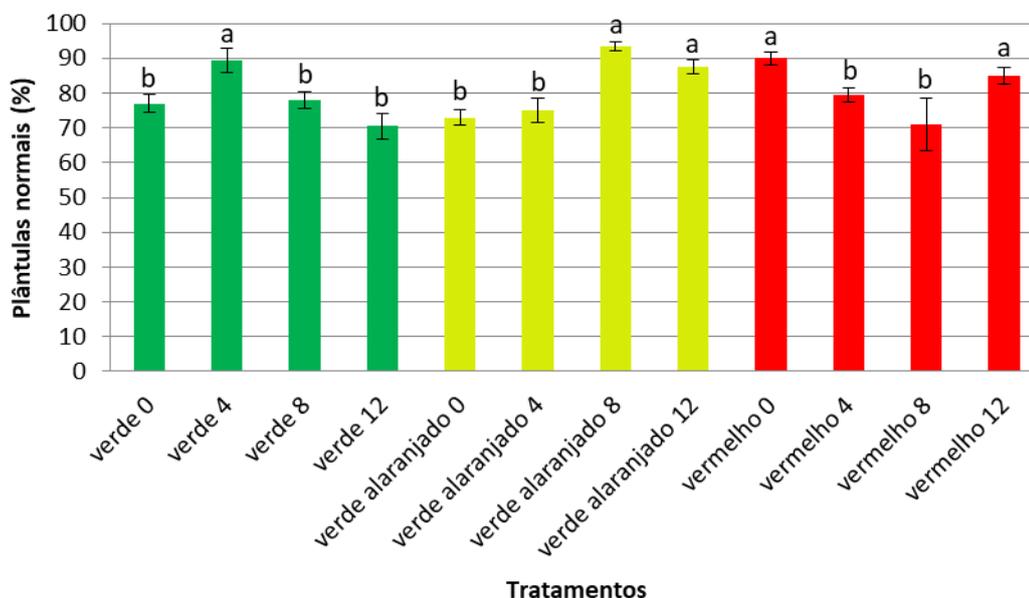


Figura 8: Germinação final (média \pm erro) em função de diferentes estágios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.
Fonte: As autoras (2019).

Os estágios de maturação verde com quatro dias de armazenamento, verde-alaranjado com oito e 12 dias de armazenamento e vermelho com zero e 12 dias de armazenamento, apresentaram os maiores números de plântulas normais na contagem final, sendo superiores aos demais tratamentos.

Este resultado pode ser explicado pelo fato de as sementes continuarem o seu processo de maturação fisiológica após a colheita, por serem classificadas como climatéricas (KERBAUY, 2008). O mesmo foi observado por Lima e Smirdele (2014), cujas sementes de pimenta armazenadas de frutos colhidos precocemente (imaturos e intermediários) apresentaram aumento da qualidade fisiológica.

Porém, Vidigal *et al.* (2006), ao trabalharem com sementes de tomate extraídas de frutos em estágios de maturação vermelho (60 DAA) aos 12 dias de armazenamento, verificaram que estas apresentaram um desempenho inferior ao das sementes extraídas logo após a colheita, não sendo benéfico o armazenamento dos frutos. Ao ser atingida a qualidade máxima das sementes, inicia-se o processo

conhecido como deterioração, provocada pela redução gradativa das mesmas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Verifica-se que houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para o índice de velocidade de germinação ($p=0,00117$; $CV=5,12\%$) (Figura 9).

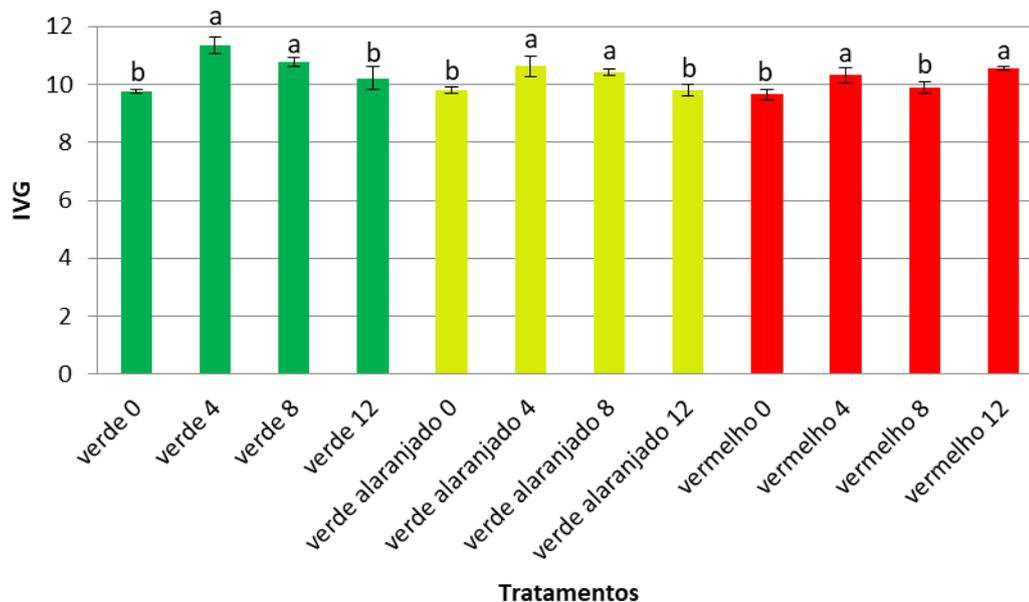


Figura 9: Índice de velocidade de germinação (média \pm erro) em função de diferentes estágios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

As sementes de frutos verdes e verde-alaranjados com quatro e oito dias de armazenamento e frutos vermelhos 0 com quatro e 12 dias de armazenamento apresentaram maior rapidez de germinação em comparação aos demais tratamentos. Os resultados corroboram aqueles encontrados por Vidigal *et al.* (2006), em sementes de tomate, exceto para os frutos vermelhos com 12 dias de armazenamento, no qual os referidos autores observaram o decréscimo de qualidade.

Verifica-se que houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para o comprimento de parte aérea ($p=1,56.10^{-13}$; $CV=20,37\%$) (Figura 10).

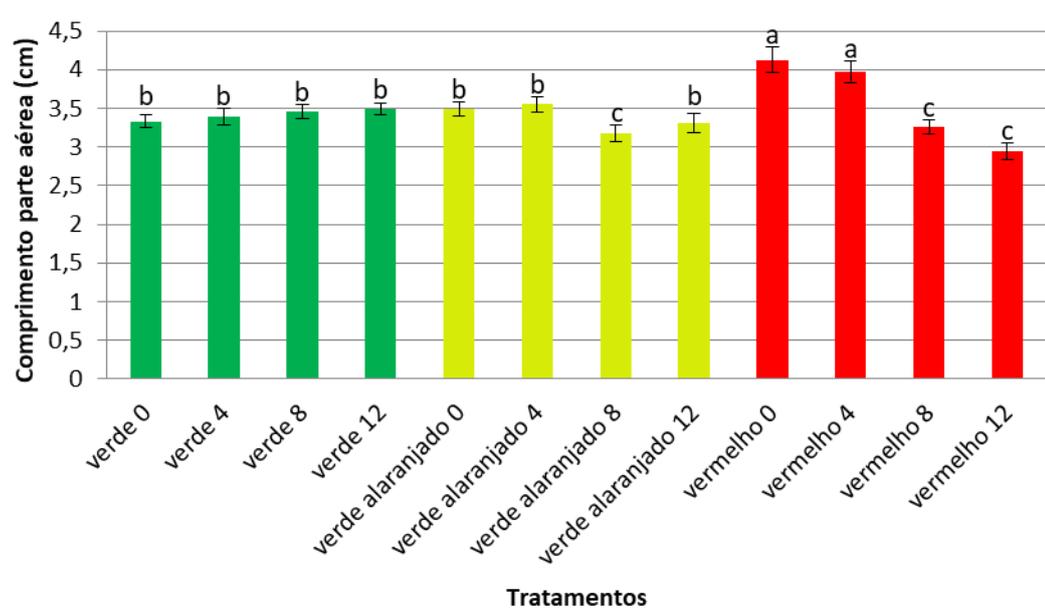


Figura 10: Comprimento de parte aérea (média ± erro) em função de diferentes estádios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade. Fonte: As autoras (2019).

Maiores valores para comprimento de parte aérea foram observados para os frutos colhidos nos estádios vermelhos com zero e quatro dias de armazenamento pós-colheita. Jorge *et al.* (2018), em estudo com sementes de pimenta biquinho, observaram que, na ausência de armazenamento, as sementes provenientes dos frutos colhidos vermelhos tiveram plântulas maiores em comparação aos demais estádios.

Nos estádios de maturação verde-alaranjada, frutos com oito dias de armazenamento e vermelhos, e os frutos com oito e 12 dias de armazenamento apresentaram os valores bem inferiores quando comparados aos demais tratamentos.

Observa-se que houve efeito do estádio da maturação e do armazenamento dos frutos para o comprimento de raiz ($p=5,27.10^{-22}$; CV=22,68%) (Figura 11).

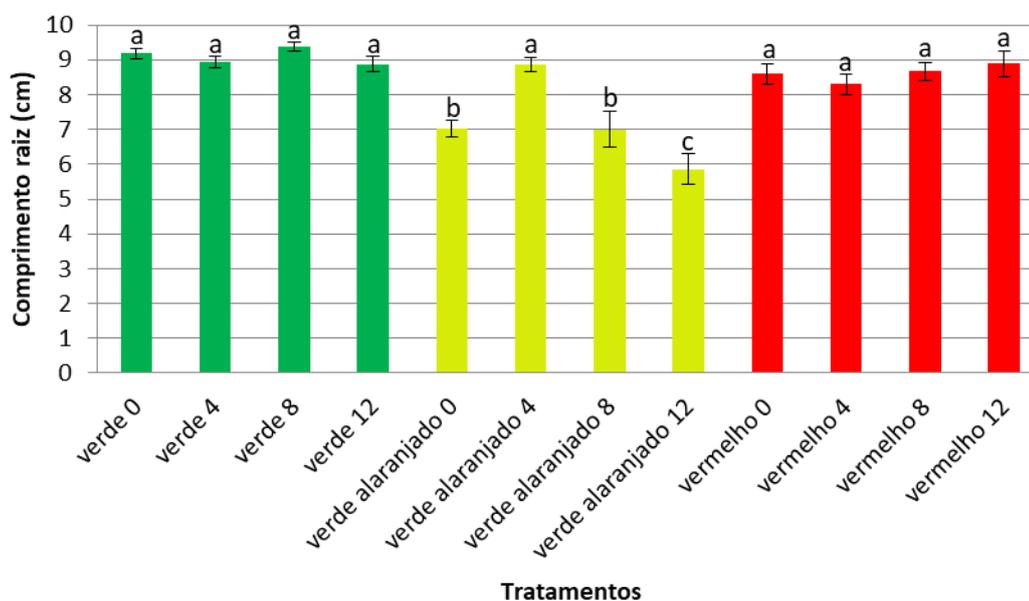


Figura 11: Comprimento de raiz (média ± erro) em função de diferentes estádios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

Para a variável comprimento de raiz não houve diferença significativa para os frutos colhidos verdes e vermelhos em nenhum período de armazenamento, bem como para os frutos no estágio verde-alaranjado com quatro dias de armazenamento, sendo estes superiores aos demais tratamentos. Resultados medianos foram observados para frutos no estágio verde-alaranjado com zero e oito dias de armazenamento e valores inferiores para frutos com 12 dias de armazenamento pós-colheita.

Esse resultado difere do constatado por Rocha, Ribeiro e Silva (2018), em que houve um decréscimo nas médias de comprimento de plântula para frutos de tomate em estágio de maturação vermelho após de 10 dias de armazenamento.

Verifica-se que não houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para a massa seca ($p=8,24 \cdot 10^{-3}$; $CV=9,24\%$) (Figura 12).

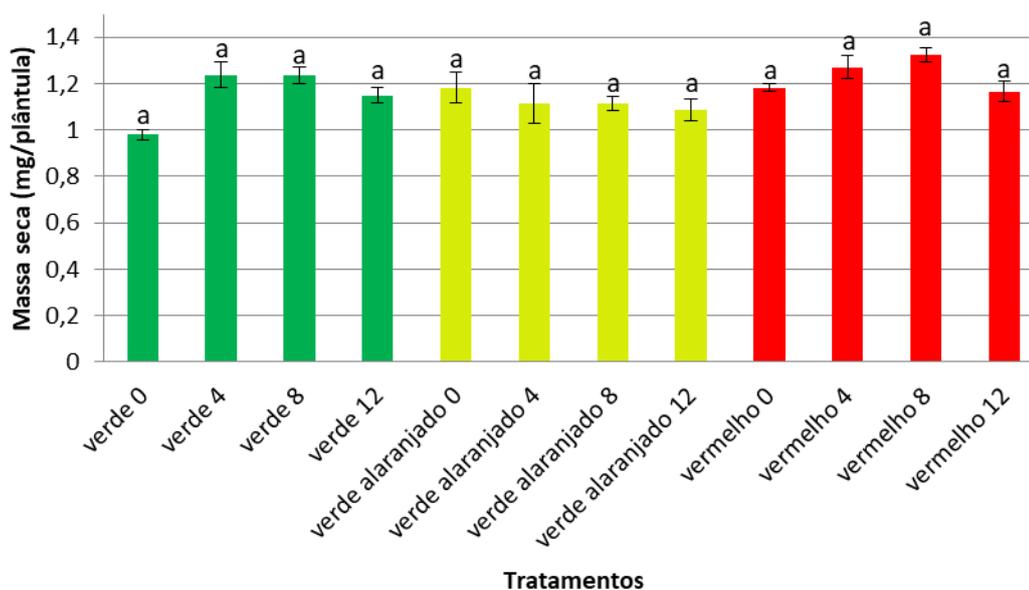


Figura 12: Massa seca (média \pm erro) em função de diferentes estádios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

Para o conteúdo de massa seca de plântulas, não houve diferença em nenhum dos estádios de maturação com ou sem armazenamento. Isso indica que, do ponto de vista do acúmulo de reservas, os frutos não dependem de um período de armazenamento pós-colheita.

Para a retirada das sementes dos frutos, nem sempre é necessário que se espere pela completa maturação, uma vez que a maturidade fisiológica das sementes pode ser alcançada nos frutos ainda na fase de maturação, com coloração verde (DIAS, 2001).

Pereira (2009), em estudo com sementes de pimentão, verificou o desempenho inferior de frutos verde-avermelhados em comparação àqueles em estágio mais avançado. Em contrapartida, não ocorreu diferença entre os períodos de armazenamento dos frutos.

Verifica-se que houve efeito do estágio da maturação e do armazenamento dos frutos para a condutividade elétrica ($p=5,33 \cdot 10^{-4}$; $CV=14,28\%$) (Figura 13).

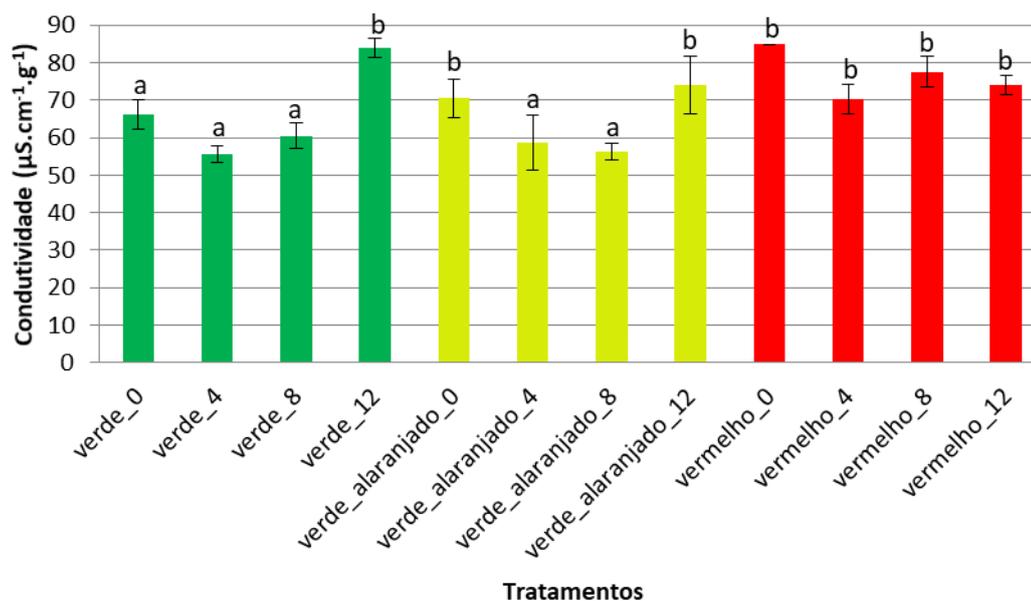


Figura 13: Condutividade elétrica (média \pm erro) em função de diferentes estádios de maturação (coloração verde, verde-alaranjada e vermelha) e quatro períodos de armazenamento dos frutos (zero, quatro, oito e 12 dias após a colheita). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Skott-not a 5% de probabilidade.

Fonte: As autoras (2019).

Para a condutividade elétrica, elevados valores foram observados para frutos colhidos verdes, armazenados por 12 dias após a colheita; verde-alaranjados, armazenados por zero e 12 dias após a colheita, e para frutos vermelhos, em todos os períodos de armazenamento, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. O valor da condutividade está diretamente ligado à integridade das membranas celulares das sementes, conforme a quantidade de íons lixiviados para a solução (VIDIGAL *et al.*, 2008; TRZECIAK, 2012).

Trabalhando com frutos de pimenta jalapenho, Ricci *et al.* (2013) verificaram que sementes retiradas de frutos totalmente vermelhos apresentaram maior valor de condutividade do que aquelas retiradas de frutos verdes armazenados por 28 dias. Isso mostra que a permanência excessiva das sementes dentro dos frutos pode comprometer a qualidade das mesmas.

Melhor vigor foi observado em frutos colhidos verdes e armazenados por zero, quatro e oito dias após a colheita, e verde-alaranjados armazenados por quatro e oito dias após a colheita. Os resultados são similares aos encontrados por Nakada *et al.* (2011), que trabalharam com sementes de pepino colhidos em diferentes estádios de maturação. Os menores valores de condutividade elétrica foram procedentes das sementes de frutos colhidos precocemente.

Após a análise das variáveis, nota-se que os frutos de tomate apresentaram diferença de germinação e vigor tanto nos estádios de maturação quanto no período de armazenamento pós-colheita. Observa-se que, para frutos colhidos no estágio vermelho, o armazenamento não foi benéfico para a maioria das variáveis. Já para os frutos colhidos na coloração verde-alaranjada, os períodos de armazenamento de quatro, oito e 12 favoreceu significativamente a germinação das sementes, conforme observado nos resultados da primeira e da última contagem de germinação de plântulas normais.

Para frutos colhidos no estágio verde, também foram obtidas sementes de alta qualidade, desde que associadas a um período de armazenamento dos frutos de quatro e oito dias, para a maioria das variáveis em estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A colheita dos frutos de tomate no estágio verde e o seu armazenamento para posterior extração das sementes é benéfico para a melhoria da qualidade fisiológica das mesmas, sendo o período de quatro dias o que se mostrou mais adequado.

O armazenamento dos frutos de tomate no estágio vermelho mostrou-se o menos adequado para se extrair sementes com qualidade fisiológica superior. Já o armazenamento dos frutos de tomate nos estádios verde e verde-alaranjado melhora a qualidade fisiológica das sementes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, H. F.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; ARAUJO, A. V.; E PINTO, C. M. F. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.12, p.1546-1554, dezembro, 2013.

BARBEDO, C. J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A. S. C.; ZANIN, A. C. W. Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv, Rubi na qualidade fisiológica de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.14-18, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, p. 399, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2012.

DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.

DIAS, D. C. F.; NASCIMENTO, W. M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In NASCIMENTO, W. M (ed tecnico). **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa hortaliças, p. 11-76, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores IBGE Estatística mensal da Produção Agrícola Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Fevereiro de 2018. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/62ff13bdd3554efec8535a90712651b9.pdf. Acesso em: 19 de junho de 2019.

JOSÉ, J. F. S. **Caracterização físico-química e microbiológica de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) minimamente processado submetido a diferentes tratamentos de sanitização**. 2013. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de NUTRIÇÃO, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

JORGE, E. V. C.; DAVID, A. M. S. S.; FIGUEIREDO, J. C. BERNARDINO, D. L. M. P. SILVA, R. A. N.; ALVES, R. A. Estádio de maturação e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimenta biquinho. **Revista Ciências Agrárias**, v. 61, 2018.

KERBAUY, B. G. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2008.

LIMA, J. M. E.; SMIDERLE, O. J. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta obtidas em frutos de diferentes maturações e armazenadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 251-258, jan./fev., 2014.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor**. 1962. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/csabstracts/2/2/CS002002016>>. Acesso em: 17 de junho de 2019.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, FEALQ, p. 495, 2005.

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T. Avanços e principais gargalos da cadeia brasileira de tomate de mesa. In: Miriam Lins Oliveira. (Org.). **Anuário HF 2014 - Campo & Negócios**. 1 ed. Uberlândia: Campo & Negócios, v. 01, p. 06-14, 2014.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. T. P. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C.; GOMES, L. A. A.; VON PINHO, E. V. de R. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

NAKAGAWA, J. Teste de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de**

Sementes: Conceitos e Testes. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes Londrina-PR, p. 2-24, 1999.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, L. B.; ALVARES, M. C. Maturação de Sementes híbridas de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 1040- 104, 2000.

NICK, C.; SILVA, D.; BORÉM, A. **Tomate** – do plantio à colheita. UFV, v. 1, p. 237, 2018.

PANOBIANCO, M. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate.** 2000. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

LIMA, J. M. E.; SMIRDELE, O. J. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta obtidas em frutos de diferentes maturações e armazenadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p. 251-258, 2014.

PEREIRA, C. O. **Qualidade fisiológica de sementes de pimentão em função do estágio de colheita, período de repouso de frutos e armazenamento.** Maria Aparecida Vilela de Resende Faria. 2009. 76p. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes, Janaúba, 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2009) R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Available from: <http://www.R-project.org/>. Accessed in Sep - 2019.

RICCI, N.; PACHECO, A. C.; CONDE, A. S.; CUSTODIO, C.C. Qualidade de sementes de pimenta jalapenho em função da maturação e tempo de permanência nos frutos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 123-129, 2013.

ROCHA, R. G. L.; RIBEIRO, M. C. C.; SILVA, F. D. B. Maturação fisiológica e armazenamento pós-colheita de frutos e sementes de tomate cereja em transição agroecológica. **ACSA**, Patos-PB, v. 14, n. 1, p. 36-41, Janeiro-Março, 2018.

SANTOS NETO, J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; SENA, J. O. A.; JARDINETTI, V. A.; ALENCAR, M. S. R. Qualidade de frutos de tomateiro cultivado em sistema de produção orgânico e tratados com subprodutos de capim limão. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 633-642, outubro-dezembro, 2016.

SHIRAHIGE, F. H.; MELO, A. M. T.; PURQUERIO, L. F. V.; CARVALHO, C. R. L.; MELO, P. C. T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 292-298. 2010.

SILVA, H. P.; COSTA, C. A.; TOLEDO, D. S.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; CAMPOS, P. F. A.; NEVES, J. M.; SANTOS, G. B. Ponto de Colheita Ideal dos Frutos de Tomate para a produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4010 – S4014, agosto, 2009.

SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; VIGGIANO, J. Extração de sementes de frutos carnosos de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, p. 77-102, 2009.

TRZECIAK, M. B. **Formação de sementes de soja**: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembro. 2012. 130 p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-graduação em Ciências – Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D.C.F.S.; NAVEIRA, D.S.P.; ROCHA, F.B.; BHERING, M.C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 87-93. 2006.

VIDIGAL, D. S.; LIMA, J. S.; BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica para semente de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 1, p.168-174, 2008.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; PINHO, E. V. R. V.; DIAS, L. A. S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

QUEBRA DE DORMÊNCIA EM *Acacia mangium*

Acadêmicos: José Moisés da Rocha Silva

Orientadora: Esp. Vinícius Sigilião Silveira Silva

RESUMO

Para o processo de quebra de dormência, considera-se importante analisar a influência do tempo de imersão de sementes de *Acacia mangium* em água fervente. Assim, adota-se como método de pesquisa o caráter qualitativo, do tipo experimental, visto que foram realizados testes laboratoriais. As sementes foram separadas e agrupadas em seis grupos, com 50 unidades cada, que receberam os nomes de T1, T2, T3, T4 e T5, submetidas aos tempos de imersão em água a 100°C por 15, 30, 60, 120 e 180 segundos respectivamente. Os dados foram coletados em três ocasiões, aos sete dias, quatorze dias e vinte e um dias após a realização dos tratamentos, notando-se uma relação inversamente proporcional entre o percentual de sementes germinadas e o tempo de imersão ao qual as mesmas foram submetidas. Trata-se de uma técnica relativamente simples e não muito onerosa, que não requer conhecimentos técnicos muito avançados, sendo possível ser replicada por pequenos ou grandes produtores que tiverem intenção de cultivar esta espécie.

PALAVRAS-CHAVES: *Acacia Mangium*; Propagação; Sementes.

1. INTRODUÇÃO

O uso irracional de madeira, somado a queimadas e desmatamentos irregulares, tem apresentado como consequência uma diminuição de parte da área florestada do planeta.

O espaço destinado a estudos de espécies de rápido crescimento vem ganhando lugar nas últimas décadas, a partir da finalidade reflorestamento acelerado, proveniente do intenso consumo de madeira que se sobressaiu à reposição das florestas. Nesse contexto, evidenciam-se os estudos disponíveis para a produção de sementes, com o objetivo de exploração econômica para algumas espécies ainda são insuficientes (SAMPAIO *et al.*, 2015).

Rossi (2003) afirma que o gênero *Acácia* tem se apresentado como uma das alternativas viáveis no processo de reflorestamento, visto que possui rápido crescimento (cerca de 6,2m/ ano), adaptável aos mais variados tipos de solo e ocorre naturalmente em vários continentes, principalmente no continente asiático, além de compreender mais de 1200 espécies.

A *Acacia mangium* é conhecida popularmente no Brasil como acácia australiana, sendo uma espécie de planta exótica bastante rústica e flexível para diferentes ambientes (SMIDERLE *et al.*, 2005). No que diz respeito a sua aplicabilidade na economia, destaca-se sua utilização em diversos setores, entre os quais podem ser citados: biomassa para energia, móveis, tábuas, moirões, portas, caixotarias, carvão, MDF, aglomerados, laminados, adornos, lenha, celulose e papel, construção de casas e desdobramento em serraria.

A qualidade de sua madeira foi considerada superior à da noqueira preta (principal madeira usada para móveis nos EUA) e igual a madeira da teca (*Tectona grandis*), apresentando excelente aceitação no mercado de exportação e alcançando preços iguais ao da teca, a exemplo dos plantios feito na região de Ramanathapuram, na Índia (CELULOSE ONLINE, 2016).

Suas sementes apresentam dormência que segundo Carvalho (1994) pode ser definida como “o fenômeno pelo qual as sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis à germinação, deixam de germinar”.

Na natureza, a dormência é um recurso usado pelas plantas produtoras de sementes para perpetuação de suas espécies, já que este fenômeno impede que todas as sementes germinem na mesma época, o que aumenta sua chance de sobrevivência e diminui o risco de extinção da espécie, provocando certa perda da uniformidade entre as mudas.

Diante disso do exposto, ao reconhecer a necessidade de conhecimentos mais detalhados dos processos de germinação e desenvolvimento das plantas, no presente trabalho, objetiva-se avaliar diferentes tempos de imersão em água fervente para quebra da dormência das sementes da *Acacia mangium*. O conhecimento detalhado desse processo de germinação pode promover melhorias no cultivo da mesma, o que influi diretamente na qualidade da madeira que chegará ao mercado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ORIGEM

A acácia é uma espécie da parte noroeste da Austrália, mais especificamente de Papua Nova-Guiné e do oeste da Indonésia, com potencial para cultivo nas zonas baixas e úmidas cuja madeira apresenta usos variados (SMIDERLE *et al.*, 2005).

Pertence à Família: *Mimosaceae* e à espécie *Acacia mangium* sinónimo botânica *Racosperma mangium willd.* Trata-se de uma espécie de árvore bastante exótica, caracterizada por sua copa densa e grande porte, podendo atingir até 30 m de altura. Em 2001, estimou-se que cerca de 21% das plantas conhecidas em território brasileiro fossem exóticas e, a partir dessa estimativa, nasceu a preocupação com os possíveis impactos que a relação destas espécies com o ecossistema local poderiam causar, sendo possível aplicar técnicas de manejo e erradicação para evitar que elas causem prejuízo (VAN WILGEN *et al.*, 2011). No entanto, apresenta-se como excelente alternativa para ser usada em processos de reflorestamento, visto que é facilmente adaptável.

2.2. DIFUSÃO DA ESPÉCIE NO BRASIL

Um evento que ficou conhecido como “Seca de ponteiros dos eucaliptos no Vale do Rio Doce-MG” foi o ponto de partida para a entrada da *Acacia mangium* no Brasil, através de pesquisas feitas pelo D.Sc. Flavio Pereira, que em 2000 recebeu título de doutor em Agronomia (fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras e atualmente trabalha como pesquisador científico da área de silvicultura clonal do Centro Tecnológico Da Zona Da Mata, em Viçosa (MG).

Havia a necessidade de encontrar uma espécie que não apresentasse a mesma suscetibilidade à enfermidade que atingiu os eucaliptos plantados anteriormente naquela região, e que pudesse ser utilizada no processo de reflorestamento das áreas afetadas.

Em determinado momento da pesquisa, a EMBRAPA, que estava auxiliando nos estudos, convidou um consultor australiano que sugeriu a possibilidade de realizar o plantio das acácias. Foram feitos vários testes com diferentes tipos de sementes; assim, algumas espécies foram plantadas em Balterra (PA) e as demais no Vale do Rio Doce, estas apresentaram resultados surpreendentes, superando até espécies de eucalipto daquela região (CELULOSE ONLINE, 2016).

Atualmente, a *Acacia mangium* já está presente em todos os estados brasileiros - em alguns lugares foram feitos plantios experimentais, já em outros existe cultivo com fins comerciais. A região brasileira que apresenta a maior concentração de acácias plantadas é a região Norte, mais especificamente o estado de Roraima, onde existem cerca de 27.500 hectares plantados.

2.3. EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA ESPÉCIE

Esta espécie de árvore apresenta bastante rusticidade, tolerante a solos pobres e degradados, embora não seja recomendada para locais onde acontecem geadas muito intensas. Portanto, a acácia se desenvolve muito bem em locais de clima tropical, como é o clima predominante no Brasil (ATTIAS *et al.*, 2013).

A boa adaptação da *Acacia mangium* no Brasil se deve em grande parte ao fato de esta espécie possuir baixa exigências no que diz respeito à qualidade do solo, adaptando-se bem a diferentes tipos de solo, com bom desenvolvimento em solos arenosos, pedregosos e argilosos, desde que estes lhe forneçam os nutrientes necessários (CELULOSE ONLINE, 2016). Adicionalmente, nota-se que as acácias se desenvolvem bem em locais com altitude de até 300 m, sendo seu *habitat* natural regiões costeiras de baixadas (ATTIAS *et al.*, 2013).

No que diz respeito à sua necessidade hídrica, a *Acacia mangium* tem preferência por lugares com chuvas abundantes e as separações na distribuição da espécie poderiam estar diretamente relacionadas à falta de precipitação (MARINHO *et al.*, 2004). No entanto, apesar de se desenvolver bem em locais com muita chuva, esta espécie não se cresce em solos que permaneçam encharcados por longos períodos.

2.4. SUSCEPTIBILIDADE A PRAGAS E DOENÇAS

Qualquer planta que seja cultivada em céu aberto possui maior susceptibilidade a pragas, se comparada a plantas cultivadas em ambientes controlados. Já foram observados os seguintes insetos que danificam os plantios comerciais de *Acacia mangium*: o besouro-amarelo *Costalimaita ferruginea* e a mosca-branca *Bemisia tabaci* (MARSARO).

O besouro-amarelo (*Costalimaita ferruginea*) é comum em praticamente todo o território brasileiro, sendo uma praga comum a plantas como mangueiras e

eucaliptos. Ele ataca principalmente as folhas mais novas, deixando-as com aspecto rendilhado. A depender do grau de infestação, pode reduzir muito a superfície das folhas e influenciar negativamente no processo de fotossíntese (BARBOSA, 2004).

Já a mosca branca (*Bemisia tabaci*) é mais comum nos períodos mais secos e quentes, e pode ser bastante nociva às plantas, pois quando insere o estilete para sugar a seiva injeta um tipo de toxina que promove alterações no desenvolvimento e no sistema reprodutivo das plantas (EMBRAPA, 2006).

No que diz respeito às doenças que podem acometer esta espécie, destaca-se a ocorrência do fungo causador da podridão-do-lenho ou cerne, ao qual a *Acacia mangium* é extremamente susceptível. Este fungo ocorre com grande frequência na presença de ferimentos na árvore, visto que ela não consegue formar uma zona de proteção adequada nas regiões afetadas. A presença desse fungo pode causar apodrecimento e até mesmo a morte da planta.

Devido à dificuldade de criar uma zona de proteção em ferimentos, a *Acacia mangium* é mais susceptível a ocorrência do fungo, sendo assim importante que o produtor pesquise sobre a maneira correta de realizar a poda, para que a árvore não seja prejudicada.

2.5. PROPAGAÇÃO DA ESPÉCIE

A *Acacia mangium* inicia a fase reprodutiva aproximadamente aos dois anos e meio de idade (LIMA *et al.*, 1996). Existem diferentes técnicas de propagação da espécie em estudo, sendo as duas principais a enxertia e a propagação por meio do plantio de sementes. A propagação por sementes apresenta como principal vantagem sua viabilidade econômica e menor risco de apresentar incompatibilidades, o que é muito comum na técnica de enxertia (EMBRAPA, 2003).

Devido à natureza das sementes, que apresentam um tegumento muito rígido, há ocorrência de dormência nas mesmas. Desde que armazenadas de maneira correta, este tipo de semente é bastante resistente ao tempo, permanecendo viável para o plantio por um longo período. Para que possam germinar, é necessário submeter as sementes a algum processo que possibilite a quebra da dormência, sem ocasionar perda em sua qualidade, podendo ser utilizados processos físicos ou químicos (RODRIGUES *et al.*, 2008).

2.6. QUEBRA DA DORMÊNCIA

O estado de dormência é um fenômeno relativamente comum entre diferentes espécies arbóreas, no qual as sementes não germinam mesmo tendo condições climáticas favoráveis para isso. Há dois tipos de dormência, primária e secundária, que podem ser definidos como:

Dormência primária é aquela que já se manifesta quando a semente completa seu desenvolvimento, ou seja, quando colhemos as sementes já apresentam dormência. Dormência secundária é quando as sementes maduras, não apresentam dormência, ou seja, germinam normalmente, mas quando expostas a fatores ambientais desfavoráveis são induzidos ao estado de dormência (VIEIRA *et al.*, 1997).

A *Acacia mangium* apresenta dormência primária. Entre as possíveis causas de dormência em sementes, pode-se citar, como exemplo, tegumento impermeável, embrião fisiologicamente imaturo ou rudimentar, substâncias inibidoras e a combinação dessas causas. Para que a germinação ocorra, é necessário que haja a quebra da dormência, pois esta provoca desuniformidade entre as mudas produzidas em viveiro, além do maior tempo de exposição às condições adversas, como a ação de pássaros, insetos, doenças e da própria deterioração (RODRIGUES *et al.*, 2008).

O fenômeno de dormência nas sementes está relacionado às condições ambientais. Fatores como a grande incidência de chuvas, bem como a falta de chuvas, pouca incidência de luz e variações de temperatura muito bruscas, podem contribuir para a ocorrência deste fenômeno, fazendo com que as sementes entrem em estado de dormência até que as condições sejam mais propícias para seu desenvolvimento (VIEIRA *et al.* 1997).

Essa quebra pode acontecer através da utilização de diferentes técnicas, sendo as principais: escarificação química, escarificação mecânica, estratificação, choque de temperatura ou a utilização de água quente.

Entre as técnicas para superação da dormência disponíveis, destacam-se duas: a imersão das sementes em ácido sulfúrico e a imersão em água fervente. Ambas foram abordadas por Rodrigues *et al.* (2008), em seu trabalho intitulado “Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd”, por meio de um experimento dividido em duas etapas – inicialmente, avaliou-se a

influência do tempo de imersão em ácido sulfúrico e posteriormente em água fervente, obtendo resultados satisfatórios em ambos os experimentos. Quando avaliado o experimento com ácido sulfúrico, ficou demonstrado que o tempo de imersão que ofereceu maiores valores de vigor foi 90 min. Já a avaliação do experimento realizado com imersão em água fervente atestou que a imersão das sementes por 60 s foi eficaz para superação da dormência.

Smiderle *et al.* (2005) realizaram um experimento que avaliou a superação da dormência das sementes de *Acacia mangium*, utilizando apenas a imersão em água a 100° C. Dessa forma, foram avaliados quatro tempos de imersão diferentes - 30; 45; 60 e 75 segundos, entre os quais a imersão por 60 s se destacou como mais eficaz que as demais, por superar a dureza tegumentar da semente e ainda gerar a emergência máxima de plântulas.

A imersão das sementes em água quente demonstra ser uma técnica muito eficiente para quebra da dormência tegumentar das sementes de *Acacia mangium*, bem como de várias espécies florestais (FOWLER *et al.*, 2000). Trata-se de uma técnica facilmente replicável por diferentes tipos de profissionais e que não possui um custo financeiro de execução muito oneroso.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de adquirir embasamento teórico para a realização do presente trabalho, foi feita uma pesquisa bibliográfica, predominantemente na internet, buscando-se artigos, notícias e, ou, livros que tratassem dos assuntos aqui explorados. Além disso, este estudo possui caráter experimental, visto que foram realizados testes laboratoriais, nas dependências da Faculdade Vértice - Univértix, nos quais os pesquisadores controlaram as variáveis envolvidas no processo.

Trata-se do estudo da influência de fatores externos na quebra do estado de dormência das sementes de *Acacia Mangium*, através da realização de um experimento no qual analisou-se a influência do tempo de imersão das sementes de *Acacia mangium*, em água, a 100° C. Após esse período, as mesmas ficaram emersas em água à temperatura ambiente por 24 h (AZEVEDO *et al.*, 1998).

No que diz respeito às amostras, foram utilizadas 1.200 sementes no teste com água ferventes, sendo 50 sementes em cada tratamento, com quatro repetições. As sementes foram coletadas manualmente no dia 21 de setembro de

2019, no perímetro do campus experimental de agronomia da Faculdade Vértice – Univértix. As sementes foram levadas para a residência do autor deste estudo, onde foram retiradas de suas vagens e acondicionadas em sacos plásticos até a data de realização do experimento.

O experimento foi realizado no dia 23 de setembro de 2019, no laboratório das dependências da Faculdade Vértice - Univértix. Cada grupo foi submetido a um determinado tempo de imersão, como pode ser visto na tabela abaixo.

Tabela 1 – Tratamento e tempo de imersão das sementes

Tratamento	Tempo de imersão em água fervente (segundos)
T1	15
T2	30
T3	60
T4	120
T5	180
T6	Testemunha

Fonte: Autoria própria.

Na fase preparatória dos testes, todos os equipamentos a serem utilizados foram limpos com álcool 70°. O papel germitest foi colocado na estufa a 105° C, durante duas horas, para garantir sua esterilização. Feito isso, as sementes foram separadas e agrupadas em seis grupos contendo 50 unidades cada, que receberam os nomes de T1, T2, T3, T4 e T5 para facilitar o entendimento. As sementes foram dispostas sobre o papel germitest embebido em água destilada em cinco filas contendo 10 sementes cada, numa distância de aproximadamente 1,5 cm entre si.

Para determinar a quantidade de água necessária para umedecer as folhas de papel, utilizou-se a proporção de três vezes o peso do papel seco. Após esse

procedimento, as sementes foram mantidas em câmara do tipo B.O.D (*Biological Oxygen Demand*), sob temperatura constante de 25° C sem fotoperíodo, ou seja, sem contato direto com a luz. As sementes foram consideradas germinadas quando houve a protrusão da radícula (1 mm).

O procedimento foi realizado quatro vezes, substituindo as sementes de cada grupo cada vez que eram submersas. Para indicar o número da repetição de cada amostra, foi feita marcação de R1, R2, R3 e R4.

A coleta de dados foi realizada três vezes, aos sete dias, 14 dias e 21 dias após a realização dos tratamentos nas sementes. Finalizada essa coleta, fez-se a análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado. Os gráficos foram elaborados no Excel, pelo sistema operacional Microsoft Windows.

A variável porcentagem de germinação foi transformada, a fim de corrigir a falta de normalidade, utilizando o arco seno da raiz da proporção conforme recomendado por Vieira (2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da variável porcentagem de germinação apresentou significância dos quadrados médios para todos os períodos avaliados, a saber: sete dias, 14 dias e 21 dias.

Os coeficientes de variação foram satisfatórios, estando dentro da classificação média. Os valores dos coeficientes de variação (C.V) expressos em percentual encontrados foram relativamente próximos aos valores encontrados por Neto *et al.* (2012), em seu trabalho intitulado. "Quebra de dormência em *Acacia mangium* Willd., *Ormosia arborea* (Vell) Harms, *Pterodon pubescens* Benth", no qual foi utilizado um método bastante semelhante ao utilizado para realização dos tratamentos do presente trabalho.

As funções que melhor descrevem a relação entre o tempo de imersão em água fervente e a porcentagem de germinação estão descritas nas Figuras (1 e 2). Para todos os dias em que foram avaliadas as porcentagens de germinação, sete, 14 e 21 dias, verificou-se que, à medida em que se aumenta o tempo de imersão em água fervente, há redução na porcentagem de germinação. A redução é bastante acentuada dos 15 s para os 30 s. A partir de então, as variações na porcentagem de

germinação são bem menos acentuadas, com redução contínua do tempo de imersão.

Este resultado difere dos resultados encontrados por Smiderle *et al.* (2005), que, em seu experimento, analisaram quatro diferentes tempos de imersão: 30; 45; 60 e 75 s, respectivamente. Neste estudo, um grupo de sementes foi imerso em água a 100° C, durante os períodos determinados e outro grupo foi imerso em água a 100° C, sendo posteriormente imersas em água a 27°C. Verificou-se que o fato de realizar a segunda imersão (em água a 27°C) não gera diferença significativa nos percentuais de germinação, sendo o tempo de imersão inicial o fator determinante para um aumento no percentual de germinação. Os mesmos autores concluíram que a imersão em água a 100° C por 60 s, sem imersão posterior, foi a que levou a melhores taxas de germinação.

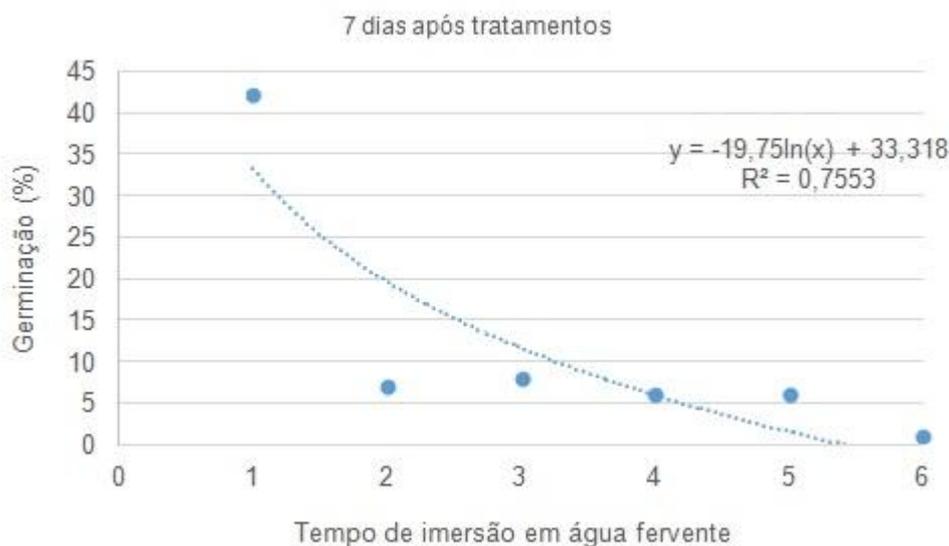


Figura 1: Porcentagem de germinação, estimada aos sete dias da implantação do experimento, para diferentes tempos de imersão em água fervente (T1= 15s; T2 = 30s; T3 = 60s; T4 = 120s; T5 = 180s)
Fonte: Autoria própria

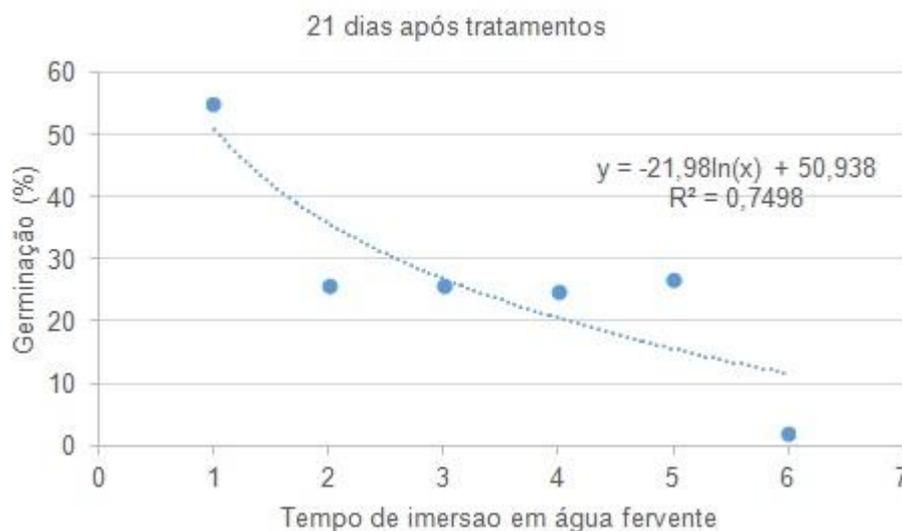


Figura 2: Porcentagem de germinação estimada aos vinte e um dias da implantação do experimento, para diferentes tempos de imersão em água fervente (T1= 15s; T2 = 30s; T3 = 60s; T4 = 120s; T5 = 180s)

Fonte: Autoria própria

No estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2008), sobre tratamentos para superar a dormência das sementes de *Acacia mangium*, foi verificada uma maior taxa de germinação aos 60 s, semelhante ao que aconteceu no estudo conduzido por Smiderle *et al.* (2005).

O estudo cujo resultado foi o mais próximo do encontrado no presente trabalho foi o conduzido por Silva *et al.* (1993). Neste, através do método de imersão das sementes em água fervente, obteve-se o resultado de que o tempo ideal de imersão seria 36 s para otimizar a quebra da dormência e conferir maior percentual de germinação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre o percentual de germinação é inversamente proporcional ao tempo de imersão das sementes, ou seja, houve resposta melhor nas sementes que foram imersas por menos tempo.

Trata-se de uma técnica relativamente simples e não muito onerosa, que não requer conhecimentos técnicos muito avançados, sendo possível ser replicada por pequenos ou grandes produtores que tiverem a intenção de cultivar esta espécie.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTIAS, N. *et al.* **Acácias Australianas no Brasil: Histórico, formas de uso e potencial de invasão.** Publicado em: 17 de agosto de 2013. Disponível em: [<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR/article/view/321>] Acesso em 15 de novembro de 2019.

AZEVEDO, C. P. *et al.* **Seleção e Manejo de Espécies Florestais para Fins Energéticos na Região de Iranduba AM.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. 6p. (Pesquisa em Andamento, 41)

BARBOSA, F. R. Besouro amarelo. **EMBRAPA.** 2004. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_110_2411200_5115225.html] Acesso em: 27 de novembro de 2019.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: Embrapa, 1994.

CELULOSE ONLINE. **Conheça Flávio Pereira, o introdutor e pai da Acacia mangium no Brasil.** Publicado em: 21 de setembro de 2016. Disponível em: [<https://www.celuloseonline.com.br/conheca-flavio-pereira-o-introdutor-e-pai-da-acacia-mangium-no-brasil/>] Acesso em: 09 de novembro de 2019.

EMBRAPA. **Documentos: 28 - Acacia mangium.** Manaus. 2003. Disponível em: [<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/674619/1/Doc28.pdf>] Acesso em: 27 de novembro de 2019.

EMBRAPA. **Pragas - Mosca branca (*Bemisia argentifolii*).** 2006. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustria_I_2ed/pragas_mosca.htm] Acesso em: 27 de novembro de 2019.

FOWLER, J. A. P. *et al.* **Dormência em sementes florestais.** EMBRAPA. DOCUMENTOS, 40. 2000. Disponível em: [<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/290718/1/doc40.pdf>] Acesso em: 11 de dezembro de 2019.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 15 ed. Piracicaba: ESALQ, 2009.

LIMA, D.; GARCIA, L. C. Avaliação de métodos para o teste de germinação em sementes de *Acacia mangium* Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, 1996. p. 180-185.

MARINHO, N. F.; CAPRONI, A.L.; FRANCOLL, A. A.; BERBARAL, R. L. L. Respostas de *Acacia Mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica Brasileira**. vol.18 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2004

MARSARO JÚNIOR, A. L. **Levantamento de pragas em plantios de Acacia mangium em Roraima.** Data de publicação indefinida. Disponível em: [<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&biblioteca=vazio&busca=>

[autoria:%22MARSARO%20JUNIOR,%20A.%20L.%22](#)]. Acesso em: 14 de novembro de 2019

NETO, E. L. S. *et al.* **Quebra de dormência em *Acacia mangium* Willd., *Ormosia arborea* (Vell) Harms, *Pterodon pubescens* Benth.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Tocantins. 2012.

RODRIGUES, A. P. A. C. *et al.* **Tratamentos para superar a dormência em sementes de *Acacia Mangium* Willd.** Maringá, v.30, n. 2, p. 279 – 283, 2008.

ROSSI, L. M. B. *Acacia Mangium*. Manaus: Embrapa Amazônia

SAMPAIO, F. M; COUTO, R. S; SILVA, A. C; SILVA, A. C. A; SILVA, S. A. A.; TEIXEIRA, L. A. Influência de diferentes substratos Associados a métodos de superação de dormência e emergência de sementes. **Revista Farociência**, 2015.

SILVA, F.P *et al.* Quebra da dormência de sementes de *Acacia mangium*. In: Congresso Florestal Panamericano, 1., Congresso Florestal Brasileiro, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS, 1993. v. 1, p. 300-302

SMIDERLE, O. J. *et al.* Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 27, n 1, p.78-85, 2005.

SMIDERLE, O. J. *et al.* Tratamentos pré-germinativos em sementes de Acácia. **Rev. Bras.. Sementes**, Brasília, V 16, n° 1, 1994.

VIEIRA, I. G. *et al.* **Informativos de sementes, IFEP – Métodos de quebra de dormência de sementes.** Novembro de 1997. Disponível em:[<https://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp>] Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

VIEIRA, S. **Análise da variância**. São Paulo. Editora Atlas, 2006.

SATISFAÇÃO DOS PRODUTORES DE CAFÉ QUANTO AO USO DOS FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA

Acadêmicos: João Francisco Marques e Luan Romeiro de Castro

Orientadora: D Sc. Irlane Bastos Costa

259

RESUMO

A constante necessidade de se aumentar a produtividade das lavouras, aliada à redução de custos e à preservação do meio ambiente, tem sido uma alavanca propulsora de pesquisas no âmbito da fertilidade e nutrição de plantas. Neste contexto, novas tecnologias que envolvem toda a cadeia produtiva do café são constantemente desenvolvidas e, ou, aprimoradas. No âmbito dos fertilizantes, vêm despontando no mercado aqueles de liberação controlada, por prometerem reduzir os gastos de mão de obra, além de oferecerem resultados satisfatórios à cultura do café quanto ao aumento de produtividade e melhorias das plantas. Diante dessa perspectiva, no presente trabalho, objetivou-se verificar a satisfação dos produtores rurais quanto aos fertilizantes de liberação controlada e, ainda, avaliar como tem sido o manejo das lavouras cafeeiras. Através dos resultados obtidos, evidenciou-se que o uso dos fertilizantes de liberação controlada tem proporcionado aumento da produtividade, diminuição dos custos com mão de obra e maior vigor das plantas do cafeeiro, com maior número de folhas e ramos. Apesar de os produtores seguirem as recomendações técnicas de adubação, grande parte deles não realiza análise foliar e aplicações foliares de maneira eficiente. Outro fator que deve ser considerado é a análise de custo de produção, que não é efetuada por grande parte dos produtores, fator importante para observar sua viabilidade financeira.

PALAVRAS-CHAVE: nutrição de plantas; *Cooffe arábica* sp; fertilidade do solo.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem uma alta representatividade a nível mundial, garantindo o abastecimento interno e externo de alimentos. Cada vez mais, o setor agrícola necessita de maior eficiência, otimizando seu nível de produtividade em áreas menores, para preservar o meio ambiente e garantir uma renda sustentável. Nesse sentido, nota-se que o manejo da fertilidade do solo com o uso de fertilizantes é uma das principais formas de se alcançar altas produtividades. Os mais utilizados na agricultura são os fertilizantes nitrogenados, devido à alta demanda nutricional das culturas (BARTELEGA, 2018).

Em decorrência das perdas dos fertilizantes nitrogenados utilizados nas culturas, desenvolveram-se novas tecnologias em fertilizantes capazes de diminuir as perdas para o ambiente. Algumas dessas tecnologias são os fertilizantes de

liberação lenta e controlada, que possuem agentes químicos, biológicos ou físicos, resultando em um melhor aproveitamento nutricional nas culturas, a fim de garantir uma nutrição mais efetiva para a planta e o uso racional de fertilizantes (TRENKEL, 2010).

Nos dias atuais, a tecnologia de liberação controlada vem se tornando destaque entre os produtores, pois este tipo de fertilizante contribui com a eficiência da adubação, resultando assim em maior viabilidade (VOLTOLINI *et al*, 2016).

Shaviv (2001) destaca, entre as principais vantagens dos fertilizantes de liberação controlada, a diminuição da salinização do solo, a maior absorção de água pelos polímeros, e a liberação contínua e regular de nutrientes para as plantas. O mesmo autor também ressalta a menor frequência de aplicações, a redução de perdas de nutriente devido à lixiviação, imobilização e volatilização, resultando em menor eliminação de danos causados à raiz, ocasionados pela alta concentração de sais. Além disso, apresentam maior praticidade no manuseio dos fertilizantes, contribuindo com a redução da poluição ambiental pelo NO_3 , trazendo benefícios ecológicos e menor contaminação de águas subterrâneas e superficiais. Cita-se, por fim, a redução dos custos de produção.

O adubo de liberação controlada possui em sua composição fontes de Nitrogênio (N) e Potássio (K), que são revestidos por uma camada de enxofre e de polímeros que favorece a liberação dos nutrientes para planta (liberação controlada) através da umidade e temperatura ideal, garantindo um melhor aproveitamento do adubo aplicado, além de reduzir custos de mão de obra e de transporte para o campo, pela sua menor frequência de aplicação (ROMAGNOLI *et al.*, 2013).

Assim sendo, como questionamentos, centra-se em questões como: os agricultores estão satisfeitos com os resultados que a adubação de liberação controlada traz ao cultivo do café? Os produtores estão realizando essa aplicação dos produtos de maneira correta, a fim de garantir sua efetividade?

A partir deste estudo, pretende-se verificar o nível de aceitação e de satisfação dos agricultores em uma microrregião da Zona da Mata Mineira, acerca das vantagens da adubação de liberação controlada. Verificam-se, também, informações sobre o manejo das propriedades cafeeiras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os fertilizantes quimicamente modificados ou de liberação lenta tiveram seus primeiros estudos em 1924, na Europa e nos EUA, sendo patenteados por volta de 1947 e 1955. Até hoje, sua pesquisa tem grande interesse mundial (YAMAMOTO *et al.*, 2016).

O fertilizante de liberação controlada tem como característica em sua tecnologia o revestimento dos grânulos dos nutrientes com polímeros de enxofre. Os produtos são de liberação gradual, que duram de cinco a seis meses. Possui elevada eficiência na utilização de menores dosagens, quando comparado aos fertilizantes convencionais. Isso resulta na economia de aplicação do N-P-K-S, que em apenas uma aplicação garante o fornecimento nutricional no período necessário (PAIVA *et al.*, 2010).

Existem diferenças na questão conceitual nos termos liberação lenta e liberação controlada. Primeiramente, os fertilizantes de liberação lenta não têm revestimento como os de liberação controlada, havendo variação nos preços - os fertilizantes de liberação controlada são mais caros por sua tecnologia e pelo custo do revestimento usado em sua produção (NAZ e SULAIMAN, 2016).

Além disso, o comportamento dos fertilizantes de liberação lenta é menos previsível, pois seus polímeros de Carbono (C) e Nitrogênio (N) possuem variações em função do tamanho e da proporção no processo de produção. Condições como: temperatura, umidade, pH, MOS e textura são influenciadores das atividades microbiológicas do solo, estando relacionadas ao processo de degradação das cadeias de polímeros (JAHNS; EVEN; KALTWASSER, 2003; AZEEMK *et al.*, 2014; TIMILSENA *et al.*, 2014).

Os fertilizantes nitrogenados de liberação controlada estão presentes no grupo de produtos com formas de ação diferenciada, podendo ser inibidor ou estabilizador. Também pode se apresentar sob a forma de fertilizantes solúveis revestidos ou como compostos sintéticos (ZABINI; CARVALHO; BARBOSA, 2008).

O parcelamento seria uma das formas de aumento da eficiência no uso de fertilizantes, principalmente tratando-se do nitrogênio e do potássio, considerando-se as grandes perdas destes nutrientes por lixiviação e volatilização. No entanto, isso pode aumentar significativamente os custos operacionais. Por essa razão, as fontes de liberação lenta ou controlada são as alternativas mais viáveis para a resolução deste problema, segundo Mendonça *et al.* (2007). Entre essas, o Polyblen destaca-

se por ser encapsulado por polímero, tendo maior efetividade na liberação e nutrição continuada, suprindo, assim, as necessidades das plantas e maior flexibilidade. Vale ressaltar que as aplicações únicas mantêm o maior equilíbrio nutricional e a maior produtividade (MENEGARDO; CAVALCANTI; PARTELLI, 2017).

Camara *et al.* (2011) explicam que o uso de polímeros hidroabsorventes tem sido uma das tecnologias utilizadas para aumentar a eficiência do uso da água por maiores períodos. Esses tipos de fertilizantes são capazes de promover maior eficiência agrônômica, principalmente na adubação nitrogenada, se comparados aos convencionais. Também são denominados fertilizantes de eficiência aumentada (GUELF, 2017).

Para Fagundes, Ramos e Paiva (2012), esta tecnologia também proporciona o fornecimento nutricional racional para o sistema radicular do cafeeiro, ao apresentar baixo efeito salino e acidificação, bem como melhorar seu aproveitamento, acarretando no aumento da produtividade e sustentabilidade em seu nível de eficiência.

Outro fator impactante na produtividade do cafeeiro é o manejo incorreto dos fertilizantes. As perdas de nitrogênio na solução do solo são muito comuns, e, com isso, o uso dos fertilizantes de liberação lenta, controlada ou inibidores tem como função evitar que o N contido no solo tenha rápida transformação em formas menos estáveis (ABRANCHES *et al.*, 2014).

Segundo Matiello (1991), o nitrogênio é muito lixiviado no solo, armazenado apenas em forma orgânica, sendo disponibilizado de forma lenta no processo de mineralização. Este macronutriente é absorvido geralmente na forma nítrica, mas pelos baixos teores de matéria orgânica (exceto ácidos húmicos) é preciso que esses valores nutricionais sejam repostos por meio de adubações para a vegetação e produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa é caracterizada como descritiva, de abordagem qualitativa e quantitativa. Para Gil (2008), a pesquisa descritiva abrange a descrição de características de uma determinada população, fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis, incluindo o uso de técnicas padronizadas para coletar os dados. Após os devidos esclarecimentos, foi solicitada a cada participante a assinatura do TCLE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido), autorizando sua

participação na referida pesquisa. Esta seguiu as especificações da Lei 466/2012, que trata da pesquisa envolvendo seres humanos, resguardando-lhe o anonimato e a autonomia de recusar-se ou desistir de fazer parte da amostra do estudo.

Foi aplicado um questionário com vinte e duas questões, sendo dezoito fechadas e três abertas para os produtores residentes em uma microrregião da Zona da Mata Mineira, nos municípios de Lajinha, Santa Margarida, São João do Manhuaçu e Espera Feliz, nos meses de agosto a outubro de 2019.

A seleção do produtor para participar da pesquisa foi feita de forma aleatória entre os produtores de café que utilizavam há pelo menos um ano o adubo de liberação controlada. Respeitou-se a voluntariedade do cafeicultor em responder o questionário e assinar a TCLE. O número de produtores avaliados foi 33.

É válido ressaltar que a microrregião da Zona da Mata Mineira tem como principal fonte de renda a agricultura e o comércio, sendo destaque a cafeicultura de montanha.

Assim, os dados foram processados no programa *Microsoft Office Excel* e analisados por estatística descritiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, verifica-se que existe uma tendência dos produtores em utilizar o adubo de liberação controlada por mais de uma vez após a primeira aplicação, um indicativo de satisfação dos produtores quanto ao mesmo.

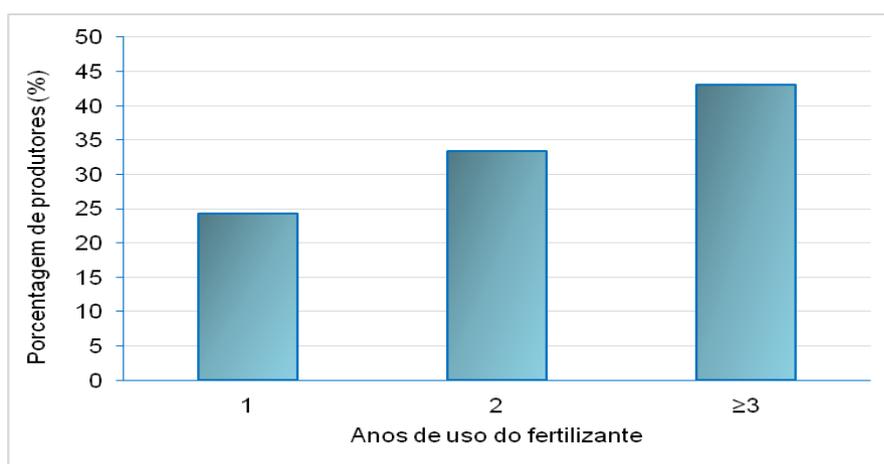


Figura 1 - Anos de uso do fertilizante de liberação controlada pelos produtores de café da Microrregião da Zona da Mata Mineira, computado até o mês de outubro de ano de 2019.
Fonte: Os autores (2019).

Constatou-se que a principal forma de divulgação do fertilizante de liberação controlada entre os produtores da Microrregião da Zona da Mata Mineira tem sido o contato direto entre os vizinhos e amigos (Figura 2). Um forte indicativo de que os que o recomendam estão gostando do mesmo e, por isso, o indicaram aos seus amigos.

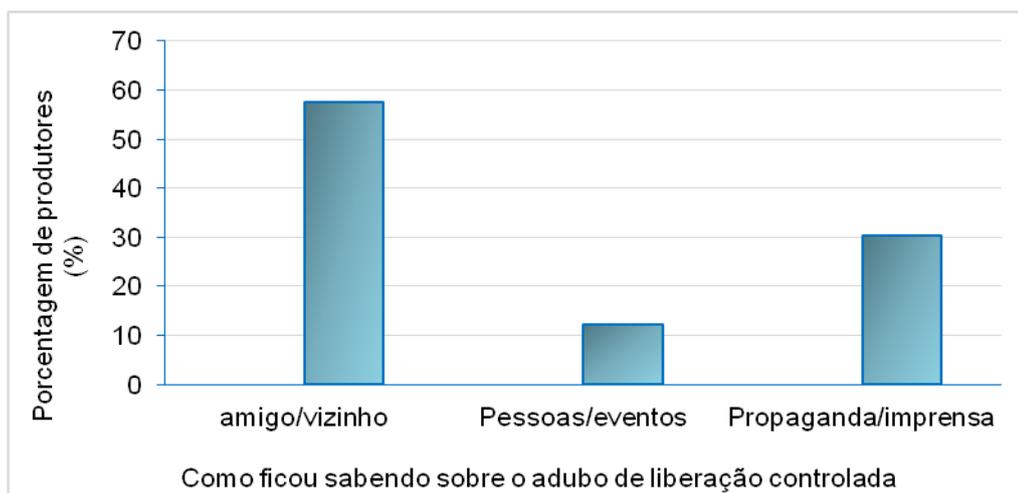


Figura 2 - Informação sobre como o produtor de café ficou sabendo sobre a nova tecnologia de adubação, fertilizante de liberação controlada, na Microrregião da Zona da Mata Mineira. Fonte: Os autores (2019).

Entre os entrevistados, verificou-se que 69% possui produtividade média de sacas por hectare superior à média do Estado de Minas Gerais (Figura 3), onde a produtividade média estimada de café arábica é de 33,12 sacas por hectare (CONAB, 2018).

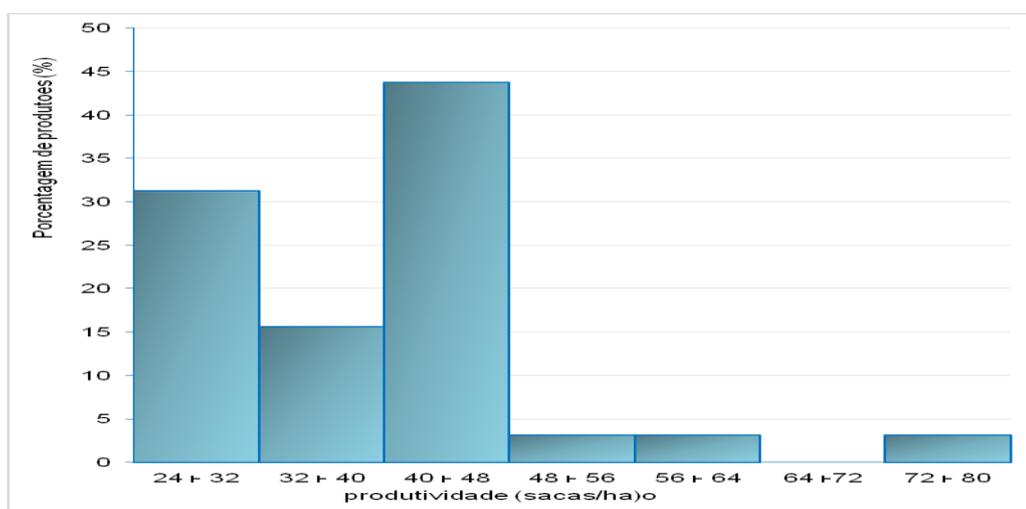


Figura 3 - Histograma da produtividade estimada nas propriedades dos produtores de café da Microrregião da Zona da Mata Mineira, computada até o ano de 2018 entre os produtores avaliados. Fonte: Os autores (2019).

Dos entrevistados, 69,7% relataram aumento na produtividade das lavouras, decorrente da utilização do fertilizante de liberação controlada (Tabela 1). Segundo Paiva *et al* (2010), o fertilizante de liberação controlada Polyblen® apresentou maior produtividade quando comparado à adubação convencional.

O fertilizante de liberação controlada pode apresentar maiores índices de produtividade devido à nutrição constante da cultura e à menor perda por lixiviação e volatilização, conforme constatado por Paiva *et al.* (2010).

Verificou-se que 88% das propriedades agrícolas avaliadas possuíam entre 10.000 e 70.000 pés de café (Figura 4), sendo classificados como médios ou pequenos produtores.

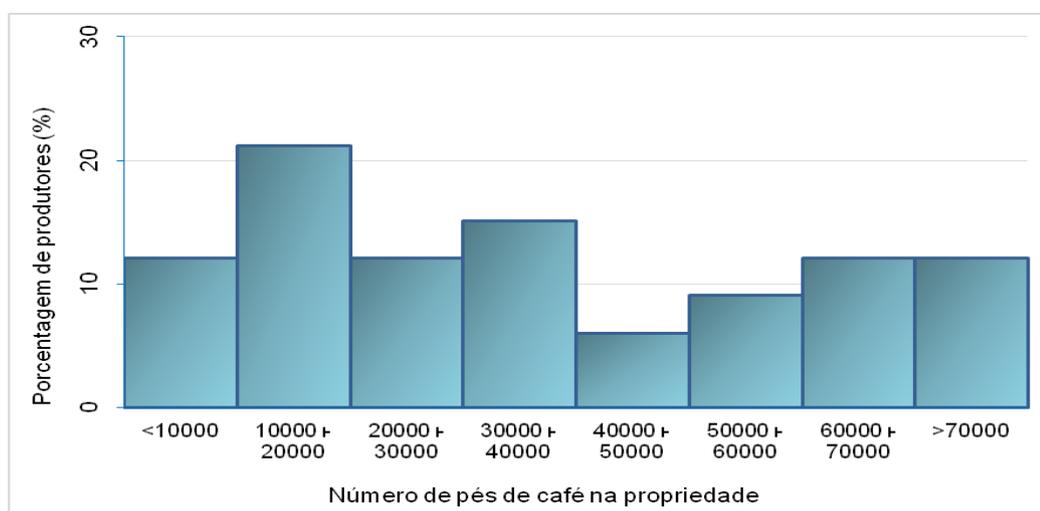


Figura 4 - Histograma do número de pés de café estimado nas propriedades dos produtores de café da Microrregião da Zona da Mata Mineira, computada até o ano de 2019 entre os produtores avaliados.

Fonte: Os autores (2019).

Na Tabela 1, estão resumidos alguns dados obtidos do questionário realizado com 33 produtores de café em uma Microrregião da Zona da Mata Mineira. A seguir, fez-se uma descrição dos resultados apresentados nessa tabela.

Todos os produtores avaliados concordam que o adubo de liberação controlada utilizado em suas lavouras reduziu os custos com a mão de obra. Conforme Paiva *et al.* (2010): “o produto aplicado uma única vez, no período de outubro e novembro, é suficiente para manter a produtividade e o crescimento vegetativo, diminuindo assim os gastos com a mão de obra”. Para Dominghetti *et al.* (2018), o uso de fertilizantes nitrogenados de liberação controlada tem vários

benefícios, entre eles a economia de mão de obra, já que pode abolir o número de parcelas de adubação e aumentar a produtividade.

É possível que a redução na mão de obra seja consequência da redução na quantidade do adubo a ser aplicado. Voltolini *et al.* (2016) também concordam que o uso dos fertilizantes de liberação controlada proporciona uma significativa redução na quantidade de fertilizantes a ser aplicada na lavoura.

Acredita-se que o aumento na produtividade e a redução na mão de obra sejam os principais fatores responsáveis pelo aumento nos lucros das lavouras, conforme registrado pela maioria dos entrevistados (87,9%).

Tabela 1 - Apresentação das respostas obtidas pelos 33 produtores de café da Microrregião da Zona da Mata Mineira entrevistados durante o mês de outubro do ano de 2019, referente ao uso de fertilizantes de liberação controlada.

Faz análise de custo da lavoura?	Porcentagem
Sim	42,4%
Não	57,6%
Faz uso do fertilizante em todas as lavouras da propriedade?	
Sim	69,7%
Não	30,3%
A adubação com o fertilizante aumentou a produtividade da lavoura?	
Sim	69,7%
Não	30,3%
A adubação com o fertilizante diminuiu os custos com a mão de obra?	
Sim	100%
Não	0%
A adubação com o fertilizante reduziu os gastos com tratamentos culturais (pragas, doenças, plantas daninhas)	
Sim	33,3%
Não	66,7%
Você achou que a adubação com o fertilizante proporcionou maior lucro?	
Sim	87,9%
Não	12,1%
Fez a análise do solo no ano da aplicação do fertilizante?	
Sim	100%
Não	0%
Fez aplicação foliar no ano em que aplicou o fertilizante?	
Sim	88%
Não	12%
Fez análise foliar no ano em que aplicou o fertilizante?	
Sim	36,4%
Não	64,6%
Seguiu corretamente a adubação recomendada pelo técnico?	
Sim	100%

Não	0%
Antes de utilizar o fertilizante, você pulverizava a lavoura?	
Sim	64%
Não	33%
Fazia análise do solo e foliar antes de utilizar o fertilizante de liberação controlada?	
Sim	42%
Não	58%
Recomendaria o fertilizante de liberação controlada aos seus parentes, vizinhos e amigos?	
Sim	100%
Não	0%
Percebeu maior número de folhas e ramos após o uso do fertilizante?	
Sim	85%
Não	15%
Percebeu que as plantas apresentaram maior vigor?	
Sim	97%
Não	3%

Fonte: Os autores (2019).

Desse modo, verificou-se que a adubação com o fertilizante de liberação controlada não tem sido eficiente em reduzir tratos culturais como o controle de pragas invasoras e doenças, embora essa não seja uma promessa da maior fornecedora de adubo de liberação controlada da microrregião em que foi aplicado o questionário. Teoricamente, um adubo que fornece nutrição contínua, sem grandes perdas, como o adubo convencional, forneceria às suas folhas um crescimento saudável proporcionando às suas folhas uma película mais robusta, o que por sua vez dificultaria a entrada de pragas e doenças. Já com o adubo convencional, o crescimento das primeiras folhas após a adubação seria “imediato”, dando a ela tamanhos fora do padrão e uma película mais fina à sua parede celular; seria uma folha mais macia, viscosa e atraente para pragas e doenças.

Quando indagados se fizeram análise de solo no ano da aplicação do fertilizante, todos os produtores entrevistados relataram que sim. A análise de solo é uma ferramenta muito comum para manejo de nutrientes, o que pode ajudar a determinar a necessidade para a construção suplementar ao decorrer do tempo, de acordo com a remoção nutricional da cultura (REETZ, 2017).

Quando questionados se faziam análise de solo e foliar, antes de começarem a utilizar o fertilizante de liberação controlada, menos da metade disse que sim. A análise de solo e foliar deve ser uma prática rotineira na atividade cafeeira; exige

sérios critérios para melhor análise química, refletindo as características do solo amostrado; caso contrário, se não realizada, poderá resultar em tratamentos incorretos, com prejuízos econômicos e ambientais (MESQUITA *et al.*, 2016).

Apenas 36% dos produtores fizeram análise foliar no ano em que aplicaram o fertilizante de liberação controlada. No entanto, mesmo sem realizar a análise foliar, a grande maioria (88%) realizou a aplicação foliar no ano em que aplicou o fertilizante. A pulverização da lavoura, mesmo antes da adoção do fertilizante de liberação controlada, já era realizada por 64% dos produtores entrevistados.

A análise foliar permite um melhor diagnóstico nutricional da planta, ao indicar os níveis de macro e micronutrientes disponíveis na planta, permitindo analisar se seus níveis estão adequados, deficientes, em desequilíbrio ou tóxicos. Sendo assim, a análise foliar tem vital importância na complementação da análise de solo e deve ser uma rotina para os cafeicultores, conforme explicitado por Mesquita *et al.* (2016).

Os produtores foram unânimes em afirmar que seguem a recomendação técnica do consultor. A interpretação e a aplicação do diagnóstico de análise cabem ao profissional responsável, segundo Mesquita *et al.* (2016). Para Reetz (2017), os agricultores e seus consultores procuram uma maior exatidão nas análises e recomendações, visto que as utilizadas no passado já não são totalmente adequadas nos dias atuais.

Mais de 80% dos produtores verificaram aumento de folhas e ramos nas plantas de café após a adoção do fertilizante de liberação controlada e quase todos (97%) disseram ter percebido maior vigor nas lavouras. Em um trabalho conduzido por Bernardes (2018), verificou-se que a adubação de liberação controlada proporcionou maior aumento do número de folhas e do número de ramos plagiotrópicos, quando comparada à adubação convencional.

Folhas e ramos são características fundamentais de desenvolvimento das plantas, pois mostram o avanço para novos estádios fenológicos. Dessa forma, é previsto o fornecimento gradual e controlado de N na formação do cafeeiro, levando a planta ao período reprodutivo com mais rapidez, com maior número de ramos plagiotrópicos e com maior capacidade de produção. Os ramos indicam o futuro potencial produtivo da cultura, portanto, quando em maior quantidade, e com maior número de nós, haverá maior produtividade (CARVALHO *et al.*, 2010; APOSTÓLICO *et al.*, 2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos neste trabalho, evidenciou-se que o uso dos fertilizantes de liberação controlada tem proporcionado aumento da produtividade, diminuição dos custos com mão de obra e maior vigor das plantas do cafeeiro, havendo maior número de folhas e ramos.

Apesar dos produtores seguirem as recomendações técnicas de adubação, um grande número deles não realiza análise foliar e aplicações foliares de maneira eficiente. Outro fator que deve ser considerado é a análise de custo de produção, uma vez que grande parte dos produtores não realiza, fator importante para observar a viabilidade financeira.

Contudo, atesta-se que o fertilizante é uma nova ferramenta para agregar valor à produção, acompanhado sempre de conhecimento técnico, pelo fato de se tratar de uma tecnologia que muitos produtores ainda carecem de informações. Mesmo assim, a prática vem se tornando cada vez mais difundida entre os produtores, em busca da sustentabilidade do agronegócio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, J. L. *et al.* **Resposta da cultura do café arábica à aplicação de ureia revestida por polímeros**, 2014. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10042/277_42-CBPC-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 13. Maio. 2019.

APOSTÓLICO, M. A.; TONOLI, A. L.; RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; SOBREIRA, F. M.; COLODETTI, T. V.; FARDIM, L. C.; MARTINS, L. D. Proporção de nós produtivos e tamanho de ramos plagiotrópicos de cultivares de café arábica cultivados com adensamento. **VII Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil**, Salvador - BA, 2013.

AZEEMK, B.; KUSHAARI, K.; MAN, Z. B.; BASIT, A.; THANH, T H. Review on materials and methods to produce controlled release coated urea fertilizer. **Journal of Controlled release**, v. 1181, p. 11-21, 2014.

BARTELEGA, B. **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta, controlada e blends para o cafeeiro**. Lavras – MG, 2018. F.68. Dissertação, Ciência do Solo, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - Universidade Federal de Lavras. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/11228/Dissertacao_Lucas%20Bartelega.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 29. Abril.2019.

BERNARDES, B. V. M. **Adubação nitrogenada de liberação controlada na formação de lavoura cafeeira**. Patrocínio – MG, 2018. Disponível em:

<http://www.unicerp.edu.br/public/docs/e7161a5a2e5a-a957.pdf>. Acesso em; 12.nov.2019

CAMARA, G. de R.; REIS, E. F. dos; ARAÚJO G. L.; CAZOTTI, M. M.; DONATELLI JÚNIOR, E. J. D. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro Conilon Robusta. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p.135-146, 2011.

CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, F. M. A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 269-275, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento safra brasileira de café**, v. 5. Safra 2018, n. 3. Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-76, setembro 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 16.nov.2019

CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Custos de produção**, 2019. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/sevicos/custos-producao>. Acesso em: 12. Nov.2019

DOMINGHETTI, A. W. *et al* . **Perdas de nitrogênio com o uso de fertilizante nitrogenado de liberação controlada na cultura do café**, 2018. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/perdas-de-nitrogenio-com-o-uso-de-fertilizante-nitrogenado-de-liberacao-controlada-na-cultura-do-cafe>. Acesso em: 12.nov.2019

FAGUNDES, A. V.; RAMOS, S.; PAIVA, R. F. **Adubação de solo com fertilizantes polyblen (nitrogênio e potássio) comparados à adubação convencional (três safras avaliadas)**, 2012. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9490/434_43-CBPC-2017.pdf?sequence=1. Acesso em: 13. Maio. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf> . Acesso em: 15. Junho. 2019.

GUELFY, D. **Fertilizantes nitrogenados estabilizados de liberação lenta ou controlada**, 2017. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/62EAE392556C904B832580FB0066F6A3/\\$FILE/Page1-14-157.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/62EAE392556C904B832580FB0066F6A3/$FILE/Page1-14-157.pdf). Acesso em: 15. Junho. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil em síntese**, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>. Acesso em: 17. junho. 2019.

JAHNS, T.; EVEN, H.; KALTWASSER, H. Biodegradability of urea-aldehyde condensation products. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 11, n. 4, p. 155-159, 2003.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: globo, 1991. 320 p.

MENDONÇA, V. *et al.* Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.344-348, mar./abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n2/a12v31n2>. Acesso em: 13. Maio. 2019.

MENEGARDO, C.; CAVALCANTI, A. C.; PARTELLI, F. L. **Doses de polyblen no cafeeiro conilon: crescimento, clorofila e nitrogênio foliar**, 2017. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9368/211_43-CBPC-2017.pdf?sequence=1. Acesso em: 13. Maio. 2019.

MESQUITA, C. M. *et al.* **Manual do café: manejo de cafezais em produção**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_manejo_cafezais_producao.pdf. Acesso em: 12.nov.2019.

NAZ, M. Y.; SULAIMAN, S. A. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. **Journal of Controlled Release**, n. 225, p. 109-120, 2016.

PAIVA, Renato F. *et al.* **Liberação lenta e controlada (polyblen) no sul de minas gerais**, 2010. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6034/268_37-CBPC-2011.pdf?sequence=1. Acesso em: 13. Maio. 2019.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente** / Harold. F. Reetz, Jr ; tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. Disponível em: <http://www.ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x-1.pdf>. Acesso em: 12.nov.2019.

ROMAGNOLI, T. *et al.* **Desenvolvimento inicial do cafeeiro (coffea Arabica L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada**, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/desenvolvimento%20inicial.pdf>. Acesso em: 29.abril.2019.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, Technion, v.71, p.1-49, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222697055_Advances_in_controlled-release_fertilizers. Acesso em: 29.abril.2019.

TIMILSENA, Y. P.; ADHIKARI, R.; CASEY, P.; MUSTER, T.; GILL, H.; ADHIKARI, B. Enhanced efficiency fertilizers: a review of formulation and nutrient release patterns. **Journal of the Science of food and Agriculture**, v. 95, p. 1131-1142, 2014.

TRENKEL, M. Slow and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture. 2. ed. Paris: **International Fertilizer Industry Association**, 2010. 163 p. Disponível em: https://www.fertilizer.org/images/Library_Downloads/2010_Trenkel_slow%20release%20book.pdf. Acesso em: 29.abril.2019.

VOLTOLINI, G. B. *et al.* Uso de fertilizantes de liberação controlada na cafeicultura. **Revista Attalea agronegócios**, 2016. Disponível em: <https://revistadeagronegocios.com.br/necaf-ufla-uso-de-fertilizantes-de-liberacao-controlada-na-cafeicultura/>. Acesso em: 11. Nov. 2019.

YAMAMOTO, C. F.; PEREIRA, E. I.; MATTOSO, L. H. C.; MATSUNAKA, T.; RIBEIRO, C. Slow release fertilizer based on urea/urea - formaldehyde polymer nanocomposites. **Chemical Engineering Journal**, v. 287, p. 390-397, 2016.

ZABINI, A. V; CARVALHO, M. L.; BARBOSA, C. M. **Adubação do cafeeiro com nitrogênio de liberação Gradual em lavouras de 1º ano na região das matas de Minas**, 2008. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5216/doc_197_34-CBPC-2008.pdf?sequence=1. Acesso em: 13. Maio. 2019.

ANEXOS

ANEXO 1: QUESTIONÁRIO SOBRE UTILIZAÇÃO DO FERTILIZANTE

1. Quantos pés de café possuem na propriedade? _____

2. Qual a produtividade (sacas/ha em 2018) média da propriedade? _____

3. Faz análise de custo da lavoura?

() Sim

() Não

4. Utiliza o fertilizante há quantos anos?

() 1º Ano

() 2º Ano

() Mais de 3 anos

5. Qual a marca do fertilizante utilizado? _____

6. Faz uso do fertilizante em todas as lavouras da propriedade?

() Sim

() Não

7. Como ficou sabendo sobre o adubo de liberação controlada?

() Amigo / vizinho

() Evento

() Propaganda imprensa

8. A adubação com o fertilizante aumentou a produtividade da lavoura?

() Sim

() Não

Qual era a produtividade anterior? _____

Qual a produtividade com o fertilizante? _____

9. A adubação com o fertilizante diminuiu os custos com a mão de obra?

() Sim

() Não

10. A adubação com o fertilizante reduziu gastos com outros tratamentos culturais (pragas, doenças, daninhas)?

() Sim

() Não

11. Você achou que a adubação com o fertilizante proporcionou maior lucro?

() Sim

() Não

12. Você achou mais fácil trabalhar (manusear, aplicar) com o fertilizante de liberação controlada do que com o adubo convencional?

() Sim

() Não

13. Fez análise do solo no ano de aplicação do fertilizante?
() Sim
() Não
14. Fez aplicação foliar nos anos em que aplicou o fertilizante?
() Sim
() Não
15. Fez análise foliar no ano de aplicação do fertilizante?
() Sim
() Não
16. Seguiu corretamente a adubação recomendada pelo técnico?
() Sim
() Não
17. Qual local aplicou o fertilizante?
() Parte de cima
() Parte de baixo
() Dos dois lados
18. Antes de utilizar o fertilizante, você pulverizava a lavoura?
() Sim
() Não
19. Fazia análise de solo e foliar antes de utilizar o fertilizante de liberação controlada, ou seja, quando fazia a adubação convencional?
() Sim
() Não
20. Recomendaria o adubo fertilizante aos seus parentes, vizinhos e amigos?
() Sim
() Não
21. Percebeu maior número de folhas e ramos após o uso do fertilizante?
() Sim
() Não
22. Percebeu que as plantas apresentaram maior vigor?
() Sim
() Não

ANEXO 2: TERMO DE CONSENTIMENTO PARA MAIORES DE IDADE



FACULDADE VÉRTICE – UNIVÉRTIX
SOCIEDADE EDUCACIONAL GARDINGO LTDA. – SOEGAR
CURSO: AGRONOMIA – 2019/02

276

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“SATISFAÇÃO DOS PRODUTORES DE CAFÉ QUANTO AO USO DOS FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA”**. Nesta pesquisa pretendemos verificar a aceitação e satisfação dos produtores quanto ao uso dos fertilizantes de liberação controlada, assim como a observação prática dos produtores quanto aos resultados obtidos com os mesmos. O motivo que nos leva a estudar é a alta demanda que o fertilizante vem abrangendo uma microrregião da zona da mata mineira pelo uso dessa tecnologia.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Será aplicado um questionário com 22 questões, sendo 19 fechadas e 03 abertas para produtores residentes em uma Microrregião da Zona da Mata Mineira nos meses de agosto a outubro. Para serem selecionados para responder ao questionário, os produtores devem possuir autonomia e se mostrarem dispostos a participarem voluntariamente, ser produtor de café que utilize há pelo menos um ano adubo de liberação controlada. Não definido nenhum outro critério para participar da pesquisa, realizada com o maior número de produtores possíveis sendo no mínimo 30, onde no momento da aplicação do questionário auxiliamos no preenchimento do mesmo. Os dados foram processados no programa *Microsoft Office Excel* e analisados por estatística descritiva.

Os acadêmicos, em reunião específica para esse fim, prestaram os esclarecimentos sobre o objetivo do trabalho, cujo exame prévio por menorizado foi realizado, havendo, em especial, alertado para possíveis riscos em que poderá incorrer o (a) signatário (a), ao participar desse trabalho, bem como esclareceram os benefícios pessoais e sociais que o trabalho poderá trazer. Além disso, Os

acadêmicos, ao discutir as medidas que serão adotadas no decorrer do trabalho, para proteger a pessoa do (a) signatário (a), informaram da impossibilidade de assegurar cem por cento de confidencialidade e anonimato. Após o exame e os esclarecimentos prestados, foi-lhes dado o consentimento, inclusive para posteriores publicações, na certeza de que os benefícios pessoais e sociais da pesquisa serão maiores que os riscos que ela poderá oferecer. Além disso, foi esclarecida a possibilidade de desistência deste tudo em qualquer momento.

Para participar deste estudo, o Senhor (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, o Senhor (a) tem assegurado o direito à indenização. O Senhor (a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Senhor (a) é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O (A) Senhor (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelos pesquisadores responsáveis em suas residências nos municípios de Santa Margarida-MG e São João do Manhuaçu-MG e a outra será fornecida ao Senhor (a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com os pesquisadores responsáveis por um período de seis meses após o término da pesquisa. Depois desse tempo, eles serão destruídos.

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “**SATISFAÇÃO DOS PRODUTORES DE CAFÉ QUANTO AO USO DOS FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA**” de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Pesquisador: Luan Romeiro de Castro e João Francisco Marques

Endereço: Rua Roque Pagano nº56 R. de São Domingos, Santa Margarida-MG e Rua Antônio Vicente Dias nº50, São João do Manhuaçu-MG

Telefone: 31 99544-7709 e 33 98455-9534

Email: luancastrocontato@gmail.com e joaofranciscoconsultoriarural@gmail.com

278

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UNIVÉRTIX – Comitê de ética em pesquisa com seres humanos

Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX

Rua Bernardo Torres, nº180, Bairro Retiro, Bloco C, térreo, sala 05

Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX

Telefone: (31) 3873-2199, ramal 213

E-mail: cep.univertix@gmail.com

Matipó, _____ de _____ 2019.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

USO DE SOFTWARE COMO AUXÍLIO NA MONTAGEM DE PROJETO DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL

Acadêmico: Fagno Vicente da Silva

Orientadora: D Sc. Carla dos Santos Dias

279

RESUMO

O Brasil está entre os países que mais consome água em sistemas de irrigação no setor agropecuário. Isso se deve geralmente pelo desconhecimento de variáveis técnicas, como tipo do solo, dados pluviométricos e condições climáticas, para determinar a necessidade hídrica das plantas. Sabe-se que os projetos de irrigação demandam um conhecimento técnico e envolvem muitos cálculos para se chegar ao resultado referente à quantidade de água a se utilizar. Em função disso, alguns agricultores para diminuir os custos, fazem a irrigação em suas propriedades não tendo um manejo adequado. Devido a este problema, o objetivo principal deste trabalho foi a elaboração de uma planilha eletrônica possuindo os cálculos automáticos para dimensionamento de sistemas de irrigação por aspersão em culturas de milho. Para isso, foi utilizado o programa Excel da Microsoft, para a elaboração da planilha eletrônica e os cálculos. Além disso, foi criado um software apresentando as principais funções características operacionais e funcionais dos projetos de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação; Milho; Aspersão; água.

1. INTRODUÇÃO

Á água é importante para a vida, para a agricultura, para o desenvolvimento econômico e para o meio ambiente. As plantas precisam de água para realizar processos fisiológicos essenciais como a fotossíntese. O solo armazena água e disponibiliza as plantas mediante a sua necessidade. Uma vez absorvida pelas raízes das plantas, ocorre o transporte através do xilema para as folhas, onde saem pelos estômatos no processo de evaporação (MOLINE *et al.*, 2013). De acordo com a FAO (2014), a utilização de irrigação foi responsável por 40% dos alimentos produzidos, utilizando cerca de 5,1% dos recursos hídricos do planeta.

A utilização de pouca água na produção não gera o benefício esperado, porém o seu excesso é mais prejudicial, pois o mesmo irá saturar o solo, impedindo sua aeração e nutrição adequada, além de favorecer o micro clima para o surgimento de doenças, devido a esses fatores os produtores procuraram uma forma adequada de irrigação para cada tipo de solo, (CORREIA *et al.*, 2016). A irrigação vem sendo muito utilizada como um importante processo no aumento de

produção agrícola, sendo o seu uso condicionado ao regime pluviométrico de cada região. Em regiões com alta frequência de chuvas em apenas um período do ano, existe a necessidade de se utilizar a irrigação nos períodos sem chuva (TESTEZLAF *et al.*, 2017). No Brasil, a irrigação possibilita uma geração de maior desenvolvimento socioeconômico em comunidades de agricultores. Entre os sistemas disponíveis, o sistema por aspersão é bastante utilizado pelos agricultores, sendo um sistema que simula uma chuva artificial onde gotas de água é lançada sobre as plantas e o solo (SOUZA *et al.*, 2006).

O uso de dispositivos móveis de comunicação aumenta cada dia mais, devido a esse grande aumento, está sendo investidos cada vez mais em pesquisas de sistemas para celulares, porém, na área agrícola esses investimentos ainda são escassos, tendo poucos aplicativos voltados para área e com o custo muito elevado, sendo necessário maiores pesquisas e criações de sistemas operacionais na área, implementando um sistema em tempo real para o manejo remoto de irrigações (ALMEIDA *et al.*; 2012). Nesse sentido o uso de modelo computacional, vem sendo utilizado com mais frequência para um ganho de tempo e de dinheiro para modelos de irrigação, mas deve ser utilizado sistemas que possam interagir com o usuário (BORGES JÚNIOR *et al.*, 2008).

O milho é uma cultura que necessita de uma demanda muito grande de água (consumo de 400 a 700 mm), para a produção de grãos (ALBUQUERQUE e RESENDE, 2007). Possui alto potencial produtivo, porém no Brasil a produção é baixa tendo assim que melhorar os sistemas de produção, para obter um melhor proveito do seu potencial (CRUZ *et al.*, 2010).

O objetivo principal deste trabalho será a elaboração de uma planilha eletrônica em ambiente Excel para a utilização em projetos de irrigação de milho pela técnica de aspersão. Com isso facilitar a obtenção dos dados necessários para os agricultores por meio de cálculos automáticos na planilha eletrônica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. AGRICULTURA DO MILHO

A cultura do milho no Brasil está altamente associada à sua importância econômica, alimentar e cultural, sendo amplamente utilizado em todos os estados. As formas de utilização são muito variáveis, sendo importante para

alimentação animal, que representa a maior parcela na sua utilização no Brasil e no mundo. Segundo o IBGE o milho é amplamente distribuído no Brasil, sendo cultivado em 2.801 municípios e nas diferentes regiões do país (TESTEZLAF *et al.*, 2017).

No nordeste do Brasil, o milho é muito importante na alimentação, principalmente para regiões de baixa renda. Porém, a área plantada nestas regiões representa apenas 10,8% de todo o milho plantado no Brasil (DUARTE *et al.*, 2010). Além disso, segundo o IBGE o milho tem grande relevância no país no aspecto social, pois grande parte dos produtores consomem o milho em suas próprias propriedades, chegando a 59,84% o número de produtores que os consomem.

Existem diversos problemas que dificultam a produção do milho pelos pequenos agricultores, por exemplo, a falta de equipamentos, levando - os a depender de terceiros, como prefeitura e prestadores de serviço. As sementes obtidas para as suas produções, geralmente são oriundas de doações ou a base de troca, levando o agricultor a utilizar um milho de baixa qualidade, (BASSOTTO *et al.*, 2018).

2.2.IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

A prática da irrigação utiliza equipamentos e técnicas específicas que auxiliam na produção de alimentos determinando a quantidade necessária de água pelas plantas. Atualmente é altamente difundido este processo, sendo utilizado desde os condomínios, jardins, campo de futebol, hortas e plantações maiores (MURGA-ORRILLO *et al.*, 2016).

A necessidade de obtenção de alimentos pelos seres humanos sempre foi um desafio, ainda mais com o constante crescimento da população. Sabe -se que o uso da irrigação é uma prática muito antiga, tendo registros no antigo Egito e Mesopotâmia, que são países carentes de água. Diferentemente, a irrigação é constatada mais recente em países que possui condições climáticas com regime de chuvas mais abundantes (DE CALDAS *et al.*, 2016).

O Brasil é um país que possui muitas características climáticas diferentes em suas regiões. Nos estados brasileiros que apresentam condições de seca, a irrigação é feita em períodos contínuos. Já os estados que tem escassez de

água em períodos menores como em alguns meses, podem se realizar a irrigação apenas de forma suplementar (BORGES JÚNIOR *et al.*, 2008).

Existem quatro métodos de irrigação, e cada método é aplicado de acordo com as necessidades físico-climáticas de cada região e cultura a ser plantada. Os sistemas de irrigação podem ser definidos em formas ou modos de se aplicar água à cultura, sendo os principais: 1) Aspersão onde a água é irrigada sobre as folhas das plantas e sobre o solo na forma de chuva; 2) Superfície, ocorre o escoamento superficial e em gravidade da água (como a enxurrada); 3) Localizada, a irrigação ocorre em microrregiões na superfície do solo, falta 1 método predominantemente em área sombreada pela copa das plantas, (TESTEZLAF *et al.*, 2017).

2.3. SOFTWARES DE IRRIGAÇÃO

A utilização de planilhas eletrônicas e softwares em processos e manejos de irrigação, têm sido cada vez mais explorados pelos agricultores e agrônomos. Apesar disso, o assunto ainda é pouco explorado em pesquisas científicas em comparação com outros temas.

Entende-se que existem alguns motivos que levam a necessidade da elaboração destes recursos digitais. Geralmente, esta necessidade está aliada à otimização na elaboração dos cálculos pelos agrônomos e agricultores em seus sistemas de irrigação (MARIANO *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2015; VICENTE *et al.*, 2015).

Silva *et al.*, (2013) desenvolveram planilhas eletrônicas linguagem de programação Visual Basic for Applications (VBA) para o manejo da irrigação. Foi feito a simulação da determinação das necessidades hídricas da cultura do melão. O programa permite obter os dados evaporação e coeficiente do tanque Classe “A” para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) e coeficientes de cultivo (K_c). O conjunto de planilhas permitiu mais praticidade e rapidez com relação aos cálculos que envolvem a determinação das necessidades hídricas da cultura. Além disso, estes mesmos autores destacam que os métodos de estimativa de ET_o podem ser decisivos nos estudos de necessidade hídrica que envolve manejo de irrigação e são essenciais para determinar quantidade de água certa e uso racional dela nos projetos de irrigação.

Outro trabalho interessante foi desenvolvido por SANTOS, (2016), desenvolvendo um sistema de controle de baixo custo utilizando microcontrolador para a aplicação em sistemas de irrigação. Destacou que o controlador desenvolvido tem funcionalidade direta para projetos de agricultura e em projetos de irrigação, sendo muito útil, uma vez que a agricultura do Brasil é a que mais consome água em todo o mundo. Adicionalmente, o autor destaca que a utilização de micro controladores auxilia no controle e monitoramento dos sistemas de irrigação, proporcionando menor consumo energético e menor custo no projeto.

Ainda nesta perspectiva, MELO *et al.*, (2017), desenvolveram um aplicativo na linguagem php (personal home page), que permite um uso fácil manuseio, usando de artifícios, tais como, botões de ajuda. Este é um *software* de manejo de irrigação que utiliza os cálculos de evapotranspiração das culturas e do balanço hídrico. Dentre algumas de suas conclusões, cita que o *software* chamado de IRRIFES mostra ser muito útil na execução dos diversos cálculos, trazendo interatividade com o operador, otimizando o processo, desde a obtenção dos dados, chegando até a geração dos cálculos finais. Disse ainda que o programa permitiu pular várias etapas nos dados climáticos, facilitando e pulando várias etapas manuais. Futuramente estes autores pretendem desenvolver nestas aplicativos funções como: relatórios e outras metodologias de cálculo.

Mas ainda são pouco os trabalhos, necessitando de novas pesquisas.

3. METODOLOGIA

O primeiro passo para a elaboração do *software* foi a realização do levantamento bibliográfico, envolvendo trabalhos científicos nesta linha de pesquisa. Para isso, foi realizado a leitura de diversos artigos científicos, bem como monografias, dissertações, teses e livros da área. O trabalho envolve a elaboração de uma planilha eletrônica para a simulação de projetos de irrigação por aspersão para a cultura de milho.

Para a elaboração da planilha eletrônica de cálculos, foi utilizado o programa Excel Microsoft. Os cálculos foram divididos em pastas interligadas que permitirá o usuário realizar diferentes combinações para projetos de irrigação por aspersão para culturas de milho. Neste caso, para a simulação do projeto será escolhido um aspersor possuindo as características para o desenvolvimento dos cálculos.

Os cálculos que envolvem a planilha eletrônica são os seguintes:

1. DISPONIBILIDADE TOTAL DE ÁGUA NO SOLO

$$DTA = \frac{(Cc - Pm)}{10} \times Da$$

Cc – Capacidade de Campo (%)
Pm – Ponto de Mucha Permanente (%)
Da – Densidade Aparente do Solo (g/cm³)

2. DISPONIBILIDADE REAL DE ÁGUA NO SOLO

$$DRA = \frac{(Cc - Pm)}{10} \times Da \times Z$$

Cc – Capacidade de Campo (%)
Pm – Ponto de Mucha Permanente (%)
Da – Densidade Aparente do Solo (g/cm³)
Z – Profundidade(cm)

3. CAPACIDADE REAL DE ÁGUA NO SOLO

$$CRA = \frac{(Cc - pm)}{10} \times Da . f . z$$

Cc – Capacidade de Campo (%)
Pm – Ponto de Mucha Permanente (%)
Da – Densidade Aparente do Solo (g/cm³)
Z – Profundidade (cm)
F – Fator Cultura

4. IRRIGAÇÃO REAL NECESSÁRIA

$$IRN = \frac{(Cc - pm)}{10} \times Da . f . z$$

Cc – Capacidade de Campo (%)
Pm – Ponto de Mucha Permanente (%)
Da – Densidade Aparente do Solo (g/cm³)
Z – Profundidade (cm)
F – Fator Cultura

5. IRRIGAÇÃO TOTAL NECESSÁRIA

$$ITN = IRN/Ea$$

IRN – Irrigação Real Necessária (mm)
Ea – Eficiência de Aplicação de Água (%)

6. TURNO DE REGA

$$TR = \frac{CRA}{ET_{pcmax.}}$$

CRA – Capacidade Real de Água no Solo (mm/cm)
ET_{pcmax} – Evapotranspiração Máximo (mm/dia)

7. PERÍODO DE IRRIGAÇÃO

Pode ser igual ao TR ou pode-se dar uma folga para o sistema.

8. SELEÇÃO DO ASPERSOR

9. TEMPO NECESSÁRIO POR POSIÇÃO

$$T_i = \frac{ITN}{I_a}$$

ITN – Irrigação Total Necessária (mm)
I_a – Intensidade de Aplicação (mm/h)

$$TNP = T_i + T_{mud}$$

T_i – Tempo de Irrigação (h)
T_{mud} – Tempo de Mudança (h)

10. NÚMERO DE POSIÇÕES IRRIGADAS POR DIA

$$NPLD = \frac{\text{horas/Dia}}{TNP}$$

TNP – Tempo Necessário por Posição (h)

11. NÚMERO TOTAL DE POSIÇÕES

$$NTP = \text{área principal} \frac{\text{horas/Dia}}{TNP}$$

TNP – Tempo Necessário por Posição (min)

12. NÚMERO DE POSIÇÕES IRRIGADAS POR DIA

$$NPID = \frac{\text{númerototaldeposições}}{TR}$$

TR – Turno de Regra (dias)

13. NÚMERO DE LINHAS LATERAIS

$$NLL = \frac{NPID}{NPLD}$$

NPID – Número de Posições Irrigadas por Dia

NPLD – Número de Posições Irrigadas por Dia

DIMENSIONAMENTO DA LINHA LATERAL

$$D = \left[10,641 \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \times \left(\frac{L}{hf'} \right) \right]^{0,375}$$

Q – Vazão (m³/h)

L – Comprimento da Linha Lateral (m)

C – Coeficiente de rugosidade

Hf' – Perda de carga (mca)

14. PRESSÃO NO INÍCIO DA LINHA LATERAL

$$P_{in} = P_s + A_a + \frac{3}{4}hf + \frac{1}{2}Dn$$

P_s – Pressão de Serviço (mca)

A_a – Altura de Elevação dos Aspensor (m)

hf – Perda de Carga da Linha Lateral (mca)

Dn – Desnível ao longo da Linha Lateral (m)

15. DIMENSIONAMENTO DA LINHA PRINCIPAL

$$D = \left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v} \right)^{0,5}$$

Q – Vazão (m³/h)

V – Velocidade (m/s)

16. PERDA DE CARGA NA LINHA PRINCIPAL

$$H_f = \frac{10,641 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{1,85}} \times L$$

Hfa= perda de carga ao longo da adutora, (mca)

QP=vazão central (m³ h⁻¹)

Cad= comprimento da adutora, (m)

Cma= coeficiente “C” do material da adutora, adimensional

Dma= Diâmetro interno da adutora, (m)

17. DIMENSIONAMENTO DA LINHA DE RECALQUE

$$D = \left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v} \right)^{0,5}$$

Q – Vazão (m³/h)

V – Velocidade (m/s)

18. PERDA DE CARGA NA LINHA DE RECALQUE

$$H_f = \frac{10,641 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{1,85}} \times L$$

Hfa= perda de carga ao longo da adutora, (mca)

QP=vazão central (m³ h⁻¹)

Cad= comprimento da adutora, (m)

Cma= coeficiente “C” do material da adutora, adimensional

Dma= Diâmetro interno da adutora, (m)

19. DIMENSIONAMENTO DA LINHA DE SUCÇÃO

O diâmetro da linha de sucção será o valor comercial imediatamente superior ao encontrado para o trecho da linha de recalque.

20. PERDA DE CARGA NA LINHA DE SUCÇÃO

$$H_f = \frac{10,641 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{1,85}} \times L$$

Hfa= perda de carga ao longo da adutora, (mca)

QP=vazão central (m³ h⁻¹)

Cad= comprimento da adutora, (m)

Cma= coeficiente “C” do material da adutora, adimensional

Dma= Diâmetro interno da adutora, (m)

21. CONJUNTO MOTO - BOMBA

$$H_{\text{man}} = P_{\text{in}} + (hf_{\text{LP}} + \Delta Z_{\text{LP}}) + (hf_{\text{LR}} + \Delta Z_{\text{LR}}) + (hf_{\text{LS}} + \Delta Z_{\text{LS}}) + hf_{\text{Local}}$$

P_{in} – Preção da Linha Inicial (mca)

hf_{LP} – Perda de Carga na Linha Principal

ΔZ_{LP} – Desnível da linha Principal

hf_{LR} – Perda de Carga na Linha de Recalque

ΔZ_{LR} – Desnível da linha de Recalque

hf_{LS} – Perda de Carga na Linha de Sucção

ΔZ_{LS} – Desnível da linha de Sucção

hf_{Local} – Perda de Carga Localizada

Fonte MANTOVANI *et al.*; (2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que os projetos de irrigação sejam executados de forma eficiente, deve-se ter o controle de diversas variáveis climáticas e edificas importantes, o que torna o processo de maior complexidade, devido ao alto número de variações destes fatores.

Os resultados esperados em um bom projeto é saber a quantidade ideal de água a ser aplicada e no momento certo. Existem muitos benefícios obtidos por meio da irrigação de qualidade, como a conservação dos equipamentos, diminuição de insumos, aumento da produtividade, diminuição dos riscos climáticos, estabilidade na oferta de alimentos para a população e segurança nutricional da população. Neste trabalho, foi elaborada uma planilha (Irriga Milho), que apresentou alto grau de confiabilidade dos parâmetros obtidos quando comparados com os cálculos realizados de forma manual.



Figura 01. Planilha Criada para dimensionamento de projeto de irrigação para cultura do milho.
Fonte: autor (2019).

A Figura 01 é a aparência da página inicial do *Software IrrigaMilho*. Apresentando cinco opções de entrada possuindo as variáveis necessárias para o dimensionamento da cultura do milho pelo sistema de irrigação por aspersão. A Figura 02 mostra a página onde o usuário vai inserir os dados da área, do clima, do tipo de aspersor, do solo e demais constituintes do sistema de irrigação em uma planilha eletrônica.

Área			
Dimensão (m)	170	X	182
Declividade(%)	2	X	6
Recalque (m)	100		
Sucção (m)	4		

Clima	
Etc.	4 mm/dia
ET Max	5 mm/dia

Aspersor	
ECO A-232 8,0 x 6,6 - 40 Ps	

Solo	
CC (%)	28
PMP (%)	16
Da (g/cm ³)	1,25
VIB (mm/h)	15

Outros	
Horas Trabalhado por Dia (H)	18
Eficiência Sistema (%)	80
Rendimento Motobomba (%)	65

Tubulação	
PVC	

Resultado Menu

Figura 02. Planilha para dimensionamento de projeto de irrigação para cultura do milho.
Fonte: autor (2019).

A Figura 03 indica as dimensões da área simulada para este estudo, sendo 170x182 metros. A declividade 2% x6%, recalque 100 e a sucção 4 (m). Além disso,

ao lado direito da figura mostra o botão “próximo” presente no software desenvolvido.

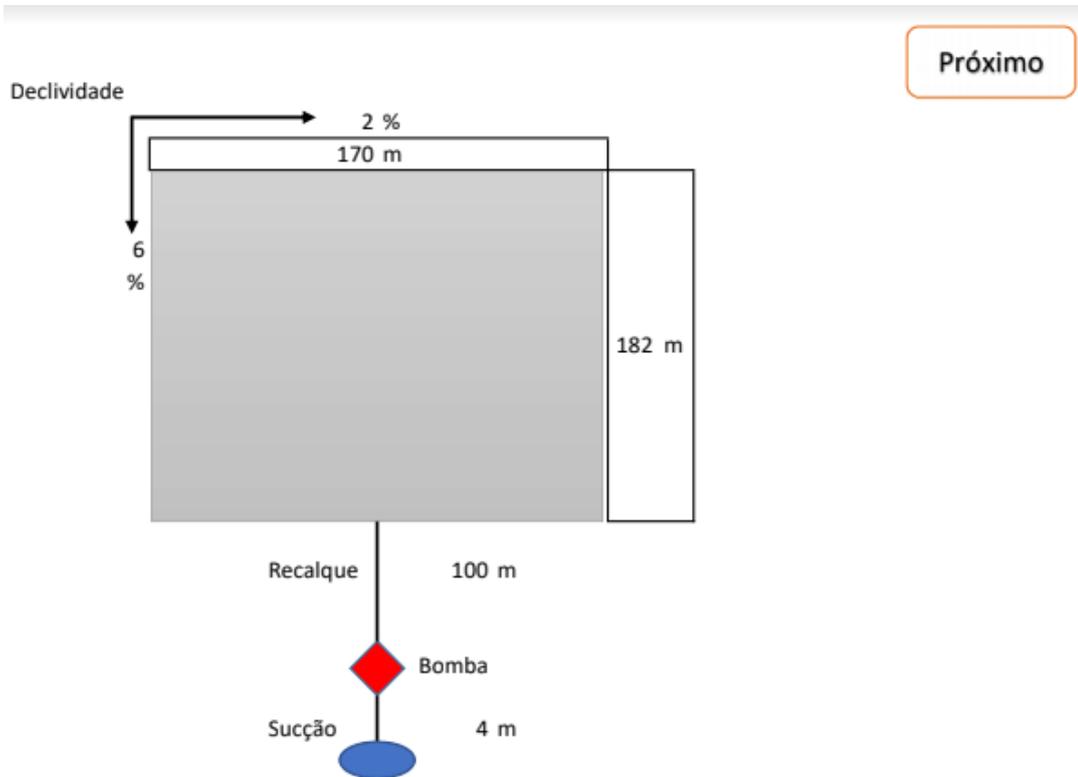


Figura 03. Planta da área em simulação.
Fonte: Autor (2019).

A Figura 04 apresenta um quadro gerado indicando as características da cultura do milho.

Menu
Próximo

Cultura	Milho			
Profundidade	50 cm			
Fator Cultura	40 %			
Duração Estagio	16	20	27	14
Kc	0,5	0,64	1,12	1,11

Figura 04. Planilha para dimensionamento de projeto de irrigação para cultura do milho.
Fonte: autor (2019).

A figura 05 apresenta um quadro gerado, indicando as características de horas que o produtor trabalha no campo junto com a eficiência do sistema e rendimento da bomba, junto com a característica do aspersor escolhido.

Horas Trabalhado por Dia	18 Horas	
Eficiência Sistema	80 %	
Rendimento Motobomba	65 %	
Modelo	ECO A-232 8,0 x 6,6 - 40 Ps	
Ps	40	
Vazão (Q)	7,2	
Diâmetro Irrigado	39	
Espaçamento	ELL	EAA
	24	24
Ia (mm/h)	12,50	
Tubulação	PVC	

[Menu](#)
[Próximo](#)

Figura 05. Planilha para dimensionamento de projeto de irrigação para cultura do milho.
Fonte: autor (2019).

A figura 06, apresenta um quadro que demonstra os resultados dos cálculos do projeto de irrigação.

Período de Irrigação	6,0 Dias
Modelo do Aspersor	ECO A-232 8,0 x 6,6 - 40 Ps
Tempo de Irrigação	3,6 Horas
Numero de Aspersores por Posição	4 Aspersores
Numero de Posições	15 Posições
Numero de posições por dia	3 Posições
Numero de Linha Laterais	0,6 Linha
Diâmetro da Linha Lateral	75 mm
Diâmetro da Linha Principal Ponto AB	100 mm
Diâmetro da Linha Principal Ponto BC	75 mm
Diâmetro da Linha de Recalque	100 mm
Diâmetro da Linha de Sucção	150 mm
Vasão do Projeto	8,0 L/s
Pressão do Conjunto Moto bomba	70,49 m.c.a
Potencia do Motor	15 cv

[Menu](#)

Figura 06. Planilha para dimensionamento de projeto de irrigação para cultura do milho.
Fonte: autor (2019).

A exemplo da planilha eletrônica aqui sugerida, outros trabalhos desenvolveram ferramentas para o manejo da irrigação. NASCIMENTO *et al.*, (2012), desenvolveram uma planilha eletrônica que utiliza como dados de entrada os atributos físico-hídricos do solo e leituras tensiométricas para determinar a lâmina e o tempo de irrigação. O objetivo desta planilha foi auxiliar o agricultor possibilitando ele saber de forma rápida o quanto de água aplicar ao solo. A cultura para teste da planilha, foi um ciclo de produção de videira irrigada em Petrolina, Pernambuco. Os autores deste trabalho destacaram que o uso da planilha para o manejo de irrigação, indicou um menor tempo de aplicação de água, quando comparado ao manejo realizado com base na evapotranspiração da cultura. Destacou ainda que a planilha ajuda o produtor nas situações que a irrigação for baseada apenas na evapotranspiração da cultura permitindo realizar ajustes na quantidade de água necessária.

O Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora, conceitua o software como o conjunto dos programas e dos meios não materiais que possibilitam o funcionamento do computador, na execução das diversas tarefas.

Ainda pode-se encontrar o conceito de software no site (CONCEITO.DE, 2019) como:

Equipamento lógico e intangível de um computador. Noutros termos, o conceito de software abarca todas as aplicações informáticas, como os processadores de [texto](#), as folhas de cálculo e os editores de imagens (programas de apresentação gráfica).

A utilização de software é muito ampla nas diversas áreas da ciência, e na agronomia esta ferramenta pode ser de grande auxílio nas tomadas de decisões pelos produtores agrícolas e demais profissionais da área.

, Além do uso de softwares na irrigação, esta tecnologia abrange outras da agronomia. FUSINATTO, (2018), citou em seu trabalho que “tecnologias aplicadas à agropecuária tem sido expressivo, tanto em termos de automação como de sistemas de informação para o gerenciamento e o controle da produção. Este mesmo autor apresentou uma modelagem como o objetivo de auxiliar no gerenciamento de uma criação de gado leiteiro de uma propriedade pequena, que tem seu sistema de ordenhar mecanizada.

O *software* desenvolvido foi implementado para o ambiente de desktop e foi usada a linguagem Java. O sistema desenvolvido, tem a finalidade de controlar as

receitas e as despesas, da produção e das intervenções realizadas nos animais. O sistema foi implementado para ambiente desktop utilizando a linguagem Java.

Atualmente, existem outros softwares no mercado, como o IntecPerímetro®, que dentre as suas características, permitiu avaliar o manejo de irrigação nas culturas do feijão e do milho, irrigadas por pivô central no perímetro irrigado, Ribeiros/Paracatu-MG. Outro exemplo seria o trabalho de BRITO *et AL*, (2018) Otimização do uso dos recursos hídricos na irrigação: estudo de caso no Açude Aracagi-Paraíba, traz a avaliação do uso da água de um outorgado do reservatório de Araçagi, estado da Paraíba, Brasil, realizado em um ambiente EXCEL. A metodologia aplicada foi a Programação Linear na otimização e os resultados obtidos mostram que a água disponibilizada é maior do que o consumo do produtor, sendo desta forma possível ampliar sua produção com esta disponibilidade hídrica ou minimizar a quantidade de água disponibilizada

Silva *et al* (2017) desenvolveram um programa de computador para manejo de irrigação, localizada com base na evapotranspiração da cultura (ET_c). No seu trabalho ele explica que existem 4 métodos para se determinar este índice: método padrão da FAO, Penman-Monteith, tanque classe A, Priestley-Taylor, Hargreaves-Samani, Jesen-Haise e Tanque Classe A. O programa desenvolvido por ele permite determinar a cultura (K_c) de diversas culturas produzidas no semiárido baiano, além de realizar a estimativa do tempo de irrigação diário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho irá contribuir para o conhecimento científico na área de utilização de softwares em sistemas de irrigação por aspersão para a cultura do milho. Além disso, a planilha (IrrigaMilho) desenvolvida neste trabalho, mostrou possuir alto grau de confiabilidade na simulação do dimensionamento em questão mostrado pela comparação dos resultados obtidos pelos cálculos manuais.

Além disso, o resultado obtido com a planilha, mostrou ser bem interessante, sendo sugerido que a planilha possa ser disponibilizada para produtores agrícolas. O trabalho mostrou que o projeto eletrônico é eficiente na tomada de decisões nestes tipos de projetos de irrigação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P.E. P e RESENDE, M. Cultivo do Milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. 3ª edição, Set. 2007.

ALMEIDA, L.I.; FERNANDES, I.F.C.; COSTA,C.N. SISCI - Sistema Para Controle de Irrigação Através de Dispositivos Celulares. **Holos**, Ano 28, v. 1, p. 147-156, 2012.

BASSOTTO, L. C; JÚNIOR, G. A. A; LOPES, M. A; MACHADO, L. K. C; JUNQUEIRA, J. D. Projeções econômicas: estudo multicaso em propriedades leiteiras familiares do Sul de Minas Gerais. In: XXV Congresso Brasileiro de Custos – Vitória, ES, Brasil, 12 a 14 de novembro de 2018. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4556/4557>, acessado em: 20/08/2019.

BORGES JÚNIOR J.C.F.; FERREIA, P.A.; DUNKHORST B.H.; ANDRADE C.L.T.Modelo computacional para suporte à decisão em áreas irrigadas.Parte I: Desenvolvimento e análise de sensibilidade T. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.1, p.3–11, 2008.

BRITO, V. C.; SANTANA, C. F. D.; MEDEIROS, L. E. L.; SANTOS, V. S.; CURI, W. F.. Otimização do uso dos recursos hídricos na irrigação: estudo de caso no Açude Aracagi-Paraíba. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.7, p.52-61, 2018. DOI:<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.007.0006>.

CORREIA, G.R. ROCHA, H.R.O. RISSINO, S.D. Automação de sistema de irrigação com monitoramento via aplicativo WEB. **Revista Engenharia na agricultura**, viçosa, V.24 N.4, p. 314-325, jul/ago. 2016.

DE CALDAS P. P.; FREIRE, T. G. S.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F.; CORDEIRO DOS S. D. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, vol. 28, núm. 3, julho-septiembre, 2015, pp. 184-195 Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil.

DUARTE, J.O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da produção. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção).

FAO e OECD (2014), “Opportunities for Economic Growth and Job Creation in Relation to Food Security and Nutrition, Report to the G20 Development Working Group”, https://g20.org/wpcontent/uploads/2014/12/opportunities_economic_growth_job_creation_FSN.pdf.

FUSINATTO, Jean Marcos. **Software para gerenciamento de gado leiteiro**. 2018. 63f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso 1) - Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Pato Branco, 2018.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. Ed., atualizada e ampliada, Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

MARIANO, J.C.Q; HERNANDEZ, F.B.T; SANTOS, G.O; TEIXEIRA, A.H.C. Software para cálculo da evapotranspiração de referência diária pelo método de Penman-Monteith. In: **CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, XXI. Petrolina (PE) 20 a 25 de novembro de 2011.

MELO, D. P; VIEIRA, G. H. S ; MIRANDA, L. Q ; Redighieri, T. Aplicativo web para cálculo de balanço hídrico no manejo da irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.11, nº.2, p. 1302 - 1309, 2017 ISSN 1982-7679 (On-line) Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br> DOI: 10.7127/rbai.v11n200610 Protocolo 610.17 – 13/03/2017 Aprovado em 21/03/2017.

MOLINE, E.F.V.; BARBOZA, E.; SIMÕES, L.P.; FERREIRA FILHO, G.S.; SOUZA, F.L.F.; SCHLINDWEIN, J.A. Ponto de murcha permanente em solos arenoso e argiloso utilizando o tomateiro como cultura indicadora. **Global. Science And Technology**, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.164 – 170, jan/abr. 2013.

MURGA-ORRILLO, H.; ARAÚJO, W. F.; ABANTO-RODRIGUEZ C.; SAKAZAKI, R. T.; BARDALES-LOZANO R. M.; POLO-VARGAS, A. R. Mulch influence on evapotranspiration, crop coefficient and water use efficiency of corn grown in the savannah. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 352-364, maio - junho, 2016.

NASCIMENTO, P. S; BASSOI, L. H. PAZ, V. P. S. Planilha eletrônica para auxílio à tomada de decisão em manejo de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 1-15, janeiro-março, 2012.

SANTOS, A.L.M. (2016). **Desenvolvimento de sistema de controle para irrigação utilizando microcontrolador e aplicativo android.**(MONOGRAFIA). Universidade Federal de Ouro Preto, ESCOLA DE MINAS, Escola de Minas – UFOP.

SILVA, B. L; SANTOS, M. R; MESQUITA, N. L. S; SOARES, P. P. S. Software for managing localized irrigation systems in fruit trees. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.11, nº.5, p. 1693 - 1699, 2017 ISSN 1982-7679 (On-line) Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br> DOI: 10.7127/rbai.v11, n. 500750.

SILVA, M. G.; ARRAES, F. D. D.; LEDO, E.R.F.; NOGUEIRA, D.H.; Desenvolvimento de planilha eletrônica para manejo de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG,v.21, n.2, p.187-193, março/abril, 2013.

SOUZA, R.O.R.M. PÉREZ, G.F.E. BOTREL,T.A.Irrigação localizada por gravidade com microtubos. **Irriga**, Botucatu,v. 11, n. 2, p. 266-279, abr/jun. 2006.

SOUZA, B; SANDRA, L; MOURA, B, SOELMA, M; SEDIYAMA, C; GILBERTO, F. S; GEORGE, T. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, vol. 28, núm. 4, pp. 151-160 Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 28, n. 4, p. 151 – 160, out. – dez., 2015.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E.E.; CARDOSO, J.L.**Irrigação: métodos, sistemas e aplicações.**Campinas, SP. Unicamp, FEAGRI, 2017.

VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. M.; FERNANDES, A. L. T.; DELAZARI, F. T.; FIGUEREDO, E. M. Effects of different levels of irrigation depths on growth and production variables of coffee under center pivot irrigation. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 528-543, julho - setembro, 2015.