



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-PRODUÇÃO VEGETAL**

ADENAELSON DE SOUSA MARQUES

**FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
CULTURA DA MACIEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

PETROLINA-PE

2017

ADENAELSON DE SOUSA MARQUES

**FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
CULTURA DA MACIEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. ÍTALO
HERBERT LUCENA CALVANTE
Co-orientador: DR. PAULO
ROBERTO COELHO LOPES

PETROLINA-PE
2017

Ficha catalográfica

M357f Marques, Adenaelson de Sousa
Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura da macieira no submédio do Vale do São Francisco / Adenaelson de Sousa Marques. -- Petrolina, 2017.
66 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Referências.

1. Nutrição mineral. 2. Macieira. 3. Vale do São Francisco. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD 634.11

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecária: Ana Cleide Lucio CRB – 4/6024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

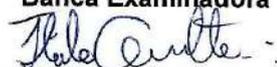
ADENAELSON DE SOUSA MARQUES

FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
CULTURA DA MACIEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO
FRANCISCO

Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Agronomia – Produção Vegetal,
pela Universidade Federal do
Vale do São Francisco.

Aprovada em: 24 de fevereiro de 2017.

Banca Examinadora



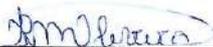
(Prof. Dr. Italo Herbert Lucena Cavalcante)



(Dr. Paulo Roberto Coelho Lopes)



(Prof. Dr^a. Rita de Cássia Mirela Resende Nassur)



(Dr^a. Inez Vilar de Moraes Oliveira)

Bem-aventurados sereis por
semear à margem de todos os
cursos das águas,
Isaías-32:20a

AGRADECIMENTOS

A Deus pela concessão da vida e pela alegria de viver em todos os momentos, pela saúde e força sempre oferecidas e por ter tornado possível essa grande conquista.

Aos meus pais, Paulo Lino Marques e Cleusa de Sousa Marques pelo amor e carinho e pelos ensinamentos sempre oferecidos durante toda minha vida.

Aos meus amados irmãos (ãs) Cleide de Pereira de Sousa, Maria das Dores de Sousa Marques, Hercília Sousa Carreiro, Aldimira de Sousa Marques, Aldir de Sousa Marques, Feliciano Lino Marques, Maria Geocília de Sousa Silva, Paulo Lino Marques Filho, Adiel de Sousa Marques, Adeelson de Sousa Marques e Abner de Sousa Marques, pelo companheirismo, afeto fraternal e amoroso e por sempre me incentiva pra que eu possa sempre seguir pelos caminhos vitoriosos que Deus sempre nos ofereceu.

Aos meus cunhados (as) Pedro Pereira da Silva, Leônidas Gomes Carreiro, Francisco Pereira da Silva, Lusivaldo Pereira da Silva, Adailton Gomes Carreiro, Eduardo da Silva Eugênio, Clara Gomes de Almeida Marques, Maria das Luzes Barbosa de Sá, Lucide Pereira da Silva, Priscila Alves Rocha Marques, Lara Sousa da Silva, pelos incentivos concedidos e pela amizade e por fazerem parte da realização dessa conquista.

Aos meus queridos (as) sobrinhos Cleusineide Pereira de Sousa Ferraz, Mileide Pereira de Sousa, Acelino Pereira de Sousa, Vanelma, Gomes Carreiro Vaniclecia Gomes Carreiro, Vanilson Gomes Carreiro, Maique de Sousa Marques, Willims de Sousa Marques, Weida de Sousa Marques, (Jocenilton de Sousa Marques, *In memoriam*) Francelda de Sá Marques, Lara de Sá Marques, Kelle de Sá Marques, Ana Paula de Sá Marques, Cleison da Silva Sousa, Ana Carolina da Silva Sousa, Ariel da Silva Sousa, João Paulo de Almeida Marques, Pablo José de Almeida Marques, Felipe de Almeida Marques, Breno de Sousa Silva, Kessiane de Sousa Silva, Brendson de Sousa Silva, Wallace, Erique Marques, Juliana Marques José Roldofo Marques, Paulo Darlyson da Silva Marques, Larissa Marques Eugênio, Arthur Thallys da Silva Marques, por ser minha alegria, me proporcionando força e determinação em todos os momentos nessa conquista.

À minha namorada Maria Gonçalves Feitosa, pelo amor e carinho sempre concedidos e compreensão todo esse tempo, por estar sempre ao meu lado nessa conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, pela sua orientação, pela paciência, confiança e profissionalismo, pelos conhecimentos e incentivos concedidos nesta longa caminhada.

A Dr. Paulo Roberto Coelho Lopes pela orientação e suporte necessário ao desenvolvimento do experimento.

À universidade Federal do Vale do São Francisco por proporcionar o conhecimento obtido e pela conquista a me concedido.

Aos Docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal, pelo aprendizado concedido e incentivo em busca o conhecimento.

Ao grupo de Pesquisa Frutvasf, pela ajuda e contribuição durante esse período.

Aos meus amigos Antuerbe Brandão Marinho, Diógenes de Sousa Brito, José Liberalino, Guilherme Neves Ferreira dos Santos, Laiane Eugênia Delmondes Mudo, pela força na Condução e avaliações do experimento.

Aos meus amigos de lutar Firmino Nunes e Leonardo Brito pelo apoio e amizade concedida.

Aos meus amigos Erivan dos Santos Sousa, Roberto Lustosa Silva e José Alves Pessoa Neto, pela amizade e momentos alegres que dividimos durante esse período de convivência.

A fazenda sereníssima pelo suporte necessário na condução do experimento.

A Embrapa Semiárido pela suporte necessário à condução dos experimentos.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa.

A banca examinadora pelas contribuições feitas ao trabalho.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- FIGURA 1.** Temperatura do ar (A e B), umidade relativa do ar (C e D) e pluviosidade (E e F) durante a execução dos experimentos, 2015 e 2016. **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- FIGURA 2.** Produção por planta, (A e B), número de frutos por planta (C, D e E) em função de adubação nitrogenada e potássica nas safras nos anos de 2015 e 2016..... 31
- FIGURA 3.** Índice de clorofila *a* (A), *b* (B) e total (C) em função de adubação nitrogenada e potássica na safra 2016..... 33
- FIGURA 4.** Teores de nitrogênio (A e B) e potássio (C e D) foliares da macieira cv 'julieta' em função da fertirrigação nitrogenada e potássica nas safras nas de 2015 e 2016. 35
- FIGURA 5.** Teores de nitrogênio (A e B) e potássio (C e D) em frutos da maçã cv 'julieta' em função da fertirrigação nitrogenada e potássica nas safras nas de 2015 e 2016. 36

CAPÍTULO II

- FIGURA 1.** Temperatura do ar (A e B), umidade relativa do ar (C e D) e pluviosidade (E e F) durante a execução dos experimentos, 2015 e 2016. 41
- FIGURE 2.** Diâmetro longitudinal (A) diâmetro transversal (B e C), massa de frutos (D e E), firmeza (F e G) em função de adubação nitrogenada e potássica nas safras nos anos de 2015 e 2016..... 54
- FIGURE 3.** Sólidos solúveis (A e B), acidez titulável (C), sólidos solúveis/acidez titulável (D e E), e produtividade (F e G) em função de adubação nitrogenada e potássica nas safras nos anos de 2015 e 2016..... 57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- TABELA 1.** Características químicas e granulométricas do solo antes da implantação do experimento nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm. no município de lagoa grande -pe, 2015/2016. 24
- TABELA 2.** Resumo das análises de variância das variáveis estudadas clorofila *a* (CLO *a*), clorofila *b* (CLO *b*), clorofila total (CLO total) produção por planta (PP) número de frutos/plantas (NFP) nas safra de 2015/2016 no município de lagoa grande-pe, 2016. 29

CAPÍTULO II

- TABELA 1.** Características químicas e granulométricas do solo antes da implantação do experimento nas profundidades de 0 - 20 e 21- 40 cm, safra de 2015 e 2016. 47
- TABELA 2.** Resumo das análises de variância das variáveis estudadas, [diâmetro longitudinal (dl) diâmetro transversal (DT) massa dos frutos, (MF) firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez tituláveis (AT), sólidos solúveis/acidez tituláveis (SS/AT), produtividade (PT)] nas safras de 2015 e 2016 em função de fertirrigação nitrogenada e potássica. 52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Nitrogênio.....	12
2.2 <i>Adubação nitrogenada</i>	12
2.3 <i>Potássio</i>	13
2.4 <i>Adubação potássica</i>	14
2.5 <i>Influência do nitrogênio e potássio na qualidade de frutos</i>	14
CAPÍTULO I	20
PRODUÇÃO DA MACIEIRA, cv. 'JULIETA', FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM CONDIÇÃO SEMIÁRIDA TROPICAL	20
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1 <i>Caracterização da área experimental</i>	23
2.2 <i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	25
2.3 <i>Cultivar e sistema de plantio</i>	26
2.4 <i>Condução do experimento e tratos culturais</i>	26
2.5 <i>Variáveis estudadas e análises estatísticas</i>	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4. CONCLUSÕES	38
CAPÍTULO II	43
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS COLHEITA DA MACIEIRA cv. 'JULIETA' FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO NO SEMIÁRIDO TROPICAL	43
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 <i>Caracterização da área experimental</i>	46
2.2 <i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	46
2.3 <i>Cultivar e sistema de plantio</i>	48
2.4 <i>Condução do experimento e tratos culturais</i>	48
2.5 <i>Variáveis estudadas e análises estatísticas</i>	50
5. CONCLUSÕES	60
6. REFERÊNCIAS.....	61
ANEXOS	65

1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçã no ano de 2015 foi de 1.387,617 toneladas (IBGE, 2015). Esse é devido ao avanço da tecnologia juntamente ao melhoramento genético e manejo que possibilitou a criação de cultivares com potencial para áreas com pouca incidência de frio (FIORAVANÇO, 2009).

A expansão das áreas de macieira no Brasil se deu a partir de cultivares com menor requerimento de frio e da capacidade de adaptação a climas diferenciados. Cultivares como 'Eva' e 'Princesa' possibilitam uma boa produção de frutos de qualidade sendo estas algumas das mais cultivadas em regiões com baixa incidência de frio (CHAGAS et al., 2012; LOPES et al., 2012; MIRANDA et al., 2015b).

Uma das formas de se avaliar a exigência nutricional da macieira é através da quantidade extraída e exportada pelos frutos. A marcha de absorção de nutrientes é representada pelos teores de nutrientes presentes nas folhas brotadas durante o ciclo produtivo (NACHTIGALL et al., 2004). O monitoramento da fertilidade do solo poder ser feito através da análises químicas podendo ser auxiliado pelos sintomas visuais observados e diagnosticado em campo (ERNANI, 2003).

A macieira apresenta elevada exigência nutricional desde o início da implantação do pomar, com maior requerimento nas fases iniciais (DE ANGELIS et al., 2011). A cultura da macieira apresenta requerimento por macronutrientes na seguinte ordem: potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo. Dentre os micronutrientes o boro, é requerido em maior quantidade, seguido pelo zinco, ferro e manganês que são importantes ativadores enzimáticos (NACHTIGALL et al., 2004).

O nitrogênio na cultura da macieira é de grande importância, faz parte de muitos compostos importantes das células e reações bioquímicas o nitrogênio pode ser encontrado nos aminoácidos que formam a estrutura dos ácidos nucleicos e das proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Uma pequena porcentagem do N, porém não menos importante, integra as moléculas de clorofila, dos nucleotídeos (ATP, ADP, NAD e NADP), dos ácidos nucleicos (ADN e ARN), das purinas, pirimidinas, vitaminas e das coenzimas (ERNANI, 2003).

O potássio tem grande importância para a cultura da macieira por ser um nutriente que participa de inúmeras funções na planta desde ativação de várias enzimas, participando ainda da fotossíntese da respiração. Atua na síntese de proteínas e carboidratos e da adenosina trifosfato (ATP), na regulação osmótica e

manutenção de água na planta e abertura e fechamento dos estômatos (ERNANI et al., 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica, aplicada na macieira cv. Julieta em clima semiárido tropical, considerando aspectos de produção, produtividade e qualidade de frutos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A macieira (*Malus domestica* Borkh) é uma cultura de clima temperado, que apresenta grande importância econômica, que tem apresentado potencial para cultivos em outras regiões como o semiárido onde as condições edafoclimáticas têm sido capazes de assegurar o bom desempenho agrônomo de espécies vegetais de várias procedências para produção comercial (LOPES & OLIVEIRA, 2014).

Por outro lado, o manejo de fertilizantes em novas áreas com condições edafoclimáticas diferentes da região tradicional de cultivo, tem demandando pesquisas, especialmente para os principais nutrientes exigidos pela macieira, como nitrogênio e potássio.

2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um nutriente que atua diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento vegetativo, produtivo, na formação de clorofila, proteínas e inúmeras enzimas, e tem sido considerado um dos principais nutrientes a limitar o crescimento e produtividade dos vegetais. Sua deficiência é observada em folhas velhas devido à grande mobilidade do nutriente na planta, redução no crescimento e na produtividade (MARSCHNER, 2011).

O uso equilibrado de N favorece o bom desenvolvimento da planta, e melhor formação de gemas de qualidade, proporcionando um excelente tamanho da copa, o que é essencial para o ganho de produção e produtividade da macieira (BRUNETTO et al., 2012; CASTRO et al., 2015).

2.2 Adubação nitrogenada

A aplicação de N em pomares de macieira tem como objetivo proporcionar boa formação durante a fase que antecede a produção, pois o nitrogênio aumenta a quantidade de frutos por planta e melhora a nutrição das gemas. (NAVA et al., 2007) Nos primeiros anos os pomares de macieira necessitam de uma quantidade maior de N devido à pouca expansão das raízes na fase inicial (NAVA et al., 2007).

Em muitas regiões produtoras de maçãs o N é aplicado após a colheita dos frutos com o objetivo de aumentar as reservas das árvores pois aplicações mais tardias podem interferir negativamente na coloração vermelha dos frutos (ERNANI et al., 2000).

As recomendações atuais de adubação nitrogenada para o crescimento de macieira no Brasil sugerem quantidades de 18; 27 e 36 kg ha⁻¹ ano⁻¹, para o 1º, 2º e 3º anos após o plantio das mudas, respectivamente, para pomares nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004). As quantidades de N retirados do solo pelas plantas chegam a uma faixa de 60 a 75 kg ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo do rendimento produtivo, sendo necessário outras formas de fornecimento de nutriente além da adubação orgânica (BRUNETTO et al., 2012; TAGLIAVINI & SCANDELLARI, 2013).

Estudos com adubação via foliar, com diferentes doses de N constaram que a absorção de nitrogênio ocorre nas primeiras horas após aplicação, o que pode estar diretamente ligado a alta permeabilidade do nitrogênio nos espaços celulares das folhas e isso mostra o quanto o nitrogênio é dinâmico no meio (NESTBY & TAGLIAVINI, 2005; BRUNETTO et al., 2012).

Assim, a adubação nitrogenada tem grande influência na cultura da macieira, pois a deficiência prejudica o desenvolvimento das plantas, a produtividade e a frutificação efetiva, além de causar a queda prematura das folhas e a alternância anual da produção (DOLINSKI et al., 2005). Por outro lado, o excesso de N também é prejudicial, pois estimula o desenvolvimento excessivo da vegetação, com reflexos negativos na qualidade das gemas e dos frutos, principalmente na coloração da epiderme, no aparecimento de distúrbios fisiológicos, e na conservação dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005; MIQUELOTO, et al., 2011).

Lima (2015) observou a influência da fertirrigação nitrogenada nos parâmetro produtivos e índice de clorofila foliar na cultura da macieira cultivar 'Julieta' no primeiro ciclo produtivo em condição semiárida tropical. Miranda et al. (2015ab) observou bom desempenho produtivo qualidade em duas cultivares de macieiras 'Eva' e 'Princesa' no sub médio do São Francisco.

2.3 Potássio

O potássio, absorvido como cátion (K⁺) é um nutriente que não faz parte de nenhum composto nas plantas, mas de forma livre regula e participa de muitos processos essenciais, tais como na fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, absorção de água do solo, atividades enzimáticas, formação de amido e

síntese protéica (HAVLIN et al., 2005). A absorção de K está diretamente ligada à atividade metabólica, tendo uma elevada mobilidade nas plantas, sendo transportado a longa distância pelo xilema e floema (MARSCHNER, 2011).

A disponibilidade do potássio no solo é essencial para ser absorvido pelas raízes pois a alteração na concentração de elementos minerais pode ter consequências na fase de desenvolvimento das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Neilsen & Neilsen (2011) estudando a consequência de potássio e sulfatos de magnésio em pomares de maçã com alta densidade de planta observaram que as concentrações de potássio em diferentes profundidades do solo aumenta qualidade físico-química dos frutos.

2.4 Adubação potássica

Para Ernani et al. (2002) a adubação potássica afeta o rendimento, a composição mineral, a acidez, a intensidade da coloração vermelha dos frutos e a incidência de danos causados por CO₂ em maçãs armazenadas. Szewczuk et al. (2009) afirmam que há necessidade de se manejar o potássio no solo de forma correta para mantê-lo em quantidades adequadas para as plantas de macieira. Segundo Tartachnyk & Blanke (2004), o K aumenta a translocação de açúcares para os tecidos promovendo seu crescimento, desta forma, plantas deficientes em K produzem frutos de tamanho reduzido.

A adubação potássica afeta positivamente a qualidade físico-química de frutos de macieira (HUNSCHE et al., 2003). A aplicação de doses elevadas de K modifica o formato do fruto em sua secção longitudinal, resultando consequentemente em frutos com maiores tamanhos. A deficiência desse nutriente prejudica diretamente a formação dos órgãos vegetativos e frutíferos devido a diminuição da síntese de carboidratos nas folhas. (HUNSCHE et al., 2003; MARSCHNER, 2011).

Plantas cultivada em condições de estresses e uso de aplicação foliar de KNO₃ promovem o acúmulo de K foliar, e a planta passa a sintetizar prolina que ajuda no equilíbrio e controle do potencial osmótico da célula da planta fazendo com que as plantas retirem maiores quantidades de água do solo (GIMENO et al., 2014).

2.5 Influência do nitrogênio e potássio na qualidade de frutos

O nitrogênio e o potássio tem influência direta com a qualidade de frutos da macieira, o potássio é o nutriente mais extraído pelos frutos, seguido pelo nitrogênio, o que aumenta a exigência da cultura da macieira pelo nutriente (NAVA & DECHEN, 2009). Parâmetros físico-químicos são influenciados pelo N e K podendo terminar

duração dos frutos na pós-colheita, frutos com baixa acidez no período da colheita resultará em perda de qualidade organoléptica e no armazenamento dos frutos (NAVA et al., 2008).

Os teores de N e K geralmente são frequentemente associadas a alterações das propriedades físico-químicas dos frutos. O excesso de N induz crescimento vegetativo rápido, o que pode causar tonalidade excessiva dos frutos e redução da coloração da casca vermelha (DAUGAARD & GRAUSLUND, 2000). Em geral, a deficiência de K inibe a biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C, resultando em menor teores de sólidos solúveis em frutos de maçã, o N e K tem relação direta com a coloração vermelha da casca (NEILSEN et al., 2000).

3. Referências

- BRUNETTO, G.; SCHMITT, D.E.; OLIVEIRA, B.S.; AMBROSINI, V.G.; CASALI, A.V.; FRONZA, D.; SANTOS, D.R.; EDUARDO GIROTTO, E.; MELO, G.W. Teor de nitrogênio e reservas nitrogenadas em folhas e ramos do ano de macieiras submetidas à adubação nitrogenada foliar. **Revista Biotemas**, v.25, n.4, p. 59-64, 2012.
- CHAGAS, E.A.; CHAGAS, P.C.; PIO, R.; BETTIOL NETO, J.E.; SANCHES, J.; CARMO, S.V.; CIA, P.; PASQUAL, M.; CARVALHO, A.S. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p. 1764-1769, 2012.
- CASTRO, D.C.; MICHELOUD, N.; BUYATTI, M.; GARIGLIO, N.F. Carga ótima de frutos na macieira ‘princesa’ de baixo requerimento em frio invernal: resultados preliminares. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p. 517-523, 2015.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2004. 404 p.
- DE ANGELIS, V.; SÁNCHEZ, E.; TOGNETTI, J. Timing of nitrogen fertilization influences color and anthocyanin content of apple (*Malus domestica* borkh. cv ‘Royal Gala’) fruits. **International Journal of Fruit Science**, v.11, n. 4, p. 364-375, 2011.
- DOLINSKI, M.A.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L.; SOUZA, S.R.; MAY-DE-MIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro ‘Chimarrita’ em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal SP, v.27, n. 2, p. 295-299, 2005.
- DAUGAARD, H. & GRAUSLUND, J. Fruit color and correlations with orchard factors and post-harvest characteristics in apple cv. ‘Mutsu’. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.74, p. 283–287, 2000.
- ERNANI, P.R.; DIAS, J.; BORGES, M. A aplicação de nitrogênio ao solo em diferentes estádios não afetou o rendimento de frutos de cultivares de macieira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 223-227, 2000.
- ERNANI, P. R.; DIAS, J.; FLORE, J. A. Annual additions of potassium to the soil increased apple yield in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v. 33, n. 7/8, p. 1291-1304, 2002.
- ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. UDESC, 2003.

- ERNANI, P. R.; ALMEIDA J. A.; SANTOS, F. C. **potássio. Fertilidade do solo**. Viçosa, SBCS, 2007 p. 551-589.
- FIORAVANÇO, J.C. maçã brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação - a tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**, SP, v.39, n.3, p. 56-67, 2009.
- GIMENO, V.; DÍAZ-LÓOPEZ, L; SIMÓN-GRAO, S MARTÍNEZ, V; MARTÍNEZ-NICOLÁS, J.J; GARCÍA-SÁNCHEZ, F. Foliar potassium nitrate application improves the tolerance of Citrus macrophylla L. seedlings to drought conditions. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.83, p. 308-315, 2014.
- HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; E ERNANI, P.R. Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs 'Fuji'. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 489-496, 2003.
- HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers**. 7 ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2005, 515 p.
- IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017 Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>> acesso em 12 de Mar. 2017.
- LIMA, F.N. **Manejo de fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura da macieira cv. 'julieta' em condições semiáridas**. 2015. 57 f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Piauí.
- LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. de M. cultivo de fruticultura de clima temperado no semiárido brasileiro 2014. In: Pio, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. UFLA, Lavras, Brasil. 652 p.
- LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R.R.S.; CAVALCANTE, I.H.L. Caracterização fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1277-1283, 2012.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 2011, 889p.
- MIRANDA, J.M.S.; CAVALCANTE, I.H.L.; OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C.; Advances on apple production under semiarid climate: N fertigation. **Emirates Journal of Food and Agriculture** v. 27, n.10, p. 744-748. 2015a.
- MIRANDA, J. M. S. CAVALCANTE, Í. H. L.; OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; ASSIS, J. S. Fruit quality of 'Eva' e 'Princesa' apples grown under nitrogen fertigation

- in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.19, n.10, p. 967–972, 2015b.
- MIQUELOTO, A.; AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C. A.; SANTOS, A. MIQUELOTO, T.; SILVEIRA, J.P.G. Atributos fisiológicos, físico-químicos e minerais associados à ocorrência de "bitter pit" em maçãs. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.46, n.7, p. 689-696, 2011.
- NACHTIGALL, G. R.; BASSO, C.; FREIRE, C. J. S. Nutrição e adubação de pomares. In: NACHTIGALL G.R. **Maçã produção**. Bento Gonçalves, Embrapa uva e vinho, 2004, 63-77p.
- NAVA, G.; NUERNBERG, N. J.; PEREIRA, A. J. DECHEN, A. R. Adubação de crescimento de macieira cv. Catarina sobre porta-enxerto marubakaido em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 359-363, 2007.
- NAVA, G.; DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Nitrogen and Potassium Fertilization Affect Apple Fruit Quality in Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 39, n 1-2, p. 96–107, 2008.
- NAVA, G.; DECHEN, A.R. Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of 'fuji' apple. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, n.3, p. 377-385, 2009.
- NEILSEN, G.H., PARCHOMCHUK, P., NEILSEN, D., ZEBARTH, B.J. Drip-fertigation of apples trees affects root distribution and the development of K deficiency. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 80, n. 2, p. 353–361, 2000.
- NEILSEN, G. H. & NEILSEN, D. Consequences of potassium, magnesium sulphate fertilization of high density Fuji apple orchards. **Journal of Soil Science Canadian**, v.91, p. 1013-1027, 2011.
- NESTBY, R.; TAGLIAVINI, M. Foliar uptake and partitioning of urea-N by strawberry plants as affected by timing of supply and plant N status. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Asford, v. 80, n. 2, p. 272-275, 2005.
- O'KENNEDY, B.T., HENNERTY, M.J., TITUS, J.S. The effects of autumn foliar urea sprays on storage forms of nitrogen extracted from bark and wood of apple shoots. **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v.50, p. 331-338, 1975.
- SZEWCZUK, A.; KOMOZA, A.; GUDAROWSKA, E. effect of different potassium soil levels and forms of potassium fertilizers on micro-elemental nutrition status of apple trees in early fruition period. **Journal. Elementol**, v.14, n.3, p. 553–562, 2009.
- TAGLIAVINI, M; SCANDELLARI, F. Methodologies and concepts in the study of nutrient uptake requirements and partitioning in fruit trees. Proceedings of the Seventh

International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 984, p. 47-56, 2013.

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

TARTACHNYK, I.I. & BLANKE, M.M.; Effect of delayed fruit harvest on photosynthesis, transpiration and nutrient remobilization of apple leaves. **New Phytologist**, v.164, n. 3, p. 441–450, 2004.

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DA MACIEIRA, cv. 'JULIETA', FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM CONDIÇÃO SEMIÁRIDA TROPICAL

RESUMO

A cultura da macieira vem expandido recentemente para regiões de grande potencial produtivo e que apresentam condições climáticas variadas, graças às técnicas avançadas de melhoramento de planta, onde vem sendo possível o cultivo em regiões com baixa ocorrência de frio. A aplicação de nutrientes via fertirrigação, aumenta aproveitamento pelas plantas. A adubação nitrogenada e potássica é de grande importância para a manutenção da cultura sendo responsável pelo crescimento da planta e qualidade de frutos. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, correspondentes a: i) doses de nitrogênio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de N por planta) e ii) doses de potássio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de K por planta). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 144 plantas. O uso de diferentes doses de nitrogênio e potássio, via fertirrigação melhora positivamente a produção em diferentes safras, aumentando o número de frutos por planta e influenciando positivamente os índices de Clorofila *a*, *b* e total em condição semiárida tropical. Os teores de nitrogênio e potássio em folha e frutos de macieira cv 'Julieta' apresentaram-se adequando ao desenvolvimento da cultura na condição semiárida do suméio do São Francisco.

.Palavra-chave: *Malus domestica* Borkh, nutrição mineral, nutriente essencial.

ABSTRACT

The cultivation of the apple tree has recently expanded regions of great productive potential and that present climatic conditions, than to the advanced techniques of plant breeding, it is possible to cultivate in regions with low occurrence of cold. The application of nutrients via fertigation increases plant utilization. Nitrogen and potassium fertilization great importance for the maintenance of the crop being responsible for plant growth and fruit quality. The experimental design was in a 4 x 4 factorial design, corresponding to: i) fertirrigation nitrogen doses (30, 60, 90 and 120 g of N per plant) and ii) potassium doses via fertigation (30 , 60, 90 and 120 g K per plant). The treatments were distributed in randomized blocks, with three replications and three plants per plot, totaling 144 plants. The use of different doses of nitrogen and potassium, via fertigation, positively improves the production in different crops, increasing the number of fruits per plant and positively influen the indexes of Chlorophyll a, b and total in tropical semiarid condition. The nitrogen and potassium contents in leaf And apple fruit 'Julieta' presented to suit the development of culture in the semi-arid condition of the San Francisco.

Keywords: *Malus domestica* Borkh, mineral nutrition, essential nutrient.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o cultivo da macieira é concentrado na região Sul, principalmente nos estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que juntos produzem 95,86% de toda fruta maçã brasileira (IBGE, 2015). Entretanto, resultados experimentais têm demonstrado que há potencial para cultivo dessa frutífera em regiões não tradicionais e com baixa ou nenhuma incidência de frio (LOPES et al., 2012; LOPES et al., 2013; MIRANDA et al., 2015ab; LIMA, 2015), adotando cultivares pouco exigente em frio, que diferem das cultivares mais produzidas no Brasil, 'Gala' com 60,0% de área cultivada e 'Fuji' com área cultivada de 30,0% (PETRI et al., 2011).

A adubação da macieira como qualquer frutífera está relacionada com as características de solo quanto à classe e matéria orgânica (ERNANI, 2003), o manejo da adubação é de grande importância para manter uma produção de qualidade e obter frutos com padrão comercial (SOUZA et al., 2013).

O nitrogênio (N) e o potássio (K) são os nutrientes mais exportados pelas maçãs, no entanto a macieira necessita de um suprimento balanceado destes nutrientes para garantir o equilíbrio nutricional da planta, produtividade e qualidade dos frutos (NAVA & DECHEN, 2009). A deficiência de N é caracterizada pela coloração verde clara visível em folhas velhas, redução do crescimento vegetativo, na produtividade e no desenvolvimento da planta (NACHTIGALL et al., 2004). Entretanto, o excesso desse nutriente, pode promover desequilíbrio de outros nutrientes, principalmente relacionados ao efeito negativo que exercem sobre a absorção e alocação de cálcio na planta (NAVA & DECHEN, 2009).

Apesar da elevada demanda de N pela macieira os efeitos da adubação nitrogenada na produtividade e qualidade dos frutos ainda não são conclusos na literatura científica, segundo Nava & Dechen (2009). Aplicação de N via fertirrigação pode influenciar positivamente a produção de frutos de macieira, possibilitando um acréscimo na produtividade. Por outro lado o nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta uma grande diversidade no meio, pois as plantas absorvem o N de várias maneiras desde formas inorgânicas e orgânicas presentes no solo a formas simples como NH_4^+ e ON^+_3 (NÄSHOLM et al., 2009).

Com o manejo da fertirrigação e conhecimento da demanda nutricional das culturas irrigadas possibilitou a aplicação nutrientes como N e K, e uma maior eficiência na absorção pela planta, isso porque oferece à planta o nutriente prontamente disponível na solução do solo para ser absorvido (MARCUSI, 2005).

Economia de fertilizantes por unidade produzida, melhor uniformidade de distribuição de nutrientes (ELOI et al., 2007).

O aplicação de potássio resulta em aumento da massa dos frutos por outro lado plantas de macieira deficientes em K podem produzir frutos de tamanho reduzido, diminuindo o rendimento na produtividade (HUNSCHE et al., 2003; TARTACHNYK & BLANKE, 2004). Aplicação de potássio de forma parcela favorece o acúmulo nas folhas e frutos (LU et al., 2015).

Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar aplicação de N e K via fertirrigação na produção e índice de clorofila da macieira 'Julieta' cultivada no semiárido tropical.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em um pomar experimental na Fazenda Sereníssima localizada no município de Lagoa Grande-PE, nas coordenadas geográficas 09°21' de latitude Sul, 40°34' de longitude oeste, na altitude média de 375 m, no Submédio do Vale do São Francisco, durante o período de Julho de 2015 a dezembro de 2016. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como semiárido quente e seco (BswH).

As características químicas e granulométricas do solo da área experimental encontram-se na Tabela 1, e os dados referentes às variáveis climáticas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), coletados na estação meteorológica da Embrapa Semiárido, durante a execução do experimento encontram-se na Figura 1.

Tabela 1 Características químicas e granulométricas do solo antes da implantação do experimento nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm. No município de Lagoa Grande -PE, 2015/2016.

Característica do solo	Profundidade do solo	
	0-20	20-40
pH	5,9	5,7
-----mg/dm ³ -----		
P	26	18
-----cmol _c /dm ³ -----		
K ⁺	0,58	0,41
Ca ²⁺	3,20	3,50
Mg ²⁺	1,0	1,10
Na ⁺	0,09	0,09
S	4,87	5,10
H+Al	0,64	1,12
T	5,51	6,22
Al ³⁺	0,00	0,00
-----%-----		
V	88	82
SAT Ca ²⁺	58,10	56,30
SAT Mg ²⁺	18,10	17,70
SAT Na ²⁺	1,60	1,40
SAT K ⁺	10,50	6,60
C.E	0,86	1,360
M.O.	4,00	4,10
C	2,30	2,40
Areia	83	69,70
Silte	3	10,60
Argila	12	18,60
-----mg/dm ³ -----		
Cu	1,40	1,10
Fe	42,50	31,60
Mn	45,70	29,90
Zn	23,80	104,00

MO = Matéria orgânica; CTC = Capacidade de troca catiônica [Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺ + (H⁺ + Al³⁺)]; SB = Soma de bases; V = Saturação por bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺/CTC) x 100.

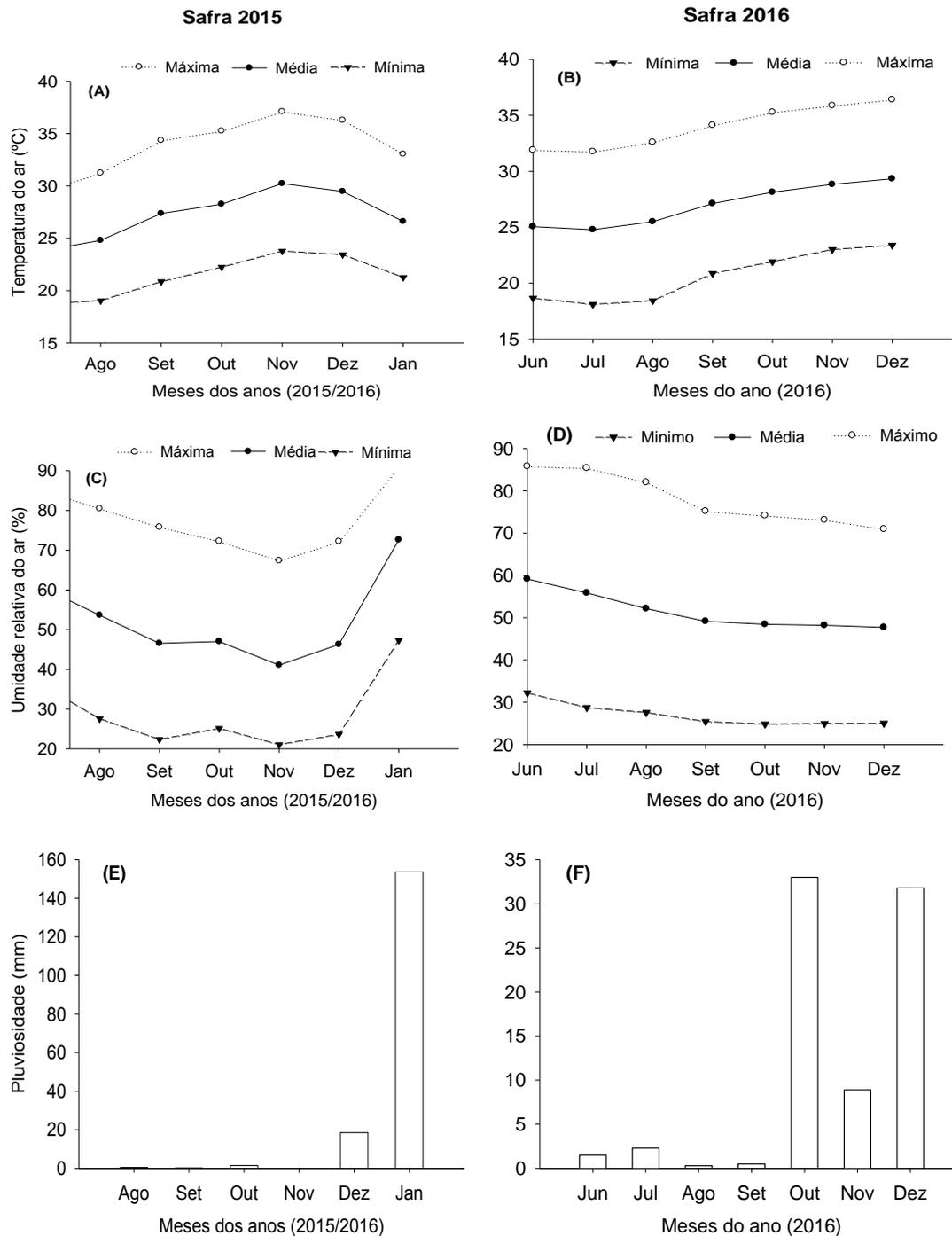


Figura 1. Temperatura do ar (A e B), umidade relativa do ar (C e D) e pluviosidade (E e F) durante a execução dos experimentos, 2015 e 2016.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Adotou-se delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, correspondentes a: i) Doses de nitrogênio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de N por planta) e ii) Doses de potássio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de K por planta) definidas de acordo com recomendação de Ernani & Dias (1999). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 144 plantas.

2.3 Cultivar e sistema de plantio

A cultivar de macieira estudada no experimento foi a 'Julieta' no segundo ciclo produtivo, enxertadas sobre porta-enxerto de 'Maruba', com interenxerto 'M-9'. A implantação do pomar ocorreu em 2013, no espaçamento de 4,0 m entre fileiras e ,25 m entre plantas, totalizando 2000 plantas ha⁻¹, conduzidas no suporte tipo 'Espaldeira' fixadas em fios para condução no sistema de líder central.

2.4 Condução do experimento e tratos culturais

No primeiro ciclo produtivo foi realizada a desfolha manual e poda de frutificação em 25/08/2015, sendo o mesmo procedimento realizado no segundo ciclo onde foi realizada a mesma atividade em 15/06/2016, que consistiu na retirada manual de todas as folhas, sem danificar a gema, eliminando ramos doentes, fracos e ladrões, além do encurtamento dos ramos longos, deixando-se com no máximo 50 cm de comprimento

A indução da floração foi realizada no dia 31 de agosto de 2015, para o primeiro ciclo e para o segundo dia 25 de julho de 2016, após a desfolha e poda de frutificação. Utilizou-se cianamida hidrogenada na concentração de 0,8% do produto comercial Dormex[®], acrescido de 3% de óleo mineral, 3% de marcador HI-LIGHT[®] e 2% do espalhante adesivo IHARAGUEN-S[®], no volume de 400 L de calda por hectare, seguindo a recomendação de Lopes et al. (2012).

Quando os frutos estavam com aproximadamente 2 cm de diâmetro foi realizado o raleio deixando-se de 1 a 2 frutos por cacho floral. Os demais tratos culturais (aplicação de fungicidas e inseticidas) foram efetuados sempre que necessário seguindo as recomendações técnicas da cultura (EPAGRI, 2006). As plantas foram irrigadas diariamente por gotejamento, com média de 5 emissores (fluxo de 2 L h⁻¹) por planta.

A adubação nitrogenada via fertirrigação foi efetuada utilizando nitrato de cálcio (15,5% de N) e Ureia (44% de N) como fontes de nitrogênio, sendo que a primeira adubação foi com nitrato de cálcio e as demais foram realizadas alternadamente entre as fontes de N, seguindo os percentuais de fornecimento mensais para N recomendados por Ernani & Dias (1999). O início da aplicação ocorreu aos 40 dias após o tratamento de indução da brotação. A aplicação do nitrogênio foi realizada via sistema de irrigação, sendo pressurizada diretamente na tubulação. A adubação potássica foi realizada seguindo os percentuais de fornecimento mensais para K e utilizando sulfato de potássio (50% de K₂O) com fonte desse nutriente que foi diluído

em uma caixa d'água e fornecido 1 litro da solução por planta. A aplicação do potássio foi realizada de forma manual separado do nitrogênio, sendo distribuído em dois pontos próximos ao caule das plantas.

A adubação de fósforo no solo foi realizada com superfosfato triplo (45% de P_2O_5), na quantidade de 40 Kg ha^{-1} de P, aplicado aos 20 dias após a poda e adubação com magnésio foi realizada aos 30 dias após a poda com a aplicação de 50 g planta^{-1} de sulfato de magnésio (15% de Mg) via fertirrigação (NAVA et al., 2003). A fertirrigação com micronutriente foi realizado para o boro, na quantidade de $3,0 \text{ kg ha}^{-1}$, utilizando-se ácido bórico (17% de B) como fonte do nutriente. As demais adubações foliares foram realizadas com a aplicação de 0,2 % Coda Zinco[®] (10,4% de Zn), 0,2 % Coda Mg[®] (6,6% de Mg) e 0,1 % de Codamin Br[®] (2,0% de Fe; 1,0% de Mg; 1,0% de Zn; 2,6% de S e 10% de aminoácido) (NAVA et al., 2003).

2.5 Variáveis estudadas e análises estatísticas

O teor de clorofila, com as leituras se iniciando logo após a primeira adubação nitrogenada, com termino no início da colheita, sendo determinado a clorofila *a*, *b* e total [expressas em ICF (Índice de Clorofila Foliar)], efetivadas com leitura em clorofilômetro (Falker[®], Brasil) seguindo as recomendações de El-Hendawy et al. (2005), a partir da realização de três leituras por folha (base, parte intermediária e ápice) totalizando nove leituras por parcela.

Os frutos foram colhidos semanalmente entre os meses de dezembro e janeiro de 2015 referente ao primeiro ciclo, a colheita para o segundo ciclo de outubro a dezembro de 2016, feita manualmente, nas primeiras horas do dia, no estágio de maturação comercial, que se caracteriza pela coloração de fundo da casca começando a ficar amarelada e de superfície vermelha (SANTOS, 2013). Após a colheita os frutos foram acondicionados em sacos plásticos, e em caixas plásticas em seguida foi transportadas para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE.

Foram contados todos frutos e pesados para obter a quantidade de frutos por planta e peso dos frutos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos entre as diferentes doses de nitrogênio e potássio pelo Teste "F". Para os tratamentos significativos foi aplicada análise de regressão simples e múltipla seguindo as recomendações de Banzatto & Kronka (2006) e Ferreira (2000) utilizando-se os programas estatísticos ASSITAT e SIGMAPLOT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas variáveis estudadas na safra de 2015 não se observou efeito da interação entre nitrogênio e potássio para a variável clorofila (*a*, *b* e total), apenas efeito individual do nitrogênio e potássio, para produção e número de frutos por planta (Tabela 2). Para a safra de 2016 houve interação entre nitrogênio e potássio para as variáveis produção e número de frutos por planta. A variável índice de clorofila foliar apresentou efeito individual para as doses de nitrogênio (Tabela 2). Nas duas safras houve interação das doses de nitrogênio e potássio teor de nitrogênio e potássio em folhas e frutos de macieira.

Tabela 2 Resumo das análises de variância referentes a clorofila *a* (Clo *a*), clorofila *b* (Clo *b*), clorofila total (clo Total) produção por planta (pp) número de frutos/plantas (NFP) N e K em folha e frutos na safra de 2015 no município de Lagoa Grande-PE, 2016.

Safra 2015									
FV	Clo a	Clo b	Clo total	Pp	NFP	N Foliar	N em Fruto	K foliar	K em fruto
	Índice								
Doses de N (valor “F”)	1,80 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,07 ^{ns}	14,66 ^{**}	8,12 ^{**}	17,2 ^{**}	29,9 ^{**}	1883,8 ^{**}	23,3 ^{**}
Doses de K (valor “F”)	0,30 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,77 ^{ns}	2,68 [*]	12,5 ^{**}	23,02 ^{**}	1174,4 ^{**}	139,5 ^{**}
N x K (valor “F”)	0,49 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,20 ^{ns}	6,17 ^{**}	31,81 ^{**}	1163,6 ^{**}	104,3 ^{**}
CV %	9,61	31,65	15,74	19,37	22,46	13,43	15,42	1,05	4,53
Safra 2016									
Doses de N (valor “F”)	6,26 ^{**}	8,05 ^{**}	8,71 ^{**}	23,63 ^{**}	13,35 ^{**}	52,8 ^{**}	14,5 ^{**}	115,5 ^{**}	373,6 ^{**}
Doses de K (valor “F”)	0,76 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,81 ^{ns}	10,5 ^{**}	18,09 ^{**}	350,8 ^{**}	141,3 ^{**}
N x K (valor “F”)	0,91 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,26 [*]	2,72 ^{**}	8,9 ^{**}	20,8 ^{**}	331,8 ^{**}	50,9 ^{**}
CV %	4,23	17,89	8,56	15,14	13,07	20,08	26,07	2,26	4,85

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade ($p < 0,01$); pelo teste de Tukey.

Aplicação de N influenciou na produção da macieira na safra de 2015 (Figura 2A) com dose produção máxima estimada com a dose de 30 g planta⁻¹ de N com rendimento de 4,47 kg por planta. Para a safra de 2016 houve interação entre o efeito da aplicação de nitrogênio e potássio aplicado, onde doses maiores de N e K incrementaram valores maiores na produção de 23,25 kg (Figura 2B). Esse incremento pode estar relacionado com a capacidade da macieira em armazenar grandes quantidades de reserva de N e proteínas, que poderá ser utilizado em ciclos posteriores (NAVA & DECHEN, 2009). Castro et al. (2015) estudando carga ótima na cv. 'Princesa' observou na produção total de frutos variação de acordo quantidade de frutos por planta, variando de 10 a 25 kg por planta.

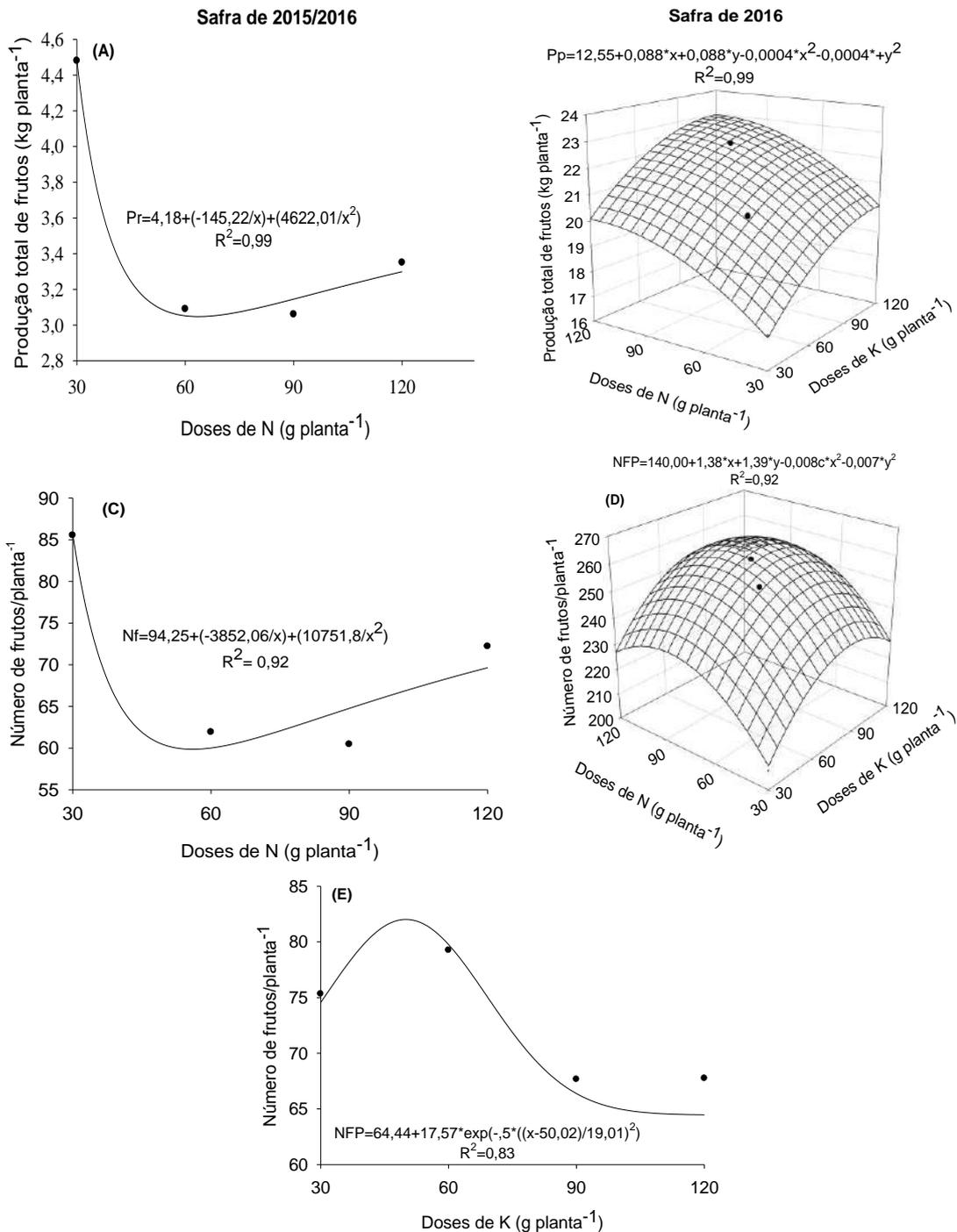


Figura 2. Produção por planta, (A e B), número de frutos por planta (C, D e E) em função de adubação nitrogenada e potássica nas safras nos anos de 2015 e 2016.

O maior número de frutos na safra 2015 foi obtido também com a dose de 30 g de N planta⁻¹ correspondendo à produção de 85 frutos por planta (Figura 2C). Na safra de 2016 as doses de 60 g de NK planta⁻¹ foram registrado uma quantidade de 252,2 frutos por planta em relação as demais doses (Figura 2D). Nava et al. (2007) observaram que o número de frutos por planta aumentaram de forma linear em resposta às doses do fertilizante nitrogenado. O nitrogênio, por afetar o crescimento dos ramos em tamanho e/ou número, pode interferir diretamente na produção de

frutos. O potássio além do feito direto sobre a planta, também potencializa a absorção do nitrogênio na planta (MATTOS et al., 1991; DOLINSKI et al., 2007). Erneni et al. (2002) observaram em estudo com potássio aplicado anualmente afeta o rendimento de frutos.

Miranda et al. (2015a) e Nava (2010) não observaram efeito do N na produção da macieira. No entanto Lima (2015) observou efeito da aplicação de nitrogênio e potássio na cultura da macieira 'Julieta' no submédio do São Francisco. Duenhas et al. (2005) destaca-se que a forma de aplicação do nitrogênio pode influenciar a disponibilidade para as plantas, estando o N fornecido via fertirrigação mais rapidamente disponível para as plantas.

O número de frutos por planta foi influenciado pela aplicação das doses de K (Figura 2E), destacando-se que para a dose máxima estimada de 49,25 observou-se incremento de 81,92 no número de frutos por planta. Portanto Nava et al. (2007) indica que a nutrição das gemas foi, de alguma forma, afetada pela adubação nitrogenada nos anos iniciais. Possivelmente, pode ter ocorrido aumento do número de frutos por cacho floral em resposta à melhor nutrição das gemas que o geraram. Existem numerosas pesquisas que objetivaram determinar a carga ótima de frutos por planta em diferentes cultivares (EMBREE et al., 2007; TREDER, 2008; 2010). Porém, esta carga ótima é diferente entre cultivares de macieira, variando de três até nove frutos por centímetro quadrado de superfície transversal do tronco (FCQ) (EMBREE et al., 2007; TREDER, 2008; 2010; WRIGHT et al., 2006). Atingir uma carga ótima de frutos é de grande importância agrônômica para obter alta produção com adequada qualidade comercial, sem debilitar as plantas e sem induzir uma alternância de safra (EMBREE et al., 2007).

Na safra de 2016 o índice de clorofila *a* teve comportamento quadrático para as doses de N (Figura 3A). A dose N de 60 g planta⁻¹, foi observado um índice de 37,4 na clorofila *a*. O teor de clorofilas nas folhas é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, estando diretamente relacionado com o potencial de atividade fotossintética das plantas, e Isso pode estar relacionado ao fato do nitrogênio, fazer parte da composição da moléculas de clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2013). De acordo com Pessarakli (2002) e Taiz & Zeiger (2011) os pigmentos fotossintéticos mais importantes no cloroplasto são a clorofila *a* e *b*, que são quimicamente diferentes, e absorvem luz de diferentes comprimentos de onda para realizar a fotossíntese. Segundo Paull & Duarte (2011) a degradação da clorofila está correlacionada com as

condições climáticas mostrando a importância de medir a clorofila em condição de campo.

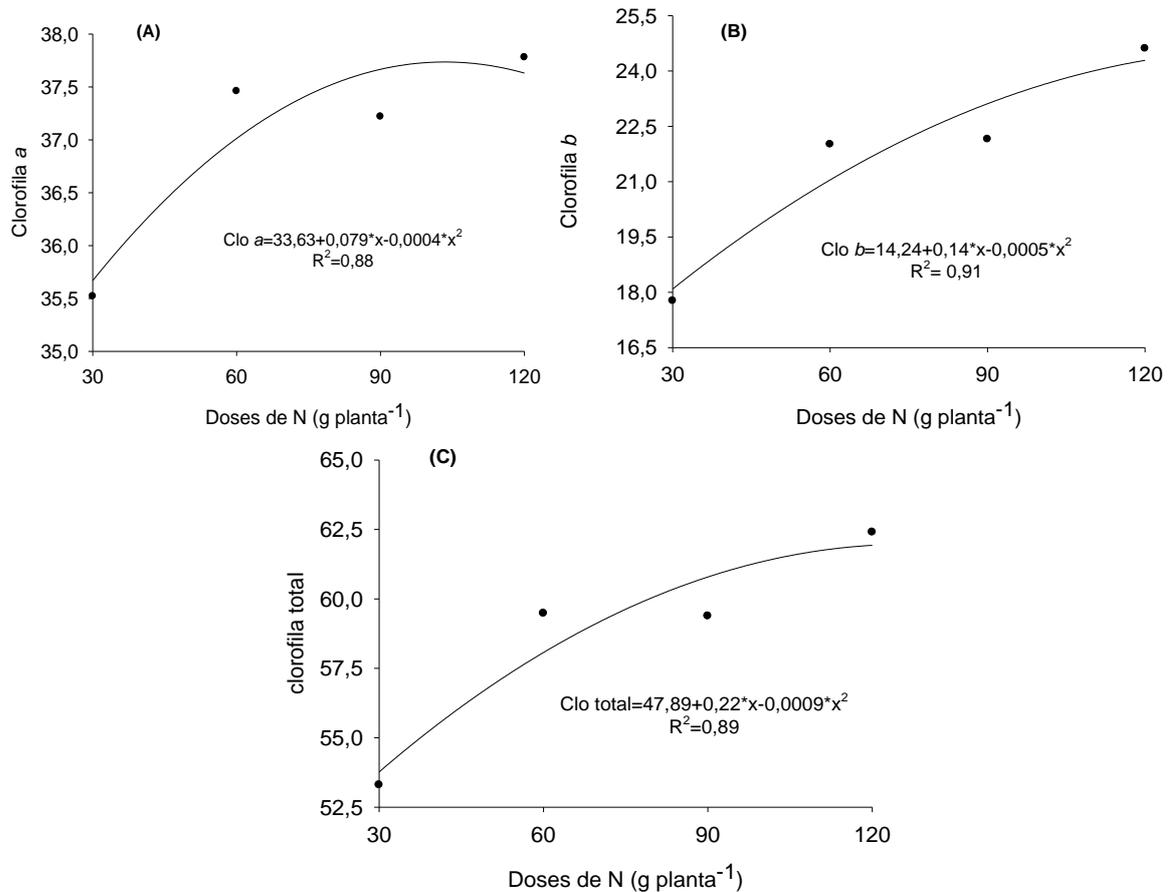


Figura 3.. Índice de Clorofila *a* (A), *b* (B) e total (C) em função de adubação nitrogenada e potássica na safra 2016.

O índice de clorofila foliar *b*, ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em função das doses de N com valor máximo estimado de 23,83 registrado sob adubação com 120 g de N planta⁻¹ (Figura 3B). O nitrogênio está ligado diretamente à composição da clorofila foliar (CAVALCANTE et al., 2012; TAIZ & ZEIGER, 2013). Nitrogênio é importante devido ao seu papel com o aminoácido, proteína e síntese de ácidos nucleicos, e sua síntese direta ou indireta na maioria dos processos bioquímicos (MARSCHNER, 2011).

Quanto ao índice de clorofila foliar total, também houve ajuste ao modelo da equação quadrática (Figura 3C). As doses de N influenciaram incrementalmente essa variável, até a dose de 90 g N planta⁻¹ com o máximo estimado de 60,40. Esse efeito está relacionado com o papel do N na regulação da taxa fotossintética e da síntese de carboidratos, do peso específico das folhas, da produção de biomassa total e da alocação de carbono em diferentes órgãos na planta, favorecendo a nutrição das gemas. (NAVAS et al., 2007). Miranda et al. (2015a) também observaram incremento

índice de clorofila total e aumento nas concentrações foliares da macieira 'Eva' e 'Princesa' cultivada em função de doses de N no semiárido tropical brasileiro. Cavalcante et al. (2016) em estudo com mamão observaram a relação da clorofila e a concentração de N presente na folha e concluíram que planta com teores de clorofila *a* 36 a 36,56; 11,6 a 11,96 para clorofila *b* e para clorofila total de 47,65 a 48,52 são considerado adequado para o nitrogênio.

Os teores de nitrogênio e potássio foliares apresentaram efeito quadrático em função da fertirrigação nitrogênio e potássio nas safras de 2015 e 2016 (Figuras 4A, B e C, D). Observa-se que com o incremento das doses de NK houve aumento nos teores foliares da macieira cv 'Julieta' apenas para safra de 2015. Com o aumento das doses de nitrogênio e potássio proporcionaram incrementos foliares de 20,51 mg de N planta (Figura 4A) com as doses de 90 g NK por planta incrementou 20,5 g kg⁻¹ de N. Na safra de 2016 não houve incremento nos teores foliares com o aumento das doses, onde doses menores nitrogênio e potássio de 30 g NK por planta observou-se valores 13,1 g kg⁻¹ sendo esse valor menor do que o ano anterior ficando a baixo do recomendado para cultura, não foi observado sintomas de deficiência de N nas plantas de macieira. Esses resultados podem ser explicados pelo fato da cultura da macieira ser pouco exigente em N em comparação com outras culturas (ERNANI, 2003).

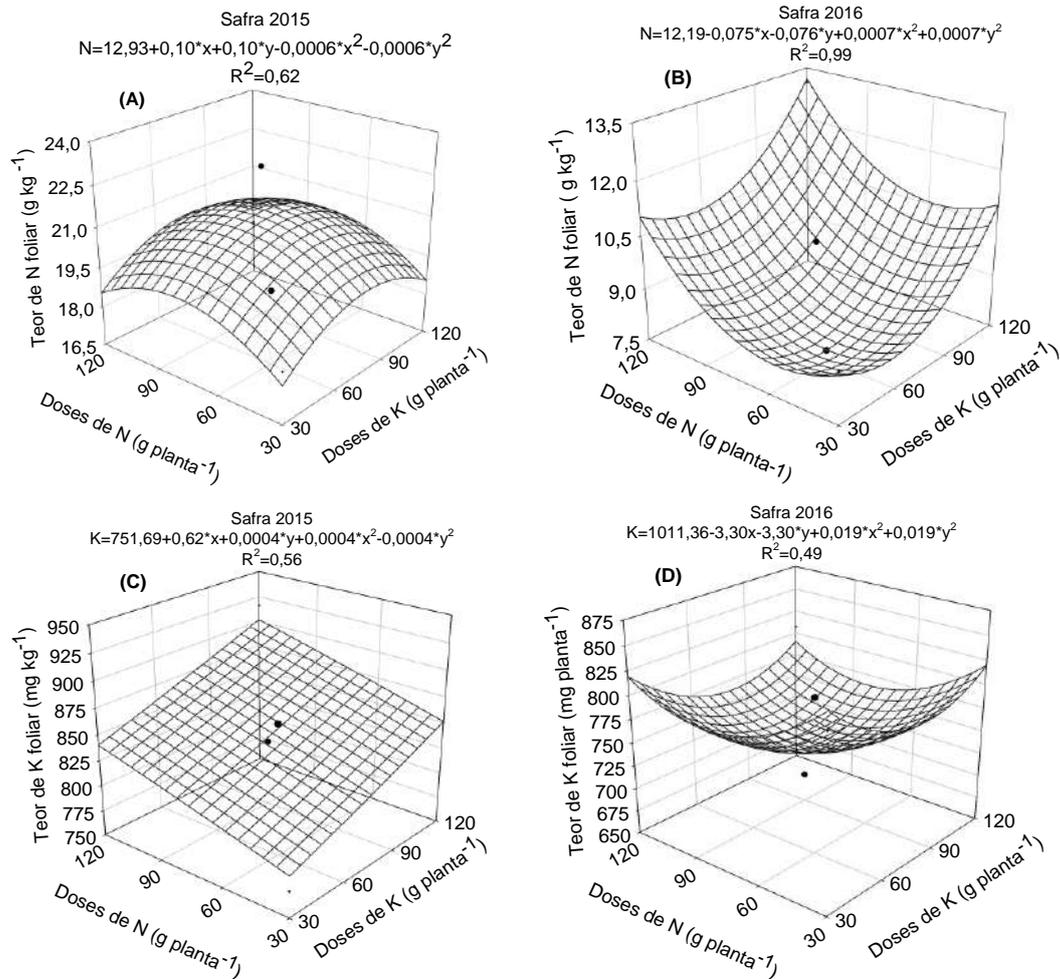


Figura 4. Teores de nitrogênio (A e B) e potássio (C e D) foliares da macieira cv ‘Julieta’ em função da fertirrigação nitrogenada e potássica nas safras nas de 2015 e 2016.

Miranda et al. (2015a) observaram valores de N foliares para a cultivar ‘Eva’ de $24,3 \text{ g kg}^{-1}$ e ‘Princesa’ $29,5 \text{ g kg}^{-1}$ em primeiro ciclo produtivo sendo esses valores superiores ao encontrado no presente trabalho. Esses valores estão na faixa de concentração mínima de suficiência requerida de 20 g kg^{-1} de N (SBCS: COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004).

Os teores de K foliares na safra de 2015 foi incrementado com o aumento das doses de NK sendo os maiores valores registrados nas doses de 120 g de NK por planta, obtendo valor de $831,5 \text{ mg kg}^{-1}$ para a safra 2015. Entretanto para safra 2016 os valores de K foliar foram inferiores ao encontrado nas safras de 2015 (Figura 4 C e D) sendo esses valores de $818,9 \text{ mg kg}^{-1}$ em folhas de macieira ‘Julieta’. Segundo Nachtigall et al. (2004) para o região do Rio Grande do Sul os teores considerados normais de potássio na folhas de macieira ficam entre 12000 e 15000 mg kg^{-1} ou 12 a 15 g kg^{-1} sendo esses valores superiores aos observados na região do submédio do São do Francisco. O potássio por ser um nutriente bastante móvel na planta e

responsável pelo transporte de carboidrato e sendo de grande importância para coloração de frutos (SZEWCZUK et al., 2009).

Os teores de nitrogênio presentes nos frutos para a safra 2015 e 2016 foram semelhantes para os dois anos de produção da macieira em condição semiárida, com valores de $12,5 \text{ g kg}^{-1}$ de N em massa fresca de frutos (Figura 5 A e B). Para Neilsen & Neilsen (2009) frutos com teores altos de N apresentam problemas pós colheita durante o armazenamento, bem como maior risco de ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos.

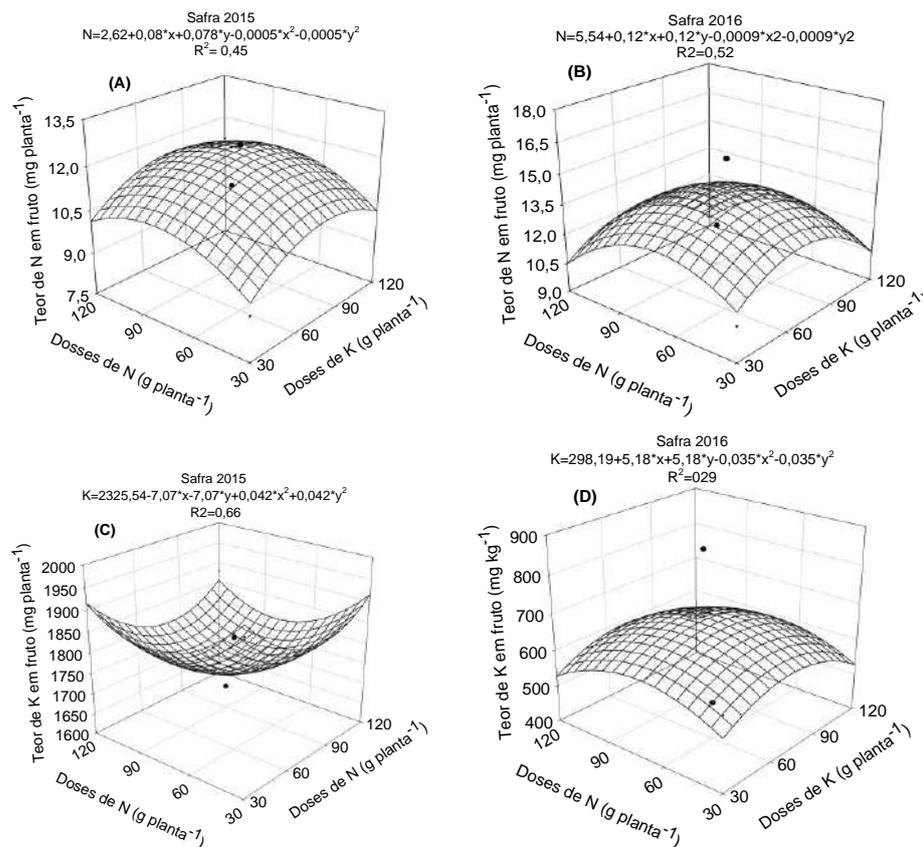


Figura 5. Teores de nitrogênio (A e B) e potássio (C e D) em frutos da maçã cv 'Julietta' em função da fertirrigação nitrogenada e potássica nas safras nas de 2015 e 2016.

Para os teores de potássio presentes nos frutos para a safra 2015 as doses menores de NK proporcionaram maiores teores nos frutos de $1976,94 \text{ mg kg}^{-1}$ na safra de 2016, observando valores inferiores a $667,8 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo necessário uma dose de 60 de NK (Figura 5 C e D). Esses Valores são superiores ao encontrado por Lima (2015) em estudos com adubação nitrogenada e potássica no submédio do São Francisco. Segundo Neilsen & Neilsen (2009), fertilizantes potássicos são capazes de aumentar a concentração de K nos frutos, o que pode ter ocorrido pelo fato do potássio ser o nutriente mais acumulado nos frutos de maçã em comparação aos demais. Uma

das razões para as elevadas exigências de K deve ser a necessidade de concentrações elevadas no citoplasma, principalmente para garantir o ótimo da atividade enzimática nas células (PÔRTO, 2005).

4. CONCLUSÕES

Há efeito da adubação nitrogenada e potássica na produção e índice de clorofila foliar da macieira 'julieta' cultivada no semiárido brasileiro.

Sob condições as quais o experimento foi conduzindo é provável recomendar a dose de 60 NK para macieira produção da macieira 'Julieta'.

O índice de clorofila foliar em planta de macieira é afetado diretamente pelas doses de nitrogênio.

Os teores de nitrogênio e potássio em folha e frutos de macieira vc 'Julieta' apresentaram se adequando ao desenvolvimento da cultura na condição semiáridas do submédio do São Francisco.

5. REFERÊNCIAS

- ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; SOUZA, F.; PEREIRA, W.S.P.; EDAGI, F.K. Diagnóstico da Qualidade de Maçãs no Mercado Varejista Brasileiro¹, **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 048-063, 2015.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1995, p.247.
- CAVALCANTE, Í. H. L., CUNHA, M. S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; OSAJIMA J. A.; SOUSA, J. S. N. Relationship between chlorophyll meter readings and leaf nitrogen concentration in custard apple. Philippine **Journal of Crop Science**, v. 37, n. 3, p. 88-92, 2012.
- CHAGAS, E.A.; CHAGAS, P.C.; PIO, R.; BETTIOL NETO, J.E.; SANCHES, J.; CARMO, S.V.; CIA, P.; PASQUAL, M.; CARVALHO, A.S. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1764-1769, 2012.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2004. 404 p.
- DOLINSKI, M.A.; ANTÔNIO MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; MIO, L.L.M.; MONTEIRO, L.B. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade da ameixeira 'reubennel', na região de araucária – pr¹ **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 2, p. 364-370, 2007.
- DUENHAS, L.H.; BÔAS, R.L.V.; SOUZA, C.M.P.; OLIVEIRA, M.V.A.M.; DALRI, A.B. Produção, qualidade dos frutos e estado nutricional da laranja valência sob fertirrigação e adubação convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.154-160, 2005.
- EI-HENDAWY, S.; HU, Y.; SCHIMIDHALTER, U. Growth, ion content, gasex change, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. Australian **Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.56, n.2, p.123-134, 2005.
- EMBREE, C.G.; MYRA, M.T.D.; NICHOLS, D.S.; WRIGHT, A.H. Effect of blossom density and crop load on growth, fruit quality, and return bloom in Honeycrisp' apple. **HortiScience**, Mount Vernon, v.42, n.7, p.1622–1625, 2007.
- ERNANI, P.R.; DIAS, J. Soil nitrogen application in the spring did not increase apple yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, p.645-649, 1999.

ERNANI, P. R.; DIAS, J.; FLORE, J. A. Annual additions of potassium to the soil increased apple yield in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v. 33, n. 7/8, p. 1291-1304, 2002.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. UDESC, 2003.

EPAGRI. **A cultura da macieira**. 1ª edição. Florianópolis: Editora Pallotti, 2006. 743 p.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió: UFAL, 2000. 604 p.

HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; ERNANI, P.R. Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs 'Fuji'⁽¹⁾, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 489-496, 2003.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017 Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>> acesso em 12 de Mar. 2017.

LIMA, F.N. **Manejo de fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura da macieira cv. 'julietta' em condições semiáridas**. 2015. 57 f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Piauí.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R.R.S.; CAVALCANTE, I.H.L. Caracterização fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1277-1283, 2012.

LU, Y.-L. YANG, X.-L. LI, R.C, LI, S.-L.C, TONG, Y.-A. Effects of different potassium fertilizer application periods on the yield and quality of Fuji apple. **Journal of Applied Ecology**, v. 26, n.4, p. 1179-1185, 2015.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Produção do pessegueiro cv. Diamante, sob diferentes doses de nitrogênio aplicado ao solo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.26, n.1, p.113-117, 1991.

MIRANDA, J. M. S. CAVALCANTE, Í. H. L.; OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; ASSIS, J. S. Fruit quality of 'Eva' e 'Princesa' apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.19, n.10, p.967-972, 2015a.

MIRANDA, J.M.S.; CAVALCANTE, Í.H.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C. Advances on apple production under semiarid climate: N fertigation. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Emirados Árabes Unidos, v.27, n.10, p. 744-748, 2015b.

- NACHTIGALL, G. R.; BASSO, C.; FREIRE, C. J. S. Nutrição e adubação de pomares. In: Nachtigall G.R. **Produção maçã**. Bento Gonçalves, Embrapa uva e vinho, 2004, p. 63-77.
- NÄSHOLM, T.; KIELLAND, K.; E GANETEG, U. Uptake of organic nitrogen by plants, **New Phytologist**, v. 182, n. 1, p. 31-48, 2009.
- NAVA, G.; NUERNBERG, N. J.; PEREIRA, A. J. DECHEN, A. R. Adubação de crescimento de macieira cv. Catarina sobre porta-enxerto marubakaido em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 359-363, 2007.
- NAVA, G.; DECHEN A.R. Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of 'fuji' apple. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Braz.), v.66, n.3, p.377-385, 2009.
- NAVA, G. Produção e crescimento da macieira 'fuji' em resposta à adubação orgânica e manejo de plantas espontâneas¹. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1231-1237, 2010.
- NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D. Nutritional effects on fruit quality for apple trees. **New York Fruit Quarterly**, v. 17, n. 3, p. 21 24, 2009.
- PAULL R.E.; DUARTE O. 2011. **Tropical fruits**. 2^a ed. Lon-don, UK: CAB International. 408 p.
- PETRI, J.L; LEITE, G.B.; COUTO, A.; FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no brasil, **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p 048-056, 2011.
- PÔRTO, D. R. Q. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes pela cebola, em cultura estabelecida por semeadura direta**. 2005. 33f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- SANTOS, A.C.B. **Crescimento, maturação e conservação pós-colheita de maçãs cultivares "Eva" e "Princesa" na região do Submédio do São Francisco**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro.
- SOUZA, F.; ARGENTA, L.C.; NAVA, G.; ERNANI, P.R.; AMARANTE, C.V.T. qualidade de maçãs 'fuji' influenciada pela adubação nitrogenada e potássica em dois tipos de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 305 - 315, 2013.

SZEWCZUK, A.; KOMOZA, A.; GUDAROWSKA, E. effect of different potassium soil levels and forms of potassium fertilizers on micro-elemental nutrition status of apple trees in early fruition period. **Journal. Elementol**, v.14, n.3, p. 553–562, 2009.

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

TREDER, W. Relationship between yield, crop density coefficient and average fruit weight of 'Gala' apple. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, Pomologiczna**, v.16, p.53-63, 2008.

TREDER, W. Crop loading studies with 'Jonagold' apple tree. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, Pomologiczna**, v.18, n.1, p.59-69. 2010.

WRIGHT, A.H.; EMBREE, C.G.; NICHOLS, D.S.; PRANGE, R.K.; HARRISON, P.A.; DELONG, J.M. Fruit mass, colour and yield of 'Honeycrisp'™ apples are influenced by manually-adjusted fruit population and tree form. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology, Queens Road**, v.81, n.3, p.397-401. 2006.

CAPÍTULO II

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS COLHEITA DA MACIEIRA cv. 'JULIETA' FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO NO SERMIÁRIDO TROPICAL

RESUMO

A macieira tem grande importância econômica para o Brasil, onde regiões de destaque como, sul e sudeste produzem cerca de 99,94% de toda maçã consumida e exportada. Para o cultivo da macieira é de suma importância a adubação nitrogenada e potássica visando a obtenção de frutos de qualidade e afeta positivamente a produtividade em frutos de macieira. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, correspondentes a: i) Doses de nitrogênio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de N por planta) e ii) Doses de potássio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de K por planta) Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 144 plantas, sendo conduzido entre os anos de 2015 a 2016. As variáveis avaliadas na pós-colheita foram diâmetro de frutos, acidez titulável, sólidos solúveis, e relação de sólidos solúveis e acidez, a produtividade. Aplicação de doses nitrogênio e potássio influenciam a qualidade de frutos da macieira 'Julieta' em diferentes safras, cultivada em condição semiárida tropical. Também doses de 60 g NK planta⁻¹ provem acréscimo na produtividade de 44,16 t ha⁻¹ na macieira 'julieta' em condição semiárida.

Palavras-chave: *Malus domestica*, frutos, clima, nutrição mineral.

ABSTRACT

The apple tree has great economic importance for Brazil, where prominent regions such as, South and Southeast produce about 99.94% of all apple consumed and exported. For the cultivation of the apple tree, nitrogen and potassium fertilization are of paramount importance in order to obtain quality fruits and positively affect productivity in apple fruits. The experimental design was a randomized block design in a 4 x 4 factorial scheme, corresponding to: i) Nitrogen doses via fertirrigation (30, 60, 90 and 120 g of N per plant) and ii) Potassium doses via fertirrigation (30, 60, 90 and 120 g K per plant). The treatments were distributed in randomized blocks with three replications and three plants per plot, totaling 144 plants, being conducted between the years of 2015 to 2016. The variables evaluated in the post- Harvest were fruit diameter, titratable acidity, soluble solids, and ratio of soluble solids and acidity, yield. Application of nitrogen and potassium doses influence the quality of 'Juliet' apple fruit in different crops, cultivated in tropical semiarid condition. Also, doses of 60 g NK plant⁻¹ show an increase in yield of 44.16 t ha⁻¹ in the 'julieta' apple tree in semi-arid conditions.

Key words: fruit quality, climate, mineral nutrition, *Malus domestica*.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da macieira tem grande importância econômica para o Brasil, onde regiões de destaque como, Sul e Sudeste produzem cerca de 99,94% de toda maçã do Brasil, o que ocorre provavelmente devido ao clima da região que propicia condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura (FACHINELLO et al., 2011; IBGE, 2017). O desenvolvimento de cultivares com baixo requerimento em frio tem permitido o cultivo em regiões de clima com baixa ou quase nenhuma quantidade de frio (LEITE et al., 2014), possibilitando a colheita em épocas de menor oferta.

Para a produção de maçã além da temperatura, a adubação é de suma importância para obtenção de frutos de qualidade, em especial, adubação nitrogenada e potássica (HUNSCHE et al., 2003; CHAGAS et al., 2012). O N está ligado diretamente com o crescimento dos frutos, enquanto que o K é determinante para a qualidade pós colheita, determinando-se que são os nutrientes mais relacionados com a qualidade dos frutos de macieira (HUNSCHE et al., 2003).

Elevada disponibilidade de nitrogênio pode afetar tanto a produtividade quanto a qualidade dos frutos de maçã, possibilitando frutos de maior tamanho (WARGO et al., 2003). Há participação direta do N na constituição da clorofila, a qual tem no glutamato seu precursor inicial. O N participa de inúmeras funções na planta desde a composição na molécula de clorofila. O glutamato é um composto nitrogenado que, além de ser o precursor de outros aminoácidos essenciais, é também o precursor do ácido δ -aminolevulínico (ALA), que por sua vez é considerado precursor universal dos tetrapirrólicos (COELHO et al., 2010; TAIZ & ZEIGER, 2013). Quando o solo não supre quantitativamente a alta demanda das macieiras por minerais, tais minerais como nitrogênio e potássio têm de ser suplementados pela adição de fertilizantes (ERNANI et al., 2002; NAVA et al., 2009).

Adubação potássica tem feito positivo na qualidade de frutos de maçã (ERNANI et al., 2002). Aplicação de potássio de forma parcelamento da adubação favorece o acúmulo de K nas folhas e fruto e melhorando a qualidade físicas e químicas dos frutos da maçã na prevenção ou na diminuição da incidência de doenças e distúrbios fisiológicos (BRACKMANN et al.; 2008; LU et al., 2015). O K aumenta a translocação de açúcares para os tecidos promovendo seu crescimento. Plantas deficientes em K produzem frutos de tamanho reduzido, diminuindo o rendimento em produtividade (TARTACHNYK & BLANKE, 2004).

O potássio quando aplicada via solo tem influência direta nos fatores de qualidade dos frutos. Segundo Hunsche et al. (2003) esse nutriente aumenta a massa diâmetro longitudinal dos frutos e tem influencia positivamente nos demais fatores de qualidade como firmeza da popa, acidez titulável. Nava & Dechen, (2009) observaram que ocorre incremento de potássio nos frutos de macieira com o aumento das doses desses nutrientes. Estudos mostram a importância de parâmetros físicos- químicos e melhora na qualidade dos frutos que tem demonstrado maior interesse dos consumidores nos estabelecimento comerciais (GALLARDO et al., 2011; ARGENTA et al., 2015).

Diante do exposto o presente trabalho foi desenvolvido como objetivo de avaliar, a produtividade e qualidade físico-química de frutos da macieira cv. 'Julieta' em função da fertirrigação nitrogenada e potássica no sub médio do Vale do São Francisco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em um pomar experimental na Fazenda Sereníssima localizada no município de Lagoa Grande-PE, nas coordenadas geográficas 09°21' de latitude Sul, 40°34' de longitude oeste, na altitude média de 375 m, no Submédio do Vale do São Francisco, durante o período de Julho de 2015 a dezembro de 2016. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como semiárido quente e seco (BswH).

As características químicas e granulométricas do solo da área experimental encontram se na Tabela 1, e os dados referentes às variáveis climáticas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), coletados na estação meteorológica da Embrapa Semiárido, durante a execução do experimento encontram-se na Figura 1.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Adotou-se delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, correspondentes a: i) Doses de nitrogênio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de N por planta) e ii) Doses de potássio via fertirrigação (30, 60, 90 e 120 g de K por planta) definidas de acordo com recomendação de Ernani & Dias (1999). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 144 plantas.

Tabela 1 Características químicas e granulométricas do solo antes da implantação do experimento nas profundidades de 0 - 20 e 21- 40 cm, safra de 2015 e 2016.

Característica do solo	Profundidade do solo	
	0-20	20-40
pH	5,9	5,7
P	-----mg/dm ³ -----	
	26	18
	-----cmol _c /dm ³ -----	
K ⁺	0,58	0,41
Ca ²⁺	3,20	3,50
Mg ²⁺	1,00	1,10
Na ⁺	0,09	0,09
S	4,87	5,10
H+Al	0,64	1,12
T	5,51	6,22
Al ³⁺	0,00	0,00
	-----%-----	
V	88	82
SAT Ca ²⁺	58,10	56,30
SAT Mg ²⁺	18,10	17,70
SAT Na ²⁺	1,60	1,40
SAT K ⁺	10,5	6,60
C.E	0,86	1,36
M.O.	4,00	4,10
C	2,30	2,40
Areia	83	69,70
Silte	3	4,60
Argila	12	15,60
	-----mg/dm ³ -----	
Cu	1,40	1,10
Fe	42,50	31,60
Mn	45,70	29,90
Zn	23,80	104,00

MO = Matéria orgânica; CTC = Capacidade de troca catiônica [Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺ + (H⁺ + Al³⁺)]; SB = Soma de bases; V = Saturação por bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺/CTC) x 100.

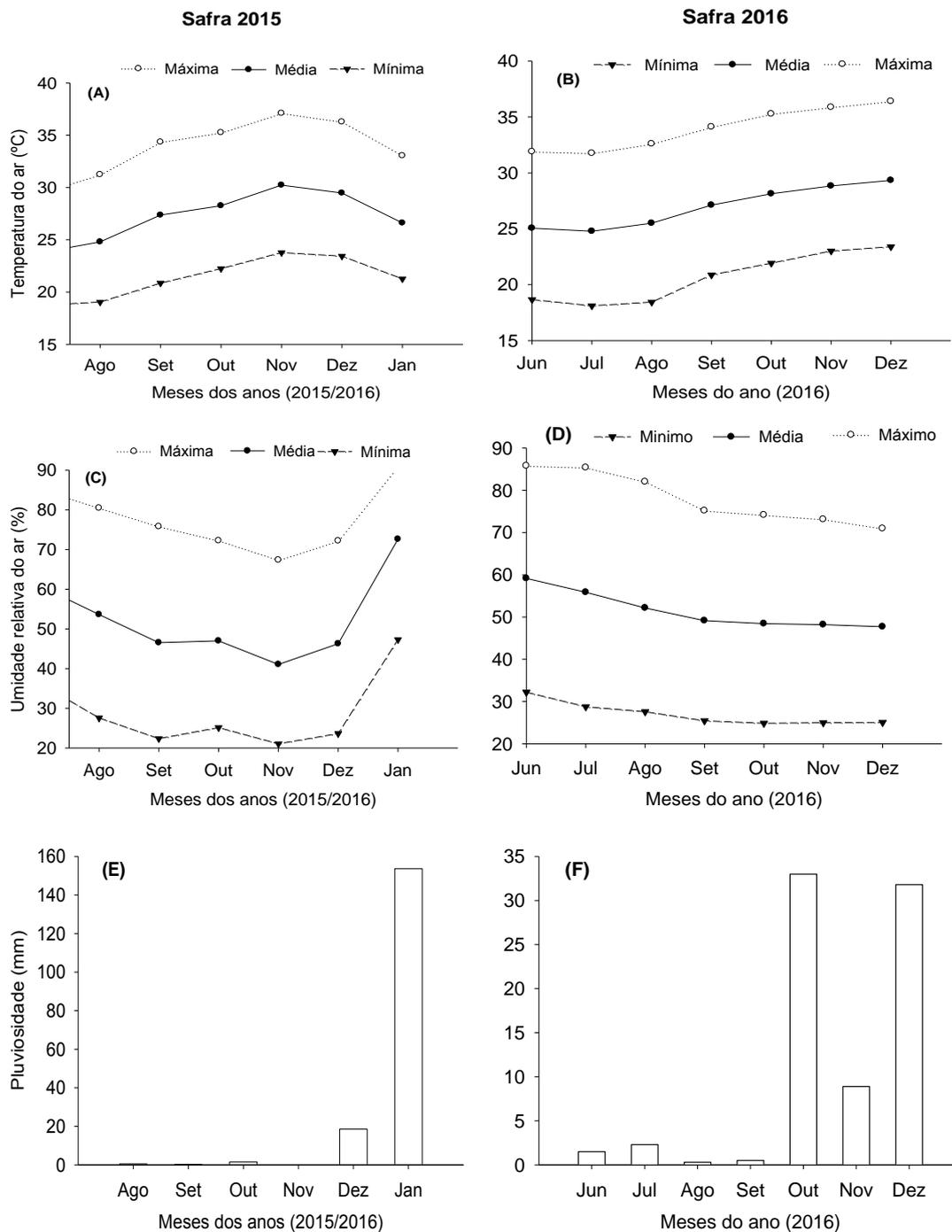


Figura 1. Temperatura do ar (A e B), umidade relativa do ar (C e D) e pluviosidade (E e F) durante a execução dos experimentos, 2015 e 2016.

2.3 Cultivar e sistema de plantio

A cultivar de macieira estudada no experimento foi a 'Julieta' no segundo ciclo produtivo, enxertadas sobre porta-enxerto de 'Maruba', com interenxerto 'M-9'. A implantação do pomar ocorreu em 2013, no espaçamento de 4,0 m entre fileiras e 1,25 m entre plantas, totalizando 2000 plantas ha⁻¹, conduzidas no suporte tipo 'Espaldeira' fixadas em fios para condução no sistema de líder central.

2.4 Condução do experimento e tratamentos culturais

No primeiro ciclo produtivo foi realizada a desfolha manual e poda de frutificação em 25/08/2015, o mesmo sendo procedimento realizado no segundo ciclo onde foi realizada a mesma atividade em 15/06/2016, que consistiu na retirada manual de todas as folhas, sem danificar a gema, eliminando ramos doentes, fracos e ladrões, além do encurtamento dos ramos longos, deixando-se com no máximo 50 cm de comprimento

A indução da floração foi realizada no dia 31 de agosto de 2015, para o primeiro ciclo e para o segundo dia 25 de julho de 2016, após a desfolha e poda de frutificação. Utilizou-se cianamida hidrogenada na concentração de 0,8% do produto comercial Dormex[®], acrescido de 3% de óleo mineral, 3% de marcador HI-LIGHT[®] e 2% do espalhante adesivo IHARAGUEN-S[®], no volume de 400 L de calda por hectare, seguindo a recomendação de Lopes et al. (2012).

Quando os frutos estavam com aproximadamente 2 cm de diâmetro foi realizado o raleio deixando-se de 1 a 2 frutos por cacho floral. Os demais tratamentos culturais (aplicação de fungicidas e inseticidas) foram efetuados sempre que necessário seguindo as recomendações técnicas da cultura (EPAGRI, 2006). As plantas foram irrigadas diariamente por gotejamento, com média de 5 emissores (fluxo de 2 L h⁻¹) por planta.

A adubação nitrogenada via fertirrigação foi efetuada utilizando nitrato de cálcio (15,5% de N) e Ureia (44% de N) como fontes de nitrogênio, sendo que a primeira adubação foi com nitrato de cálcio e as demais foram realizadas de formas alternadas entre as fontes de N, seguindo os percentuais de fornecimento mensais para N recomendados por Ernani & Dias (1999). O início da aplicação ocorreu aos 40 dias após o tratamento de indução da brotação. A aplicação do nitrogênio foi realizada via sistema de irrigação, sendo pressurizada diretamente na tubulação. A adubação potássica foi realizada seguindo os percentuais de fornecimento mensais para K e utilizando sulfato de potássio (50% de K₂O) com fonte desse nutriente que foi diluído em uma caixa d'água e fornecido 1 litro da solução por planta. A aplicação do potássio foi realizada de forma manual separado do nitrogênio, sendo distribuído em dois pontos próximos ao caule das plantas.

A adubação de fósforo no solo foi realizada com o adubo superfosfato triplo (45% de P₂O₅), na quantidade de 40 Kg ha⁻¹ de P, aplicado aos 20 dias após a poda e adubação com magnésio foi realizada aos 30 dias após a poda com a aplicação de 50 g planta⁻¹ de sulfato de magnésio (15% de Mg) via fertirrigação (NAVA et al., 2003). A fertirrigação com micronutriente foi realizada para o boro, na quantidade de 3,0 kg

ha⁻¹, utilizando-se ácido bórico (17% de B) como fonte do nutriente. As demais adubações foliares foram realizadas com a aplicação de 0,2 % Coda Zinco[®] (10,4% de Zn), 0,2 % Coda Mg[®] (6,6% de Mg) e 0,1 % de Codamin Br[®] (2,0% de Fe; 1,0% de Mg; 1,0% de Zn; 2,6% de S e 10% de aminoácido) (NAVA et al., 2003).

2.5 Variáveis estudadas e análises estatísticas

Os frutos foram colhidos semanalmente entre os meses de dezembro e janeiro de 2015 referente ao primeiro ciclo, a colheita para o segundo ciclo de outubro a dezembro de 2016, feita manualmente, nas primeiras horas do dia, no estágio de maturação comercial, que se caracteriza pela coloração de fundo da casca em amarela e de superfície vermelha (SANTOS, 2013). Após a colheita os frutos foram acondicionados em sacos plásticos, e em caixas plásticas em seguida foi transportadas para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE.

Para as análises foram separados 10 frutos por parcela. Logo em seguida, foram caracterizados fisicamente quanto: i) Massa média de frutos (MF): determinada por pesagem dos frutos em balança analítica ii) Diâmetro longitudinal (DL) e iii) diâmetro transversal (DT): determinados com auxílio de um paquímetro digital Insize[®] e os resultados expressos em milímetro (mm); iv) Firmeza da polpa: determinada com penetrômetro manual Wagner[®] com ponteira de 8 mm, tomando-se as medidas em dois lados opostos da região equatorial do fruto, onde a epiderme foi removida, sendo os resultados registrados em Newton (N).

Após as análises físicas, os frutos foram cortados e processados em centrífuga a polpa usada imediatamente para as análises de acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT, pelo método IAL (1985), como segue: i) Acidez titulável (AT): 1 ml de suco foi diluído em 50 mL de água destilada. A titulação foi feita com a solução de NaOH 0,1N, usando três gotas de fenolftaleína (1%) para a verificação do ponto de viragem de incolor para róseo claro permanente. A leitura foi realizada em duplicata e os resultados expressos em g de ácido málico/100 g; ii) Teor de sólidos solúveis (SS): determinados por leitura direta em refratômetro de bancada ABBE[®] com escala de variação de 0 a 65 %. O procedimento consistiu em homogeneizar completamente a amostra e colocar de uma a três gotas do suco obtido na lente do refratômetro, sendo o resultado expresso em °Brix; iii) Relação SS/AT (ratio): foi obtido por meio do quociente entre as variáveis SS e AT.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos entre as diferentes doses de nitrogênio e potássio pelo Teste “F”. Para os tratamentos significativos foi aplicada análise de regressão simples e múltipla seguindo as recomendações de Banzatto & Kronka (2006) e Ferreira (2000) utilizando-se os programas estatísticos ASSITAT® e SIGMAPLOT®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre doses de nitrogênio e potássio para as variáveis diâmetro longitudinal e transversal, massa dos frutos, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, e relação sólidos solúveis, acidez titulável, ($p>0,01$), enquanto para produtividade foi observado efeito individual tanto para o N como para o K na safra de 2015 (Tabela 2). Por outro lado, para a safra de 2016 houve interação da aplicação das doses de NK para diâmetro transversal, massa dos frutos e produtividade enquanto as variáveis firmeza, sólidos solúveis e a relação de sólidos solúveis e acidez titulável apresentaram efeito individual para doses de N e K, respectivamente.

Tabela 2. Resumo das análises de variância a referente a, [diâmetro longitudinal (DL) diâmetro transversal (DT) massa dos frutos, (MF) firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez tituláveis (AT), sólidos solúveis/acidez tituláveis (SS/AT), produtividade (Pt)] nas safras de 2015 e 2016 em função de fertirrigação nitrogenada e potássica.

Safra 2015								
FV	DL	DT	MF	Firmeza	SS	AT	SS/AT	Pt
Doses de N (valor "F")	50,08**	25,75**	417.12**	11,33**	311,12**	242,93**	31,13**	8,20**
Doses de K (valor "F")	14,58**	9,50**	82.34**	65,30**	82,37**	195,45**	39,80**	2,67*
N x K (valor "F")	2,24**	7,38**	55.54**	248,60**	21,93**	242,65**	57,80**	1,20 ^{ns}
CV %	2,10	2,16	2.08	2,24	1,58	1,48	1,59	22,45
Safra 2016								
Doses de N (valor "F")	1,64 ^{ns}	2,04 ^{ns}	7,82**	5,47**	1,39 ^{ns}	2,62 ^{ns}	2,88 ^{ns}	23,63**
Doses de K (valor "F")	1,27 ^{ns}	2,20 ^{ns}	5,12**	0,86 ^{ns}	2,67*	0,23 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,26 ^{ns}
N x K (valor "F")	1,52 ^{ns}	2,92**	6,15**	1,68 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,46 ^{ns}	2,26*
CV %	7,72	6,75	13,74	18,11	4,38	23,61	22,83	15,14

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade ($p < 0,01$).

Conforme-se pode observar Figura 2A, na safra de 2015 as doses de NK influenciaram o diâmetro longitudinal. Doses de 30 g de NK por planta resultaram em frutos com diâmetro de 57,49 mm, por outro lado na safra de 2016, houve interação entre as doses de NK, apenas para o diâmetro transversal (Figura 2B), em que doses de 120 g de NK por planta resultou em frutos com diâmetros maiores 60,00 mm. Os menores valores de diâmetro transversal foram registrados na safra de 2015 (Figura 2C) em relação à safra de 2016. Tal fato pode ser justificado pelas variações climáticas, visto que foram observados altas temperaturas durante o período de crescimento dos frutos, especialmente na fase final de desenvolvimento dos frutos, próxima à maturação, que pode ser prejudicial devido aumento da respiração dos frutos.

Nesse sentido Lima (2015) em estudo com a mesma cultivar 'julieta' observou influência do diâmetro longitudinal com a aplicação de N e K observando diâmetro de 46,67 mm em condição climática semelhante. Segundo Chitarra & Chitarra (2005) plantas em fase de formação podem desenvolver fruto de menor tamanho, devido a necessidade de acumular reserva nos ramos, e se condiremos as condições climáticas presentes no desenvolvimento do estudo, a planta tende acelerar o processo de maturação dos fruto, obtendo assim frutos de menor diâmetro. Toebe et al. (2014) em estudo com duas cultivares de macieira observaram diâmetro longitudinal superiores ao do presente trabalho (65,53 mm em 'Royal Gala' e 62,58 mm 'Fuji') e transversal de (68,13 mm 'Royal Gala' e 69,85 mm, 'Fuji').

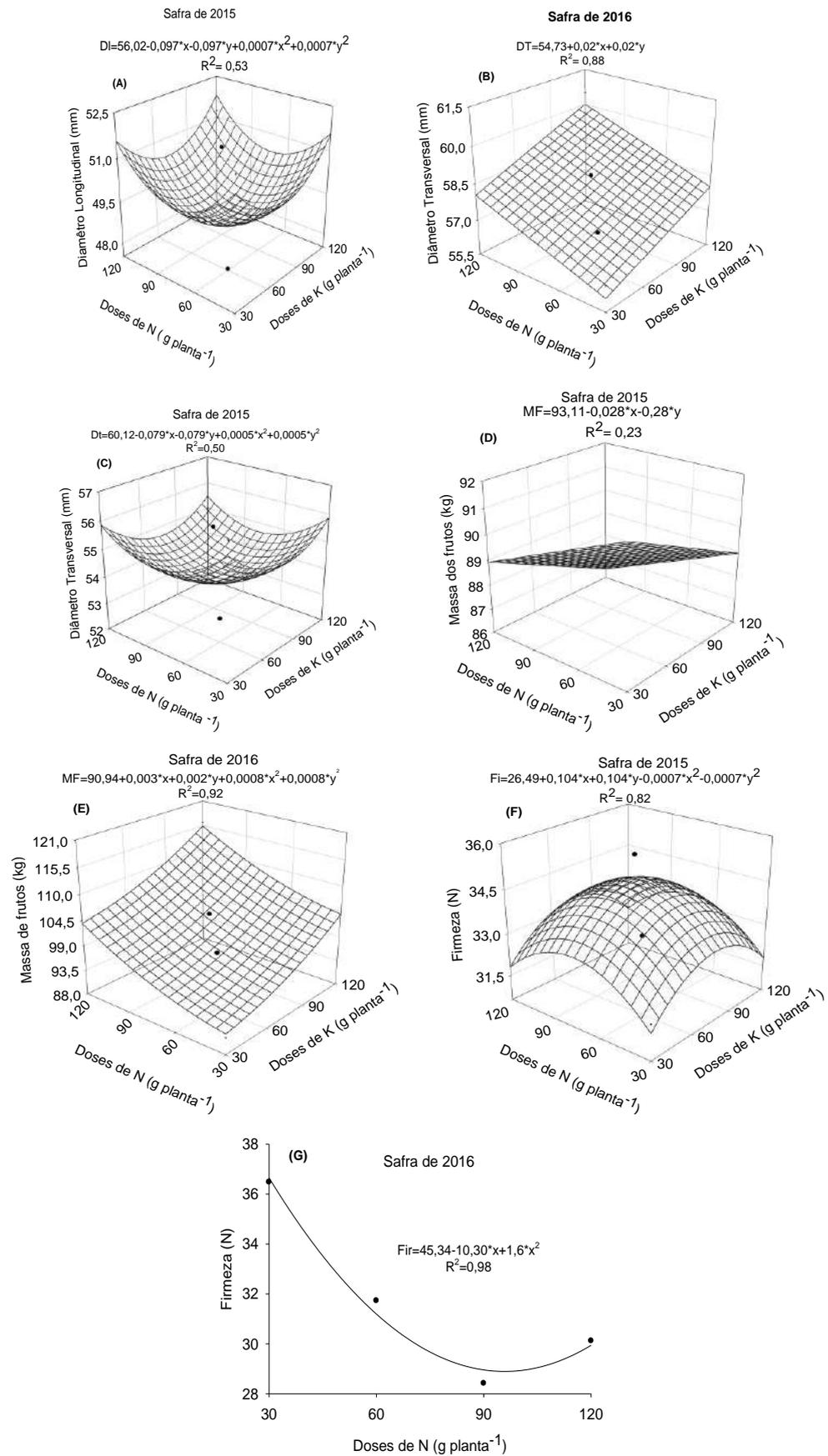


Figura 2. Diâmetro longitudinal (A) Diâmetro transversal (B e C), Massa de frutos (D e E), Firmeza (F e G) em função de adubação nitrogenada e potássica nas safras nos anos de 2015 e 2016.

Para a massa dos frutos houve interação entre as doses de NK para duas safras avaliadas no presente trabalho (Figura 2D e 2E). Na safra 2015 os foram obtido frutos de menores, registrando-se peso de até 89,75 g por planta, fertirrigada com 60 g/planta de N e K (Figura 2E). Na safra de 2016 os frutos foram maiores, registrando peso de 114,52 g quando as plantas foram fertirrigada com 120 g de N e K. Segundo Naor et al. (2008) a massa dos frutos está relacionada diretamente com o diâmetro longitudinal e transversal dos frutos enquanto maior o diâmetro maior será a massa. Para se obter frutos com maiores massas (DOLINSKI et al., 2007) relatar a importância da quantidade de água disponível para plantas, e adubação balanceada de N e K, o que favorece o crescimento dos frutos e da parte área da macieira. Adicionalmente Hunsche et al. (2003) concluem que o potássio aplicado em doses crescentes aumenta os teores de K em frutos de maçã 'Fuji'.

Para a firmeza dos frutos (Figura 2F) as doses de N e K que proporcionaram os maiores valores foram 60 e 90 g planta⁻¹ respectivamente, as quais promoveram firmeza de 35,76 N, enquanto maiores doses de N e K proporcionaram menores firmeza nos frutos. A redução firmeza pode estar relacionada a diminuição do Ca na estrutura da parede dos frutos, também a redução da firmeza em frutos de maçã está relacionado com o armazenamento sendo observado no final do primeiro mês, a diminuição da firmeza (CHITARRA & CHITARRA, 2005; FONTES et al., 2008; TAIZ & ZEIGER 2013). Resultados superiores de firmeza (76,21 e 60,61 N) foram encontrados em fruto de 'Royal Gala' e 'Fuji' (TOEBE et al., 2014), bem como em frutos de 'Eva' e 'Princesa' (SANTOS et al., 2011).

Nas duas safras avaliadas foi observado interação entre as doses de NK apenas na safra de 2015 (Figura 2F) doses de 120 g de NK proporcionaram valores de 31,29 N de firmeza em frutos de macieira. Para a safra de 2016 (Figura 2G), a firmeza dos frutos apresentou efeito quadrático em relação as doses de N, em que a dose de 30 g de N planta⁻¹ proporcionou maior valor de 36,32 N firmeza de fruto. A maciez dos frutos ou da polpa são ocasionados na maioria das vezes por mudanças na atividade das pectinases, enzimas que participam diretamente do processo de amadurecimento, degradando a parede celular (OLIVEIRA et al., 2014). Os mesmos autores afirmam que frutos colhidos em regiões de clima frio tendem ser mais pesados e com maior firmeza. Segundo Souza (2010), Frutos com maior tamanho podem ter os seus componentes minerais mais diluídos, como o cálcio, afetando diretamente a firmeza dos frutos. Chitarra & Chitarra (2005) afirmar que o nitrogênio está relacionado

diretamente com a diminuição da firmeza devido ao crescimento do frutos, com efeito na diluição dos minerais presente nos tecidos.

Na Figura 3A, observa-se que as doses de N e K (30 e 90 g planta⁻¹) proporcionaram incremento no teor de sólidos solúveis de 16,88% em relação a demais doses estudadas, mas o aumento das doses de N promoveu diminuição nos teores de sólidos solúveis na safra de 2015. Para a safra de 2016 (Figura 3B) não houve interação entre as doses de NK, mas houve efeito individual quadrático para doses de K, destacando-se na dose de 30 g de K planta⁻¹ teor de sólidos solúveis de 13,4 %. Os teores de sólidos solúveis constituem um importante indicador de acúmulo de açúcares presentes nos frutos, mas apenas a sua medição não representa o teor exato de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas na seiva e vacúolo (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos) (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Chagas et al. (2012) relataram valores de 15,22 % para cultura 'Eva' sendo esse valor superior ao encontrado no presente trabalho. Destaca-se que a exposição dos frutos ao sol tende a aumentar os teores de açúcar do que os localizados em plantas sombreadas (FELICIANO et al., 2010).

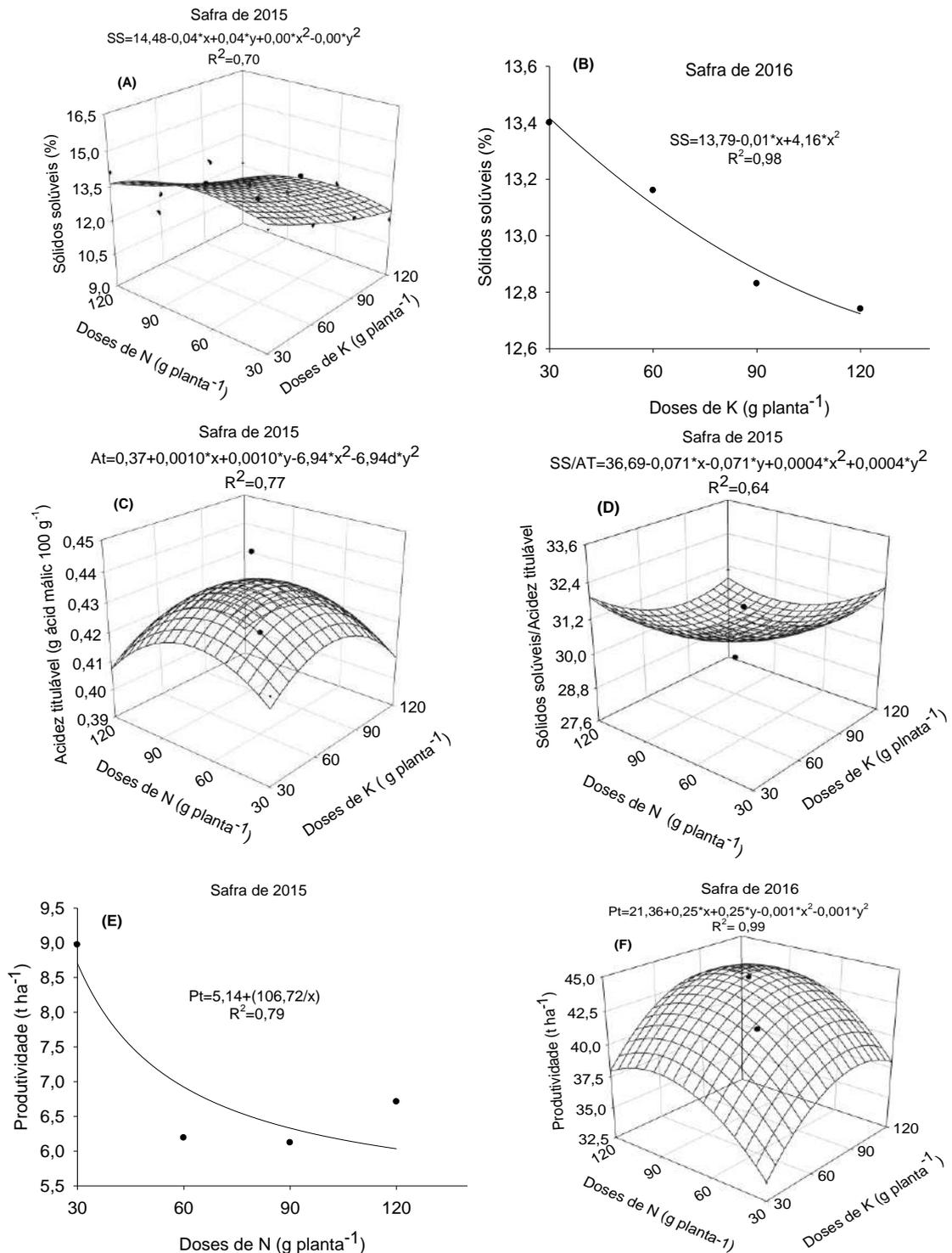


Figure 3. Solúveis Solúveis (A e B), Acidez titulável (C), Solúveis solúveis/acidez titulável (D), e produtividade (E e F) em função de adubação nitrogenada e potássica nas safras nos anos de 2015 e 2016.

Como se pode observar na Figura 3C, as doses de 60 g de N planta⁻¹ e 30 g de K planta⁻¹ promoveram incremento na acidez dos frutos de 0,56 g ácido málico 100 g⁻¹ em relação às demais doses. A menor acidez pode estar relacionada com a temperatura do local de cultivo, pois temperaturas elevadas aceleram o

amadurecimento dos frutos resultando em menor acidez (OLIVEIRA et al., 2014). Miranda et al. (2015b) observaram valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho em cultivo também realizado em clima semiárido tropical. Stüpp et al. (2015) estudando a composição mineral, sanidade e qualidade de maçãs em pomares convencionais e orgânicos, observaram acidez de 0,38 e 0,43 g ácido málico 100 g⁻¹ em pomar convencional e 0,42 e 0,44 g ácido málico 100 g⁻¹ em pomar orgânico de macieira cultivares 'Royal Gala' e 'Fuji'. Observou-se que a acidez titulável em frutos está diretamente ligada com o teor de ácido orgânico, que diminui com a maturação em decorrência da presença das enzimas poligalacturonase e α - and β -galactosidase que hidrolisam carboidratos e componentes da parede celular em compostos mais simples de baixo peso molecular, que são mais solúveis em água (JEONG & HUBER, 2004; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Para a relação de sólidos solúveis/acidez titulável na safra de 2015 (Figura 3D) observa-se que as doses de 60 g de N planta⁻¹ e 30 g de K planta⁻¹ combinadas aumentou até 31,7 SS/AT ratio isso pode ser devido o N e K fazem parte dos principais funções na planta. Segundo Wu et al. (2007) maçãs com teores de sólidos solúveis e ácidos orgânicos são mais indicadas à produção de suco, enquanto que cultivares com maior relação SS/AT média superior a 20 são consideradas doces e aptas para o consumo ao natural (CHAGAS et al. 2012).

Para a produtividade na safra de 2015 (Figura 3F) não houve interação entre as doses de NK, apenas efeito individual para as doses de N, em que na dose de 30 g de N planta⁻¹ apresentou uma produtividade de 8,93 t/ha e com o aumento doses de N houve decréscimo na produtividade. Para a safra de 2016 (Figura 3G) houve interação entre as doses de NK em que a produtividade alcançada de 44.16 t/ha utilizado a doses de 60 g de NK planta⁻¹ sendo valor superior à safra de 2015. Na segunda safra os resultado encontrado são superiores ao de Dolinski et al. (2007) com produtividade média de 38,7 t ha⁻¹ ano⁻¹; Noar et al. (2008) para macieira Smoothie de 15 anos cultivadas em Israel (13,1 t ha⁻¹), Nava e Dechen (2009) para as maçãs Fuji (16,1 t ha⁻¹) e superior ao intervalo relatado por Di Vaio et al. (2009) no Sul da Itália com a cultivar de macieira 'Annurca' (7,4; 25,1 t ha⁻¹).

Na literatura há informações de produtividade da macieira no semiárido (LOPES et al., 2012 e 2013) que relataram 10,3 t ha⁻¹ e 12,73 t ha⁻¹ respectivamente para 'Eva' e 'Princesa'. Miranda et al. (2015a), também estudando 'Eva' e 'princesa' no semiárido tropical observou produtividade de 29,3 t ha⁻¹ 31,3 t ha⁻¹ e Lima (2015) em estudo com a cultivar 'Julieta' em condição semelhante ao do presente trabalho

observou produtividade de 6,25 t ha⁻¹ sendo inferior ao do presente safra de 2015/2016. Se considera safra de 2016 foi superior média nacional que é de 35,28 t ha⁻¹ sendo ainda superior a produtividade dos estados produtores como do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina que produzem respectivamente 35,31 t ha⁻¹ (IBGE, 2017).

A safra de 2016 foi melhor devido as plantas terem apresentado uma boa formação de gemas e uma melhor floração e um bom pegamento dos frutos, isso aliado ao manejo da nutrição que resultou em maior aproveitamento dos nutrientes aplicados, enquanto que na safra de 2015 houve uma maior variação da temperatura onde pode ter afetado diretamente o pegamento dos frutos e diminuindo assim o rendimento dos frutos.

5. CONCLUSÕES

Há efeito das doses de N e K na produtividade e qualidade pós-colheita de maçã.

As doses 60 g/planta N e 30 g/planta K, podem ser recomendadas para uma melhor qualidade de frutos de macieira 'Julieta' cultivada no semiáridas tropical.

A fertirrigação nitrogenada e potássica afeta os parâmetros de qualidade como teor de sólidos solúveis, acidez, e relação sólidos solúveis/acidez.

6. REFERÊNCIAS

- ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; SOUZA, F.; PEREIRA, W.S.P.; EDAGI, F.K. Diagnóstico da Qualidade de Maçãs no Mercado Varejista Brasileiro¹, *Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal*, v. 37, n. 1, p. 048-063, 2015.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1995, p.247.
- CHAGAS, E.A.; CHAGAS, P.C.; PIO, R.; BETTIOL NETO, J.E.; SANCHES, J.; CARMO, S.V.; CIA, P.; PASQUAL, M.; CARVALHO, A.S. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista, *Ciência Rural*, v.42, n.10, p.1764-1769, 2012.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed., rev. e ampla. UFLA, Lavras 2005.p. 785.
- COELHO, F.S.; FONTES, P.C.R.; PUIATTI, M.; NEVES, J.C.L.; SILVA, M.C.C. Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n. 4, p. 1175-1183, 2010.
- DI VAIO, C., C. CIRILLO, M. BUCCHERI AND F. LIMONGELLI. 2005. Effect of interstock (M.9 and M.27) on vegetative growth and yield of apple trees (cv “Annurca”). *Scientia Horticulturae*, v. 119, n. 3, p. 270-274, 2008.
- DOLINSKI, M.A.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L.; SOUZA, S.R.; MAY-DE-MIO, L.L.; MONTEIRO, L.B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro ‘Chimarrita’ em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR, *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal SP, v.27, n.2, p.295-299, 2005.
- DOLINSKI, M.A.; MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M. MIO, L.L.M.; MONTEIRO, L.B. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade da ameixeira ‘reubennel’, na região de araucária-PR¹. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 2, p. 364-370, 2007.
- DOMÍNGUEZ, M. M. Estudio de la variabilidad morfológica en el Banco Nacional de Germoplasma de Manzano, Escuela Universitaria Politécnica La Almunia de Doña Godina, 2008, p. 99, Trabalho de conclusão de curso.
- ERNANI, P.R.; DIAS, J. Soil nitrogen application in the spring did not increase apple yield. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, p.645-649, 1999.
- ERNANI, P. R.; DIAS, J.; FLORE, J. A. Annual additions of potassium to the soil increased apple yield in Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Athens, v. 33, n. 7/8, p. 1291-1304, 2002.

EPAGRI. **A cultura da macieira**. 1ª edição. Florianópolis: Editora Pallotti, 2006. 743 p.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil, **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E., p.109-120, 2011.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió: UFAL, 2000. 604 p.

FELICIANO, R.P.; ANTUNES, C. RAMOS, A.; SERRA, A.T.; FIGUEIRA, M.E.; DUARTE, C.M.M.; CARVALHO, A.; BRONZE, M.R. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1 – Nutritional, phytochemical and sensory Evaluation. **Journal of functional foods**, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2010.

HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; E ERNANI, P.R. Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs 'Fuji', **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 489-496, 2003.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017 Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>> acesso em 12 de Mar. 2017.

JEONG, J.; HUBER, D. J. Suppression of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit softening and changes in cell wall matrix polysaccharides and enzyme activities: differential responses to 1-MCP and delayed ethylene application. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 129, n. 5, p. 752-759, 2004.

LEITE, G. B.; PETRI, J.L.; COUTO, M. Dormência das fruteiras de clima temperada 2014 In: Pio, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. UFLA, Lavras, Brasil. p. 652.

LIMA, F.N. **Manejo de fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura da macieira cv. 'julieta' em condições semiáridas**. 2015. 57 f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Piauí.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R.R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L. Growing Princessa apples under semiarid conditions in northeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 35, n. 1, 93-99, 2013.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R.R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L. Phenological characterization, effective fructification and fruit production of apples 'Eva' in semiarid climate in Northeastern. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1277-1283, 2012.

- LU, Y.-L.; YANG, X.-L.; LI, R.C.; LI, S.-L.C.; TONG, Y.-A. Effects of different potassium fertilizer application periods on the yield and quality of Fuji apple. **Journal of Applied Ecology**, v. 26, n.4, p. 1179-1185, 2015.
- MIRANDA, J. M. S. CAVALCANTE, Í. H. L.; OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; ASSIS, J. S. Fruit quality of 'Eva' e 'Princesa' apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.19, n.10, p.967-972, 2015 (a).
- MIRANDA, J.M.S.; CAVALCANTE, I.H.L.; OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C.; Advances on apple production under semiarid climate: N fertigation, **Emirates Journal of Food and Agriculture**. v. 27, n.10, p.744-748, 2015. (b).
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 2011, p. 889.
- NAOR, A.; NASCHITZ, S.; PERES, M.; GAL, Y. 2008. Responses of apple fruit size to tree water status and crop load. **Tree Physiology**, v. 28, n. 8, p. 1255-1261, 2008.
- NAVA, G.; DECHEN A.R. Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of 'fuji' apple. **Scientia Agrícola** (Piracicaba, Braz.), v.66, n.3, p.377-385, 2009.
- OLIVEIRA, D.L.; ALVARENGA, Â.A.; GONÇALVES, E.D.; MALTA, M.R. Qualidade da maçã cv. Eva produzida em duas regiões de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 269-272, 2014.
- SANTOS, A.C.B.; ASSIS, J.S.; BARROS e SILVA, S. A.; LOPES, P. R. C. **Crescimento e Maturação de Maçãs "Eva" e "Princesa" Produzidas no Submédio São Francisco**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 3. 2011, Nova Friburgo. Anais... Nova Friburgo: SPC, 2011. p. 740-743.
- SANTOS, A.C.B. Crescimento, maturação e conservação pós-colheita de maçãs cultivares "Eva" e "Princesa" na região do Submédio do São Francisco. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro.
- STÜPP, J.J.; ROSA, E.F.F.; AMARANTE, C.V.T.; MAFRA, Á. L.; CAMPOS, M.L. Composição mineral, sanidade e qualidade de maçãs em pomares convencionais e orgânicos **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 230-239, 2015.
- TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, ed. 5. 2013. p.918.

TARTACHNYK, I.I. & BLANKE, M.M.; Effect of delayed fruit harvest on photosynthesis, transpiration and nutrient remobilization of apple leaves. **New Phytologist** v.164, p.441–450 2004.

TOEBE, M.; BOTH, V.; THEWES, F.R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BRACKMANN, A. Tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres de maçã, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.5, p.759-767, 2014.

WU, J. ; GAO, H.; ZHAO, L.; LIAO, X.; CHEN, F.; WANG, Z.; HU, X. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, v.103, p.88-93, 2007.

WARGO, J. M.; MERWIN, I. A.; WATKINS, C. B. Fruit size, yield, and market value of 'GoldRush' apple are affected by amount, timing and method of nitrogen fertilization. **Horticultura Technology**, v.13, p.153-161, 2003.

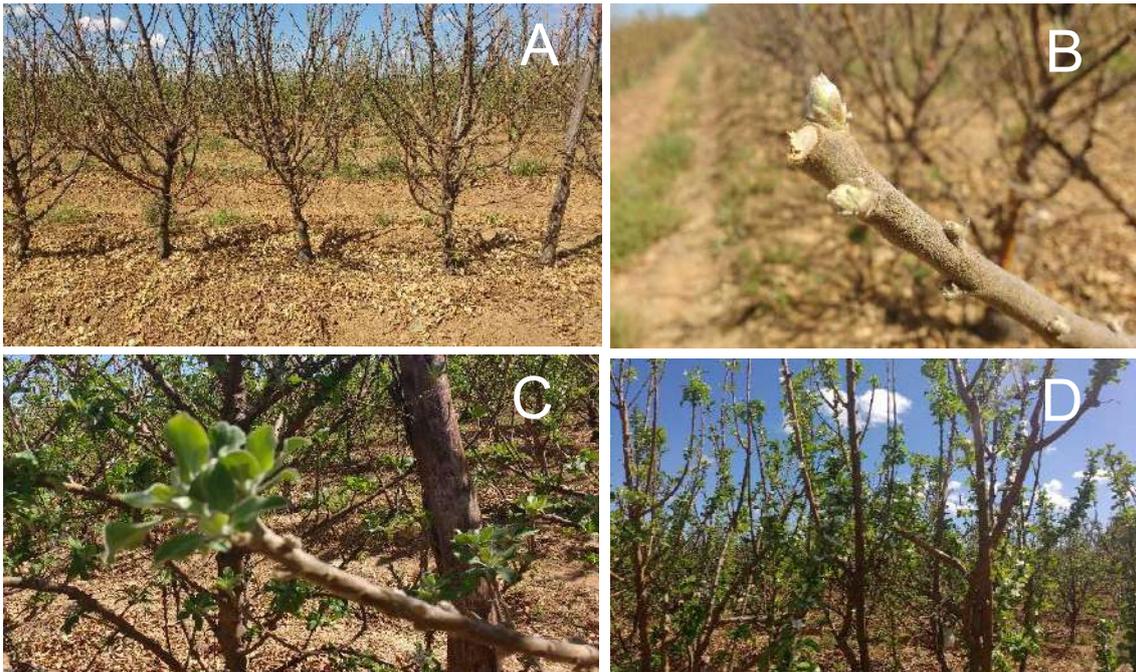
ANEXOS

Foto 1. Desfolhada macieira (A) poda em ramo (B), início da brotação (C) e planta com 15 a 20 dias após a poda (D).



Foto. 2 início da floração da macieira 'Julieta' no semiárido tropical (A, B, C e D).

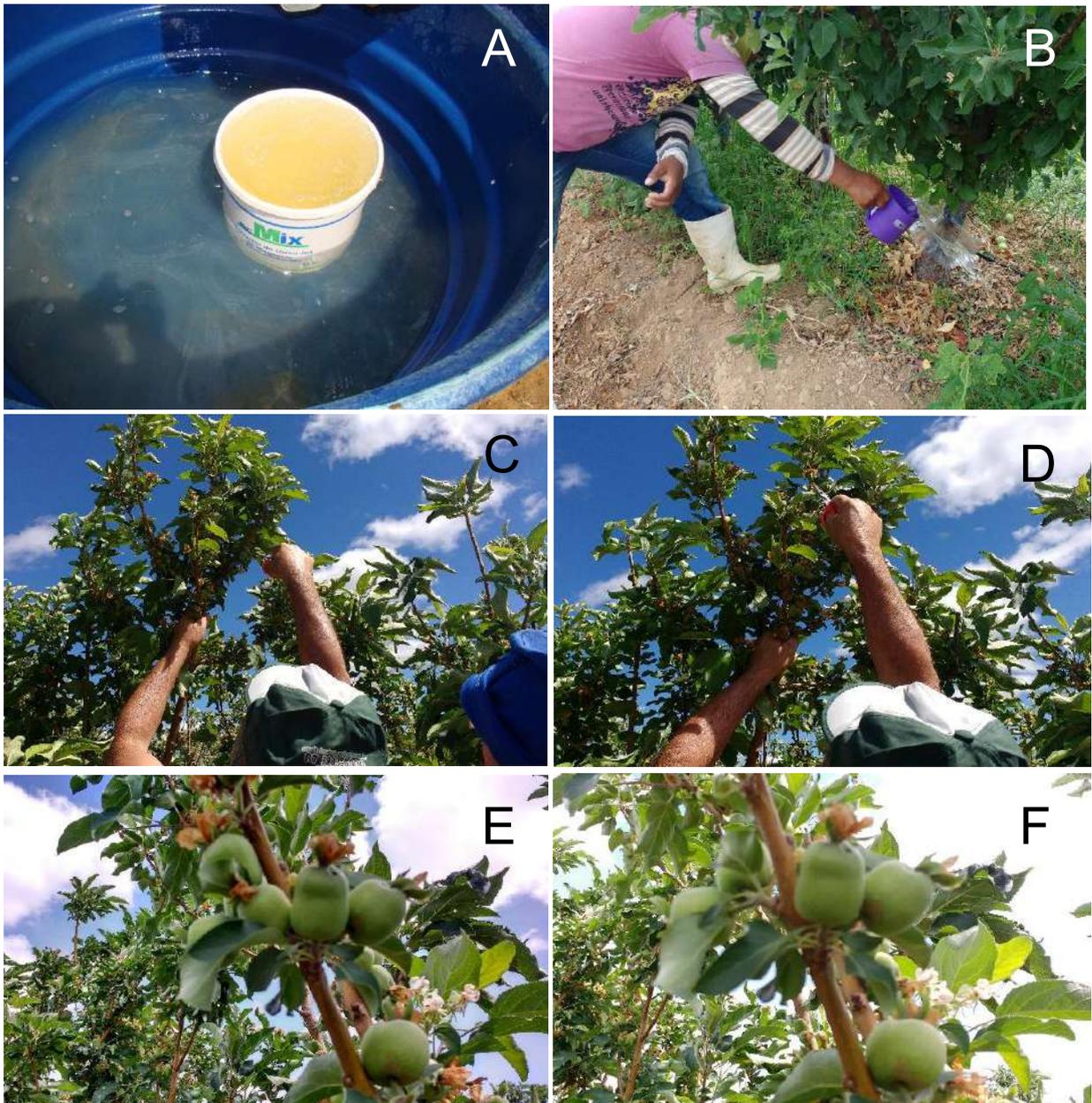


Foto 3. Preparo do fertilizante (A) aplicação de potássio (B), raleio de frutos (C e D) antes do raleio (E) após o raleio (F)



Foto 4. Planta de macieira 'Julieta' cultivada no semiárido tropical (A, B, C, D, E, e F).