

JULIANO DE JESUS

**RENDIMENTO E QUALIDADE DO TABACO VIRGÍNIA AFETADOS PELA
ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: PhD. Paulo Roberto Ernani
Co-orientador: Dr. Fabricio da Silva Coelho

LAGES, SC

2016

Jesus, Juliano De
Rendimento e Qualidade do Tabaco Virgínia Afetados
Pelo Uso de Adubação Nitrogenada e Potássica / Juliano de
Jesus. - Lages, 2016.
65 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Paulo Roberto Ernani
Inclui bibliografia
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa
de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2016.

1. Tabaco. 2. Fertilização. 3. Liberação
Controlada. 4. Nitrogênio. 5. *Nicotina* L. I. Jesus,
Juliano De. II. Ernani, Paulo Roberto. III. Universidade
do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Ciência do Solo. IV. Título

JULIANO DE JESUS

**RENDIMENTO E QUALIDADE DO TABACO VIRGÍNIA AFETADOS PELA
ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Santa Catarina no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Banca Examinadora

Orientador: _____
Professor Ph.D. Paulo Roberto Ermani
UDESC

Membro: _____
Professor Dr. Álvaro Luiz Mafra
UDESC

Membro: _____
Pesquisador Dr. Claudinei Kurtz
Epagri – SC

Lages, 13 de dezembro de 2016.

Dedico este trabalho, com muito carinho, aos meus familiares e especialmente aos meus pais, pelo amor que sempre esteve entre nós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Manoel e Isolete M. de Jesus.

À Elaine Back, minha esposa, pela confiança, amizade e amor, sempre me apoiando.

Ao Fabricio da Silva Coelho, pelo incentivo e parceria no trabalho, fomentando sempre a importância do aprendizado.

Ao professor Ph.D. Paulo Roberto Ernani, pelo ensinamento, como professor e orientador. Tenho certeza que esse passo foi fundamental para firmar o meu conhecimento em Ciência do Solo. Agradecimentos também aos professores Álvaro Luiz Mafra, Letícia Sequinatto e aos demais professores.

Aos colegas do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, pela oportunidade de trabalho e convivência, especialmente a Sulian Dal Molin, Wagner Sacamori, Luisa Fernanda Erdmann, Rodrigo Vendrusco e Sibeli Weingartner.

Agradecimento especial à UDESC, pela oportunidade de meu desenvolvimento na área.

À Souza Cruz, em especial a Vando Braz de Oliveira, Riscala Mocelin, Marcus Vinicius Luisi, Rafael Zimmermann, Rafael Sidooski, Claudio Vidal de Medeiros e aos demais colegas.

Aos colegas da EPAGRI, que desenvolvem um grande trabalho de pesquisa e extensão rural, Claudinei Kurtz, César Lodi, Lauro Krunvald e demais colegas.

“A maior recompensa sempre será a certeza de
dever cumprido.”

Flavio Augusto da Silva

RESUMO

JESUS, Juliano de. **Rendimento e Qualidade do Tabaco Virgínia Afetados Pela Adubação Nitrogenada e Potássica**. 2016. 65 p. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Área: Fertilidade e Química do solo. Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2016.

O tabaco Virgínia é uma cultura exigente em nitrogênio (N) e potássio (K) fazendo-se necessária adubação de cobertura para repor esses nutrientes, como forma de garanti-los em quantidades necessárias ao longo do ciclo. A demanda do mercado consumidor exige um produto de alta qualidade que ofereça teores químicos balanceados. Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso de fertilizantes nitrogenados e potássicos minerais de liberação controlada na produtividade e qualidade da cultura do tabaco Virgínia. Foram conduzidos dois experimentos, a campo, nas safras 2014/2015 e 2015/2016, no município de Ituporanga, SC. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo que na safra 2014/2015 foi trabalhado com nove tratamentos e na safra 2015/2016 com dez. Foram usadas duas fontes de fertilizantes na adubação de pré-plantio e sete fontes na adubação de cobertura. No experimento da safra 2015/2016 foram utilizados dois tratamentos controle, um somente com adubação de pré-plantio e outro sem adubação. Foram avaliados a produtividade (massa seca), o rendimento econômico e as quantidades de N e K no solo e na planta, em dois anos agrícolas com condições climáticas contrastantes. Os resultados mostraram que a limitação de N e K⁺ no solo reduz o potencial produtivo (kg ha⁻¹) e qualitativo (IQS) do tabaco Virgínia, reduzindo o nível de nicotina. O uso de fertilizantes de liberação controlada, como Sulfammo e Agrodiza Força, reduz a operação de aplicação de fertilizante em cobertura, porém esses dois fertilizantes proporcionaram plantas de tabaco com menor potencial produtivo e qualitativo em um período com chuvas acima da média quando comparado aos fertilizantes NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (15-03-15), Salitre do Chile (15-00-14) ACF e Salitre do Chile (15-00-14) produzido pela empresa SQM. Os fertilizantes NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (15-03-15) e Salitre do Chile (15-00-14) ACF apresentam potencial similar ao Salitre do Chile (15-00-14), tradicional da SQM.

Palavras-chaves: Nutrição Vegetal. Nitrogênio. Potássio. *Nicotiana tabacum L.*

ABSTRACT

JESUS, Juliano de. **Yield and Quality of Virgínia Tobacco Affected by Nitrogen and Potassium Fertilization.** 2016. 65 p. Master's thesis in Soil Science. Area: Soil fertility and chemistry. Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2016.

Virgínia tobacco is a demanding crop in nitrogen (N) and potassium (K) making necessary fertilization to supply these nutrients as a way to guarantee them in available amounts throughout the cycle. The demand of the consumer market requires a high quality product with balanced chemical contents. The objective of this work was to evaluate the use of N and K fertilizers of controlled release in the productivity and quality of the Virgínia tobacco. Two experiments were carried out, in the field, in the 2014/2015 and 2015/2016 growing seasons, in Ituporanga, SC, Southern of Brazil. A randomized complete block design was used, with four replications. In the 2014/2015 season, nine treatments were used; in the 2015/2016 season, ten. Two fertilizer sources were used in pre-planting fertilization and seven sources in sidedressing fertilization. In the experiment of the 2015/2016 season, two control treatments were used, being one with pre-planting fertilization and another with no fertilization. The productivity (dry mass), the economic yield and the amounts of N and K in the soil and the plant were evaluated in two agricultural years with contrasting climatic conditions. The results showed that the limitation of N and K in the soil reduces the yield potential (kg ha^{-1}) and qualitative (IQS) of Virgínia tobacco, reducing the level of nicotine. The use of controlled release fertilizers such as Sulfammo and Agrodiza Fuerza provided tobacco plants with lower productive and qualitative potential in a period with rainfall above average when compared to fertilizers NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (03-15-15), Salitre of Chile (15-00-14) ACF and Salitre of Chile (15-00-14) produced By SQM. The efficacy of the fertilizers NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (15-03-15) and Salitre of Chile (15-00-14) ACF was similar of that presented by Chilean Salitre (15-00-14), traditional from SQM.

Keywords: Tobacco. Nitrogen. Potassium. *Nicotiana tabacum L.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2014/2015.	31
Tabela 2 - Características químicas do solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental referente a safra 2014/2015.	32
Tabela 3 - Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2014/2015 referente à fertilização pré-plantio, cobertura e reposição (Continua).	32
Tabela 4 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2015/2016.	33
Tabela 5 – Características químicas do solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental da safra 2015/2016.....	34
Tabela 6 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2015/2016 referente à fertilização pré-plantio e cobertura.	35
Tabela 7 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2015/2016 referente à fertilização de reposição.	35
Tabela 8 – Origem comercial dos fertilizantes utilizados nos experimentos das safras 2014/2015 e 2015/2016.	36
Tabela 9 – Teor de amônio e nitrato, em mg dm^{-3} , e pH em água no solo na profundidade de 20 cm após 100 dias do plantio, experimento safra 2014/2015 (Continua)	39
Tabela 10 – Teor de amônio e nitrato em mg dm^{-3} , pH em água no solo, na profundidade de 20 cm após 100 dias do plantio, experimento safra 2015/2016.	40
Tabela 11 – Teores de P, K, em mg dm^{-3} , e percentagem de matéria orgânica (MO) na camada de 0-20 cm aos 100 dias após o plantio, no experimento da safra 2014/2015.	42
Tabela 12 – Teores de P, K, em mg dm^{-3} , e percentagem de matéria orgânica (MO) na camada de 0-20 cm aos 100 dias após o plantio, no experimento da safra 2015/2016.	42
Tabela 13 – Teores de N, P, K, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em porcentagem nas folhas de tabaco coletadas 100 dias após o plantio do experimento da safra 2014/2015 afetadas pelos fertilizantes.	44
Tabela 14 – Teores de N, P, K, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) nas folhas de tabaco coletadas 100 dias após o plantio do experimento da safra 2015/2016.....	44
Tabela 15 – Rendimento quantitativo e econômico do tabaco no experimento safra 2014/2015.	46
Tabela 16 – Rendimento quantitativo e econômico do tabaco no experimento safra 2015/2016.	47

Tabela 17 – Número médio de folhas deixadas por planta após o desponte em cada tratamento, no experimento da safra 2014/2015.	48
Tabela 18 – Número médio de folhas deixadas por planta após o desponte em cada tratamento, no experimento da safra 2015/2016.	48
Tabela 19 – Porcentagem de tabaco classificado por posição de classe de compra no experimento da safra 2014/2015.	49
Tabela 20 – Porcentagem de tabaco classificado por posição de classe de compra no experimento da safra 2015/2016.	50
Tabela 21 – Porcentagem de tabaco classificado por cor (O, L e R) e tabaco indesejável de classe de compra (G, K e N) do experimento safra 2014/2015.	51
Tabela 22 – Porcentagem de tabaco classificado por cor (O, L e R) e tabaco indesejável de classe de compra (G, K e N) do experimento safra 2015/2016 (Continua).	51
Tabela 23 – Porcentagem de tabaco classificado por qualidade de classe de compra do experimento da safra 2015/2016.	52
Tabela 24 – Porcentagem de tabaco classificado por qualidade de classe de compra do experimento da safra 2015/2016.	53
Tabela 25 – Porcentagem de tabaco classificado por grupo de estilo e índice de qualidade (IQS) no experimento safra 2014/2015 (Continua).	53
Tabela 26 – Porcentagem de tabaco classificado por grupo de estilo e índice de qualidade (IQS) no experimento safra 2015/2016.	55
Tabela 27 – Percentagem de açúcar total e Nicotina no tabaco no experimento da safra 2014/2015.	56
Tabela 28 – Percentagem de açúcar total e Nicotina no tabaco no experimento da safra 2015/2016.	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação média mensal (mm) ocorrida entre julho a janeiro, durante a condução dos experimentos nas safras 2014/2015 e 2015/2016.	29
Figura 2 – Horas de insolação (total mensal) registrado entre agosto a janeiro, durante a condução dos experimentos nas safras 2014/2015 e 2015/2016.	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO PARA AS CULTURAS	16
2.2 DINÂMICA DO NITROGÊNIO NO SOLO	17
2.3 USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS	19
2.4 IMPORTÂNCIA DO POTÁSSIO PARA AS CULTURAS.....	21
2.5 DINÂMICA DO POTÁSSIO NO SOLO.....	22
2.6 USO DE FERTILIZANTES POTÁSSICOS.....	23
2.7 EFEITO DA ADIÇÃO DE N E K AO SOLO NA CULTURA DO TABACO	25
3 OBJETIVOS	27
3.1 OBJETIVO GERAL.....	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4 HIPÓTESE.....	28
5 MATERIAL E MÉTODOS	29
5.1 LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL	29
5.2 TRATAMENTOS AVALIADOS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	31
5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS FERTILIZANTES	36
5.4 CULTIVAR DE TABACO	36
5.5 ANÁLISES REALIZADAS E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	37
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6.1 TEORES DE NUTRIENTES NO SOLO.....	39
6.1.1 Nitrogênio disponível e pH	39

6.1.2 Fósforo disponível	41
6.1.3 Potássio disponível e M.O	41
6.2 TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS	43
6.3 RENDIMENTO DA FITOMASSA DA PARTE AÉREA E RENDIMENTO ECONÔMICO	45
6.4 QUALIDADE DO TABACO VIRGÍNIA	49
7 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1 INTRODUÇÃO

A produção de tabaco brasileira tem se expandido de forma significativa, e a partir de 1993 o país passou a ser o maior exportador mundial de tabaco em folha. Na região sul, a atividade está inserida em 619 municípios dos três estados do sul do Brasil, com 154 mil produtores, totalizando 615 mil pessoas do meio rural envolvidas. São cultivados 315 mil hectares com produção estimada de 692 mil toneladas (SINDITABACO, 2016). O tabaco produzido gera valores importantes para economia nacional sendo arrecadados pelo governo cerca de R\$ 12,8 bilhões de impostos e divisas na ordem de US\$ 2,15 bilhões, contando com receita dos produtores estimada na ordem de R\$ 5 bilhões (AFUBRA, 2016). Isso se reflete em um mercado em ampliação, com impacto socioeconômico importante ao país.

Visando garantir a longevidade da cadeia produtiva da cultura do tabaco, a adubação com nitrogênio (N) e potássio (K) passa a ser importante. Nos dias atuais, em função da falta de disponibilidade de novas áreas para expansão da produção, o uso de novas técnicas tornou possível a produção em solos de baixa fertilidade natural, ou mesmo em solos que foram manejados de forma inadequada no passado. O manejo dos atributos químicos e físicos do solo, e também de técnicas de adubação, tem contribuído para aumentar a eficiência de uso dos insumos, garantindo alta produtividade sem comprometer a sustentabilidade (RAIJ, 2011).

O tabaco é uma cultura exigente em N e K, fazendo-se necessário a adubação equilibrada para repor estes elementos no solo com o objetivo de maximizar a produtividade e garantir a qualidade da produção a fim de atender as necessidades dos consumidores. Por qualidade entende-se o balanço adequado de nicotina e açúcar para obtenção de um sabor agradável, estas características adequadas estão presentes em folhas colhidas de forma gradativa na planta conforme maturação, apresentando coloração laranja intenso após o processo de cura (YANG et al., 2015)

O manejo da adubação de cobertura é complexo, sendo que o N possuiu uma dinâmica muito peculiar, devido à diversidade das formas químicas, reações e processos aos quais está envolvido. O N no solo está sujeito a diversas perdas, principalmente por lixiviação de nitrato e volatilização de amônia, tanto a partir de fertilizantes minerais ou de resíduos orgânicos. O manejo a ser adotado na adubação é fundamental para mitigar essas perdas, cuja dinâmica está diretamente relacionada com a eficiência do uso do N aplicado via fertilizantes.

Da mesma forma, o K também apresenta suas peculiaridades no solo, sendo que sua perda ocorre fundamentalmente por lixiviação.

Para aumentar o aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados e potássicos tem-se buscado novas tecnologias, a exemplo do uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada. Com isso, pretende-se minimizar as perdas por lixiviação e, no caso do N, também por volatilização.

Com objetivo de reduzir as perdas tem se trabalhado de várias formas, e uma delas consiste em aumentar o número de aplicações em cobertura, além do uso de polímeros de revestimento nos grânulos.

O presente estudo tem por objetivo, avaliar o efeito da adição de N e K a partir de diferentes fontes, especialmente na adubação de cobertura, na produtividade e qualidade do tabaco Virgínia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO PARA AS CULTURAS

O nitrogênio é um nutriente que mais desperta interesse nas ciências agrárias, pela sua complexidade de formas no ambiente. A atmosfera terrestre é formada por 78% de N, fonte primária de N ao solo.

Quanto ao N presente nos solos, 96% está na matéria orgânica morta (BINGHAM & COTRUFO, 2016; CERETTA, 1995; MOREIRA & SIQUEIRA, 2002) e o restante está compondo a microbiota do solo (CAMARGO et al., 1999). A natureza química da matéria orgânica (PAUL & CLARK, 1996) sua proteção física e sua interação com partículas minerais coloidais, assim como a intensidade de revolvimento do solo, fatores ambientais e climáticos irão determinar as quantidades de N mineralizadas (CERETTA, 1998).

Aproximadamente 50% do N aplicado via fertilizante são aproveitados pelas plantas, e esta quantidade pode diminuir para 25% em solos com deficiência de drenagem. Porém, em pastagens com gramíneas cultivadas em solos com baixa disponibilidade de N, os valores podem aumentar para 80%. Também pode ser imobilizado pela biomassa microbiana, variando na faixa de 15% a 45% (HAUCK, 1984).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela maioria das culturas, superando em quantidade o K e P (HERMIYANTO et al., 2016; RAIJ, 1991). Na planta, o nitrogênio atua como constituinte de moléculas de proteína, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, e integra uma importante função na molécula de clorofila (BULL, 1993). Cerca de um quarto de todos os gastos energéticos das plantas estão relacionados com as várias reações envolvidas na redução do nitrato para amônio e a incorporação do N na forma orgânica (RAIJ, 2011).

A deficiência de nitrogênio limita o crescimento das plantas (BLACK, 1975; MALAVOLTA, 1977), afeta a produtividade de grãos, o número de células endospermáticas e de grânulos de amido, pode reduzir a fonte de fotoassimilados devido à diminuição do índice e duração de área foliar, como observado no milho.

Na cultura do tabaco, a falta de N gera plantas com pequeno vigor vegetativo, produzindo folhas de coloração limão e com tamanho reduzido, o que resulta em um produto de baixa aceitação no mercado. Por outro lado, o excesso está relacionado com produção de

folhas espessas que, na maioria das vezes, produzirão tabacos marrons e com altos níveis de nicotina (KARAIVAZOGLOU et al., 2007).

2.2 DINÂMICA DO NITROGÊNIO NO SOLO

O ciclo do N no sistema terrestre é controlado por fatores físicos, químicos e biológicos, e também é afetado por condições climáticas, sendo difícil de prever ou controlar. Em curto prazo, é difícil prever a dinâmica do ciclo do N no solo, porém é importante compreender o balanço desse nutriente no solo. Neste balanço, a relação C:N é muito importante, pois, durante a decomposição de resíduos orgânicos com alta relação C:N, inicialmente ocorre consumo do N existente no solo, o qual é incorporado ao protoplasma dos microrganismos, resultando em imobilização líquida do N no solo. Na sequência, a matéria orgânica (MO) perde carbono, que é convertido em gás carbônico pela biomassa microbiana, e a relação C:N decresce, surgindo condições de liberação de amônio, logo convertido em nitrato (RAIJ, 2011).

Com o cultivo do solo por vários anos, podem ocorrer perdas de MO, o que afeta o teor de N. Outra razão para a redução da MO está relacionada com as queimadas e o revolvimento do solo, por arações e gradagens, que favorecem sua oxidação. As reduções de MO são mais rápidas no início dos cultivos, até que seja atingido um novo teor de equilíbrio, o que pode levar décadas para acontecer.

Nas regiões subtropicais e tropicais cultivadas intensivamente, a diminuição do potencial produtivo dos solos tem sido atribuída à erosão e ao decréscimo do teor de MO. O manejo sem revolvimento do solo e a reposição de C orgânico, por meio de culturas de cobertura, são importantes para garantir a manutenção de MO. Além do fornecimento de N, a MO é a principal responsável pela capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos tropicais (AMADO et al., 2002; SOUZA & LOBATO, 2004).

A grande maioria dos solos cultivados não fornece quantidade adequada de N durante certas fases de desenvolvimento das plantas (WIETHOLTER, 1996). Existem duas ocorrências naturais que garantem parte do suprimento de N no solo. A primeira é a transformação na atmosfera, em que o N_2 é convertido em óxidos através de descargas elétricas (Figura 1). Estes óxidos são convertidos em ácido nítrico que penetram no solo pela água da chuva, ficando disponível para as plantas na forma de nitratos. A segunda forma é através da fixação biológica do N presente no ar, e este processo se dá por meio de

microrganismos como fungos, bactérias e algas, porém com mais destaque para as bactérias do gênero *Rhizobium*, *Azobacter* e *Beijerinckia* (RAIJ, 1991).

Outra forma de adição de N ao solo é através da fertilização mineral ou orgânica. O N é suprido ao solo em maior quantidade e com maior frequência que os demais nutrientes, em função de suas diversas transformações químicas e biológicas, tendo também baixo efeito residual (LANGE, 2002).

As plantas absorvem o N principalmente de duas formas: como ânion (NO_3^-) e como cátion (NH_4^+). O nitrato é a forma mais absorvida pelas raízes das plantas devido à presença de bactérias nitrificadoras no solo (*Nitrossomonas* e *Nitrobacter*) que oxidam rapidamente o amônio a nitrato (YAMADA, 1996). A nitrificação, ou oxidação do N amoniacal (NH_4^+) para nitrato (NO_3^-) é realizada no solo por bactérias quimioautotróficas, que obtêm energia no processo. Inicialmente o amônio (NH_4^+) é convertido a nitrito (NO_2^-) e este a nitrato (NO_3^-), ocorrendo a predominância de N nesta forma nos solos em condições aeróbicas e pouco ácidos. Em solos muito ácidos este processo é limitado pois pH afeta as condições de desenvolvimento das bactérias responsáveis (CANTARELLA, 2007).

O N encontrado na forma orgânica, para que seja absorvido pelas plantas, deve ser convertido para a forma inorgânica, e este processo é denominado de mineralização, sendo composto pelos processos de amonificação e nitrificação (MELLO et al., 1985). A mineralização tem como definição a transformação do N de origem orgânica em formas inorgânicas (NH_4^+ ou NH_3^+ , amonificação).

Por outro lado, a imobilização pode ser definida como a transformação do N inorgânico (NH_4^+ , NH_3^+ , NO_3^- , NO_2^-) para formas orgânicas microbianas. A microbiota assimila os compostos inorgânicos nitrogenados, incorporando nos aminoácidos que estarão participando da síntese de proteínas de suas células durante a formação de biomassa do solo (CAMARGO et al., 1999). Com a ação dos microrganismos, o C dos resíduos é reduzido, iniciando então o processo de morte dos microrganismos por falta de energia. Após certo período, há reciclagem do N acumulado na massa microbiana, ficando disponível às plantas (BARTZ, 1998).

O modelo adaptado por Camargo et al. (1999), elaborado a partir de trabalhos de Jansson; Persson (1982) e de Herbert (1982), mostram que o ciclo do N é constituído de três subciclos, que possuem uma ou mais vias similares. Podem ser denominados como elementar (E), autotrófico (A) e heterotrófico (H).

O subciclo E simboliza a conexão da vida biológica ao compartimento dominante do N na terra, a atmosfera, onde ocorre a fixação biológica do N e a nitrificação por

microrganismos. O subciclo inclui a atividade dos vegetais e os produtos primários de substâncias orgânicas nitrogenadas. O subciclo H é constituído pela atividade de microrganismos heterotróficos e se caracteriza pela mineralização com dissipação de energia da matéria orgânica. As substâncias orgânicas nitrogenadas são convertidas a $N-NH_3^+$ ou $N-NH_4^+$. No subciclo elementar, o N poderá ser parcialmente nitrificado, ou desnitrificado; no subciclo heterotrófico, parte do N mineralizado será imobilizado ou absorvido pelas plantas no subciclo autotrófico (ROY; SINGH, 1995). A mineralização e a imobilização funcionam em sentidos opostos, rompendo ou formando compostos orgânicos. A taxa na qual o N orgânico é convertido em amônio e a nitrato é definida como a taxa de mineralização. O resultado dos processos de mineralização e imobilização vão determinar o fornecimento de N para os outros subciclos, tendo influência direta na produção vegetal em solos sem adição de fertilizante (CAMARGO et al., 1999).

2.3 USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

Grande parte dos adubos nitrogenados usados no mundo é produzida a partir da sintetização do N_2 atmosférico e hidrogênio, sendo obtido através do uso energético de combustíveis fósseis, principalmente gás natural e óleo. Este processo de síntese da NH_3^+ foi desenvolvido no início do século vinte e marcou o início da agricultura moderna. A produção de adubação nitrogenada consome em torno de 1,3 a 1,8% de combustível fóssil no planeta (LAGREID et al., 1999).

A NH_3^+ pode ser utilizada como fertilizante na forma concentrada, como a amônia anidra ou em solução aquosa, a aquamônia. Com a oxidação da NH_3^+ é produzido HNO_3 , sendo matéria prima para vários fertilizantes. O nitrato de amônio (NH_4NO_3) é a combinação de HNO_3^- com NH_3^+ . A combinação de HNO_3^- com carbonatos pode produzir, nitrato de cálcio [$Ca(NO_3^-)_2$]. A NH_3^+ pode ser neutralizada por outros ácidos dando origem ao sulfato de amônio [$(NH_4)_2SO_4$], ou fosfatos de amônio, como o diamônio fosfato [$(NH_4^+)_2HPO_4$] ou monoamônio fosfato ($NH_4H_2PO_4$).

O principal fertilizante sólido nitrogenado utilizado no planeta é a ureia [$CO(NH_2)_2$], a qual é sintetizada a partir da reação da NH_3^+ com o principal subproduto de sua síntese, o CO_2 . Em função disto, tem baixo custo de produção, pois não envolve reações com ácidos, que requerem materiais e equipamentos específicos. Além disso, é o fertilizante com menor custo por unidade de N (CANTARELLA, 2007). Durante a decomposição térmica no processo de

fabricação da ureia forma-se o biureto, o qual pode ser prejudicial a algumas culturas, como por exemplo, citros, café e abacaxi, principalmente quando aplicado via foliar (CANTARELLA, 2007).

A perda de N pode ocorrer através da lixiviação de nitrato (NO_3^-) ou a volatilização da amônia (NH_3^+). A lixiviação de nitrato está altamente relacionada com a quantidade de água que percola no perfil do solo. Esta relação não é tão simples, porque a água e o soluto não se movem de forma uniforme no perfil, em função das interações químicas e físicas, além de não levar em consideração o intervalo de ocorrência das chuvas, pois parte desta água retorna a atmosfera através da evapotranspiração e se o solo estiver seco, parte da água ficará retida na matriz do solo (CANTARELLA, 2007).

A textura do solo é um dos fatores que mais afetam a lixiviação, que é maior em solos de textura arenosa, cuja condição propicia menor microporosidade e maior movimentação de água e NO_3^- no sentido descendente (CANTARELLA, 2007). Portanto, maiores perdas por lixiviação se darão em solos com textura arenosa, culturas com sistema radicular pouco desenvolvido e, em situações em que a aplicação de doses de N forem superiores às necessidades das plantas (CANTARELLA & MONTEZANO, 2010).

As perdas por volatilização da amônia também são comuns, essas perdas ocorrem durante a hidrólise enzimática da ureia no solo, com a produção da amônia (NH_3) que é volátil e ocasiona a perda para atmosfera. Os fatores que contribuem para este processo são, aumento do pH do solo ($\text{pH} > 7,0$), temperatura elevada, baixa CTC do solo (solos arenosos e com baixa porcentagem de MO), aplicação de fertilizante na superfície úmida e após seca, compactação do solo e acúmulo de água (KNOBLAUCH et al., 2012).

Vários estudos estão sendo desenvolvidos na área de redução de perdas de N e K, basicamente existem duas linhas de estudos, uma relacionada a forma de aplicação ou manejo de adubação e a outra relacionada a tecnologias industriais embutidas nos fertilizantes. Uma forma para aumentar a eficiência dos nutrientes é o uso de fertilizantes com liberação lenta, para evitar a rápida transformação dos elementos contidos no fertilizante em formas mais estáveis em determinados ambientes (CANTARELLA, 2007). Os fertilizantes de liberação lenta aumentam a eficiência do aproveitamento de fertilizantes nitrogenados e potássicos e a redução do impacto ambiental, porém o uso de tais produtos é limitado pelo alto custo quando comparado aos fertilizantes tradicionais (CANTARELLA, 2007).

A utilização de fontes nitrogenadas e potássicas menos susceptíveis a perdas de N e K é uma forma de aumentar a eficiência. Entre as alternativas industriais referentes ao fertilizante tem-se uma série de tecnologias como aumentar o período de liberação do

nutriente dos fertilizantes, para que não seja liberado de uma única vez, chamados de liberação lenta, geralmente é empregado a utilização de resinas ou polímeros termoplásticos em volta do grânulo, etc (CANTARELLA, 2007).

No Brasil, a indústria de fertilizantes tem aumentado sua capacidade de produção de amônia e ureia. A ureia tem alta concentração de N (45%) e baixo custo, mas pode proporcionar perdas de amônia por volatilização. No Brasil, a ureia representa aproximadamente 63% da demanda de fertilizantes nitrogenados (BARBOSA FILHO et al., 2001).

A dissolução do grânulo de ureia aplicado ao solo ocorre se houver umidade, ao entrar em contato com a urease presente no solo e com resíduos vegetais. A ureia sofre hidrólise, produzindo carbonato de amônio $(\text{NH}_4^+)_2\text{CO}_3$, o qual aumenta o pH ao redor do grânulo, no solo, gerando emissão de N-NH_3^+ (MELGAR et al., 1999).

O carbonato de amônio formado é instável e se decompõem rapidamente originando amônio, bicarbonato e hidroxila. As moléculas de hidroxila e de bicarbonato reagem com H, elevando o pH do solo ao redor dos grânulos do fertilizante. Assim, parte do amônio se converte em amônia que é facilmente perdido para a atmosfera.

Outra transformação sofrida pelo N amoniacal (N-NH_4^+) proveniente das transformações da ureia no solo é o processo de nitrificação. Sob o ponto de vista agrônomo ele é desfavorável, pois os solos brasileiros possuem carga elétrica negativa, favorecendo a lixiviação de nitrato.

A nitrificação consiste na transformação do N amoniacal (N-NH_4^+) em nitrito (N-NO_2^-) e nitrato (N-NO_3^-). Esta transformação é efetuada em duas etapas, respectivamente por bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*.

No processo de respiração aeróbica dos microrganismos, o oxigênio é o receptor de elétrons. Entretanto, na falta de O_2 alguns microrganismos possuem um sistema enzimático que possibilita utilizar o NO_3^- como receptor de elétrons, transformando-o em formas gasosas.

2.4 IMPORTÂNCIA DO POTÁSSIO PARA AS CULTURAS

A marcha de absorção mostra que o K é o nutriente mais absorvido pela planta de tabaco, porém o N é o que mais impacta na produtividade. Esse nutriente está envolvido no processo de abertura e fechamento dos estômatos (entrada e saída de água da planta), no transporte de carboidratos e vários compostos, e na regulação do balanço hídrico (MYERS et

al., 2005), ativando inúmeras enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese que são essenciais para o desenvolvimento da planta (TAIZ & ZEIGER, 2012).

Porém existe uma peculiaridade onde o potássio mesmo sendo exigido em grande quantidade não faz parte de nenhum composto orgânico, não desempenhando função estrutural. Além disso, é facilmente liberado para o meio quando as plantas entram em senescência ou após a dessecação das plantas, onde o K é liberado para o solo através do orvalho e principalmente pela água das chuvas antes mesmo das plantas entrarem no processo de decomposição (ROSOLEM et al., 2007).

O K tem alta mobilidade na planta em qualquer concentração, podendo ser dentro da célula ou no tecido vegetal, no xilema ou floema. Ele não é metabolizado pela planta e forma ligações com moléculas orgânicas de fácil reversibilidade (LISBOA, 2013), sendo encontrado como cátion livre ou adsorvido, o que o torna relativamente fácil de ser extraído do tecido vegetal. Além disso, é um íon presente em grande quantidade nas células vegetais (TORRES & PEREIRA, 2008).

A deficiência de potássio na planta pode prejudicar severamente a síntese proteica, resultando em acúmulo de concentração de aminoácidos livres no tecido da planta afetando o crescimento, rendimento, e o aumento da susceptibilidade a doenças e pragas (MYERS et al., 2005). Além disso, quando em baixas concentrações, reduz a qualidade dos produtos vegetais produzidos, afetando a utilização de água e nutrientes oriundos do solo e dos fertilizantes pelas plantas. Com isto, são menos tolerantes a diversidades ambientais, como secas, excesso de água, vento, oscilações drásticas na temperatura.

2.5 DINÂMICA DO POTÁSSIO NO SOLO

O potássio do solo é constituído pelo K da solução, K trocável, K não trocável (fixado) e pelo K estrutural. O K da solução está em equilíbrio com o K não trocável e com o K estrutural dos minerais. A disponibilidade de K, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da aplicação de fertilizantes e da CTC do solo, entre outros fatores. Sendo assim, a disponibilidade às plantas dependente das formas presentes e da quantidade armazenada em cada uma dessas formas (MCLEAN & WATSON, 1985; NACHTINGALL & VALL, 1991).

Do ponto de vista de nutrição da planta, o equilíbrio mais importante é entre o K trocável e o K na solução, que representam as fontes imediatas para as plantas. Com a

exaustão dessas formas, o K não-trocável, que representa a reserva a longo prazo, é lentamente liberado para o solo, podendo então ser absorvido pela planta, retido na CTC, fixado, erodido ou lixiviado (ERNANI, & ALMEIDA, 2007). Como a maioria dos solos brasileiros é bastante intemperizada, ocorre o predomínio de caulinita, gibbsita, goethita e hematita na fração argila, os quais têm pequenas quantidades de K. Os principais minerais relacionados com a presença e com a disponibilidade de K nos solos brasileiros são feldspatos, micas, vermiculitas e esmectitas (CURI et al., 2005). Os feldspatos potássicos incluem uma série de minerais, sendo o ortolcásio o mais comum, principalmente nas rochas magmáticas intrusivas, como o granito.

O K pode ainda ser encontrado em vários minerais, pouco presente nos solos, dentre eles: silvita (KCl), silvinita (mistura de KCl e NaCl), carnalita (KCl.MgCl₂.6H₂O), cainita (MgSO₄KCl.3H₂O), langbeinita (K₂SO₄.2MgSO₄), nitrato (KNO₃) e polihalita (K₂SO₄.MgSO₄.2CaSO₄.2H₂O (MALAVOLTA, 1979).

Quando o pH do solo está baixo, existe toxidez por Al que restringe o desenvolvimento do sistema radicular, implicando em menor absorção de K, pois este nutriente se desloca até as raízes pelo mecanismo de difusão, semelhante ao que ocorre com o P. A elevação do pH aumenta o número de cargas elétricas negativas do solo fazendo com que o K da solução migre para as cargas criadas. Sendo assim, caso a concentração de K na solução do solo esteja baixa, a elevação do pH pode diminuir ainda mais a disponibilização desse nutriente às plantas (ERNANI, 2008).

A principal perda de K no solo corre por lixiviação. A lixiviação consiste no movimento vertical de íons no perfil do solo em profundidades inexploráveis pelo sistema radicular, sendo um fator que demanda uma grande atenção, particularmente em solos arenosos e de baixa CTC. A lixiviação só ocorre a partir do K presente na solução do solo, e aumenta com a adição de fertilizantes potássicos, principalmente os sais de alta solubilidade e com aumento da quantidade de água que percola no perfil do solo (ERNANI et al., 2007).

2.6 USO DE FERTILIZANTES POTÁSSICOS

O nutriente encontra-se na forma catiônica (K⁺) e seus sais normalmente apresentam alta solubilidade, o que associado à baixa capacidade de troca catiônica (CTC) da maioria dos solos, favorece a ocorrência de perdas por lixiviação (CANTARELLA et al, 2016)

A contribuição de todos esses fatores faz com que o manejo da adubação potássica (fonte, doses, métodos e épocas de aplicação) (Tabela 2) seja de grande importância para a manutenção e, melhoria da produtividade agrícola (DE RESENDE et al., 2006).

O cloreto de potássio (KCl) é o fertilizante mais utilizado no mundo devido ao seu menor custo relativamente às demais fontes, além de ter maior concentração de nutriente. O KCl também é conhecido como muriato de potássio ou MOP. O mineral dominante é a silvita (KCl) misturado com halita (cloreto de sódio) no qual forma um mineral misto chamado de silvinita. Como grande parte dos minerais de K são extraídos de antigas reservas marinhas profundas, o KCl é encontrado em várias colorações e tamanhos de partículas (STIPP, 2012). O KCl se dissolve na água do solo, e a partir desse meio migra para os sítios de troca carregados negativamente, presentes na argila e na matéria orgânica. Este fertilizante tem uso limitado na cultura do tabaco devido a presença do cloreto (Cl) que, em altas concentrações, pode interferir negativamente na combustão do cigarro (HAGHIGHI et al., 2011).

O sulfato de potássio (K_2SO_4) é abundante na crosta terrestre, ocorrendo em todos os continentes, porém, na natureza, é encontrado na forma pura, misturado a sais de Mg, Na e Cl. Ele é uma importante fonte de K e S. Este fertilizante frequentemente é utilizado em substituição ao KCl quando o Cl é indesejável. Tanto o índice salino quanto a condutividade elétrica (CE) são menores quando comparados ao KCl (STIPP, 2012, XU & ROCHELLE, 2009).

O sulfato de potássio e magnésio provém de um material geológico diferenciado, encontrado apenas em alguns locais do planeta. É também utilizado quando não se deve usar Cl, sendo certificado em alguns países para agricultura orgânica (STIPP, 2012).

O nitrato de potássio (KNO_3), conhecido como NOP, é comumente produzido por meio da reação do KCl com uma fonte de nitrato. O nitrato pode vir do nitrato de sódio, do ácido nítrico ou do nitrato de amônia (RODRIGUES et al, 2014).

Ele é geralmente vendido como material cristalino, solúvel em água, ou em forma de pérolas. Tendo como grande importância comercial o Salitre do Chile sendo um produto natural extraído no deserto do Atacama, no Chile. Ele é um fertilizante de alta solubilidade e pureza, fornecendo nitrato de potássio e sódio, com alguns micro nutrientes. O KNO_3 é especialmente utilizado em condições onde é necessária uma fonte solúvel isenta de cloro (STIPP, 2012).

2.7 EFEITO DA ADIÇÃO DE N E K AO SOLO NA CULTURA DO TABACO

O efeito positivo em produtividade e qualidade para o tabaco depende da adição de N e K (secundariamente, dos demais nutrientes) ao solo de forma equilibrada (HERMIYANTO et al., 2016), segundo estudo realizado pelo instituto de pesquisa do tabaco em Rasht, norte do Irã, em 2010 com quatro níveis de N (100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) e três níveis de K (250, 300 e 350 kg ha⁻¹) deixou muito claro que o nível mais alto de nicotina (2,835%) foi relacionado com a maior dose de N, sendo que o percentual menor de nicotina (2,570%) estava relacionado com a dose menor de N. Isto ocorreu porque a nicotina é um alcalóide (C₁₀H₁₄N₂). Com aumento de N em condições favoráveis aumenta sua síntese consequentemente aumentando seu percentual nas folhas. Quanto ao K foi evidenciado que o percentual máximo de açúcar foi alcançado (13,72%) com a maior taxa de adubação potássica, isto porque com aumento da fotossíntese, estômatos serão abertos e mais dióxido de carbono é convertido em glicose. Os rendimentos quantitativos e qualitativos foram afetados na seguinte ordem; para adubação nitrogenada a melhor resposta foi na dose de 150 kg ha⁻¹; pois nas doses maiores o rendimento aumentou porém diminuiu a qualidade, na dose de 100 kg ha⁻¹ a produtividade e qualidade foram inferiores. Quanto ao K os resultados mostraram que os maiores rendimentos com qualidade foram obtidos usando 350 kg ha⁻¹ (HAGHIGHI et al., 2011).

Segundo Walch-liu et al., (2000), em estudo comparando fontes de N constatou, que nutrir as plantas de tabaco com NH₄⁺ pode reduzir o número de células presentes nas folhas, quando comparado a NO₃⁻, mais isto está relacionado com a falta NO₃⁻ do que com o excesso de NH₄⁺, em função da alteração dos processos metabólicos, onde foi observado a diminuição de K, Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca) na seiva.

Quanto ao desenvolvimento das plantas de tabaco apresenta uma correlação significativa entre teor de nitrato na folha e volume de raiz, que cresce em uma elevada taxa de nitrato (SCHEIBLE et al., 1997).

Em um estudo realizado utilizando três doses de N (0 - 34,5 e 69 kg ha⁻¹) e quatro doses de K (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹) tendo como fonte nitrato de amônio e sulfato de potássio, chegaram nos seguintes resultados, o maior volume de massa seca para N foi na quantidade de 69 kg ha⁻¹, já para o K foi na quantidade de 225 kg ha⁻¹, entre os tratamentos de interação entre N e K o nível de 69 kg de N e 225 kg de K, atingiram uma produtividade de 4975 kg ha⁻¹ (GHOLIZADEH et al, 2012), sendo o K é requerido em maior quantidade pelas plantas de tabaco (MARCHAND, 2010).

Para investigar o efeito de fertilizantes com nitrogênio e potássio sobre o rendimento, a qualidade do tabaco curado em estufa, sendo cultivar Coker 347, foi realizada experimentação por dois anos no Instituto de Pesquisa de Tabaco da cidade de Rasht, na província de Guilan onde foram avaliadas três doses de N (45, 55 e 65 kg ha⁻¹ de N) e dois níveis de K (150 e 200 kg ha⁻¹) sendo as fontes ureia e sulfato de potássio. O maior número de folhas e maior comprimento das folhas foi associado com a utilização de 55 kg ha⁻¹ de N e 200 kg ha⁻¹ de K, bem como utilizando 65 kg ha⁻¹ de N e 200 kg ha⁻¹ de K (FARROKH et al., 2012), mostrando a importância da interação dos dois nutrientes.

O N e o K têm uma relação direta com a qualidade de tabaco. De acordo com Hou (2012), somente 20,9% do N aplicado ao solo foi absorvido pelo tabaco; o restante permaneceu no solo ou foi lixiviado.

O K é muito importante para a qualidade do tabaco curado. Diferentes fontes, porém, afetam os componentes de aroma e ácidos orgânicos não-voláteis acumulados nas folhas. Segundo Ye et al. (2008) demonstraram que a fertilização potássica aumentou o teor de ácidos orgânicos não-voláteis e diminuiu o conteúdo de ácido cítrico e de ácido linolênico de folhas de tabaco curadas. Também constataram que a utilização de sulfato de potássio trouxe outras vantagens às plantas de tabaco em função da presença de S e da ausência de Cl, já que este afeta a combustão do cigarro, relativamente ao uso de cloreto de potássio.

A quantidade de fertilizantes contendo N e K que deve ser aplicada ao solo para nutrir as plantas de tabaco, depende de vários fatores, dentre eles o material de origem do solo, textura, teores de matéria orgânica e acidez, além das fontes utilizadas e da precipitação pluviométrica durante o desenvolvimento da cultura. A adição de N e K também aumenta o número de folhas, refletindo em aumento de produtividade e qualidade (FARROKH et al., 2011). Ainda com relação às propriedades físicas, SHAO et al. (2009) verificaram que a densidade do solo e a porosidade total com a capacidade de retenção de água do solo, em cultivo de tabaco, e problemas relacionado ao suprimento de água podem também refletir na produtividade da cultura, assim como a adubação supracitada.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o rendimento e a qualidade do tabaco Virgínia pelo uso de diferentes fontes de fertilizantes minerais nitrogenado, potássico tradicionais e de liberação controlada.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1- Quantificar os teores de N e K no solo e na planta de tabaco adubado com diferentes fontes de fertilizantes com N e K; sendo: Salitre do Chile (15-00-14) -SQM, NKalcio (14-00-15) NIP-Yara, NKalcio (13-00-15) SOP-Yara, NKalcio (14-00-15) SOP-Yara, Unifertil (15-03-15) -Unifertil, Salitre do Chile (15-00-14) -ACF, Sulfammo (15-00-15) -Timac, Agrodiza Força (18-14-19) -Agrodiza Força.

2- Avaliar o rendimento de massa seca aérea, o acúmulo de N e K nas folhas e a qualidade física e química do tabaco produzido em função da adição de fertilizantes nitrogenados e potássicos;

3- Verificar a possibilidade de uso de fertilizantes de liberação controlada na cultura do tabaco.

4- Avaliar potenciais dos demais fertilizantes para substituição do Salitre do Chile (15-00-14) -SQM.

4 HIPÓTESE

A aplicação de diferentes fontes de fertilizantes minerais nitrogenados e potássicos tem efeito na produtividade e qualidade do tabaco Virgínia. Sendo, Salitre do Chile (15-00-14) -SQM, NKalcio (14-00-15) NIP-Yara, NKalcio (13-00-15) SOP-Yara, NKalcio (14-00-15) SOP-Yara, Unifertil (15-03-15) -Unifertil, Salitre do Chile (15-00-14) -ACF, Sulfammo (15-00-15) -Timac, Agrodiza Força (18-14-19).

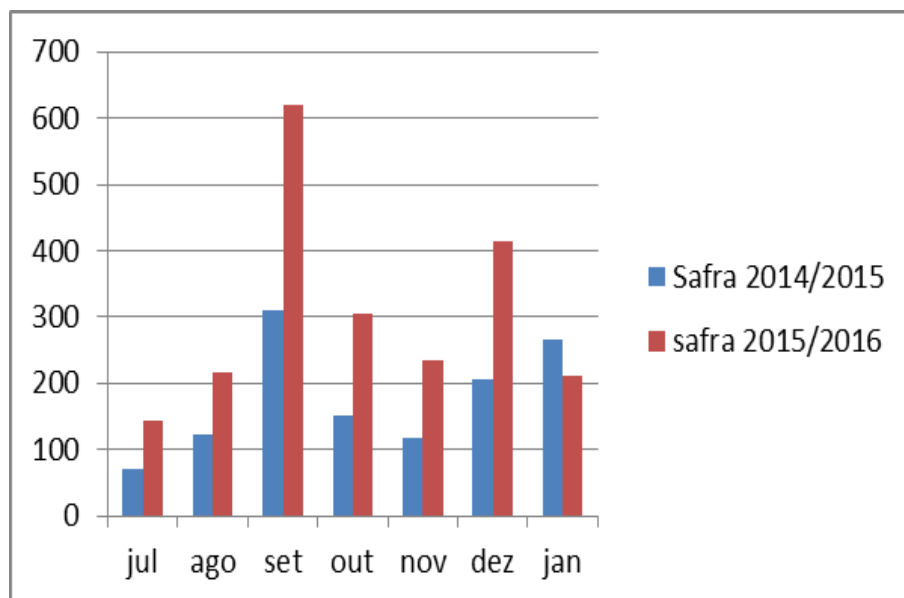
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi conduzido em condições de campo, com a cultura do Tabaco Virgínia (*Nicotiana tabacum L*), nos anos agrícolas de 2014/2015 e 2015/2016, em Ituporanga, SC, na localidade de Alto Águas Negra. O local tem coordenadas 27°24'32,1" de Latitude Sul e 049°41'11,6" de Longitude Oeste com altitude média de 473m. A área possui declividade média de 11%, e o solo é classificado como Cambissolo Húmico Distrófico (SOLOS, 2013). Os experimentos das duas safras 2014/2015 e 2015/2016 foram instalados na mesma gleba, porem em locais diferentes. A área vem sendo cultivada há 30 anos com tabaco.

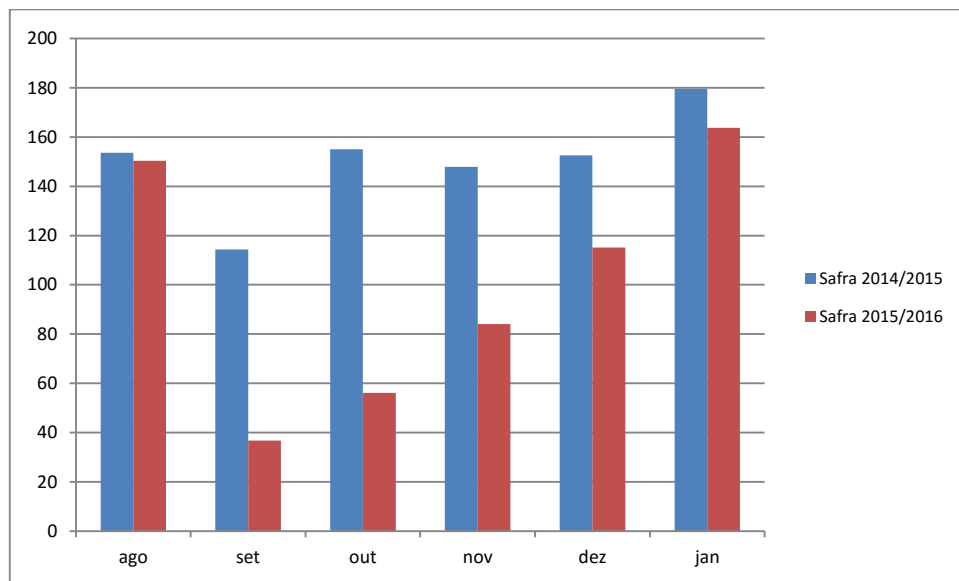
O clima é mesotérmico úmido, com verão ameno, tipo Cfb, de acordo com a classificação de Köppen. As chuvas são bem distribuídas durante o ano e as médias anuais de precipitação e temperatura são de 1.530 mm e 19,1 °C, respectivamente (PANDOLFO et al., 2002). As precipitações pluviométricas médias mensais ocorridas durante a realização dos experimentos encontram-se registradas na Figura 1 e 2. Os volumes diários de precipitação foram registrados no local do experimento com um pluviômetro modelo Multitec.

Figura 1 - Precipitação média mensal (mm) ocorrida entre julho a janeiro, durante a condução dos experimentos nas safras 2014/2015 e 2015/2016.



Fonte: Epagri, estação experimental de Ituporanga.

Figura 2 – Horas de insolação (total mensal) registrado entre agosto a janeiro, durante a condução dos experimentos nas safras 2014/2015 e 2015/2016.



Fonte: Epagri, estação experimental de Ituporanga.

O experimento da safra de 2014/2015 foi iniciado com o preparo do solo em 02/01/2014, sendo realizada uma leve gradagem para a semeadura de 100 kg ha⁻¹ de capim Sudão (*Sorghum sudanense L.*). Posteriormente, as plantas foram manejadas pela passagem de grade aradora, seguida de duas escarificações. Na sequência, foram construídos os camalhões altos e de base larga. Os camalhões altos de base larga foram construídos pela passagem de um aterrador acoplado ao trator, onde realiza o amontoamento do solo, tendo em sua base 80 centímetros, 40 centímetros de altura e 40 centímetros na parte superior. Sua confecção é realizada após escarificação cruzada do solo, esta técnica agrupa o horizonte A do solo, dando maiores condições de desenvolvimento do sistema radicular, já que oferece um volume maior de solo friável. Anteriormente ao plantio do tabaco, foi realizada a semeadura de aveia preta sobre os camalhões, na quantidade de 200 kg ha⁻¹ de sementes. A dessecação da aveia foi realizada 31 dias antes ao plantio de tabaco, com 3,0 L ha⁻¹ de glifosato transorb.

O experimento da safra de 2015/2016 foi iniciado com o preparo do solo em 11/03/2015, sendo realizada uma leve gradagem para eliminar os restos culturais. Na sequência, foram realizadas duas escarificações, e construídos os camalhões altos e de base larga. Posteriormente, foram semeados sobre os camalhões 100 kg ha⁻¹ de sementes de Capim Sudão (*Sorghum sudanense L.*), ao qual foi dessecado 62 dias antes do plantio do tabaco, pelo uso de 3,0 L ha⁻¹ de glifosato.

Nos dois experimentos, para o controle de plantas invasoras, foram utilizados herbicidas pré-emergentes Boral 500 SC e Gamit 360 CS, nas doses de 0,6 L ha⁻¹ e 2,6 L ha⁻¹, em área total com 300 L ha⁻¹ de calda. Uma segunda dose de 0,3 L ha⁻¹ do herbicida pré-emergente Boral SC foi aplicada nas entrelinhas para evitar o desenvolvimento de ervas daninhas no final de ciclo. O espaçamento utilizado foi de 1,30 m entre linhas e 0,45 m entre plantas, totalizando 17.094 plantas por hectare.

O desponte das plantas de tabaco (remoção da inflorescência) ocorreu aos 84 e 86 dias após transplante (DAT), nas safras 2014/2015 e 2015/2016, respectivamente. Logo após, foi aplicado anti-brotante PrimePlus, na dose de 2,6 L ha⁻¹ com volume de calda de 256 L ha⁻¹

5.2 TRATAMENTOS AVALIADOS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O experimento da safra 2014/2015 foi conduzido em blocos completos casualizados, com quatro repetições, e nove tratamentos (Tabela 1). Foram utilizadas 42 plantas por parcela (seis linhas de sete plantas), foram avaliadas 20 plantas uteis de cada unidade experimental, correspondendo a quatro linhas de cinco plantas (5,2 x 2,25 total de 11,7 m²).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2014/2015.

Tratamentos	Aplicações em pré-plantio	Aplicações em cobertura
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	1	3
2- NKalcio (14-00-15) - NIP	1	3
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	1	3
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	1	3
5- Unifertil (15-03-15)	1	3
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	1	3
7- Sulfammo (15-00-15)*	1	1
8- Sulfammo (15-00-15)	1	1
9- Agr. Força (18-14-19)**	1	0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio, NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio.

Antes da implantação do experimento e da fertilização da área, foi realizada coletas de 15 subamostras de solo para análise e caracterização da área (tabela 2), realizada conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Tabela 2 - Características químicas do solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental referente a safra 2014/2015.

pH	SMP	V%	Al ³⁺	Ca	Mg	P	K	Argila	MO
			----- cmol _c kg ⁻¹ -----			-- dm ³ kg ⁻¹ --		----- g kg ⁻¹ -----	
6,1	6,1	75	0,0	8,5	5,6	11	89,7	320	25

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: pH: pH do solo em água; SMP: pH do solo em solução tamponada; MO: matéria orgânica.

A adubação antecedendo o plantio (adubação de pré-plantio) foi realizada em uma única vez, no dia 01/08/2014. Foi usada a fórmula 10-16-10, na quantidade de 600 kg ha⁻¹ nos tratamentos de 1 a 8. No tratamento 9, foi utilizada a fórmula 18-14-19, na quantidade 800 kg ha⁻¹ já que este fertilizante é revestido com polímeros para favorecer a liberação gradativa de N e K (Tabela 3).

Após esta adubação, foi realizado o plantio das mudas, no dia 06/08/2014. Nos tratamentos 1 a 6, foram realizadas 3 fertilizações de cobertura aos 17, 32 e 46 dias após o plantio. Em função do grande volume de chuvas, que chegou aos 200 mm em seis dias consecutivos, foi realizado uma reposição com 10 kg ha⁻¹ de N, aos 66 dias, nos tratamentos 1 ao 7.

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2014/2015 referente à fertilização pré-plantio, cobertura e reposição (Continua).

Trat.	Pré-plantio		Cobertura		Reposição		Total	
	kg ha ⁻¹	17 DAT	32 DAT	46 DAT	66 DAT	N	K	
1- Sal.do Chile (15-00-14) SQM	600	187	187	187	74	144	138	
2- NKalcio (14-00-15) - NIP	600	200	200	200	80	144	150	
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	600	200	200	200	80	144	150	
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	600	215	215	215	86	144	156	
5- Unifertil (15-03-15)	600	187	187	187	74	144	144	
6- Sal. do Chile (15-00-14) ACF	600	187	187	187	74	144	138	

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2014/2015 referente à fertilização pré-plantio, cobertura e reposição (Conclusão).

Trat.	Pré-plantio	Cobertura		Reposição		Total	
	kg ha ⁻¹	17 DAT	32 DAT	46 DAT	66 DAT	N	K
7- Sulfammo (15-00-15) *	600	560	0	0	74	144	144
8- Sulfammo (15-00-15)	600	560	0	0	0	144	144
9- Agr. Força (18-14-19) **	800	0	0	0	0	144	152

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: DAT: dias após transplante. NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio

O total de N aplicado foi de 144 kg ha⁻¹ nos tratamentos onde não houve reposição e 154 L ha⁻¹ naqueles com reposição.

No experimento da safra 2015/2016 foram utilizadas duas testemunhas (Tabela 4), para facilitar a interpretação dos dados referente ao incremento de produtividade e qualidade na cultura. Ele também foi conduzido em blocos completos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições. Utilizaram-se 42 plantas por parcela (seis linhas de sete plantas), no espaçamento 1,30 m entre linhas e 0,45 m entre plantas, sendo utilizadas apenas 20 plantas uteis, do centro da parcela (quatro linhas de cinco plantas).

Tabela 4 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	Aplicações em pré-plantio	Aplicações em cobertura
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	1	3
2- NKalcio (14-00-15) - NIP	1	3
3- Nkalcio (14-00-15) - SOP	1	3
4- Sem fertilização	0	0
5- Unifertil (15-03-15)	1	3
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	1	3
7- Sulfammo (15-00-15) *	1	1
8- Sulfammo (15-00-15)	1	1
9- Agr. Força (18-14-19) **	1	0
10- Testemunha	1	0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: DAT: dias após transplante. NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio.

Antes da implantação do experimento e da fertilização da área experimental, foram coletadas 15 subamostras de solo para análise e caracterização (Tabela 5), conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Tabela 5 – Características químicas do solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental da safra 2015/2016.

pH	SMP	V%	Al ³⁺	Ca	Mg	P	K	Argila	MO
			----- cmol _c kg ⁻¹ -----			--mg kg ⁻¹ --		----- g kg ⁻¹ -----	
6,3	6,8	91	0,0	13	5,4	30	280	320	26

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: pH: pH do solo em água; SMP: pH do solo em solução tamponada; MO: matéria orgânica.

A adubação de pré-plantio foi realizada no dia 12/08/2015, pelo uso da fórmula 10-16-10, nos tratamentos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 10. No tratamento 9 foi utilizada a fórmula 18-14-19 em uma única aplicação na fertilização de pré-plantio; sem adubação de cobertura. No tratamento 4 não foi aplicada adubação pré-plantio e nem cobertura, já o tratamento 10 foi realizada somente adubação de pré-plantio, sem aplicação de adubação de cobertura. Após a adubação de pré-plantio, foi iniciado o plantio, no dia 13/08/2015. Nos tratamentos de 1, 2, 3, 5 e 6 foram realizadas três fertilizações de cobertura aos 18, 41 e 62 dias após o plantio conforme Tabela 6. Também foram realizadas três adubações de reposições aos 41, 62 e 80 dias após o plantio, nos tratamentos 1, 2, 3, 5, 6 e 7 em função do volume de chuvas (Tabela 7). Nesta safra, além da chuva em excesso, outro ponto negativo esteve relacionado com a insolação, que diminuiu drasticamente comparado a um ano normal, principalmente no mês de outubro, em função do aumento dos dias com chuva (Figura 1).

A quantidade total de N aplicada foi de 144 kg ha⁻¹ nos tratamentos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9, sem adubação de reposição, e 177 kg ha⁻¹ considerando a reposição para os tratamentos 1, 2, 3, 5, 6 e 7.

Em ambos os experimentos a adubação pré-plantio foi aplicada de forma superficial, sobre o solo na linha de plantio (sobre os camalhões altos de base larga), a adubação de cobertura foi aplicada superficial sobre o solo na linha porem entre as plantas de tabaco.

Tabela 6 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2015/2016 referente à fertilização pré-plantio e cobertura.

Tratamento:	Pré-plantio kg ha ⁻¹	Adubação cobertura kg ha ⁻¹			Total kg ha ⁻¹	
		18 DAT	41 DAT	62 DAT	N	K
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	600	187	187	187	144	138
2- NKalcio (14-00-15) - NIP	600	200	200	200	144	150
3- Nkalcio (14-00-15) - SOP	600	200	200	200	144	150
4- Sem fertilização	0	0	0	0	0	0
5- Unifertil (15-03-15)	600	187	187	187	144	144
6- Sal. do Chile (15-00-14) ACF	600	187	187	187	144	138
7- Sulfammo (15-00-15) *	600	560	0	0	144	144
8- Sulfammo (15-00-15)	600	560	0	0	144	144
9- Agr. Força (18-14-19) **	800	0	0	0	144	152
10- Testemunha	600	0	0	0	60	60

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: DAT: dias após transplante. NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio.

Tabela 7 – Descrição dos tratamentos do experimento da safra 2015/2016 referente à fertilização de reposição.

Tratamento	Reposição kg ha ⁻¹		
	41 DAT	62 DAT	80 DAT
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	37,2	74,4	111,6
2- NKalcio (14-00-15) - NIP	40	80	120
3- Nkalcio (14-00-15) - SOP	40	80	120
4- Sem fertilização	0	0	0
5- Unifertil (15-03-15)	37,2	74,4	111,6
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	37,2	74,4	111,6
7- Sulfammo (15-00-15) *	37,2	74,4	111,6
8- Sulfammo (15-00-15)	0	0	0
9- Agr. Força (18-14-19) **	0	0	0
10- Testemunha	0	0	0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: DAT: dias após transplante. NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS FERTILIZANTES

Os fertilizantes foram adquiridos dos fornecedores, tendo os níveis de nutrientes comprovados por laudos técnicos (Tabela 8).

Tabela 8 – Origem comercial dos fertilizantes utilizados nos experimentos das safras 2014/2015 e 2015/2016.

Fertilizante	Empresa	Fonte de N
Salitre do Chile (15-00-14)	SQM	Nítrico
NKalcio (14-00-15) NIP	Yara	Nítrico
Nkalcio (13-00-15) SOP	Yara	Nítrico e Amoniacal
Nkalcio (14-00-15) SOP	Yara	Nítrico e Amoniacal
Unifertil (15-03-15)	Unifertil	Nítrico e Amoniacal
Salitre do Chile (15-00-14)	ACF	Nítrico
Sulfammo (15-00-15)	Timac	Nítrico e Amoniacal
Agrodiza Força (18-14-19)	Agrodiza Força	Amídica e Amoniacal

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio.

O Salitre do Chile tem nitrato sódio e de potássio, fornecendo N nítrico e K às plantas. O Nkalcio NIP tem nitrato de cálcio e nitrato de potássio. O Nkalcio SOP apresenta nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. O Unifertil (15-03-15) apresenta nitrato de amônio, sulfato de amônio, sulfato de potássio e superfosfato triplo.

O fertilizante Sulfammo, segundo o fabricante, é um fertilizante que possui uma matriz mineral e orgânica, formando por uma dupla membrana de proteção em um único grânulo para liberação gradativa dos nutrientes. Ele possui nitrato de amônio e sulfato de potássio. O Agrodiza Força é um fertilizante de liberação controlada onde os grânulos são revestidos com polímero vegetal, fazendo assim com que a liberação dos nutrientes seja gradativa e ocorra até os 90 dias após a aplicação.

5.4 CULTIVAR DE TABACO

Foi utilizada a cultivar de tabaco Virgínia, CSC4704, da empresa Souza Cruz. Ele é um híbrido simples que não produz grão de pólen viável, sendo macho estéril. Apresenta ciclo longo, em torno de 160 dias, elevado potencial produtivo, e adaptabilidade a vários ambientes.

5.5 ANÁLISES REALIZADAS E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

As amostras de solo foram coletadas 100 dias após o transplante, na camada de 0-20 cm de profundidade, com trado calador, sobre os camalhões altos de base larga. Foram retiradas 4 subamostras por parcela, sendo uma amostragem em cada linha útil. Foram avaliados os teores de N (NH_4 e NO_3), P, K, M.O e pH em água. As determinações foram realizadas conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), sendo o P quantificado conforme metodologia de Murphy e Riley. (1962).

Os teores foliares de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) na cultura do tabaco foram determinados em amostras coletadas aos 108 e 106 dias após plantio, respectivamente nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Isto correspondeu a 26 e 23 dias após o desponte, respectivamente em cada uma das safras e corresponde ao período de máximo vigor vegetativo. Foi amostrada a terceira folha de cima para baixo das plantas da terceira planta de cada linha útil. Totalizando 4 plantas por parcelas, conforme recomendado pelas instituições de pesquisa (CQFS-RS/SC, 2016). As folhas foram secas em estufa, a 65°C, até atingirem massa constante, moídas e determinadas quimicamente, conforme metodologia descrita por Tedesco. (1995).

A produtividade foi determinada através da colheita manual das folhas de tabaco das plantas da área útil. A cura do tabaco Virgínia foi realizada em estufas de ar forçado modelo LL58. Este modelo de estufa foi desenvolvido pela Souza Cruz. Para a realização da cura do tabaco, as folhas foram apanhadas das plantas, de forma manual, organizadas e identificadas por parcela, colocadas dentro de uma embalagem de “giro inglês”, posteriormente alocadas na estufa, para iniciar o processo de cura.

No experimento da safra 2014/2015, foi iniciada a colheita 29/10/2014 para todos os tratamentos, sendo realizadas 5 colheitas; a última foi realizada aos 168 DAT sendo no dia 20/01/2015. O período da primeira à última colheita foi de 83 dias.

No experimento da safra 2015/2016 a colheita foi iniciada no dia 29/10/2015, num total de 6 colheitas, sendo a última realizada aos 147 DAT sendo no dia 06/01/2016. O período da primeira à última colheita foi de 69 dias.

Na safra 2015/2016, o ciclo vegetativo foi menor que na safra anterior, em função do grande volume de chuvas e da menor taxa de insolação ocorrido nos meses de setembro, outubro e novembro.

A contagem do número de folhas foi realizada logo após o desponte, em 5 plantas úteis por parcela, de forma aleatória.

A determinação da qualidade das folhas foi avaliada de acordo com a portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para comercialização de tabaco em folha curado (MAPA, 2016) sobre a instrução normativa MAPA Nº 10, de 13/04/2007.

Os principais resultados referem-se aos teores de amônio, nitrato, pH em água, P, K e M.O do solo. Também foram avaliados os teores na folha referente a N, P, K, Ca, Mg, além dos resultados de kg ha^{-1} , $\text{US \$ ha}^{-1}$, grupo de estilo, índice de qualidade, teores de açúcar e nicotina referente a planta. Foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos foi feita através do teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SAS. Os demais resultados sendo porcentagem de tabaco classificado por posição de classe de compra, cor de classe de compra, qualidade de classe de compra, foram dispostos no trabalho, para ilustrar entendimento da forma de classificação, porem com menor relevância aos resultados anteriores mencionados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 TEORES DE NUTRIENTES NO SOLO

Os teores de nutrientes no solo foram extraídos com o objetivo de correlacionar esses valores com aqueles aplicados pelos adubos, como forma de avaliar a eficiência dos mesmos no manejo de adubação para cultura do tabaco virgínea.

6.1.1 Nitrogênio disponível e pH

Nos dois experimentos, os teores de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) no solo, na camada de 0 a 20 cm, não foram afetados pelos fertilizantes (Tabelas 09 e 10), isto se dá pela grande instabilidade destes elementos ao solo, podendo variar suas concentrações em questão de horas, dependendo das condições climáticas (CANTARELLA, 2016). De maneira geral, o somatório dos valores foi alto, normalmente superior a 35 e 55 mg kg^{-1} respectivamente nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Esses altos valores de N no solo, mesmo nos tratamentos que não receberam adubação, podem ter sido favorecidos pela adubação verde. Feita previamente ao plantio do tabaco. A disponibilidade de N no solo, portanto, não seria um parâmetro para discriminar os diferentes fertilizantes utilizados.

Os valores de pH do solo não diferiram entre os fertilizantes na safra 2014/2015 (Tabela 09) e variaram entre alguns tratamentos na safra 2015/2016 (Tabela 10). Em todos os tratamentos, independente da safra, entretanto, eles foram iguais ou superiores a 5,4, demonstrando não haver nenhum risco de toxidez de alumínio às plantas, conforme apresentado em trabalho realizado com *Nicotiana tabacum* (YANG et al., 2015).

Tabela 9 – Teor de amônio e nitrato, em mg dm^{-3} , e pH em água no solo na profundidade de 20 cm após 100 dias do plantio, experimento safra 2014/2015 (Continua).

Tratamentos	pH-H ₂ O	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	5,7	23,0	31,9
2- NKalcio (14-00-15) NIP	5,5	20,2	15,9
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	5,4	24,2	31,0

Tabela 9 – Teor de amônio e nitrato, em mg dm^{-3} , e pH em água no solo na profundidade de 20 cm após 100 dias do plantio, experimento safra 2014/2015 (Conclusão).

Tratamentos	pH-H ₂ O	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	5,7	24,3	14,3
5- Unifertil (15-03-15)	5,6	32,3	40,2
6- Salitre (15-00-14) ACF	5,9	25,6	17,0
7- Sulfammo (15-00-15) *	5,7	28,8	10,1
8- Sulfammo (15-00-15)	5,7	30,6	24,2
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	5,8	28,9	13,5
C. V. (%) =	5,1	29,1	48

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Tabela 10 – Teor de amônio e nitrato em mg dm^{-3} , pH em água no solo, na profundidade de 20 cm após 100 dias do plantio, experimento safra 2015/2016.

Tratamentos	pH em água		NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	6,49	a	37,1	30,4
2- NKalcio (14-00-15) NIP	6,49	a	45,0	31,8
3- NKalcio (14-00-15) SOP	6,26	abc	37,3	27,9
4- Sem fertilização	6,35	abc	25,2	29,2
5- Unifertil (15-03-15)	6,05	bc	41,5	37,3
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	6,40	ab	38,2	32,8
7- Sulfammo (15-00-15) *	6,16	abc	35,4	34,7
8- Sulfammo (15-00-15)	6,09	abc	30,0	42,1
9- Agr. Força (18-14-19) **	5,99	c	36,6	35,7
10- Testemunha	6,35	abc	21,0	25,5
C.V.=	3,8		41,8	37,7

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

6.1.2 Fósforo disponível

Os teores de P no solo no experimento da safra 2014/2015 não diferiu entre os tratamentos e apresentaram valores altos, superiores a 25 mg dm^{-3} (Tabela 11). Os dois fatores, inexistência de diferença entre os fertilizantes e valores altos (CQFS-RS/SC, 2016), se devem ao fato da área experimental ter sido fertilizada previamente com fertilizantes minerais contendo P em safras anteriores (GATIBONI, 2008).

No experimento da safra 2015/2016, os teores de fosforo apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 12). O solo do tratamento 4 (testemunha) não recebeu adubação de pré-plantio com P; os demais receberam 96 kg ha^{-1} de P_2O_5 , a exceção do tratamento 9, que recebeu 131 kg ha^{-1} de P_2O_5 . O tratamento 4 (testemunha) apresentava um valor de $41,5 \text{ mg dm}^{-3}$.

Mesmo assim, todos os tratamentos apresentaram teores de P no solo acima de 40 mg dm^{-3} , o que os classificam como muito alto (CQFS-RS/SC, 2016). Desta forma, tendo havido variação entre os teores de P no solo no experimento da safra 2015/2016, o P pode ter afetado o rendimento do tabaco, mesmo apresentando teores muito altos em todos os tratamentos, inclusive na testemunha (Tabela 12).

6.1.3 Potássio disponível e M.O

Os teores de K no solo do experimento da safra 2014/2015 não apresentaram diferença significativa (Tabela 11) entre os tratamentos e estiveram sempre acima de 230 mg dm^{-3} , valores estes considerados muito alta (CQFS-RS/SC, 2016).

No experimento da safra 2015/2016, os teores de K de maneira geral foram um pouco menores, porém considerados altos (CQFS-RS/SC, 2016). Tendo havido diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 12), o K influenciou o rendimento de tabaco. Os tratamentos 4- Sem fertilização e 10- Testemunha apresentaram os menores valores, apresentando teores maiores os tratamentos 1, 2, 5, 6 e 7. Já os tratamentos 3, 8 e 9 apresentaram teores intermediários. Conforme mencionado por Ye et al. (2008) a fertilização potássica aumentou o teor de ácidos orgânicos não-voláteis e diminuiu o conteúdo de ácido cítrico e de ácido linolênico de folhas de tabaco curadas, impactando direto nos compostos químicos que estão responsáveis pelos aromas. A planta suprida com K vai apresentar maiores características químicas referente a qualidade.

Tabela 11 – Teores de P, K, em mg dm^{-3} , e percentagem de matéria orgânica (MO) na camada de 0-20 cm aos 100 dias após o plantio, no experimento da safra 2014/2015.

Tratamentos	M.O	P	K
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	2,0	29,8	282
2- NKalcio (14-00-15) NIP	2,2	26,6	241
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	2,1	28,7	235
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	2,1	32,0	269
5- Unifertil (15-03-15)	2,2	27,4	228
6- Salitre (15-00-14) ACF	2,1	35,7	234
7- Sulfammo (15-00-15) *	1,9	41,5	230
8- Sulfammo (15-00-15)	2,1	50,4	269
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	2,5	31,2	247
C. V. (%) =	13,3	29,5	23,1

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Tabela 12 – Teores de P, K, em mg dm^{-3} , e percentagem de matéria orgânica (MO) na camada de 0-20 cm aos 100 dias após o plantio, no experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	M.O	P	K
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	2,3	59,7	277
2- NKalcio (14-00-15) NIP	2,1	55,4	285
3- NKalcio (14-00-15) SOP	2,3	46,4	201
4- Sem fertilização	1,9	41,5	165
5- Unifertil (15-03-15)	2,1	83,0	274
6- Sal.do Chile (15-00-14) ACF	1,9	50,4	223
7- Sulfammo (15-00-15) *	2,1	92,1	294
8- Sulfammo (15-00-15)	2,0	72,1	206
9- Agr. Força (18-14-19) **	2,5	64,8	204
10- Testemunha	2,1	77,6	168
C.V.=	16,1	32,3	23,0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico,

inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Os teores de matéria orgânica apresentaram variação de 1,9 a 2,5, porém não houve diferença estatística.

6.2 TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS

Para a cultura do tabaco o ideal é preocupar-se não apenas com a produtividade, mas também com a qualidade das folhas, aspecto fundamental, para diferenciação de produto (Tabelas 13 e 14).

Os valores de N variaram de 1,6 a 1,9 % na safra 2014/2015 e de 2,3 a 2,6 % na safra 2015/2016. Em ambas, os valores são inferiores aos sugeridos pelo manual de adubação e calagem dos estados do RS e SC, cuja faixa de suficiência é de 3,5 a 4,0 % (CQFS-RS/SC, 2016).

Os valores de P foram de 0,2 % na safra 2014/2015, em todos os tratamentos e variaram de 0,4 a 0,7 % na safra 2015/2016. Em ambas, os valores estão dentro da faixa considerada adequada pelo manual de adubação e calagem dos estados do RS e SC, que varia de 0,2 a 0,5 % (CQFS-RS/SC, 2016).

Os valores de K variaram 2,9 a 3,1 % na safra 2014/2015, e de 3,5 a 4,1 % na safra 2015/2016. Em ambas, os valores estão dentro da faixa considerada adequada pelo manual de adubação e calagem dos estados do RS e SC, que varia de 2,5 a 4,0 % (CQFS-RS/SC, 2016). Segundo Luanfang et al, (2016) aplicações de 20 % do potássio via cobertura após, os 70 dias do plantio, diante da necessidade específica de cada região, vai garantir a produção de folhas mais espessa, proporcionando volumes mais elevados. Menos propensas a doenças e que apresentam maior características de qualidade física e química.

Os teores de cálcio e magnésio nas folhas de tabaco variaram entre os tratamentos, nas duas safras, porém estiveram acima dos níveis considerados suficientes em todos os tratamentos (Tabelas 13 e 14).

Os valores de Ca variaram 2,5 a 3,0 % na safra 2014/2015, e de 2,9 a 4,0 % na safra 2015/2016. Em ambas, os valores estão acima da faixa considerada suficiente pelo manual de adubação e calagem dos estados do RS e SC, que varia de 1,5 a 2,0 % (CQFS-RS/SC, 2016). O cálcio é um elemento mineral com alta demanda por plantas de tabaco, seu conteúdo em folhas curadas pode estar entre 1,5 e 2,0% (López-Lefebvre et al., 2001). As quantidades de

Ca é de 20-24 kg ha⁻¹ (Rojo, 2008), 44-56 kg ha⁻¹ (Reed et al., 2011) ou 141 kg ha⁻¹ (Ballari, 2005), para obter rendimentos iguais ou superiores a 3.200 kg ha⁻¹

Tabela 13 – Teores de N, P, K, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em porcentagem nas folhas de tabaco coletadas 100 dias após o plantio do experimento da safra 2014/2015 afetadas pelos fertilizantes.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg		
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	1,7	0,2	2,9	2,7	bc	0,76	bc
2- NKalcio (14-00-15) NIP	1,7	0,2	3	2,7	bc	0,78	abc
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	1,9	0,2	3,3	2,8	abc	0,85	a
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	1,6	0,2	2,7	2,7	bc	0,82	ab
5- Unifertil (15-03-15)	1,9	0,2	2,9	3	a	0,78	abc
6- Salitre (15-00-14) ACF	1,6	0,2	3,3	2,5	c	0,73	cd
7- Sulfammo (15-00-15) *	1,8	0,2	3,1	2,9	ab	0,83	ab
8- Sulfammo (15-00-15)	1,6	0,2	3,1	2,7	bc	0,76	bc
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	1,7	0,2	2,9	2,7	bc	0,68	d
C. V. (%) =	10,2	7,4	11,1	6,9		5,5	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Tabela 14 – Teores de N, P, K, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) nas folhas de tabaco coletadas 100 dias após o plantio do experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg		
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	2,6	0,5	4,1	3,97	a	0,82	a
2- NKalcio (14-00-15) NIP	2,3	0,5	4,1	3,87	a	0,77	ab
3- NKalcio (14-00-15) SOP	2,4	0,4	3,8	3,91	a	0,79	ab
4- Sem fertilização	2,5	0,5	4,2	3,1	cd	0,61	d
5- Unifertil (15-03-15)	2,4	0,5	3,9	3,85	a	0,79	ab
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	2,5	0,5	4,1	3,81	ab	0,79	ab
7- Sulfammo (15-00-15) *	2,4	0,4	4	3,59	abc	0,75	abc
8- Sulfammo (15-00-15)	2,4	0,6	3,5	3,16	cd	0,64	cd
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	2,4	0,6	3,8	3,25	bcd	0,67	bcd
10- Testemunha	2,3	0,7	4,1	2,89	d	0,58	d
C.V.=	9,7	29,5	27,9	10,6		10,8	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Os valores de Mg variaram 0,68 a 0,85 % na safra 2014/2015, e de 0,58 a 0,82 % na safra 2015/2016. Em ambas, os valores estão acima da faixa considerada suficiente pelo manual de adubação e calagem dos estados do RS e SC, que varia de 0,2 a 0,65 % (CQFS-RS/SC, 2016), à exceção dos tratamentos 10 – testemunha, 4- Sem fertilização e 8- Sulfammo (15-00-15), na safra 2015/2016, cujos valores estiveram próximos de 0,6, porém dentro da faixa considerada como sendo suficiente. O magnésio é um componente essencial para que ocorra a clorofila e desempenha um papel importante no desenvolvimento das plantas. Nas plantas de tabaco, o aumento do teor de magnésio na folha (até 2%) aumentando a combustibilidade no produto final, alterando a característica das cinzas (cor e textura), apresentando cinzas porosas, soltas de coloração mais claras. A deficiência de magnésio tem impacto direto na qualidade das folhas, produzindo folhas escuras apresentando coloração irregular e reduzindo os teores de açúcares, juntamente com aumentos na quantidade de cinzas. (Pinkerton, 1972; Rojo, 2008). Para tabaco a relação K: Mg no solo é um indicador útil do suprimento de magnésio para as plantas devendo apresentar valores de 4:1 a 7:1 (Pinkerton, 1972), segundo vários autores a necessidade de Mg para tabaco é de 10-12 kg ha⁻¹ (Rojo, 2008), 33 kg ha⁻¹ (Reed et al., 2011), 16-20 kg ha⁻¹ (Hoyos et al., 2015), ou 31 kg ha⁻¹ (Ballari, 2005), sendo que os teores apresentarão diferenças em produtividade.

6.3 RENDIMENTO DA FITOMASSA DA PARTE AÉREA E RENDIMENTO ECONÔMICO

O rendimento de massa seca de folhas, a rentabilidade por quilograma de folhas e a rentabilidade por hectare não variou entre os fertilizantes na safra 2014/2015 (Tabela 15).

A produtividade é considerada como alta em todos os tratamentos, tendo variado de 4.080 a 4.340 kg ha⁻¹. Esta produtividade se deve à quantidade, distribuição das chuvas e ocorrência de temperaturas amenas e também ao tipo de tabaco utilizado (*Virgínia*). A rentabilidade estimada variou de 2,9 a 3,1 dólares americanos (US \$) por kg de folha, e a rentabilidade estimada por hectare variou de US \$ 12.200 a 13.900. Sendo assim, os nove fertilizantes avaliados proporcionariam a mesma produtividade e a mesma rentabilidade econômica ao produtor.

Na safra 2015/2016, tanto a produtividade quanto a lucratividade variaram entre os tratamentos (Tabela 16). As maiores produtividades ocorreram nos seguintes tratamentos, sem diferença entre eles: tratamento 1 (Salitre do Chile 15-00-14), tratamento 2 (NKalcio (14-00-15NIP), tratamento 3 NKalcio 14-00-15 SOP), tratamento 5 (Unifertil 15-03-15), tratamento 6 (Salitre do Chile 15-00-14) e tratamento 7 (Sulfammo 15-00-15*). Os tratamentos 8 (Sulfammo 15-00-15) e 9 (Agrodiza Força 18-14-19**), foram os menos eficientes, tendo superado apenas as testemunhas, que não receberam fertilizantes, sendo que a testemunha 4 não recebeu nenhuma fertilização e a testemunha 10 recebeu apenas a adubação de pré-plantio.

Tabela 15 – Rendimento quantitativo e econômico do tabaco no experimento safra 2014/2015.

Tratamentos:	kg ha ⁻¹	US\$ kg ⁻¹	US\$ ha ⁻¹
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	4340	3,1	13500
2- NKalcio (14-00-15) NIP	4300	3,0	12900
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	4260	2,9	12200
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	4200	3,2	13300
5- Unifertil (15-03-15)	4290	3,1	13000
6- Salitre (15-00-14) ACF	4350	3,2	13900
7- Sulfammo (15-00-15) *	4320	3,2	13600
8- Sulfammo (15-00-15)	4080	3,2	12800
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	4140	3,1	12700
C. V. (%) =	5	4,6	7,4

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

A receita seguiu a mesma tendência da produtividade, uma vez que o retorno econômico é calculado a partir da quantidade produzida. Nesta safra, a rentabilidade estimada variou de 1,27 a 1,77 dólares americanos (US \$) por kg de folha, e a rentabilidade estimada por hectare variou de 2.700 a 5.000 US \$.

Os fertilizantes denominados de liberação lenta não apresentaram um bom desempenho: o tratamento 8 (Sulfammo 15-00-15) sem reposição e o 9 (Agrodiza Força 18-14-19), mesmo com reposição com salitre do Chile. O tratamento 7 (Sulfammo 15-00-15) foram acrescentadas reposições com salitre do Chile, apresentou bom desempenho em função das reposições realizadas no decorrer do ciclo.

Diferentemente da safra anterior, nesta safra as diferenças foram expressivas entre os tratamentos em função das anormalidades climáticas, onde o volume de chuvas foi muito elevado nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. No mês de outubro a precipitação pluviométrica acumulada ultrapassou 600 mm, muito acima da média histórica que é de 250 mm. Esta grande quantidade de chuvas certamente proporcionou a lixiviação de nutrientes, principalmente de N, e isso deveria ter facilitado o desempenho dos fertilizantes de liberação controlada, fato que não se concretizou em termos produtividade. Além do excesso de chuvas, a menor produtividade nesta safra em relação à anterior está relacionada com a baixa taxa de insolação.

Tabela 16 – Rendimento quantitativo e econômico do tabaco no experimento safra 2015/2016.

Tratamentos	kg ha ⁻¹		US\$ kg ⁻¹		US\$ ha ⁻¹	
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	3221	a	1,72	a	5500	a
2- NKalcio (14-00-15) NIP	2921	abc	1,74	a	5100	a
3- NKalcio (14-00-15) SOP	3044	ab	1,77	a	5300	a
4- Sem fertilização	1552	e	1,34	b	2100	c
5- Unifertil (15-03-15)	3078	a	1,66	a	5100	a
6- Sal.do Chile (15-00-14) ACF	3177	a	1,71	a	5400	a
7- Sulfammo (15-00-15) *	3039	ab	1,64	a	5000	a
8- Sulfammo (15-00-15)	2568	c	1,36	b	3500	b
9- Agr. Força (18-14-19) **	2679	bc	1,42	b	3800	b
10- Testemunha	2086	d	1,27	b	2700	c
C.V.=	8,5		6,3		11,4	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

O número de folhas deixadas após o desponte é diretamente proporcional ao vigor vegetativo da planta, ou seja, quanto maior o vigor, maior a quantidade de folhas que permanece na planta. O desponte, popularmente chamado de “capação”, interfere de forma direta nos processos metabólicos da planta, tendo reflexo na produtividade e na qualidade das mesmas. Normalmente um maior índice foliar ocasiona maior volume de produção, porém nem sempre o maior número de folhas está associado a uma melhor qualidade. Esta depende também do estado nutricional das plantas de tabaco (GHOLIZADEH et al., 2012)

No experimento conduzido na safra 2014/2015, o número de folhas não variou entre os fertilizantes, e apresentou média de 28 (Tabela 17). No experimento da safra 2015/2016, entretanto, o número de folhas deixadas após o desponte variou de 16 a 27, dependendo do tratamento, cujos menores valores ocorreram nas testemunhas (Tabela 18).

Tabela 17 – Número médio de folhas deixadas por planta após o desponte em cada tratamento, no experimento da safra 2014/2015.

Tratamentos	Número de Folhas
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	28
2- NKalcio (14-00-15) NIP	27
3- NKalcio (14-00-15) – SOP	28
4- NKalcio (13-00-15) – SOP	28
5- Unifertil (15-03-15)	28
6- Salitre (15-00-14) ACF	27
7- Sulfammo (15-00-15) *	29
8- Sulfammo (15-00-15)	27
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	28

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Tabela 18 – Número médio de folhas deixadas por planta após o desponte em cada tratamento, no experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	Número de Folhas
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	25
2- NKalcio (14-00-15) NIP	26
3- NKalcio (14-00-15) SOP	26
4- Sem fertilização	16
5- Unifertil (15-03-15)	27
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	20
7- Sulfammo (15-00-15) *	27
8- Sulfammo (15-00-15)	23
9- Agr. Força (18-14-19) **	26
10- Testemunha	18

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

6.4 QUALIDADE DO TABACO VIRGÍNIA

A qualidade do tabaco virgínea curado é mensurada de forma simples, considerando posição da folha na planta, cor e qualidade da folha curada. Ela é feita de acordo com a portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para comercialização de tabaco em folha curado (MAPA, 2016) sobre a instrução normativa MAPA N° 10, de 13/04/2007.

Além disso, também é gerado um índice de qualidade para melhor classificar o produto para sua utilização na indústria, que leva em consideração estrutura foliar (espessura), maturidade, oleosidade e intensidade de cor das folhas.

No experimento da safra 2014/2015, na classificação por posição, os valores ficaram dentro da normalidade para todos os tratamentos (Tabela 19). Já no experimento da safra 2015/2016, os tratamentos 4 e 10 (testemunhas) apresentaram maior percentual de fumos da posição X e T, com a consequente diminuição de fumos da posição B, sendo esta a posição mais valorizada no mercado (Tabela 20).

Tabela 19 – Porcentagem de tabaco classificado por posição de classe de compra no experimento da safra 2014/2015.

Tratamentos	X	C	B	T
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	5,6	32,0	57,0	2,5
2- NKalcio (14-00-15) NIP	3,5	38,7	52,1	1,6
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	6,3	33,5	53,8	1,1
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	3,2	37,7	51,9	2,2
5- Unifertil (15-03-15)	6,3	34,0	52,5	2,8
6- Salitre (15-00-14) ACF	4,9	39,7	50,7	1,2
7- Sulfammo (15-00-15)*	5,2	38,3	51,1	1,9
8- Sulfammo (15-00-15)	4,8	40,5	47,4	3,2
9- Agr. Força (18-14-19)**	6,5	37,4	48,6	4,2

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

A classificação por cor de tabaco Virgínia, procede conforme a descrição abaixo. A cor O (de “orange”) é a mais desejada, pois as folhas com esta coloração, apresentam vários

aspectos inerentes à qualidade do produto, tendo maior chance de apresentar equilíbrio físico e químico. A cor L (de “lemon”) está presente em tabacos com desenvolvimento afetado por falta de nutriente, erro de manejo, ou de outros fatores. A cor R significa o castanho (manogany), podendo ocorrer em função da colheita de tabacos bem maduros ou além deste ponto, e não deve ser superior a 15-20 % (SINDITABACO, 2017). O G (de ‘green’) é um subtipo de tabaco que apresenta coloração verde, não sendo desejado. Existem três subtipos de classificação. O subtipo K é indesejável, pois é constituído de folhas que apresentam em sua superfície, isoladamente ou em conjunto, predominância de até 50% de coloração esbranquiçada ou pálida, acinzentada, carijó, descorada ou queimada pelo sol, escaudada na estufa ou tostada por excesso de calor durante o processo de cura, com aroma linóleo. O subtipo N é constituído de folhas que apresentam em sua superfície, isoladamente ou em conjunto, predominância de mais de 50% de incidência de coloração acinzentada, escaudadas na estufa, avermelhadas por excesso de calor durante o processo de cura, queimadas pelo sol, ardidadas e pretas quebradiças. Estes últimos três subtipos são indesejáveis para as folhas de tabaco, sendo sufixos que retratam a baixa qualidade do produto.

Tabela 20 – Porcentagem de tabaco classificado por posição de classe de compra no experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	X	C	B	T
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	12,1	29,5	51,8	3,1
2- NKalcio (14-00-15) NIP	11,3	30,1	50,1	5,8
3- NKalcio (14-00-15) SOP	11,2	35,7	45,4	5,8
4- Sem fertilização	31,4	21,6	7,4	34,6
5- Unifertil (15-03-15)	11,7	31,8	43,6	8,5
6- Salitre do Chile (15-00-14) ACF	13,3	30,3	48,8	3,4
7- Sulfammo (15-00-15) *	15,3	28,1	45,6	7,6
8- Sulfammo (15-00-15)	18,6	30,2	25,6	11,1
9- Agrodiza Força (18-14-19) **	19,1	29,3	25,0	14,4
10- Testemunha	22,3	26,9	12,3	29,0

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

No experimento da safra 2014/2015, os tratamentos não apresentaram diferenças relevantes referente à classificação do tabaco Virgínia em folha, pois todos os tratamentos apresentaram valores muito próximos (Tabela 21). Entretanto, não ocorreu no experimento da safra 2015/2016 (Tabela 22) onde os tratamentos testemunhas, que não receberam adubação de cobertura (4 e 10), apresentaram os menores percentuais de tabaco da cor O, seguidos dos tratamentos 8 e 9, com o aumento dos teores de K. Para facilitar o entendimento de qualidade de tabaco para o uso na indústria, é facilitado com a criação de um índice, sendo um índice de qualidade IQS (Tabela 25 e 26), que atribui pesos aos valores mais importantes quanto ao potencial de rendimento do produto e potencial da fumaça dependendo do objetivo do produto a ser desenvolvido, quanto a teores de nicotina, sabor, resíduo de fumaça etc.

Tabela 21 – Porcentagem de tabaco classificado por cor (O, L e R) e tabaco indesejável de classe de compra (G, K e N) do experimento safra 2014/2015.

Tratamentos	O	L	R	G	K	N
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	75,8	2,7	16,5	0,5	2,2	2,5
2- NKalcio (14-00-15) NIP	73,2	1,4	20,0	0,3	1,4	3,8
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	69,4	3,5	19,9	0,6	2,0	4,7
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	73,1	2,0	19,7	0,3	0,3	4,8
5- Unifertil (15-03-15)	68,0	1,2	25,3	1,0	1,0	3,5
6- Salitre (15-00-14) ACF	75,6	2,9	15,9	0,3	2,0	3,3
7- Sulfammo (15-00-15) *	76,0	2,5	17,2	0,3	1,0	3,1
8- Sulfammo (15-00-15)	75,5	5,3	12,3	0,2	2,7	4,1
9- Agr. Força (18-14-19) **	63,1	8,5	21,4	0,1	3,6	3,3

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Tabela 22 – Porcentagem de tabaco classificado por cor (O, L e R) e tabaco indesejável de classe de compra (G, K e N) do experimento safra 2015/2016 (Continua).

Tratamentos	O	L	R	G	K	N
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	66,9	7,7	9,1	0,7	12,7	3
2- NKalcio (14-00-15) NIP	65,5	10,4	6,9	0	14,4	2,8
3- NKalcio (14-00-15) SOP	69,2	7,1	10	0,1	11,8	1,8

Tabela 22 – Porcentagem de tabaco classificado por cor (O, L e R) e tabaco indesejável de classe de compra (G, K e N) do experimento safra 2015/2016 (Conclusão).

Tratamentos	O	L	R	G	K	N
4- Sem fertilização	29,8	24,4	4,4	0	36,4	5,1
5- Unifertil (15-03-15)	61,3	5,5	12,5	0,3	16,2	4,2
6- Sal.do Chile (15-00-14) ACF	65,4	9,1	10,2	0,1	11,0	4,2
7- Sulfammo (15-00-15) *	61,3	9,5	7,5	0,5	18,2	3,1
8- Sulfammo (15-00-15)	32,1	19,7	4,7	0	29,1	14,6
9- Agr. Força (18-14-19) **	34,8	20,6	5,7	0	26,8	12,2
10- Testemunha	20,5	25,0	1,5	0	43,4	9,6

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

A porcentagem de tabaco classificado por qualidade de classe de compra avalia a maturidade das folhas, a elasticidade, e a intensidade de cor na escala de 1 a 3. (Tabelas 23 e 24).

Tabela 23 – Porcentagem de tabaco classificado por qualidade de classe de compra do experimento da safra 2014/2015.

Tratamentos	1	2	3
1- Salitre do Chile (15-00-14) SQM	16,7	36,9	41,9
2- NKalcio (14-00-15) NIP	9,8	39,1	46,1
3- NKalcio (14-00-15) – SOP	3,7	41,8	48,0
4- NKalcio (13-00-15) – SOP	21,4	42,7	30,9
5- Unifertil (15-03-15)	16,8	42,9	35,9
6- Salitre (15-00-14) ACF	20,6	41	33,1
7- Sulfammo (15-00-15) *	13,7	47,5	34,8
8- Sulfammo (15-00-15)	11,4	53,7	28,2
9- Agr. Força (18-14-19) **	26,9	33,5	32,8

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Tabela 24 – Porcentagem de tabaco classificado por qualidade de classe de compra do experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	1	2	3
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	5,7	44,1	34,6
2- NKalcio (14-00-15) NIP	10,5	42,4	29,9
3- NKalcio (14-00-15) SOP	13,4	39,1	34,0
4- Sem fertilização	10,4	23,4	24,8
5- Unifertil (15-03-15)	9,0	39,4	31,2
6- Sal.do Chile (15-00-14) ACF	6,4	46,6	31,9
7- Sulfammo (15-00-15) *	5,9	36,6	36,3
8- Sulfammo (15-00-15)	10,4	22,3	23,8
9- Agr. Força (18-14-19) **	9,8	32,2	19,1
10- Testemunha	9,5	20,8	16,7

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

No experimento da safra 2014/2015, nas avaliações de filler, flavour e full flavour, onde é quantificada a espessura e textura das folhas e o poder de corte, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 25). Quanto ao IQS, os tratamentos com melhores resultados foram, em ordem decrescente: tratamento 4 (NKalcio 13-00-15) NIP), 1 (Salitre do Chile 15-00-14) SQM, 5 (Unifertil 15-03-15), 6 (Salitre 15-00-14) ACF, 7 (Sulfammo 15-00-15*) 8 (Sulfammo 15-00-15), 9 (Agrodiza Força 18-14-19**), 2 (NKalcio 14-00-15 NIP) e, por último o 3 (NKalcio 14-00-15 SOP).

Tabela 25 – Porcentagem de tabaco classificado por grupo de estilo e índice de qualidade (IQS) no experimento safra 2014/2015 (Continua).

Tratamentos	FI	FL	FF	IQS	
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	30,1	27,2	42,8	66,2	ab
2- NKalcio (14-00-15) NIP	25,8	28,7	45,5	61,2	bc
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	33,0	22,9	44,1	57,2	c
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	30,1	28,9	41,0	68,7	a
5- Unifertil (15-03-15)	29,3	29,2	41,6	66,1	ab
6- Salitre (15-00-14) ACF	30,7	25,4	43,9	66,7	ab
7- Sulfammo (15-00-15) *	29,0	26,5	44,5	66,4	ab

Tabela 25 – Porcentagem de tabaco classificado por grupo de estilo e índice de qualidade (IQS) no experimento safra 2014/2015 (Conclusão).

Tratamentos	FI	FL	FF	IQS	
8- Sulfammo (15-00-15)	31,0	33,0	36,1	66,9	ab
9- Agr. Força (18-14-19) **	32,2	23,6	44,3	64,2	ab
C. V. (%) =	17,7	24,6	10,6	6,6	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. FI = filler, FL = flavour, FF = Full Flavour. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

No experimento da safra 2015/2016, os tratamentos apresentaram diferença no tocante às avaliações de filler, flavour e full flavour (Tabela 26). A maior quantidade de filler ocorreu nos tratamentos 4 (Sem fertilização), 10 (Testemunha) e 8 (Sulfammo 15-00-15); para flavour, os valores maiores foram obtidos nos tratamentos 1 (Salitre do Chile (15-00-14) SQM, 2 (NKalcio 14-00-15 NIP), 3 (NKalcio 14-00-15 SOP), 5 (Unifertil 15-03-15), 6 (Salitre do Chile 15-00-14) ACF, 7 (Sulfammo 15-00-15) * e 9 (Agrodiza Força 18-14-19) **; para full flavour, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Tabacos com classificação filler são poucos desejados no mercado, já que produzem fumaças com aromas desequilibrados, sendo classificado como tabaco de baixa qualidade ou sabor, pelo consumidor no momento de fumar; já os tabacos classificados como flavour e full flavour apresentam potencial de qualidade da fumaça superior ao filler. O Brasil é conhecido como produtor de tabacos flavour e full flavour, de alta demanda.

Para IQS os tratamentos diferiram entre si, onde os com melhor desempenho foram, em ordem decrescente: 1 (Salitre do Chile 15-00-14) SQM, 2 (NKalcio 14-00-15 NIP), 3 (NKalcio 14-00-15 SOP), 5 (Unifertil 15-03-15), 6 (Salitre do Chile 15-00-14) ACF, 7 (Sulfammo 15-00-15*), 9 (Agrodiza Força 18-14-19**), 8 (Sulfammo 15-00-15), 4 (testemunha) e tratamento 10 (testemunha). Os tratamentos 2 (NKalcio 14-00-15 NIP), 3 (NKalcio 14-00-15 SOP), 5 (Unifertil 15-03-15), 6 (Salitre do Chile 15-00-14) apresentaram potencial comparados ao tratamento tradicional 1, com Salitre do Chile (15-00-14). Os resultados mostraram que os tratamentos testemunhas, onde não foi adicionado fertilizantes (GHOLIZADEH et al.,2012), que a falta de N e K⁺ afeta o vigor vegetativo de forma a reduzir o índice de qualidade. Evidenciaram também que os tratamentos com fertilizantes de liberação controlada não atenderam a demanda da cultura do tabaco Virgínia.

Tabela 26 – Porcentagem de tabaco classificado por grupo de estilo e índice de qualidade (IQS) no experimento safra 2015/2016.

Tratamentos	FI		FL		FF	IQS	
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	38	c	30	ab	31	59	a
2- NKalcio (14-00-15) NIP	38	c	31	ab	31	60	a
3- NKalcio (14-00-15) SOP	39	c	33	a	28	62	a
4- Sem fertilização	54	a	20	abc	26	48	de
5- Unifertil (15-03-15)	39	c	31	ab	30	57	ab
6- Sal.do Chile (15-00-14) ACF	39	c	29	ab	32	58	ab
7- Sulfammo (15-00-15) *	42	bc	31	ab	27	53	bc
8- Sulfammo (15-00-15)	48	ab	20	bc	33	48	de
9- Agr. Força (18-14-19) **	46	b	26	abc	27	51	cd
10- Testemunha	49	ab	16	c	35	46	e
C.V.	11		29		23	5,3	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. FI = filler, FL = flavour, FF = Full Flavour. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Para nicotina os valores de referência ficam entre 3 a 3,8 %, considerando a média de todas as folhas das posições da planta (X, C, B e T) (Tabela 27). Nos tratamentos da safra 2014/2015 não houve diferença significativa entre os tratamentos. No experimento da safra 2015/2016 (Tabela 28), os tratamentos apresentaram diferença significativa, sendo que os tratamentos 10 (testemunha), 8 (Sulfammo 15-00-15), 9 (Agrodiza Força 18-14-19**), 4 (Sem Fertilização), 7 (Sulfammo 15-00-15*) e 5 (Unifertil 15-03-15) apresentaram valores a baixo do ideal; já os tratamentos 1 (Salitre do Chile 15-00-14 SQM), 2 (NKalcio 14-00-15 NIP), 3 (NKalcio 14-00-15 SOP) e 6 (Salitre do Chile 15-00-14 ACF) apresentaram valores de nicotina dentro da faixa ideal.

A grande diferença no tratamento testemunha 4 – Sem Fertilização deve-se à ausência completa da adição dos nutrientes N e K, no tratamento 10 -testemunha, foi aplicado N e K somente na adubação de pré-plantio e também foi insuficiente para as plantas de tabaco Virgínia.

Os tratamentos de liberação controlada, 7 (Sulfammo 15-00-15*), 8 (Sulfammo 15-00-15) e 9 (Agrodiza Força 18-14-19**), assim como o tratamento 5 (Unifertil 15-03-15) proporcionaram valores menores a 3,0, ficando a baixo da média ideal.

Nos teores referentes ao açúcar, houve diferença significativa apenas na safra 2015/2016, sendo mais elevados (Tabela 27 e 28), provavelmente em função da redução do ciclo do tabaco por causa das condições climáticas adversas, que prejudicam o metabolismo das plantas, ocasionado uma colheita antecipada mesmo antes de atingirem maturidade pelas condições fisiológicas normais, ficando mais evidente nos tratamentos 4 – Sem fertilização e tratamento 10 – testemunha. Valores considerados ideais giram em torno de 14 a 18%, dependendo muito do volume total produzido, e das condições de solo e clima.

Tabela 27 – Percentagem de açúcar total e Nicotina no tabaco no experimento da safra 2014/2015.

Tratamentos	Açúcar Total		Nicotina
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	11,4	bcd	3,78
2- NKalcio (14-00-15) NIP	11,9	abcd	3,81
3- NKalcio (14-00-15) - SOP	9,6	d	4,02
4- NKalcio (13-00-15) - SOP	11,2	bcd	3,74
5- Unifertil (15-03-15)	10,1	cd	3,92
6- Salitre (15-00-14) ACF	13,3	ab	3,75
7- Sulfammo (15-00-15) *	12,3	abc	3,85
8- Sulfammo (15-00-15)	13,9	a	3,48
9- Agr. Força (18-14-19) **	13,9	a	3,67
C. V. (%) =	12,2		7,2

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Além desta interação fica evidente que a falta ou redução de N e K aplicada ao solo tem relação direta com a diminuição do ciclo vegetativo a campo das plantas de tabaco, o que interfere diretamente no seu metabolismo, causando alterações desfavoráveis referente a número de folha, enchimento de folhas e equilíbrio químico (SOUZA & FERNANDES, 2006).

Tabela 28 – Percentagem de açúcar total e Nicotina no tabaco no experimento da safra 2015/2016.

Tratamentos	Açúcar Total		Nicotina	
1- Sal. do Chile (15-00-14) SQM	15,3	d	3,09	ab
2- NKalcio (14-00-15) NIP	17,1	cd	3,05	ab
3- NKalcio (14-00-15) SOP	15,5	d	3,26	a
4- Sem fertilização	22,4	ab	2,41	cd
5- Unifertil (15-03-15)	16,3	d	2,83	b
6- Sal.do Chile (15-00-14) ACF	16,9	cd	3,02	ab
7- Sulfammo (15-00-15) *	17,4	cd	2,7	bc
8- Sulfammo (15-00-15)	21,1	b	2,15	de
9- Agr. Força (18-14-19) **	20,3	bc	2,26	de
10- Testemunha	24,6	a	1,96	e
C.V.=	11,4		9	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2016.

NOTAS: NIP: nitrato de cálcio e nitrato de potássio. SOP: nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de potássio. *reposição com salitre do Chile ** uma única aplicação pré-plantio. Em cada atributo químico, inexistência de letras denota ausência de diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

7 CONCLUSÕES

A limitação de N e K no solo reduz o potencial produtivo em kg ha⁻¹ e qualitativo (IQS) do tabaco Virgínia, reduzindo o nível de nicotina principalmente em anos com precipitação acima da média, ocasionando desequilíbrio químico no tabaco.

O uso de fertilizantes de liberação controlada, como Sulfammo e Agrodiza Força, reduzem a operação de aplicação de fertilizante em cobertura, reduzindo a mão de obra de aplicação de cobertura, porém esses dois fertilizantes proporcionaram plantas de tabaco com menor potencial produtivo e qualitativo em anos agrícolas com ocorrência de chuvas acima da média, quando comparado aos fertilizantes NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (15-03-15), Salitre do Chile (15-00-14) ACF e Salitre do Chile (15-00-14) SQM.

Os fertilizantes NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (15-03-15) e Salitre do Chile (15-00-14) ACF apresentam potência similar ao Salitre do Chile (15-00-14), tradicional produzido pela empresa SQM.

O uso de adubação nitrogenada e potássica em cobertura é importante para que as plantas de tabaco expressem seu potencial produtivo e qualitativo, produzindo tabaco curado de qualidade. A escassez de N e K leva a redução do ciclo vegetativo.

É possível substituir o uso de e Salitre do Chile (15-00-14) SQM, sem perdas de produtividade e qualidade por NKalcio (14-00-15) NIP, NKalcio (14-00-15) SOP, Unifertil (15-03-15), Salitre do Chile (15-00-14) ACF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUBRA. **Associação dos Fumicultores do Brasil**, Disponível em <http://www.afubra.com.br/fumicultura-brasil.html>. Acesso em: 28 mai. 2016.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptado ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p.241-248, 2002.

BALLARI, M. H. Tabaco Virgínia: Aspectos ecofisiológicos de la nutrición en condiciones de cultivo. **Editorial Alejandro Graziani, Cordoba, Argentina**, 2005.

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. **Aplicação de nitrogênio em cobertura de feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001.8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 49).

BARTZ, H.R. Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistemas de produção sob Plantio Direto. In: FRIES, M.R. **Plantio Direto em solos arenosos: alternativas para a sustentabilidade agropecuária**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Ed.Pallotti, 1998. p. 52-81.

BLACK, C.A. **Relaciones agua-suelo-plantas**. Buenos Aires: Ed. Hemisferio Sur, 1975. v.2 865p.

BULL, L.T. Nutrição mineral de milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Informações agronômicas, Piracicaba, 1993. p.63-146.

BINGHAM, Andrew H.; COTRUFO, M. Francesca. Organic nitrogen storage in mineral soil: implications for policy and management. **Science of the Total Environment**, v. 551, p. 116-126, 2016.

CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Nitrogen fractions in the microbial biomass in soils of southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.181-185, 1999.

CAMARGO, F.A.O. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G.A.; CARMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 117-137.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2007. cap. 7, p. 376-449.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z.F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute – Brasil, 2010, volume 2, cap. 1, p. 5-46.

CANTARELLA, H. et al. Lixiviação de nitrogênio. **Perdas de nitrato e potássio em solos arenoso e argiloso e no cultivo do feijoeiro sob lâminas crescentes de irrigação**. p. 22, 2016.

CERETTA, C.A. **Fracionamento de N orgânico, substâncias húmicas e caracterização de ácidos húmicos de solo em sistemas de cultura sob plantio direto**. 1995. 127p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

CERETTA, C.A. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto: sucessão aveia/milho. In: curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo no sistema plantio direto. 1998. Passo Fundo. **Papéis...** Passo Fundo: Editora Aldeia Norte, 1998. p. 12-25.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 eds. Porto Alegre: SBSC/NRS, 400 p., 2004.

CURI, N. et al. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, p. 71-86, 2005.

DE RESENDE, A. V.; MARTINS, E.; DE OLIVEIRA, C.G.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Revista Espaço & Geografia**, v. 9, n. 1 p.19-42, 2006.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J.A. Potássio. In: **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBSC, 2007. 1017 p.

ERNANI, P.R.; BAYER, C.; DE ALMEIDA, J.A.; CASSOL, P.C. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. **Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 393-402, 2007.

ERNANI, P.R. **Química de solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, 2008. 230p.

FARROKH, A. R. et al. Effects of Nitrogen and Potassium Fertilizers on some Agronomical and Morphologic Features of Flue Cured Tobacco Variety No.: K326. **Journal of Progressive Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 84-88, 2011.

FARROKH, A. R. et al. The effect of nitrogen and potassium fertilizer on yield, quality and some quantitative characteristics of flue-cured tobacco cv. Coker347. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 12, p. 1827-1833, 2012.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. dos S.; BRUNETTO, G. **Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.43, n.8, p.1085-1091, ago. 2008.

GHOLIZADEH, R.; ROSHAN, N.M.; SADEGHI, S.M.; DORODIAN, H. Study effects of different nitrogen and potassium fertilizers application amounts on quantitative and qualitative characteristics of tobacco (male sterile variety, PVH19) in Talesh region. **Annals of Biological Research**, Lahijan, Iran v.3, 2012.

HAGHIGHI, H. et al. Effect of different nitrogen and potassium fertilizer levels on quality and quantity yield of flue-cured tobacco (Coker 347). **World Applied Sci J**, v. 15, n. 7, p. 941-946, 2011.

HAUCK, R.D. Nitrogen in crop production. **Soil Science Society of America**, Madison, p.782-785, 1984.

HERMIYANTO, B.; WINARSO, S.; KUSUMANDARU, W. Soil Chemical Properties Index of Tobacco Plantation Land in Jember District. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 9, p. 181-190, 2016.

HOU, M. M. et al. Study on fertilizer N leaching, accumulation, and balance in tobacco fields with N-15 tracing technique. **J Food Agric Environ**, v. 10, n. 2, p. 1284-1289, 2012.

HOYOS, C. et al. Effect of fertilization on the contents of macronutrients and chlorine in tobacco leaves cv. flue-cured (*Nicotiana tabacum* L.) in two municipalities in Huila, Colombia. **Agronomía Colombiana**, v. 33, n. 2, p. 174-183, 2015.

KARAIVAZOGLOU, N. A.; TSOTSOLIS, N. C.; TSADILAS, C. D. Influence of liming and form of nitrogen fertilizer on nutrient uptake, growth, yield, and quality of Virginia (flue-cured) tobacco. **Field crops research**, v. 100, n. 1, p. 52-60, 2007.

KNOBLAUCH, R. Volatilização de amônia em solos alagados influenciada pela forma de aplicação de ureia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 36, n. 3, p. 813-821, 2012.

LAGREID, M.; BOCKMAN, O.C.; KAARSTAD, O. **Agriculture fertilizers and the environment**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 294p.

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema plantio direto no cerrado**. Lavras: UFLA, 2002. 148p.

LISBOA, I. P. **Liberção de nitrogênio e potássio da palha de café em função da adubação nitrogenada**. 2013.

LUANFANG, L. et al. Effect of K accumulation and distribution of flue-cured tobacco under K fertilizer topdressing time reposition. **Southwest China Journal of Agricultural Sciences**, v. 29, n. 7, p. 1660-1665, 2016.

LÓPEZ- LEFEBRE, L. R. et al. Effect of calcium on mineral nutrient uptake and growth of tobacco. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 14, p. 1334-1338, 2001.

MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta**. Instituto do Potássio e do Fosfato, 1977. 60p. (Boletim Técnico,1)

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. Ceres, 1979. 255 p.

MARCHAND, M. Effect of potassium on the production and quality of tobacco leaves. **Optim. Crop. Nutr**, v. 24, p. 7-14, 2010.

MCLEAN, E.D.; WATSON, M.E. Soil measurement of plant available potassium. In: MUNSON, R. D., ed. **Potassium in agriculture**. Madison, American Society of Agronomy, 1985. p.277-308.

MAPA. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**, <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1559235653>>. Acesso em 01 nov. 2016.

MELLO, F.A.F. **Fertilidade do Solo**. São Paulo: Nobel, 1985. 256p.

MELGAR, R., CAMOZZI, M.E.; FIGUEROA, M.M. Nitrogenados. In: **Guía de fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, 1999. cap.1, p.13-25.

MYERS, S. W. et al. Effect of soil potassium availability on soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) population dynamics and soybean yield. **Journal of economic entomology**, Califórnia, v.98, n. 1, p.113-120, 2005.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. p.625-626.

MOREIRA, F.M.S; SIQUEIRA, J.O. **Transformações bioquímicas e ciclos dos elementos do solo**. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. (Ed.). Lavras: Microbiologia e bioquímica do solo, 2002. 626p.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytical Chemistry Acta**, Oxford, v. 27, n. 01, p. 31- 36, 1962.

NACHTIGALL, G. R.; VAHL, L. C. **Capacidade de suprimento de potássio dos solos da região sul do Rio Grande do Sul**. 1991.

NEHMI, I.M.D et al. Feijão In: **AGRIANUAL 2003: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo. **Argos**, p. 329-336, 2003.

PANDOLFO, C. et al. Atlas climatológico do estado de Santa Catarina. **Florianópolis: Epagri**, v. 1, 2002.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. 2nd.ed. California, Academic Press, 1996. 340p.

PINKERTON, A. Recovery of flue-cured tobacco from magnesium deficiency: changes in leaf magnesium content and effects on leaf quality. **Crop and Pasture Science**, v. 23, n. 4, p. 641-649, 1972.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba, **International Plant Nutrition Institute Brasil**, 2011.

REED, T. D. et al. Flue-cured Tobacco Production Guide, 2011. 2010.

RODRIGUES, M. A. de C. et al. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 127-133, 2014.

ROJO, L. W. 2008. **Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad: tabaco. SQM, Santiago.**

ROY, S.; SINGH, J. S. Seasonal and spatial dynamics of plant-available N and P pools and N-mineralization in relation to fine roots in a dry tropical forest habitat. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, n. 1, p. 33-40, 1995.

ROSOLEM, C. A. et al. Potássio lixiviado da palha de aveia-preta e milho após a dessecação química. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1169-1175, 2007.

SCHEIBLE, W. et al. Accumulation of nitrate in the shoot acts as a signal to regulate shoot-root allocation in tobacco. **The Plant Journal**, v. 11, n. 4, p. 671-691, 1997.

SINDITABACO. **Sindicato Interestadual da Indústria do Tabaco**, Disponível em: <http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/estatisticas-e-infograficos/>. Acesso em: 28 mai. 2016.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

STIPP, R.S. A manual for improving the management of plant nutrition. EUA, **International Plant Nutrition Institute**, p.22-25, 2012.

SOUZA, R.S.; FERNANDES M.S.; Nitrogênio In: FERNANDES M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência dos Solos, 2006. 216p.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 eds. Porto alegre: Artmed, 2012. 720 p.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim Técnico, 5).

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008.

XU, Q.; ROCHELLE, G. T. Solvent reclaiming by crystallization of potassium sulfate. **Energy Procedia**, v. 1, n. 1, p. 1205-1212, 2009.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. Quando, como e quando aplicar? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 74, p.1-5, 1996.

YANG, J. et al. Research Progress of Factors Influencing the Yield and Quality of Flue-cured Tobacco. **Agricultural Science & Technology**, v. 16, n. 4, p. 820, 2015.

YE, X. et al. Effect of Different Kinds of Potassium Fertilizer on the Contents of Potassium, Neutral Aroma Components and Non-volatile Organic Acids of Flue-cured Tobacco. **Chinese Journal of Soil Science**, v. 2, p. 025, 2008.

WALCH-LIU, P. et al. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 343, p. 227-237, 2000.

WIETHÖLTER, S. **Adubação nitrogenada no sistema plantio direto**. EMBRAPA-CNPT, 1996.