



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CULTIVO DO MIRTILEIRO 'BILOXI' EM FUNÇÃO DE FERTIRRIGAÇÃO
NITROGENADA E SUBSTRATOS

FIRMINO NUNES DE LIMA

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA-DF

MAIO DE 2021

CULTIVO DO MIRTILEIRO 'BILOXI' EM FUNÇÃO DE FERTIRRIGAÇÃO
NITROGENADA E SUBSTRATOS

FIRMINO NUNES DE LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. OSVALDO KIYOSHI YAMANISHI
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. MÁRCIO DE CARVALHO PIRES

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA-DF

MAIO DE 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CULTIVO DO MIRTILEIRO 'BILOXI' EM FUNÇÃO DE FERTIRRIGAÇÃO
NITROGENADA E SUBSTRATOS

FIRMINO NUNES DE LIMA

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE
DOUTOR EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

Oswaldo Kiyoshi Yamanishi, Dr. (Orientador) / Universidade de Brasília /
kiyoshi@unb.br

José Ricardo Peixoto, Dr. (Membro Interno) / Universidade de Brasília /
peixoto@unb.br

Simone Rodrigues da Silva, Dra (Membro Externo) / Universidade de São
Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ srsilva@usp.br

Luis Eduardo Corrêa Antunes, Dr. (Membro Externo) / Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária (Embrapa) / luis.antunes@embrapa.br

BRASÍLIA, 24 de MAIO de 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, F. N. **Cultivo do mirtileiro ‘Biloxi’ em função de fertirrigação nitrogenada e substratos.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 118 p. Tese de Doutorado.

CESSÃO DE DIREITO

NOME DO AUTOR: FIRMINO NUNES DE LIMA

TÍTULO DA TESE: Cultivo do mirtileiro ‘Biloxi’ em função de fertirrigação nitrogenada e substratos.

GRAU: Doutor

ANO: 2021.

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Firmino Nunes de Lima

CPF: 042.130.903-29

Endereço: STN, bloco 03, Edifício Montreal, apartamento 228, CEP: 70.770-908.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, e por me cercar de pessoas maravilhosas.

Aos meus pais Devaldino Lima da Silva e Olinda Nunes da Silva, pelo amor, apoio incondicional, confiança, conselhos e orações.

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Osvaldo Kiyoshi Yamanishi, pela honra de poder receber sua orientação, pelos ensinamentos e por acreditar em mim e no meu trabalho, pelos conhecimentos e incentivos concedidos. Professor eu não tenho palavras para lhe agradecer por tudo que você fez por mim, muito obrigado.

Aos meus irmãos, Fernando Nunes de Lima e Filipe Nunes de Lima, pelo apoio e por me fazerem acreditar que sou capaz de alcançar todos os meus objetivos.

Ao meu co-orientador professor Dr. Márcio de Carvalho Pires por ter aceitado esse desafio, pela atenção e profissionalismo, pelos conhecimentos e pela experiência concedida na pesquisa de campo.

Ao Dr. Elias Divino Saba, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos Gabriel Miranda, João Lucas, Gabriel Suppa, Hyan Ramires, pela amizade construída e pela valiosa contribuição concedida ao longo da realização de diversos trabalhos.

As meninas da estação, Aline Rodrigues e Karolina Alves de Sousa, pelas brincadeiras e pela valiosa contribuição para realização do trabalho.

Aos funcionários da EEB, João Rodrigues e João Batista, pela amizade e ajuda.

A Universidade de Brasília pela possibilidade de fazer o doutorado.

Aos docentes que contribuíram para minha formação, pelos conhecimentos compartilhados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida para o desenvolvimento do trabalho.

À Fundação de apoio a pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) por auxílio financeiro.

Ao Laboratório Micellium – Análises agrícolas e biomoleculares de plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), pela oportunidade de me tornar Doutor em Agronomia.

O meu muito obrigado a todos!

CULTIVO DO MIRTILEIRO 'BILOXI' EM FUNÇÃO DE FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E SUBSTRATOS

RESUMO GERAL - As cultivares de mirtilo de baixa exigência de frio, do grupo “Southern Highbush”, representa um potencial de expansão do cultivo de mirtilo para outras regiões do País. No entanto para introdução dessas cultivares no Brasil requerem estudos de suas adaptações nas diferentes regiões, que apresentam diferentes condições de clima e solo. O capítulo 1 objetivou caracterizar o comportamento fenológico, de mirtilo Southern Highbush, cv. Biloxi, cultivado sob clima tropical de Brasília-DF. O experimento foi realizado no período de novembro de 2018 a outubro de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília. Foi usado o delineamento inteiramente casualizado, com tratamentos constituídos por 20 plantas, e com repetições representadas por ramos escolhidos aleatoriamente em número de quatro por planta. Foi utilizada escala fenológica adaptada de escala de fenologia do mirtilheiro da Universidade de Michigan (USA). Foi avaliado quando ocorreu o início do florescimento (mais de 5% das flores abertas), final de florescimento (90% das flores abertas), início e final da colheita. A ‘Biloxi’, completou seu desenvolvimento produtivo no ciclo 2018/2019 sem ser submetida a nenhuma hora de frio menor que 7,2 °C. O florescimento teve início com 140 dias após a poda drástica e com 191 dias após a poda drástica todas as plantas estavam em florescimento pleno. A ‘Biloxi’, completou o ciclo produtivo 2018/2019 em 347 dias. No capítulo 2 objetivou-se avaliar os atributos fisiológicos de mirtilheiro ‘Biloxi’ em função da fertirrigação com nitrogênio em Brasília-DF. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos: 10; 20; 30 e 40 g de N planta⁻¹. As seguintes variáveis foram obtidas: taxa de fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência instantânea do uso de água, eficiência carboxilativa, índice SPAD e nitrogênio foliar. Foi observado efeito das diferentes doses de nitrogênio aplicadas sobre os atributos fisiológicos. Plantas de mirtilo, cultivar Biloxi, aumentaram as taxas fotossintéticas em doses de até 30 g de N planta⁻¹. No capítulo 3 o objetivo foi avaliar os atributos produtivos, de plantas de mirtilheiro ‘Biloxi’, em função de fertirrigação nitrogenada e diferentes substratos na região de Brasília-DF. O

experimento em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas 4 doses de nitrogênio via fertirrigação: (10, 20, 30 e 40 g de N planta⁻¹) e as subparcelas substratos (S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições e 5 plantas por parcela. Foi avaliado o diâmetro longitudinal e transversal de frutos; número de frutos por planta; massa dos frutos e produtividade. Nas condições do estudo a interação substrato e doses de nitrogênio influenciaram nos atributos produtivos DT; DL; NF; MMF e produtividade do mirtilheiro 'Biloxi'. O substrato S4 (54 L de casca de arroz + 6 L turfa) proporcionou melhores resultados para as características produtivas. O capítulo 4 objetivou avaliar a exportação de nutrientes com a colheita de mirtilo cv. Biloxi, em função de adubação nitrogenada e diferentes substratos de cultivo, nas condições de Brasília-DF. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas 4 doses de nitrogênio via fertirrigação: (10, 20, 30 e 40 g de N planta⁻¹) e as subparcelas substratos (S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco). Foram avaliados os teores de macronutrientes em g kg⁻¹. Com base nesses teores, na massa média fresca e seca dos frutos e na produtividade de cada tratamento, foi estimada a quantidade de nutrientes exportados por ocasião das colheitas dos frutos considerando diferentes estimativas de produtividade. Nas condições do estudo a interação substrato e doses de nitrogênio influenciaram na exportação de nutrientes N, K, Ca, S e Mg por frutos do mirtilheiro 'Biloxi. Já os teores de P foram influenciados, positivamente pelas doses de nitrogênio aplicadas às plantas'. Obteve-se a seguinte ordem decrescente de extração: N > K > P > Ca > S > Mg por frutos de mirtilheiro Biloxi

Palavras-chave: Biloxi, adubação nitrogenada, substrato, clima tropical, *Vaccinium corymbosum* L.

CULTIVATION OF BILOXY BLUEBERRY AS A FUNCTION OF NITROGEN FERTIRRIGATION AND SUBSTRATES

ABSTRACT - The “Southern Highbush” blueberry cultivars with low cold demands represent a potential for expansion of blueberry cultivation to other regions of the country. However, for the introduction of these cultivars in Brazil they require studies of their adaptations in different regions, which have different climate and soil conditions. Chapter 1 aimed to characterize the phenological behavior of Southern Highbush blueberry, cv. Biloxi, cultivated under tropical climate in Brasília-DF. The experiment was carried out from november 2018 to october 2019, in the Fruit Growing Sector of the Biology Experimental Station of the University of Brasília. A completely randomized design was used, with treatments consisting of 20 plants, and repetitions represented by branches randomly chosen in number of four per plant. A phenological scale adapted from the University of Michigan (USA) blueberry phenology scale was used. It was evaluated when the beginning of flowering occurred (more than 5% of open flowers), end of flowering (90% of open flowers), beginning and end of harvest. 'Biloxi' completed its productive development in the 2018/2019 cycle without being subjected to any cold hours below 7.2 °C. Flowering started 140 days after drastic pruning and 191 days after drastic pruning all plants were in full flowering. 'Biloxi' completed the 2018/2019 production cycle in 347 days. In chapter 2, the objective was to evaluate the physiological attributes of 'Biloxi' blueberry as a function of nitrogen fertigation in Brasília-DF. The experimental design was in randomized blocks, with four treatments: 10; 20; 30 and 40 g of N plant⁻¹. The following variables were obtained: net photosynthesis rate, transpiration, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, instantaneous water use efficiency, carboxylative efficiency, SPAD index and leaf nitrogen. The effect of different nitrogen doses applied on physiological attributes was observed. Blueberry plants, cultivar Biloxi, increased photosynthetic rates at doses of up to 30 g of N plant⁻¹. In chapter 3, the objective was to evaluate the productive attributes of blueberry plants (Biloxi) as a function of nitrogen fertigation and different substrates in the region of Brasília-DF. The experiment was carried out in a split-plot scheme, with the plots being 4 doses of nitrogen via fertigation: (10, 20, 30 and 40 g of N

plant⁻¹) and the subplots as substrates (S1 - 100% rice husk; S2 - 58 L of rice husk + 2 L of peat; S3 - 56 L of rice husk + 4 L of peat; S4 - 54 L of rice husk + 6 L of peat; S5 - 58 L of rice husk + 2 L of fiber of coconut; S6 – 56 L of rice husk + 4 L of coconut fiber; S7 – 54 L of rice husk + 6 L of coconut fiber). The treatments were distributed in randomized blocks with four replications and 5 plants per plot. The longitudinal and transversal diameter of fruits was evaluated; number of fruits per plant; fruit mass and yield. Under the conditions of the study the interaction substrate and nitrogen doses influenced the productive attributes DT; DL; NF; MMF and productivity of the 'Biloxi' blueberry. The substrate S4 (54 L of rice husk + 6 L peat) provided better results for the productive characteristics. Chapter 4 aimed to evaluate the export of nutrients with the harvest of blueberry cv. Biloxi, as a function of nitrogen fertilization and different cultivation substrates, in Brasília-DF conditions. The experiment was installed in a split-plot scheme, with the plots being 4 doses of nitrogen via fertigation: (10, 20, 30 and 40 g of N plant⁻¹) and the subplots as substrates (S1 - 100% rice husk; S2 - 58 L rice husk + 2 L peat; S3 – 56 L rice husk + 4 L peat; S4 – 54 L rice husk + 6 L peat; S5 – 58 L rice husk + 2 L of coconut fiber; S6 – 56 L of rice husk + 4 L of coconut fiber; S7 – 54 L of rice husk + 6 L of coconut fiber). Macronutrient contents in g kg⁻¹ were evaluated. Based on these contents, the average fresh and dry mass of the fruits and the yield of each treatment, the amount of nutrients exported during the fruit harvest was estimated considering different yield estimates. Under the conditions of the study, the interaction of substrate and nitrogen doses influenced the export of nutrients N, K, Ca, S and Mg by 'Biloxi' blueberry fruits. The P contents were positively influenced by the nitrogen doses applied to the plants'. The following decreasing order of extraction was obtained: N > K > P > Ca > S > Mg by 'Biloxi' blueberry fruits.

Keywords: Biloxi, nitrogen fertilization, substrate, tropical climate, *Vaccinium corymbosum* L.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Números de horas mensais com temperatura abaixo de 18 °C (CH <18), 16 °C (CH <16), 14 °C (CH <14) 12 °C (CH <12) 10 °C (CH <10) e 7,2 °C (CH <7,2), em Brasília, Distrito Federal, Brasil, entre Novembro de 2018 e Outubro de 2019. Brasília-DF, 2021.

Tabela 2 - Ocorrência de diferentes estádios fenológicos do mirtilheiro 'Biloxi' no ciclo produtivo (2018/2019), Brasília-DF, 2021.

Tabela 3. Características fenológicas do mirtilheiro 'Biloxi', no ciclo produtivo (2018/2019), Brasília-DF, 2021.

CAPÍTULO II

Tabela 1. Densidade seca (DS); porosidade total (PT); pH; condutividade elétrica (EC); matéria orgânica (M.O) e teores cálcio (Ca); magnésio (Mg) e Ferro (Fe) do substrato. Brasília-DF, 2019.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente à taxa de fotossíntese líquida (A), concentração interna de CO₂ (Ci), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência instantânea no uso da água (EUA) (A/E), eficiência carboxilativa (EiC (A/Ci), índice SPAD (SPAD) e nitrogênio foliar (N) em plantas de mirtilo cv. Biloxi em função de fertirrigação nitrogenada. Brasília-DF, 2019.

CAPÍTULO III

Tabela 1. pH; condutividade elétrica (EC); matéria orgânica (M.O); ferro (Fe) e Magnésio (Mg) dos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Tabela 2. pH; condutividade elétrica (EC) e volume (vol) da solução nutritiva drenada nos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Tabela 3. Resumo da análise de variância referente a diâmetro transversal (DT); diâmetro longitudinal (DL); número de frutos (NF); massa média de frutos (MMF) e produtividade (Prod.) de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2019.

Tabela 4. Produtividade (Prod.) de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Tabela 5. Diâmetro transversal (DT) e diâmetro longitudinal (DL) de frutos de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Tabela 6. Número de frutos (NF) e massa média de frutos (MMF) de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

CAPÍTULO IV

Tabela 1. pH; condutividade elétrica (EC); matéria orgânica (M.O); ferro (Fe) e Magnésio (Mg) dos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Tabela 2. pH; condutividade elétrica (EC) e volume (vol) da solução nutritiva drenada nos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Tabela 3. Resumo das análises de variância referentes Teores de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F), exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo cv. Biloxi, em função de doses de nitrogênio e diferentes substratos. Brasília-DF, 2019.

Tabela 4. Teores de nitrogênio (A) e potássio (B) exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Tabela 5. Teores de cálcio (A), magnésio (B) e enxofre (S) exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Produção mundial de mirtilo em milhares de toneladas entre os anos de 2000 e 2017. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2019), adaptado pelo autor.

Figura 2. Área mundial plantada com mirtilo em milhares de hectare entre os anos de 2000 e 2017. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2019), adaptado pelo autor.

Figura 3. Quantidades anuais de mirtilo (toneladas) que chegou à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) entre os anos de 2007 e 2018.

Figura 4. Local de origem do mirtilo que chegou à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) em 2018.

Figura 5. Planta de mirtilo de porte arbustivo (A), distribuição do sistema radicular (B) e frutos preto-azulado logo após a colheita (C). Mirtilo cultivar Biloxi. Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal. 2019.

CAPÍTULO I

Figura 1. Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Figura 2. Temperatura máxima média, temperatura média e temperatura mínima média (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação pluviométrica (C) durante a execução do experimento. Brasília-DF, 2021.

Figura 3. Estádios fenológicos do mirtilheiro 'Biloxi', Brasília-DF, Brasil, 2021.

Figura 4. Produção por planta, nas diferentes semanas de colheitas do mirtilheiro 'Biloxi', no ciclo produtivo 2018/2019. Brasília-DF, Brasil, 2021.

CAPÍTULO II

Figura 1. Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Figura 2. Temperatura máxima média, temperatura média e temperatura mínima média (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação pluviométrica (C) durante a execução do experimento. Brasília-DF, 2021.

Figura 3. Gotejadores com 4 hastes (A), tanques para diluição das diferentes soluções nutritivas (B) e temporizador das irrigações (C). Brasília-DF, 2021.

Figura 4. Analisador de gás por infravermelho, IRGA (A) e medidor portátil de clorofila, modelo Minolta SPAD-502 (B). Brasília-DF, 2021.

Figura 5. Taxa de fotossíntese líquida (A), concentração interna de CO₂ (B), transpiração (C) e eficiência instantânea no uso da água (D) do mirtilheiro cv. Biloxi em função de diferentes doses de adubação nitrogenada via fertirrigação. Brasília-DF, 2019.

Figura 6. Nitrogênio foliar (A) e Índice relativo de clorofila (B) do mirtilheiro cv. Biloxi em função de diferentes doses de adubação nitrogenada via fertirrigação. Brasília-DF, 2019.

CAPÍTULO III

Figura 1. Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Figura 2. Temperatura máxima média, temperatura média e temperatura mínima média (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação pluviométrica (C) durante a execução do experimento. Brasília-DF, 2021.

Figura 3. Mirtileiro 'Biloxi' (A), gotejadores com 4 hastes (B), tanques para diluição das diferentes soluções nutritivas (C) e temporizador das irrigações (D). Brasília-DF, 2021.

Figura 4. Mirtileiro 'Biloxi' após a poda drástica (A) e plantas com 90 dias após a poda drástica (B). Brasília-DF, 2021.

Figura 5. Produção por semanas de colheitas do mirtileiro 'Biloxi' durante o ano de 2019, em função de adubação nitrogenada e diferentes substratos. (Figuras 6A; 6B; 6C e 6D, corresponde à 10; 20; 30 e 40 g N planta⁻¹ respectivamente). Brasília-DF, 2021.

CAPÍTULO IV

Figura 1. Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Figura 2. Temperatura máxima média, temperatura média e temperatura mínima média (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação pluviométrica (C) durante a execução do experimento. Brasília-DF, 2021.

Figura 3. Mirtileiro 'Biloxi' (A), gotejadores com 4 hastes (B), tanques para diluição das diferentes soluções nutritivas (C) e temporizador das irrigações (D). Brasília-DF, 2021.

Figura 4. Mirtileiro 'Biloxi' após a poda drástica (A) e plantas com 90 dias após a poda drástica (B). Brasília-DF, 2021.

Figura 5. Fosforo exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio. Brasília-DF, 2021.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vi
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1. Importância econômica do cultivo do mirtilheiro no Brasil e no Mundo	23
2.2 Benefícios para saúde	26
2.3. Etimologia, centro de origem e taxonomia do mirtilheiro.....	27
2.4. Aspectos morfológicos	29
2.5 Grupos de mirtilheiro.....	31
2.6. A cultivar Biloxi.....	32
2.7. Adubação nitrogenada	32
2.8. Produção de mirtilo em substrato.....	33
2.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPÍTULO 1 - Caracterização fenológica de mirtilheiro Southern Highbush, cv. Biloxi, em clima tropical do centro-oeste brasileiro.....	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1. Localização da área experimental e condução do experimento.....	48
2.2. Delineamento experimental e Variáveis estudadas	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÕES.....	55
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
6. AGRADECIMENTOS.....	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO 2 - Ecofisiologia de mirtilo Southern Highbush, 'Biloxi', em resposta a fertirrigação nitrogenada	60
RESUMO.....	61

ABSTRACT	62
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS	63
2.1. Localização da área experimental e implantação do experimento	63
2.2. Delineamento experimental e condução do experimento.....	65
2.3. Variáveis estudadas e Análises estatísticas.....	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4. CONCLUSÕES.....	72
5. AGRADECIMENTOS.....	73
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
CAPÍTULO 3 - Atributos produtivos de mirtilheiro Southern Highbush, 'Biloxi', em resposta a fertirrigação nitrogenada e diferentes substratos.....	77
RESUMO.....	78
ABSTRACT	79
1. INTRODUÇÃO.....	80
2. MATERIAL E MÉTODOS	81
2.1. Localização da área experimental e implantação do experimento	81
2.2. Delineamento experimental e condução do experimento.....	83
2.3. Variáveis estudadas e Análises estatísticas	86
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4. CONCLUSÕES.....	92
5. AGRADECIMENTOS.....	93
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
CAPÍTULO 4 - Extração de nutrientes com a colheita de frutos de mirtilheiro Southern Highbush, cv. Biloxi, em resposta a fertirrigação nitrogenada e diferentes substratos	98
RESUMO.....	99
ABSTRACT	100
1. INTRODUÇÃO.....	101
2. MATERIAL E MÉTODOS	102
2.1. Localização da área experimental e implantação do experimento	102
2.2. Delineamento experimental e condução do experimento.....	104
2.3. Variáveis estudadas e Análises estatísticas	107
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	108

4. CONCLUSÕES.....	113
5. AGRADECIMENTOS.....	113
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

1. INTRODUÇÃO GERAL

As tendências mundiais da alimentação nos últimos anos indicam um interesse acentuado das populações em determinados alimentos, que além do seu valor nutritivo tragam benefícios às funções fisiológicas do organismo humano. Os consumidores estão exigindo cada vez mais frutas com reconhecidas propriedades benéficas à saúde, como antioxidantes e frutos de mirtilo, atendem a esse requisito (AMARAL et al., 2018).

Originário de regiões da Europa e dos Estados Unidos, o mirtilo (*Vaccinium* spp.) é uma cultura que cresceu significativamente nos últimos anos em importância agrícola e econômica no mundo. Esse rápido crescimento foi impulsionado pela forte demanda do consumidor pela fruta e pelo desenvolvimento recente de novos cultivares e sistemas de produção que aumentaram a disponibilidade de mirtilos frescos no mercado o ano todo (KINGSTON et al., 2017).

É conhecido como o “Rei dos Antioxidantes” e o “Fruto da Juventude”, pois contém elevado teor de vitamina, possuindo ainda sais minerais como, magnésio, potássio, cálcio, fósforo, ferro, manganês, açúcares, pectina, tanino, ácido cítrico, málico e tartárico e fibras (SERRADO et al., 2008). Pode auxiliar no combate à diabetes, combate ao envelhecimento, prevenção de doenças degenerativas do cérebro e sistema nervoso, problemas de vista, prevenção de doenças cardíacas, combate ao câncer, além de possuírem ação anti-inflamatória e antimicrobiana (CHU et al., 2011).

Por ser uma planta de clima frio, no Brasil o cultivo do mirtilo está limitado geograficamente aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, e a algumas regiões de grande altitude nos estados de São Paulo e Minas Gerais (Medina et al., 2018). No entanto, a recente introdução de novas cultivares com baixa exigência de frio, principalmente do grupo “Southern Highbush”, representa um potencial de expansão do cultivo de mirtilo para outras regiões do País (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

Com elevado potencial de crescimento das áreas de produção no Brasil, o mirtilheiro apresenta como vantagens a adaptação ao cultivo em pequenas áreas; o grande interesse do mercado consumidor, tanto interno como externo; os poucos problemas fitossanitários; o alto valor agregado; e a extensa

possibilidade de industrialização na forma de geleias, sucos, polpas e licores. Além disso, a variabilidade de climas e microclimas favorecem a oferta de frutas em diferentes épocas do ano (HOFFMANN & ANTUNES, 2007).

Para o estudo de culturas temperadas, como mirtilo em regiões de inverno ameno, regiões tropicais ou mesmo semiáridas, recomenda-se o uso de cultivares com menor exigência em frio. Dentre as cultivares de mirtilo com essas características destaca-se, a cultivar Biloxi por ser precoce e produtiva, por não possuir exigência em frio para completar seu ciclo produtivo (FALL CREEK FARM & NURSERY, 2018).

A nutrição mineral das plantas é um dos fatores que mais pode dificultar a expansão dessa cultura no Brasil, pois, atualmente as adubações são realizadas com base em resultados de pesquisas de outras regiões produtoras tradicionais. Segundo Becker et al. (2009), a recomendação de adubação deve levar em conta as necessidades da cultura, a taxa de crescimento e as condições ambientais de cada região.

No mirtilo, o nitrogênio (N) é o nutriente mais importante para manter o crescimento vegetativo (PESCIE et al., 2018). Nas plantas, o N apresenta função estrutural importante, em vários componentes vitais como aminoácidos, ácidos nucléicos, amidas, proteínas, clorofila e metabólitos secundários, portanto, na sua deficiência ocorre rapidamente uma inibição do crescimento vegetativo (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Para Hanson (2006), plantas de mirtilo respondem favoravelmente às várias formas de nitrogênio, níveis e época e forma de aplicação. Mas tem que ser ministrado em taxas ideais e no correto momento, para uma absorção eficiente e para evitar perdas que pode ocorrer de várias maneiras (AMARAL et al., 2018). Esse parcelamento das doses de N é muito influenciado pelo método de aplicação. Segundo Bryla & Machado (2011) plantas de mirtilo tem uma maior eficiência do uso de N fornecido via fertirrigação em comparação com a adubação com fertilizantes granulados. A fertirrigação permite a aplicação de fertilizantes de maneira mais uniforme e diretamente nas raízes em pequenas e frequentes quantidades conforme necessário e, portanto, tem o potencial de reduzir as aplicações totais de fertilizantes, lixiviação e escoamento (KAFKAFI & TARCHITZKY, 2011).

Outra exigência desta cultura é o fato de necessitar de solos muito específicos, que nem sempre estão em condições disponíveis. De acordo com Osvalde et al. (2019) o mirtilheiro possui baixa densidade radicular e um sistema radicular pouco profundo. Os mirtilheiros estão adaptados a solos com pH baixo (4,2 a 5,5), húmidos, bem drenados, com textura arenosa e um teor de matéria orgânica elevado (Tasa et al., 2012). Nesse contexto uma das formas de produzir mirtilheiro, em solos que não tenham estas características envolve o cultivo em recipientes com substrato (Voogt et al., 2014, Pinto, 2015).

Mediante o exposto, a incorporação de técnicas adequadas de plantio bem como do quantitativo de fertilizantes que possam suprir nutricionalmente a planta de mirtilheiro de forma economicamente viável pode caracterizar um avanço no processo produtivo da cultura com aumento de produtividade e incremento de renda no campo, produzindo produtos com qualidade compatível ou superior aos produzidos atualmente, com menor custo de produção e menor impacto ao meio ambiente. Adicionalmente, a inserção de uma nova cultivar, pode constituir um fator fundamental para a redução do risco, tão presente na atividade agrícola.

Assim, os objetivos desse trabalho foram: avaliar os atributos fisiológicos, produtivos e nutricionais do mirtilheiro, 'Biloxi', em função de fertirrigação nitrogenada e diferentes substratos na região de Brasília-DF.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica do cultivo do mirtilheiro no Brasil e no Mundo

O cultivo e comercialização de mirtilo vêm se expandindo significativamente no mundo nos últimos anos, em área e volume de produção, passando de aproximadamente 211.144 toneladas em 2000 para 596.813 toneladas em 2017, crescimento de 183% na produção em 17 anos (Figura 1). Por sua vez, a área plantada mundialmente quase dobrou nesse mesmo período (Figura 2) passando de 54,8 mil hectares para 109,5 mil hectares (FAO, 2019).

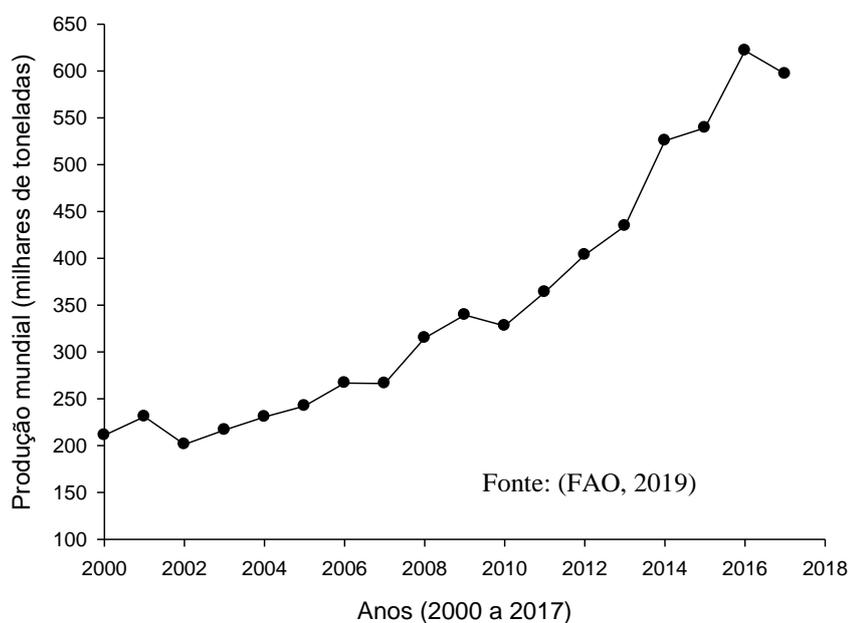


FIGURA 1. Produção mundial de mirtilo em milhares de toneladas entre os anos de 2000 e 2017. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2019), adaptado pelo autor.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2019) a produção mundial de mirtilo em 2017 foi dominada por 5 países, que juntos foram responsáveis por 87,33% da produção: Estados Unidos da América com 236.621 toneladas (39,64% da produção mundial); seguidos por Canadá com 160.246 toneladas (26,85%); Peru com 52.301 toneladas (8,76%) destaca-se como líder de produção de mirtilo no continente

Sul-americano; México com 36.700 toneladas (6,14%) e Espanha com toneladas 35.355 (5,92%) completa a lista de maiores produtores mundiais (FAO, 2019).

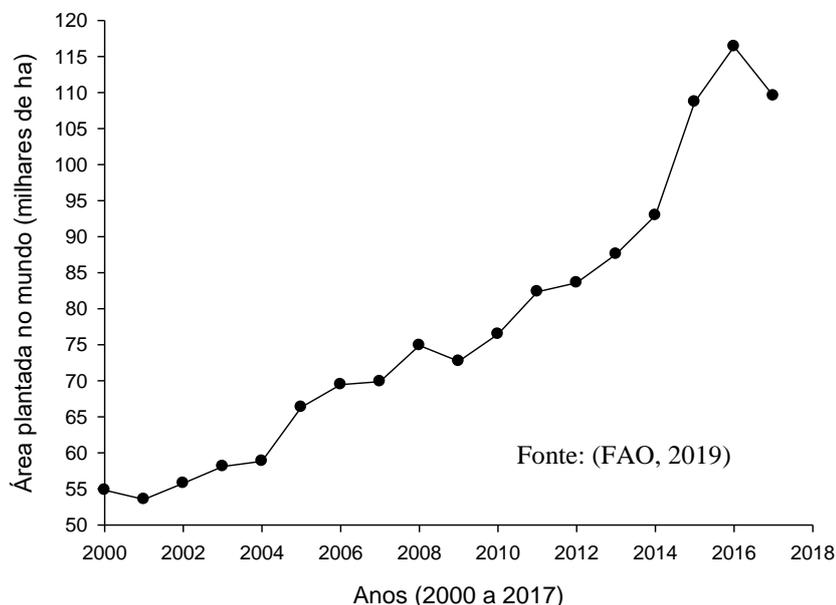


FIGURA 2. Área mundial plantada com mirtilo em milhares de hectare entre os anos de 2000 e 2017. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2019), adaptado pelo autor.

No Brasil os primeiros experimentos com cultivo do mirtilo datam de 1983, realizados pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS). Foram introduzidas cultivares com baixa exigência em frio do grupo Rabbiteye, oriunda da Universidade da Flórida (Estados Unidos), sendo o plantio comercial iniciado em 1990 na cidade de Vacaria (RS) (RASEIRA & ANTUNES, 2004). O cultivo de mirtilo no Brasil está ainda concentrado nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, e a algumas regiões de grande altitude nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MEDINA et al., 2018).

Hoje não se tem dados oficiais de áreas cultivadas e de consumo de mirtilo no Brasil. Porém alguns indicativos mostra que tanto o consumo quanto as áreas com cultivos de mirtilo estão expandindo pelo País. Na figura 3 são apresentadas informações sobre as quantidades anuais de mirtilo que chegou à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) entre os anos de 2007 e 2018. Observa-se que o volume de frutos de mirtilero

comercializado nesse período passou de 5,6 para 78,2 toneladas, um aumento correspondente a 1283% no período de 12 anos (CEAGESP, 2019).

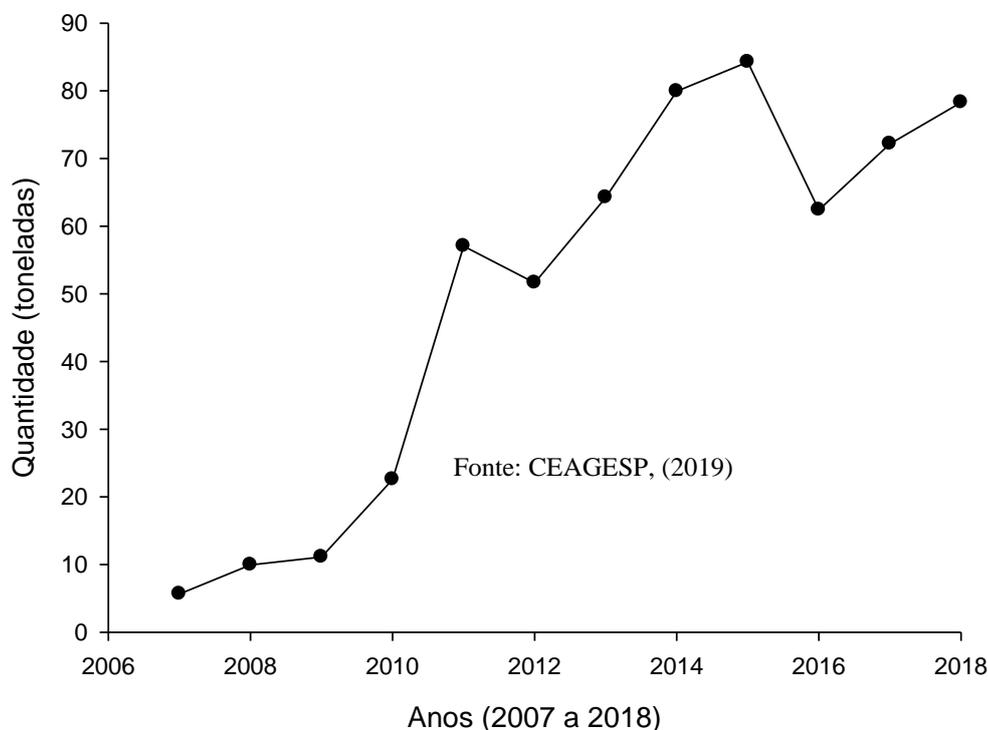


FIGURA 3. Quantidades anuais de mirtilo (toneladas) que chegou à Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) entre os anos de 2007 e 2018.

Na figura 4 é mostrado o local de origem do mirtilo que chegou à Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) no ano 2018. Mostrando que 55,03% do volume de mirtilo que deu entrada na entidade foram oriundos de campos de produção no Brasil. Sendo 45,2% com origem no estado de São Paulo, 7,4% do Rio Grande do Sul, 2,3 Santa Catarina e 0,13% do estado de Minas Gerais, os outros 44,7% é oriundos de países como Estados Unidos, Peru, Chile, Uruguai, Portugal e Argentina. Demonstrando que nos últimos anos a produção está aumentando no País, assim como o interesse por frutos dessa cultura.

A colheita de mirtilo nos países do Hemisfério Norte se inicia em maio e finaliza em outubro enquanto que nos países do Hemisfério Sul isto se dá entre outubro e abril, na entressafra do Hemisfério Norte. Esta condição comercial

favorece o mercado de exportação/importação, no qual os países importadores pagam altos preços, principalmente pela fruta fresca (FIGUEROA, 2005). Deve-se ressaltar que Países como Peru e Brasil possuem condições climáticas que favorecem o plantio e a colheita em qualquer época do ano.

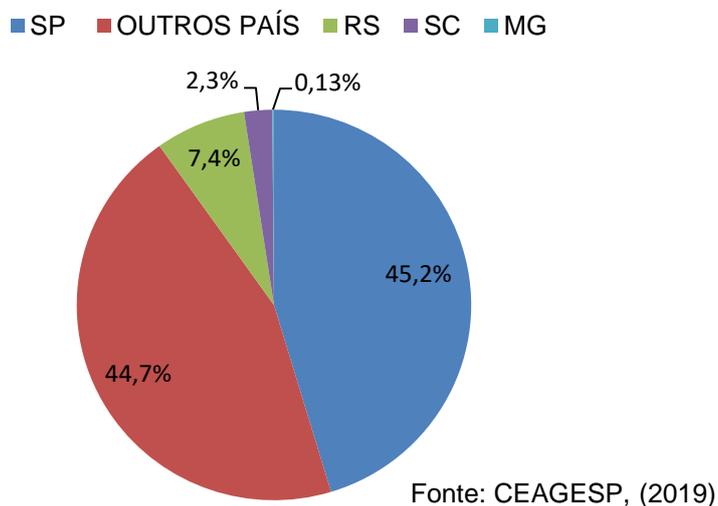


FIGURA 4. Local de origem do mirtilo que chegou à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) em 2018.

O principal destino do mirtilo produzido no Brasil é a agroindústria, com 40% a 60% da fruta colhida vendida congelada para a indústria de sucos e geleias. A produção brasileira de mirtilos é insuficiente para abastecer as indústrias processadoras brasileiras, o Chile em dado momento, foi responsável por abastecer 90% do volume dessa fruta no nosso país (NÚÑEZ & REY, 2009), fato este que evidencia um enorme potencial de expansão da produção nacional.

2.2 Benefícios para saúde

O interesse por fontes naturais de antioxidantes, especialmente de frutas e vegetais, cresceu nos últimos anos (BUNEA et al., 2011). Estudos epidemiológicos indicam que uma dieta com alto nível de antioxidantes naturais (ácido ascórbico, vitamina E, carotenoides e compostos fenólicos) pode proteger o corpo de doenças cardiovasculares, catarata, câncer e distúrbios

relacionados ao envelhecimento (STEFFEN et al., 2003). Dentre as frutas com altos níveis de antioxidantes destaca-se o mirtilo (*Vaccinium* spp.) (Mc ANULTY et al., 2017).

Dentre os diversos benefícios, que o consumo de mirtilo traz à saúde humana destaca-se o combate aos radicais livres causadores de doenças degenerativas, (SEVERO et al., 2008). Também pode auxiliar no combate à diabetes, ao envelhecimento, prevenção de doenças degenerativas do cérebro e sistema nervoso, dificuldades na vista, prevenção de doenças cardíacas, combate ao câncer, além de possuírem ação anti-inflamatória e antimicrobiana (CHU et al., 2011).

As antocianinas estão presentes em toda a diversidade de espécies cultivadas e silvestres de mirtilo, em grande quantidade (CHU et al., 2011). Elas são responsáveis pela pigmentação rosada, avermelhada, azulada ou roxa dos frutos (UPTON, 2001), estando concentradas principalmente na casca dos frutos. Seu teor aumenta com a maturação dos frutos, acompanhando a mudança de cor da casca.

As antocianinas têm poderosas propriedades antioxidantes. Sua ação antioxidante se dá pela eliminação de radicais livres e quelação de íons metálicos danosos na corrente sanguínea (MAZZA et al., 2002). Além desse efeito, há relatos de que as antocianinas estabilizem o DNA, modifiquem expressão do genes dos adipócitos, melhorem a secreção e sensibilidade à insulina, e tenham efeitos anti-apoptóticos, anti-inflamatórios, e antibacterianas (CHU et al., 2011).

2.3. Etimologia, centro de origem e taxonomia do mirtilheiro

O mirtilo (“blueberry”) é o nome comum dado ao gênero de plantas *Vaccinium*, da família Ericaceae, subfamília Vaccinoideae que produz pequenos frutos preto-azulados comestíveis com inúmeros benefícios para a saúde (CHU et al., 2011). Outros nomes comuns do mirtilo incluem: blueberry (inglês), myrtille (Francês), arándano (Espanhol).

A palavra mirtilo vem do latim *myrtillus* e se decompõe no radical *myrtus*, acrescido do sufixo *-illus* (LEVIS & SHORT, 1879). Esse sufixo é um diminutivo, portanto, a palavra *myrtillus* significa “pequeno *myrtus*”. *Myrtillus* é

também o codinome específico da espécie *Vaccinium myrtillus*, espécie selvagem de mirtilo nativa da Europa e conhecida por diversos nomes em inglês ("bilberry", "wimberry", "whortleberry", ou blueberry europeu), mas sem nome na Língua Portuguesa que a distingua das espécies de mirtilo cultivadas.

Por sua vez, *Myrtus*, cujas plantas são comumente conhecidas como murta, é um gênero de apenas 3 espécies distintas e pertence a outra família, Myrtaceae. As espécies desse gênero produzem frutos que muito se assemelham aos frutos de mirtilo, entretanto, são nativas exclusivamente do sudoeste da Europa, região do Mediterrâneo, e do norte da África. Além disso, ao contrário dos *Vaccinium*, que são plantas em sua maioria caducifólias (FONSECA & OLIVEIRA, 2007), o gênero *Myrtus*, como o restante da família Myrtaceae, é perenifólio (ASLAM et al. 2010). Na sua origem do semítico arcaico, *Myrtus* significa azedo (LEWIS & SHORT, 1879).

O nome *Vaccinium* tem sua provável origem também no latim, oriundo de *vaccinus*, que é relativo a vacas. Os frutos silvestres são muito apreciados por esses animais, dentre outros da fauna, o que teria levado a essa denominação (FONSECA & OLIVEIRA, 2007). Entretanto, não há consenso e ele pode ter vindo do grego arcaico *huákinthos*, com o significado de roxo, ou mesmo ainda do latim, como uma corruptela de *bacca*, cujo significado é baga.

Esse gênero é muito antigo e possui cerca de 150 a 450 espécies (RETAMALES & HANCOCK, 2012). Há espécies nativas da Ásia e Pacífico, Américas do Norte, Central e do Sul, África, Japão e China (FONSECA & OLIVEIRA, 2007). Entretanto, seu consumo é mais tradicional na Europa e América do Norte, e as espécies cultivadas são oriundas principalmente dessas duas regiões (CANTUARIAS-AVILES et al., 2014). Segundo Fonseca e Oliveira (2007) "provavelmente mais de 95% das cultivares existentes são híbridos mais ou menos complexos de espécies norte americanas".

O gênero divide-se em 2 subgêneros: *Vaccinium* e *Oxycoccus*, os quais, por sua vez, se dividem em várias secções supra-específicas. O subgênero *Oxycoccus* designa os frutos conhecidos por oxicocos ou "cranberries" e é considerado um gênero distinto de *Vaccinium* por alguns botânicos (FONSECA & OLIVEIRA, 2007).

2.4. Aspectos morfológicos

O mirtilo é uma planta caducifólia, de porte arbustivo (Figura 5A) ou rasteiro (Mc GREGOR & SEZERINO 2007; CARRERA, 2012). De acordo com Fonseca & Oliveira, (2007) as plantas de mirtilos de hábito de crescimento ereto pode atingir até 10 metros de altura como no caso do *Vaccinium myrtillus* na Europa, e as de hábito rasteiro pode chegar até 2 metros de comprimento, como no caso do *Vaccinium ashei* no sul dos Estados Unidos, com caules herbáceos e que não ultrapassam os 0,5 metros.

Segundo Fonseca & Oliveira (2007) o sistema radicular dos mirtilos é muito superficial e compacto, sendo constituído por dois tipos distintos de raízes, raízes finas com diâmetro inferior a 2 mm, que se distribuem de 30 a 40 cm de profundidade (Figura 5B) e asseguram a absorção de água, e raízes de suporte, ou grossas, com diâmetro entre 2 e 11 mm, que podem alcançar profundidades de cerca de 1 metro e são responsáveis pela fixação do arbusto ao solo. Retamales & Hancock (2012) relatam que mais de 80% da matéria seca das raízes é encontrada nos primeiros 36 cm, sendo que, cerca de 50% das raízes estão localizadas nos primeiros 30 cm de profundidade.

As raízes dos “highbush” e “rabbiteye” são muito finas, fibrosas e sem pelos radiculares (DARNELL, 2006), sendo que são estes pelos que asseguram as plantas, mais de 90% da absorção de água e nutrientes (PINTO, 2015). Os mirtilos podem desenvolver simbioses com vários fungos do solo, que assumem o papel dos pelos radiculares (FONSECA & OLIVEIRA, 2007).

As folhas são simples, distribuídas alternadamente no ramo, com comprimento variando entre um a oito cm e a forma pode ser ovaladas e lanceoladas (Darnell, 2006). Tem cor verde pálido e no outono eles desenvolvem uma pigmentação avermelhada (Fonseca & Oliveira, 2007; Buzeta, 1997). O número de folhas depende das cultivares e do vigor do ramo em que se formaram (SANTOS, 2015; FONSECA & OLIVEIRA, 2007).

Os ramos do mirtilo emergem na base da planta (hábito de crescimento basitônico), estes são chamados de ramos do ano, tornando-se lenhosos no segundo ano de crescimento (RASEIRA & ANTUNES, 2004). As gemas florais, em ramos do ano, localizam-se no ápice, seguidos pelas gemas foliares (RETAMALES & HANCOCK, 2012). As gemas florais são grandes e

arredondados, enquanto as foliares são menores, estreitas e pontiagudas (GOUGH & SHUTAK, 1978; RETAMALES & HANCOCK, 2012).

As flores de mirtilo reúnem-se em inflorescências compostas por 6 a 14 flores perfeitas e completas. O número de flores por gemas florais depende da posição da gema no ramo. As gemas distais são as que apresentam maior número de flores, diminuindo à medida que aumenta a distância à extremidade do ramo. Cada flor apresenta entre 8 a 10 estames e o ovário é ínfero com 4 a 5 lóculos e diversos óvulos por lóculo (VALDIVIESSO et al. 2015).

O fruto do mirtilo é uma baga verdadeira, que consiste num ovário com 100 ou mais óvulos, que se tornam em sementes depois da polinização e fertilização. Os frutos maduros são, geralmente, preto-azulado (Figura 5C) ou roxo escuro com a superfície coberta de pruína (DARNELL, 2006).



FIGURA 5. Planta de mirtilo de porte arbustivo (A), distribuição do sistema radicular (B) e frutos preto-azulado logo após a colheita (C). Mirtilo cultivar Biloxi. Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal. 2019. Fonte: Firmino N. Lima.

O fruto é inicialmente azedo, mas com o amadurecimento, a acidez vai diminuindo com o aumento do teor de açúcar. Para uma melhor qualidade dos frutos, as bagas devem permanecer nas plantas até ao seu amadurecimento. O fruto contém cerca de 85 % de água e por conseguinte, caso ocorra stress hídrico reduz o tamanho do fruto, reduz teor de amido, e implicará um menor teor de açúcar. O fruto demasiado maduro vai ter um período de conservação mais curto pós-colheita, mas o armazenamento a 0°C e 90 % de umidade relativa pode prolongar o tempo de armazenagem em até 12 vezes (GAUTHIER & KAISER, 2013).

2.5 Grupos de mirtilheiro

Atualmente, três espécies de mirtilo são predominantemente cultivadas, todas pertencentes à secção *Cyanococcus*, dos mirtilo cultivados. São elas: *Vaccinium corymbosum*, (grupo “Highbush”, arbusto gigante), *Vaccinium virgatum* (sinônima de *V. ashei*) (grupo “rabbiteye” – olho de coelho) e plantas nativas de *Vaccinium angustifolium* (grupo “lowbush”, arbusto rasteiro) (PINTO, 2015).

O grupo “Highbush”, ou mirtilo gigante é originário da costa oeste da América do Norte. Dentre os três grupos, é o que possui produção de melhor qualidade, tanto em tamanho quanto em sabor dos frutos. A principal espécie deste grupo é *Vaccinium corymbosum*. As espécies *V. australe* e *V. darrowi* são usadas para fins de melhoramento genético. As cultivares desse grupo são ainda separadas em tipos “northern highbush blueberry” (NHB) e “southern highbush blueberry” (SHB) dependendo das suas necessidades de frio e da sua capacidade de resistência às baixas temperaturas (PINTO, 2015).

O grupo “Rabbiteye” é originário do sul da América do Norte. Em relação ao grupo anterior, produz frutos de menor tamanho e de menor qualidade. Apresenta maior produção por planta e seus frutos têm uma maior conservação em pós-colheita. Apresenta maior importância comercial em regiões com menor disponibilidade de frio, por causa da sua tolerância a temperaturas mais elevadas e à deficiência hídrica. No Brasil, é a principal cultivar plantada na região Sul (COUTINHO et al. 2007). Segundo Santos & Raseira (2006) “entre

os tipos de cultivo, variedades do grupo highbush são mais sensíveis à falta de água no solo, enquanto as do grupo rabbiteye são mais tolerantes”.

O grupo "Lowbush" tem hábito de crescimento rasteiro, com menos meio metro de altura e produz frutos de pequeno tamanho, prestando-se ao processamento. A espécie principal é a *Vaccinium angustifolium*, mas também inclui espécies como *V. myrtilloides* e *V. boreale* (SANTOS & RASEIRA, 2006).

2.6. A cultivar Biloxi

A cultivar Biloxi é uma cultivar tetraploide do grupo “Southern Highbush” desenvolvida pelo Serviço de Pesquisa Agrícola, através dos programas de melhoramento do Departamento de Agricultura dos EUA em Beltsville, MD, e Poplarville MS para produção nas planícies costeiras do sudeste dos Estados Unidos, sendo liberada em 1998 (SPIERS et al., 2002).

Algumas fontes apontam a ‘Biloxi’ como uma cultivar de mirtilo “no-chill”, isto é, que não necessita de horas de frio para completar o seu ciclo reprodutivo e produzir frutos, com desempenho desapontador em áreas com mais de 150 horas de frio (FALL CREEK FARM & NURSERY, 2018). Spiers, (2006) relata o requerimento de frio de diversas cultivares de mirtilo e concluiu que a ‘Biloxi’ necessita de 200 horas de frio, com temperatura menor ou igual a 7°C.

Os frutos têm coloração medianamente azul, tamanho médio, bom sabor quando maduros, com balanço entre acidez e doçura, boa floração e a variedade está bem adaptada a altitudes entre 270 e 2900 metros acima do nível do mar, produzindo frutos entre setembro e junho, quando bem (FALL CREEK FARM & NURSERY, 2018).

Destaca-se que essa cultivar é de domínio público, ao contrário da maioria das cultivares de mirtilo, especialmente dentre as cultivares consideradas “zero chill”, isto é, com baixa ou nenhum requerimento de horas de frio para completar o seu ciclo (FALL CREEK FARM & NURSERY, 2018).

2.7. Adubação nitrogenada

O nitrogênio é o macronutriente mineral que as plantas exigem em maior quantidade, pois é necessário para a síntese dos carboidratos e proteínas da

célula vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2013). Dessa forma, a deficiência de N rapidamente inibe o crescimento vegetal, sendo provavelmente a primeira causa de surgimento de clorose nas folhas, por ser um dos componentes da molécula de clorofila (TAIZ e ZIEGER, 2004).

No mirtilheiro, o nitrogênio é também um dos elementos mais exigidos, pois é imprescindível para o crescimento vegetativo e para o rendimento de frutos. No entanto, o excesso pode afetar negativamente estas plantas, reduzindo o rendimento de frutos e causando a queima das raízes (FREIRE, 2006).

O nitrogênio é o elemento mais abundante no mirtilheiro, mas, diferentemente da maioria das plantas, preferem a forma de amônio (NH_4^+) ao nitrato (NO_3^-) (MERHAUT & DARNELL, 1996). Isto é devido à atividade limitada de nitrato redutase no mirtilo (MERHAUT & DARNELL, 1996). Bem como a inibição da nitrificação em pH baixo do solo, resultando em maior concentração de NH_4^+ presente na solução do solo (HAVLIN et al., 2014).

Para Hanson (2006), plantas de mirtilheiro respondem favoravelmente às várias formas de nitrogênio, níveis e época e forma de aplicação. Mas tem que ser ministrado em taxas ideais e no correto momento, para uma absorção eficiente e para evitar perdas que pode ocorrer de várias maneiras (AMARAL et al., 2018). Esse intenso dinamismo do nitrogênio nos meios de cultivo (solo/substratos), denota a necessidade de estudos realizados em âmbito local considerando a exigência da cultura e as condições edafoclimáticas regionais.

2.8. Produção de mirtilo em substrato

Um dos fatores mais críticos para a produção de mirtilo, com sucesso, são as características do solo. As raízes dos mirtilos são estruturas finas e fibrosas, portanto, não conseguem penetrar em solos compactos, não toleram condições de encharcamento ou seca excessivos, e têm capacidade limitada de absorver nutrientes do solo (PRITTS & HANCOCK, 1992).

Os mirtilos estão adaptados a solos com pH baixo, úmidos, bem drenados, com textura arenosa e um teor de matéria orgânica elevado (BLACK & ZIMMERMAN, 2002; IANCU et al., 2008; TASA et al., 2012). Estas necessidades limitam o número de locais adequados para produção comercial

(PRITTS & HANCOCK, 1992). Uma das formas de produzir mirtilos, em solos que não tenham estas características, é usando vasos com substrato (BLACK & ZIMMERMAN, 2002). A cultura em vasos permite, também, aumentar as possibilidades de manipular o período de colheita (HEIBERG & LUNDE, 2006).

Vários estudos têm sido realizados neste âmbito. Um estudo realizado para comparar os resultados da cultivar Patriot em três substratos (casca de cacau, serradura e turfa), mostrou que as plantas que cresceram em turfa tiveram um crescimento vegetativo maior, contudo, o rendimento foi superior em serradura, produzindo mirtilos mais ricos em N, P, K, Zn, açúcares totais e açúcares sólidos solúveis, embora tenha sido observada a perda de calibre mais acentuada ao longo da colheita, e menores concentrações de antocianinas e fenóis totais, quando comparados com mirtilos produzidos em casca de cacau e turfa (OCHMIAN et al., 2010).

Segundo estudos realizados por BLACK E ZIMMERMAN (2002), o crescimento e produção, das cultivares 'Bluecrop' e 'Sierra', em vasos de 15 litros, ao longo dos três primeiros ciclos, foi melhor que em plantas que cresceram num solo típico de mirtilo.

Para MATOS, (2014) um bom substrato para mirtilo deve apresentar uma boa porosidade, um pH ligeiramente ácido, uma capacidade de reter água e os nutrientes essenciais em todo o ciclo de vida das plantas, bem como permitir uma boa drenagem. BRITO & MOURÃO, (2012) relata que o desenvolvimento de um sistema radicular saudável depende das características genéricas das plantas, mas também, das propriedades físicas e químicas dos substratos utilizados. Para cada espécie e tipo de recipiente é necessário encontrar o substrato ótimo para garantir a qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas.

2.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. D., SANTOS, J. G., ZUCOLOTO, M., VICENTINI, V. B., MORAES, W. B., BREGONCIO, I. S. & COELHO, R. I. 2006. Estimativa de área foliar de gravioleira por meio de dimensões foliares do limbo foliar. Revista Univap, 13(24): 14.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, vol 22 No 6, p. 711-728, 2013.

AMARAL, L. O., CONTE, E. D., MARCHIORETTO, L. R., GOLIN, E. S., CAVALETTI, D. R. 2018. Nitrogen fertilization applied through drip fertigation and broadcasted in blueberry crop. *African Journal of Agricultural Research* 13: 432-439.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. Cultivo do mirtilo (*Vacciniun spp.*). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, p.99, 2006.

ANTUNES, L.E.C.; MADAIL, J.C.M. Mirtilo: uma oportunidade de negócios. 2007. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/fruta/700/Mirtilo>>. Acesso em: 05 set 2017.

ASLAM, S.; GANAIE, K. A. , JOHN, A.Q.; DAR, G.H. Family Myrtaceae in Kashmir *Myrtus communis*, L.-A New Record for the Shrub World of Kashmir Himalayas. *Academia Arena*, vol 2(5), p. 42-43, 2010.

Black, B.L. e Zimmerman, R.H. (2006) Industrial and municipal by products as substrates to highbush blueberry production. *Acta Horticulturae*, 574:267-272.

Brazelton, C. 2013. World blueberry acreage & production. North American Blueberry Council, Folsom, CA.

BRAZELTON, C. World blueberry acreage & production. Folsom: U.S. Highbush Blueberry Council, 2011. 51 p.

BRITO, L., MOURÃO, I. (2012) Características dos substratos para horticultura. *Agrotec* (2): p. 32-38.

BRITO, Luís Miguel de; MOURÃO, Isabel. Características dos substratos para Horticultura: composição e características dos constituintes individuais dos substratos. Agronegócios, Portugal, Porto, 21 jul. 2014.

BRYLA, D. R.; MACHADO, R. M. A. 2011 Comparative effects of nitrogen fertigation and granular fertilizer application on growth and availability of soil nitrogen during establishment of highbush blueberry Front. Plant Sci. 2 46, doi: 10.3389/fpls.2011.00046.

CAMPOSTRINI, E. & YAMANISHI, O.K. 2001. Estimation of papaya leaf area using the central vein length. Scientia Agricola, 58(1): p. 39-42.

CANTUARIAS-AVILÉS, T. Cultivo do mirtilheiro (*Vaccinium* spp.). Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação, 2010. 38 p. (Série Produtor Rural, 48).

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; SILVA, S.R. da; MEDINA, R.B.; MORAES, A.F.G.; ALBERTI, M.F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 36 n. 1, p. 139-147, 2014.

CHU W, CHEUNG SCM, Lau RAW, et al. Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Em: Benzie IFF, Wachtel-Galor S, editores. Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects. 2nd edition. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2011. Capítulo 4. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92770/>.

DARNELL, R. L. Blueberry botany/environmental physiology. In: CHILDERS, N. F.; LYRENE, P.M. Blueberries for growers, gardeners, promoters. Florida: E. O. Painter Printing Company, 2006. p. 5-13.

DE SEBASTIÁN J. 2010. El arándano, los frutos del bosque o pequeños frutos en la cornisa cantábrica. Gobierno de Cantabria. Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad. Cantabria. 151 p.

ECK, P. Blueberry Science. Rutgers University Press, Brunswick, NJ. 1988. p. 284.

FACHINELLO, J. C. Mirtilo. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.30, n.2, s.p., 2008.

FALL CREEK – Farm & Nursery. Biloxi. Disponível em: <<https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

FIGUEROA, G. Estudio de factibilidad de la producción de arándano em Catamarca. Catamarca: Ministerio de Producción y Desarrollo, 2005. Disponível em: <http://www.produccioncatamarca.gov.ar/Publicaciones/bibl_ficha.asp?id=9>. Acesso em: 20 fev. 2015.

FOLETTTO, E. L.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JÚNIOR, U. L; JAHN, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. Química Nova, v. 28 n.6, p.1055-1060, 2005.

FONSECA, L.. da; OLIVEIRA, P.B. de. A planta de mirtilo: morfologia e fisiologia, Divulgação Agro, Lisboa, n. 556, 2007. 23 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). Faostat. 2019. Available at:<<http://faostat.fao.org/>>. Access on: 01 jun. 2019.

FREIRE, C. J. da S. Solos e adubação para o mirtilo. In: RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C. A cultura do Mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.43-54. (Documentos, 121).

GONÇALVES, E.G. & LORENZI, H. 2011. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2a ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo. p. 512.

HEIBERG, N. E LUNDE, R. (2006) Effect of growth media on highbush blueberries grown in pots. *Acta Horticulturae*, 715: 219-223.

KAFKAFI, U.; TARCHITSKY, J. 2011 Fertigation. A tool for efficient fertilizer and water management. Intl. Fert. Ind. Assn., Paris, France/Intl. Potash Inst., Horgen, Switzerland.

KINGSTON, PH , SCAGEL, CF , BRYLA, DR & STRIK, B. 2017. Adequação de musgo esfagno, coco e casca de abeto Douglas como substratos sem solo para a produção de contêineres de mirtilo highbush. *HortScience*, 5216921699.

LAURA, C. L.; MUNIZ, M. S; MAYARA; AGUIAR, C.; MARIA L. L. P. L.; Extração alcoólica de fenólicos e flavonóides totais de mirtilo "Rabbiteye" (*Vaccinium ashey*) e sua atividade antioxidante. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 30, 2009.

LEWIS, C. T.; SHORT C. A Latin Dictionary, Oxford: Clarendon Press, 1979. 2019p.

LIZ, R. S.; CARRIJO, O. A. Substratos para produção de mudas e cultivo de hortaliças. Brasília: Embrapa hortaliças: 2008. 83 p.

LOPES, M. C., ANDRADE, I., PEDROSO, V. & MARTINS, S. 2004. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. *Ciência e Tecnologia Vitivinicultura*, 19(2): p. 61-75.

LUBY, J.J.; BALLINGTON, J. R.; DRAPER, A.D.; PLISZKA, K.; AUSTIN, M. E. (1991). Blueberries and cranberries (*Vaccinium*). *Acta Horticulturae*. 290, p. 393-458.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; SILVA, A. S. L. da; FERNANDES, M. M.; MARGALHO, L. F. Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica. 1.ed. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA: 2014. p.103.

MATOS, M. (2014) Mirtilo em vaso tem potencial. Frutas, Legumes e Flores, Miner, J.A. (1994) Sustratos – propiedades e caracterizacion. Ediciones Mundi-Prensa, 19-71.

MAZZA G., KAY C.D., CORRELL T., HOLUB B.J. Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects. J Agric Food Chem. 2002;50:7731.

MEDEIROS, S.A.F. Desempenho agrônômico e caracterização físico-química de genótipos de maracujá-roxo e maracujá-azedo no Distrito Federal. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2005.

MEDINA, R. B. Desempenho de novas cultivares de mirtilheiro de baixa exigência em frio em região subtropical. 2016. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2016.

MEDINA, R. B.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; ANGOLINI, S. F.; SILVA, S. R. Performance of ‘Emerald’ and ‘Jewel’ blueberry cultivars under no-chill incidence. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 48, n. 2, p. 147-152, 2018.

MOURA, G. C. Aspectos de manejo e cultivares de mirtilo: qualidade e produtividade. Tese de Doutorado em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.130 f.

NÚÑEZ, E.; REY, V.P.M. Viabilidade econômica da produção de mirtilo (*Vaccinium spp.*). 2009. 39 p. Trabalho de Conclusão (MBA em Agronegócios) – Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Agronegócio, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

OCHMIAN, I.; GRAJKOWSKI, J.; MILICIUK, G.; OSTROWSKA, K.; CHELPINSKI, P. Mineral composition of high blueberry leaves and fruits

depending on substrate type used for cultivation. *Journal of Elementology*, v. 14, n. 3, p. 509-516, 2009.

OLIVEIRA, E. A. G. Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PAIXÃO, M. V. S. Frações orgânicas e mineral na produção de mudas de mamoeiro cv Thb. 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus - ES, 2012.

PARENTE, C. S de O. Efeito do frio artificial na quebra da dormência e produtividade do mirtilo (*Vaccinium corymbosum*). 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica - Hortofruticultura e Viticultura) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

PEREIRA, J.F. & SPLITTSTOESSER, W.E. 1986. A rapid method to estimate leaf area of cassava plants. *HortScience*, 21(5): 1218-1219.

PINTO, R. M. Melhoria das técnicas culturais na produção de mirtilo em substrato. 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica - Hortofruticultura e Viticultura) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

PRITTS M.; HANCOCK. J. Highbush Blueberry Production Guide. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ithaca, New York. 1992. p. 200.

RANCHO TISSUE TECHNOLOGIES. Blueberry Biloxi. Disponível em: <<https://www.ranchotissue.com/blueberry-biloxi/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C. A cultura do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 64 p. (Documento, 121).

RETAMALES, J. B.; HANCOCK, J. F. Blueberries: Crop Production Science in Horticulture. CABI Publ. Co Oxfordshire, UK, 2012, 336 pp.

SANTOS, A.M.; RASEIRA, M.C.B. Cultivo do mirtilo (*Vaccinium* spp). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

SERRADO, F.; PEREIRA, M.; FREITAS, S.; MARTINS, S.; DIAS, T. Mirtilos: guia de boas práticas para produção, promoção e comercialização. Portugal: Greca Artes Gráficas, 2008, p. 80.

SEZERINO, A.A. Polinização do mirtilo (*Vaccinium corymosum* L.) (Ericaceae) cultivares O'neal no município de Itá. 2007. Florianópolis: UFSC, 2007. (Relatório).

SHELTON, L.L.; MOORE, J.N. Highbush blueberry propagation under southern U.S. climatic conditions. HortScience, Alexandria, v.16, n.3, p. 320-321, 1981.

SPIERS, J.M., MARSHALL, D.A., SMITH, B.J. AND BRASWELL, J.H. (2006). Method to determine chilling requirement in blueberries. Acta Hortic. 715, p. 105-110.

SPIERS, J.M., STRINGER, S.J., DRAPER, A.D. AND GUPTON, C.L. (2002). 'Biloxi' southern highbush blueberry. Acta Hortic. 574, p. 153-155.

TASA, T., STARAST, M., VOOL, E., MOOR, U., KARP, K. (2012) Influence of soil type on hal-highbush blueberry productivity. Agricultural and Food Science, 21: 409-420.

VERDONCK, O.; GABRIËLS, R. (1992). Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. Acta Hort. 302: p. 169–179.

VIDAL, N. W; VIDAL, M. R. R. Botânica Organografia. 4.ed. Editora UFV, Viçosa, MG, 2007, p. 124.

VILLATA, M. Trends in world blueberry production. 2012. Disponível em:<<http://www.growingproduce.com/article/26272/2/trends-in-world-blueberryproduction>>. Acesso em: 13 maio 2014.

VOLK, G., OLMSTEAD, J., FINN, C., JANICK, J. (2013). The ASHS outstanding fruit cultivar award: a 25-year retrospective. HortScience, 48(1): 4-12.

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA DE MIRTILEIRO
SOUTHERN Highbush, cv. Biloxi, em clima tropical do centro-
oeste brasileiro

CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA DE MIRTILO SOUTHERN Highbush, CV. BILOXI, EM CLIMA TROPICAL DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

RESUMO - A introdução de novas cultivares de mirtilo de baixa exigência de frio, principalmente do grupo “Southern Highbush”, representa um potencial de expansão do cultivo de mirtilo para outras regiões do País. No entanto para introdução dessas cultivares no Brasil requerem estudos de suas adaptações nas diferentes regiões, que apresentam diferentes condições de clima e solo. Assim, com o presente trabalho objetivou caracterizar o comportamento fenológico, de mirtilo Southern Highbush, cv. Biloxi, cultivado sob clima tropical de Brasília-DF. O experimento com mirtilo ‘Biloxi’ foi realizado no período de novembro de 2018 a outubro de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UNB). Foi usado o delineamento inteiramente casualizado, com tratamentos constituídos por 20 plantas, e com repetições representadas por ramos escolhidos aleatoriamente em número de quatro por planta, totalizando 80 ramos, examinados diariamente. Foi acompanhada a evolução das gemas do estágio A até a maturação do fruto (no estágio I), sendo utilizada uma escala fenológica adaptada de escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA) - Escala MSU. As observações no campo decorreram entre março e outubro de 2019 de forma diária em 4 ramos de 20 plantas distintas previamente selecionadas, numeradas e marcadas colocando uma placa ou uma fita. A duração de cada subperíodo fenológico foi calculada em número de dias. Foi avaliado também quando ocorreu o início do florescimento (mais de 5% das flores abertas), final de florescimento (90% das flores abertas), início e final da colheita. A ‘Biloxi’, completou seu desenvolvimento produtivo no ciclo 2018/2019 sem ser submetida a nenhuma hora de frio menor que 7,2 °C. O florescimento teve início com 140 dias após a poda drástica e com 191 dias após a poda drástica todas as plantas estavam em florescimento pleno. A ‘Biloxi’, completou o ciclo produtivo 2018/2019 em 347 dias. Foi observado um período de colheita de 19 semanas ininterruptas. Foi possível observar a presença de flores durante praticamente todo o período de colheita, demonstrando que essa variedade tem potencial para florescimento em qualquer época do ano nas condições de clima na qual, foi realizado o

presente trabalho. Além disso, essa cultivar apresentou um longo período de colheita, o que torna o cultivo de mirtilo nessa região com a cultivar Biloxi muito vantajoso em contra mão a regiões tradicionais de cultivo de mirtilo no País.

Palavras-chave: Biloxi; clima tropical; cultivo em vaso; caracterização fenológica; *Vaccinium corymbosum* L.

PHENOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BLUEBERRY SOUTHERN Highbush, CV. BILOXI, IN TROPICAL CLIMATE OF CENTER-WEST BRAZIL

ABSTRACT - The introduction of new blueberry cultivars with low cooling requirements, mainly from the “Southern Highbush” group, represents a potential for expansion of blueberry cultivation to other regions of the country. However, for the introduction of these cultivars in Brazil, studies of their adaptations in Brazil are required. different regions, which have different climate and soil conditions. Thus, the present work aimed to characterize the phenological behavior of Southern Highbush blueberry, cv. Biloxi, cultivated under a tropical climate in Brasília-DF. The experiment with blueberry 'Biloxi' was carried out from November 2018 to October 2019, in the Fruit Growing Sector of the Biology Experimental Station (EEB) of the University of Brasília (UNB). A completely calualized design was used, with treatments consisting of 20 plants, and with repetitions represented by branches randomly chosen in number of four per plant, totaling 80 branches, examined daily. The evolution of the buds from stage A to fruit maturation at stage I was monitored, using a phenological scale adapted from the classification scale of phenological states of blueberry at the University of Michigan (USA) - MSU Scale. Field observations took place between March and October 2019 on a daily basis on 4

branches of 20 different plants previously selected, numbered and marked with a plaque or ribbon. The duration of each phenological subperiod was calculated in number of days. It was also evaluated when the beginning of flowering occurred (more than 5% of open flowers), end of flowering (90% of open flowers), beginning and end of harvest. 'Biloxi' completed its productive development in the 2018/2019 cycle without being subjected to any cold hours below 7.2 °C. Flowering started 140 days after drastic pruning and 191 days after drastic pruning all plants were in full flowering. 'Biloxi' completed the 2018/2019 production cycle in 347 days. A harvest period of 19 uninterrupted weeks was observed. It was possible to observe the presence of flowers during practically the entire harvest period, showing that this variety has the potential to flower at any time of the year in the climate conditions in which the present work was carried out. In addition, this cultivar had a long harvest period, which makes the cultivation of blueberries in this region with the Biloxi cultivar very advantageous against traditional blueberry growing regions in the country.

Keywords: Biloxi; tropical weather; pot cultivation; phenological characterization; *Vaccinium corymbosum* L.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do mirtilo (*Vaccinium* spp.) apresentou nos últimos anos um aumento expressivo na sua importância agrícola e econômica no mundo, com a produção mundial atual, mais do que o triplo da do início século, passando das 230.986 toneladas em 2001 para 823.328 toneladas em 2019 (FAO, 2021). Esse rápido e extenso aumento em seu cultivo está relacionado, em parte, às características nutracêuticas promotoras da saúde associadas ao consumo de

mirtilo (DOYLE et al., 2021) e adaptabilidade a condições ambientais adversas (SALGADO et al., 2018).

O cultivo do mirtilo no Brasil, ainda está limitado geograficamente aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, e a algumas regiões de grande altitude nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MEDINA et al., 2018). Porém, com a introdução de novas cultivares de baixa exigência de frio, principalmente do grupo “Southern Highbush”, representa um potencial de expansão do cultivo de mirtilo para outras regiões do País (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

Pois essas cultivares, podem se adaptarem a maioria dos microclimas tropicais e subtropicais encontrado no Brasil, caso da ‘Biloxi’, que se destaca por ser uma cultivar que não necessita de horas de frio para completar o ciclo reprodutivo (FALL CREEK, 2021). Além de ser uma variedade extremamente vigorosa e produtiva (BALDOMERO et al., 2017). No entanto para introdução dessas cultivares no Brasil requerem estudos de suas adaptações nas diferentes regiões, que apresentam diferentes condições de clima e solo (MEDEIROS et al., 2017). Uma vez que, há uma grande abundância de variáveis, tanto de origem genética quanto ambiental, que influenciam no crescimento e no desenvolvimento das plantas (KIRK & ISAACS, 2012).

Uma melhor compreensão da fenologia da planta é necessária para fornecer informações sobre como maximizar a produção. O conhecimento do comportamento fenológico em uma determinada região é importante, pois, além do fator genético, a produtividade também depende da adaptabilidade da cultivar às condições climáticas, que interferem na formação das gemas floríferas e vegetativas podendo apresentar limitações para a sua produção nas diferentes áreas de cultivo (FISCHER et al., 2014). De acordo com NESMITH (2006), os tempos de floração e maturação podem variar, dependendo do ano e local.

O estudo do comportamento do mirtilo, em regiões de clima tropical, pode contribuir para expansão do cultivo de mirtilo no Brasil, visando a atender à demanda dos produtores e potenciais produtores de frutas, garantindo a sustentabilidade da produção. Além disso, a introdução de culturas de clima temperado, em regiões tropicais, pode constituir uma importante estratégia que permitirá ofertar frutas em épocas diferentes das regiões tradicionalmente

produtoras. Assim, com o presente trabalho objetivou caracterizar o comportamento fenológico, de mirtilo Southern Highbush, cv. Biloxi, cultivado sob clima tropical de Brasília-DF.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental e condução do experimento

O experimento com mirtilheiro 'Biloxi' foi realizado no período de novembro de 2018 a outubro de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) (latitude 15° 44' 24" Sul e longitude 47° 52' 12" Oeste) da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal (Figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (Cardoso et al., 2014), que caracteriza essa região como Tropical, com inverno seco e verão chuvoso.



FIGURA 1: Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Os dados referentes às variáveis climáticas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), durante a execução do experimento encontram-se na figura 2. Os dados foram obtidos da estação meteorológica do INMET.

As plantas de mirtilo analisadas no experimento estavam no segundo ciclo produtivo, cultivadas em vasos (sacolas de polietileno) e a pleno sol. A implantação do pomar ocorreu em maio de 2017, em sacolas de polietileno (vasos) contendo 60 dm³ do substrato casca de arroz natural (sem passar por nenhum processo de queima). As sacolas de polietileno foram distribuídas em 8 fileiras distintas, o espaçamento utilizado foi 0,40m entre plantas e 2,5m entre fileiras.

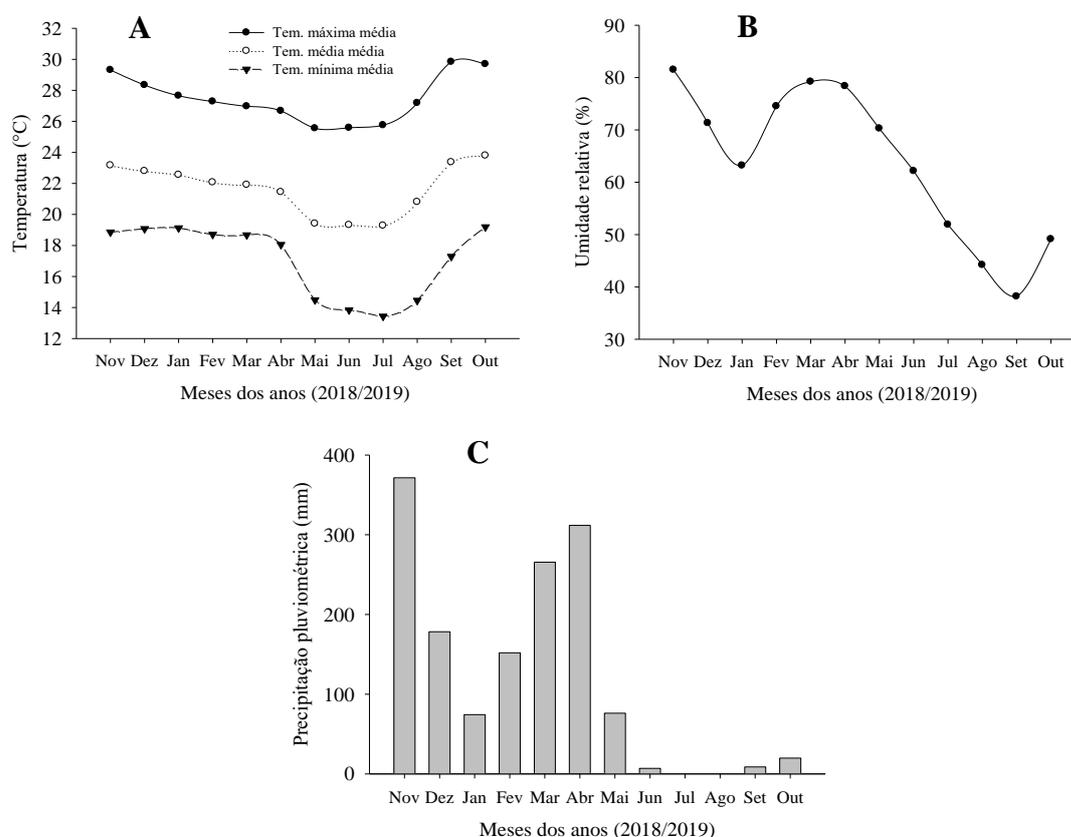


FIGURA 2. Temperatura máxima média, temperatura média e temperatura mínima média (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação pluviométrica (C) durante a execução do experimento. Brasília-DF, 2021.

A poda das plantas de mirtilo foi realizada em 01/11/2018, onde todos os ramos das plantas foram podados de forma drástica a uma altura de 15 cm do substrato. A partir da poda drástica iniciou-se o calendário de adubações que foi executado de acordo com os diferentes estágios de desenvolvimentos das plantas.

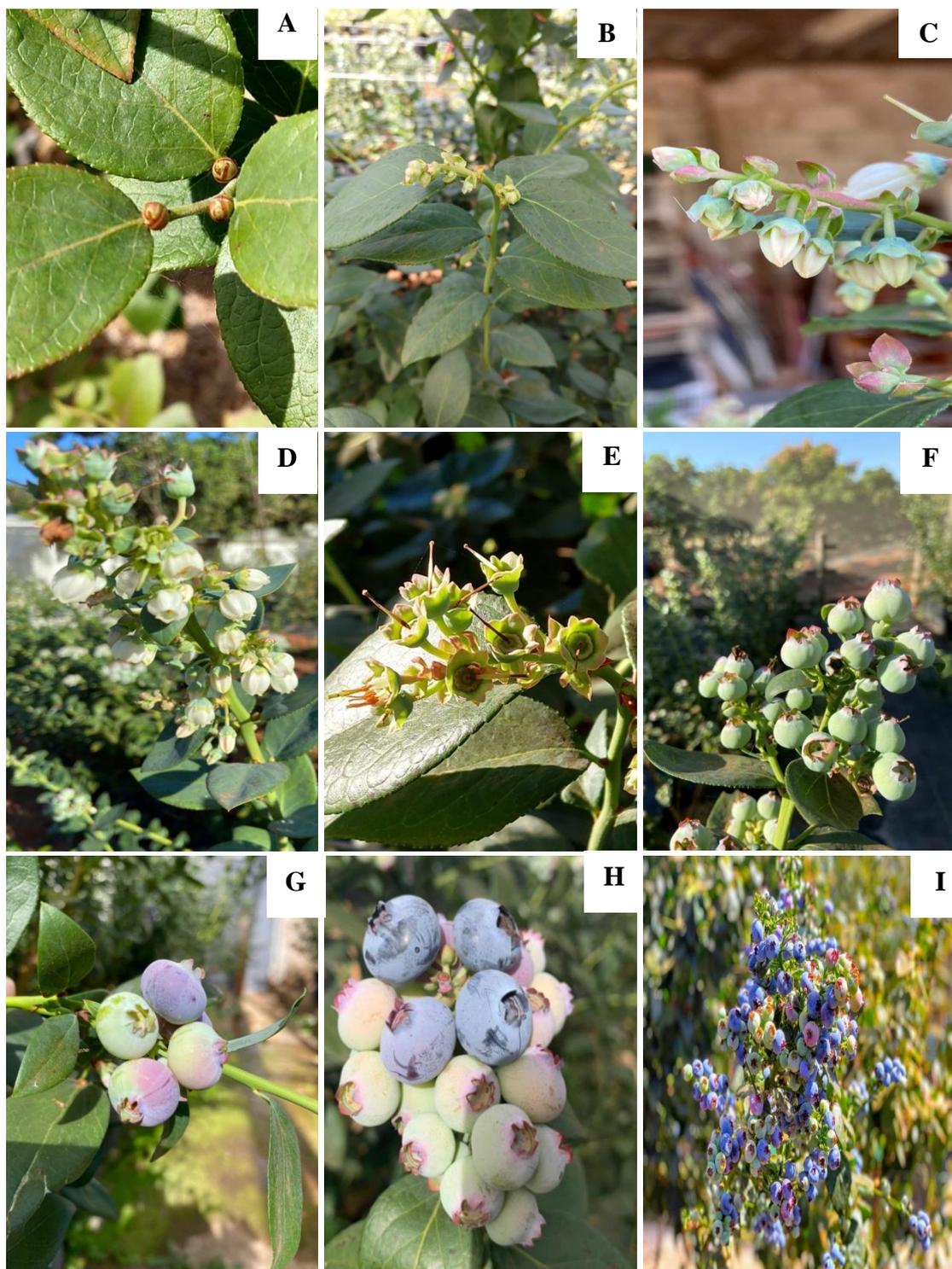


Figura 3. Estádios fenológicos do mirtilheiro 'Biloxi', Brasília-DF, Brasil, 2021.

Fonte: adaptado de estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA) - Escala MSU. A: gema inchada; B: quebra de botão; C: botão rosa tardio; D: plena floração; E: queda de pétalas; F: frutos verdes; G: início da mudança de coloração; H: 25% frutos maduros e I: 75% frutos maduros.

As adubações e as irrigações das plantas foram realizadas via fertirrigação, com produtos à base de macronutrientes e micronutrientes, de modo a fornecer, por ano: N: 200 kg ha⁻¹; P₂O₅: 120 kg ha⁻¹; K₂O: 250 kg ha⁻¹; Ca²⁺; 200 ha⁻¹; Mg²⁺; 120 kg ha⁻¹ e SO₄²⁻: 150 kg ha⁻¹, conforme as recomendações para a cultura do mirtilo. As fertirrigações foram efetuadas diariamente, pelo sistema de gotejamento com um emissor com quatro hastes, por planta, fornecendo-se diariamente uma lâmina média de 2,5 litros de água por planta. As irrigações foram automatizadas, com 6 turnos de rega em horários pré-programados (08; 10; 12; 14; 16 e 18 horas).

2.2 Delineamento experimental e Variáveis estudadas

Foi usado o delineamento inteiramente calssualizado, com tratamentos constituídos por 20 plantas, e com repetições representadas por ramos escolhidos aleatoriamente em número de quatro por planta, totalizando 80 ramos, examinados diariamente. Foi acompanhada a evolução das gemas do estágio A até a maturação do fruto (no estágio I), sendo utilizada uma escala fenológica (Figura 3), adaptada de escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA) - Escala MSU. A duração de cada subperíodo fenológico foi calculada em número de dias. As observações no campo decorreram entre março e outubro de 2019 de forma diária em 4 ramos de 20 plantas distintas previamente selecionadas, numeradas e marcadas colocando uma placa ou uma fita.

Além dos estádios de desenvolvimento das gemas, foi avaliado quando ocorreu o início do florescimento (mais de 5% das flores abertas), final de florescimento (90% das flores abertas), início e final da colheita (conforme descrito por ANTUNES et al., (2008). Também foi avaliada a produção de frutos por planta - pesagem em balança de precisão (modelo JC-320AB, com 0,5 g de resolução) (kg) e o volume de cada colheita ao longo das diferentes semanas de colheitas. Foi quantificado o acúmulo de horas mensais com temperatura abaixo de 18 °C (CH <18), 16 °C (CH <16), 14 °C (CH <14) 12 °C (CH <12) 10 °C (CH <10) e 7,2 °C (CH <7,2), em Brasília no período de 01/11/2018 a 15/10/2019, conforme dados do INMET

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesmo não sendo submetida a nenhuma hora de frio menor que 7,2 °C, a 'Biloxi', completou seu ciclo de desenvolvimento produtivo (tabela 1), demonstrando que tal limite de temperatura não é necessário para estimular o florescimento do mirtilheiro 'Biloxi'. MEDINA et al., (2018) observaram que as cultivares 'Emerald' e 'Jewel' também não necessitam desse limite de temperatura para completarem seu ciclo produtivo.

TABELA 1. Números de horas mensais com temperatura abaixo de 18 °C (CH <18), 16 °C (CH <16), 14 °C (CH <14) 12 °C (CH <12) 10 °C (CH <10) e 7,2 °C (CH <7,2), em Brasília, Distrito Federal, Brasil, entre Novembro de 2018 e Outubro de 2019. Brasília-DF, 2021.

Meses dos anos 2018/2019	CH < 18	CH < 16	CH < 14	CH < 12	CH < 10	CH < 7.2
Novembro/2018	52	4				0
Dezembro/2018	100	5				0
Janeiro/2019	72	1				0
Fevereiro/2019	25					0
Março/2019	34					0
Abril/2019	81					0
Mai/2019	12	79				0
Junho/2019	204	172	44	4		0
Julho/2019	391	252	137	49	9	0
Agosto/2019	204	105	18			0
Setembro/2019	45	3				0
Outubro/2019	25					0
Total	1245	621	199	53	9	0

Durante o presente estudo foi registradas, um total de 199, 621 e 1245 horas abaixo de 14 °C, 16 °C e 18 °C respectivamente (Tabela 1), sugerindo que estes limites de temperatura seriam muito mais adequados para satisfazer os requisitos térmicos para a 'Biloxi' cultivada em um clima tropical, em oposição ao valor de 7,2 °C definido para o cultivo de mirtilo.

Para a 'Biloxi' no ano de 2019 foi necessário 137 dias para que saíssem do estágio de gemas inchadas (fenofase A) até o estágio em que 75% dos frutos estavam no ponto de colheita (fenofase I) (tabela 2). Observou-se que para essa cultivar houve uma desuniformidade muito grande no

amadurecimento das gemas de uma mesma planta, assim foi possível registrar em um determinado momento as diferentes fenofases em uma única planta e conseqüentemente um prolongamento do período de colheita dessas plantas.

TABELA 2 - Ocorrência de diferentes estádios fenológicos do mirtilheiro 'Biloxi' no ciclo produtivo (2018/2019), Brasília-DF, 2021.

Fenofases	Número de dias	Número de dias acumulados
A	12	0
B	11	12
C	14	23
D	11	37
E	10	48
F	20	58
G	30	78
H	29	108
I	9	137

A: gema inchada; B: quebra de botão; C: botão rosa tardio; D: pleno florescimento; E: queda de pétalas; F: frutos verdes; G: início da mudança de coloração; H: 25% de frutos maduros e I: 75% de frutos maduros.

Da fase de gema inchada (fenofase A) até o período de pleno florescimento (fenofase D) foi registrado 37 dias (tabela 2). O período de queda de pétalas (fenofase E) teve duração de 10 dias. Do pleno florescimento até o estágio de frutos verde (fenofase F) foi necessário 21 dias (tabela 2). Já dos frutos verdes até o começo da mudança de coloração dos frutos (fase G) levou 20 dias. E dos frutos verdes até todos os frutos do cacho estarem com cerca de 25% maduros (fenofase H) precisou-se de 50 dias. O período de maior concentração de colheitas (fase H até a fase I) durou cerca de 38 dias (tabela 2).

O florescimento teve início na segunda quinzena no mês de março, com 140 dias após a poda drástica (Tabela 3). E 51 dias após o início do florescimento foi possível observar que todas as plantas estavam em florescimento pleno (191 dias após a poda drástica) (tabela 3). Para a 'Biloxi' foi observado apenas um pico de florescimento, diferenciando dos resultados de

MEDINA et al., (2018) que estudando a performance de duas cultivares do grupo Southern Highbush ('Emerald' e 'Jewel') em região sem período frio de inverno, observaram que as cultivares tiveram dois picos de florescimento.

TABELA 3. Características fenológicas do mirtilheiro 'Biloxi', no ciclo produtivo (2018/2019), Brasília-DF, 2021.

Fases fenológicas	Número de dias
Início do florescimento	140 dias após a poda drástica
Pleno florescimento	191 dias após a poda drástica
Início da colheita	206 dias após a poda drástica
Final da colheita	348 dias após a poda drástica
Período de colheita	19 semanas

Porem deve-se ressaltar que mesmo tendo apenas um momento de pleno florescimento, foi possível observar a presença de flores durante praticamente todo o período de colheita, demonstrando que essa variedade tem potencial para florescimento em qualquer época do ano nas condições de clima na qual, foi realizado o presente trabalho. Com isso os produtores podem definir o manejo da cultura, principalmente, a época da poda para programar os meses de colheitas, visando a épocas de melhores preços dos frutos e evitando a colheita na estação chuvosa ou podem planejar o manejo do pomar para ter colheitas durante todo o ano.

O período de colheita iniciou na segunda quinzena do mês de maio (206 dias após a poda drástica) (tabela 3) e estendeu por 19 semanas ininterruptas, terminando na primeira quinzena de outubro (347 dias após a poda drástica) (tabela 3). As condições climáticas nesse período estavam nas condições descritas por Lyrene (2000) como favoráveis para a colheita do mirtilo: pouca chuva, baixa umidade, dias quentes e ensolarados e noites frias (Figura 2).

No acumulado das 19 semanas de colheitas, obteve-se uma produção de 1088 g planta⁻¹ (figura 4). Esse acumulado de 19 semanas de colheitas é muito superior aos 37 dias de colheitas obtidos por Antunes et al., (2008) em estudos de fenologia das cultivares de mirtilo do grupo rabbiteye (Bluegem, Bluebelle, Powderblue, Florida, Delite, Briteblue, Climax e Woodard), na região de Pelotas, RS. Porém foi inferiores as 28 semanas acumuladas de colheitas

descritas por CORTÉS-ROJAS et al., (2016) em estudo com mirtilheiros 'Biloxi' e 'Sharpblue' em Guasca (Colômbia).

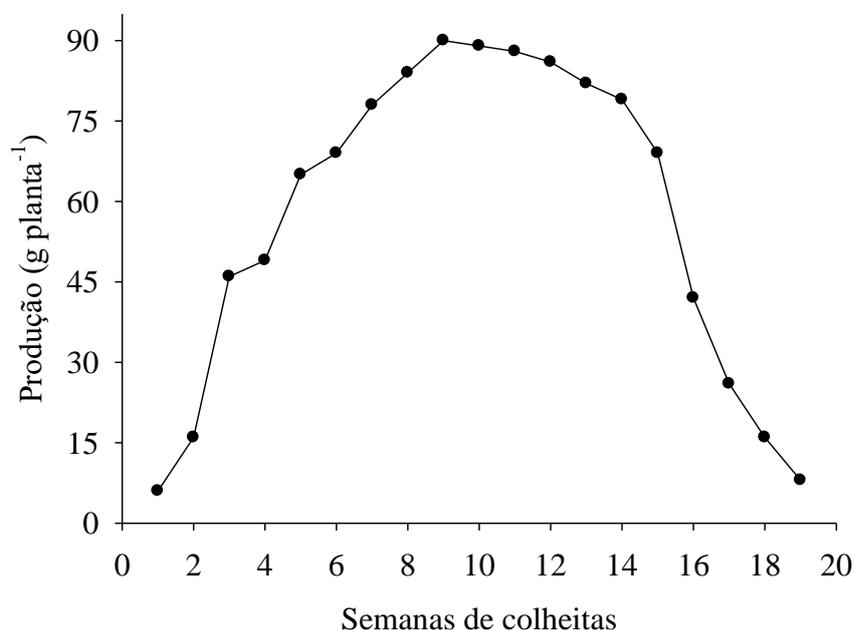


FIGURA 4. Produção por planta, nas diferentes semanas de colheitas do mirtilheiro 'Biloxi', no ciclo produtivo 2018/2019. Brasília-DF, Brasil, 2021.

Observa-se que os volumes de frutos colhidos por plantas foram aumentando de forma constante até a 9 semanas de colheita, a partir daí foi reduzindo o volume por colheitas (figura 4). Entre a 8 e 13 semanas de colheitas foi registrado uma produção de mais de 80 g planta⁻¹ (figura 4). Sendo que o pico de frutos colhidos por planta foi alcançado na 9 semana, obtendo-se uma produção de 90 g planta⁻¹ (figura 4).

4. CONCLUSÕES

A 'Biloxi', completou seu desenvolvimento produtivo no ciclo 2018/2019 sem ser submetida a nenhuma hora de frio menor que 7,2 °C. O florescimento teve início com 140 dias após a poda drástica e com 191 dias após a poda drástica todas as plantas estavam em florescimento pleno. A 'Biloxi', completou o ciclo produtivo 2018/2019 em 347 dias. Foi observado um período de colheita de 19 semanas ininterruptas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições tropicais no qual foi realizado o trabalho, por não apresentar um inverno rigoroso, a planta de mirtilheiro 'Biloxi' não paralisou o crescimento, tornando-a precoce na entrada de produção, se comparada com seu habitat natural, alcançando uma produtividade estimada de mais 8 t/ha no primeiro ano e 10 t/ha no segundo ano. Nas regiões frias do Brasil, estas produtividades ocorrem somente no terceiro ano.

Outra característica da região Centro-oeste do Brasil que favorece o cultivo do mirtilo, é a estação chuvosa no verão, promovendo um rápido crescimento vegetativo e maturação dos ramos, seguido por um período seco que inicia na transição do verão para o outono, com a queda gradativa da temperatura noturna, estimulando a indução floral, florescimento e frutificação. Em seguida, a colheita inicia no final do inverno podendo se estender até o final do verão.

O pico da produção-colheita ocorreu no final do inverno e no início da primavera, apresentando altas temperaturas e baixa umidade do ar durante o dia, dificultando o desenvolvimento de microrganismos fitopatogênicos, principalmente as doenças fúngicas que atacam os frutos. Durante a noite apresenta temperaturas mais amenas com amplitude térmica superior a 12 graus centígrados, que além de manter o aparato reprodutivo ativo, contribui na qualidade do fruto, com altos teores de açúcares (Brix), frutos firmes, assegurando um tempo de prateleira superior ao tempo comumente encontrado no comércio, se colhida e armazenada corretamente.

Foi possível observar a presença de flores durante praticamente todo o período de colheita, demonstrando que essa variedade tem potencial para florescimento em qualquer época do ano nas condições de clima na qual, foi realizado o presente trabalho. Além disso, essa cultivar apresentou um longo período de colheita, o que torna o cultivo de mirtilo nessa região com a cultivar Biloxi muito vantajoso em contra mão a regiões tradicionais de cultivo de mirtilo no país.

De posse dessas informações, produtores e potenciais produtores podem programar o manejo do pomar e definir as melhores janelas de colheita. Para a região Centro-Oeste do Brasil e demais regiões de clima tropical seriam

recomendáveis evitar a colheita na estação chuvosa que coincide também com a época de colheita da região Sul do Brasil e do Chile que são grandes provedoras da fruta para o mercado brasileiro no período de dezembro a fevereiro. A variedade Biloxi permite a colheita nessa região na contra estação do Sul do país e do Chile período na qual o Brasil sempre importou frutos de outros países como dos EUA e mais recentemente do Peru.

O mirtilheiro 'Biloxi', diferente de muitas fruteiras, não apresenta alternância de produção, possibilitando ao produtor uma renda estável ao longo dos anos trazendo mais tranquilidade financeira ao pequeno produtor. Assim, pretende-se com o seguinte trabalho, demonstrar cientificamente que é possível à produção nessa região de mirtilheiro para exploração comercial.

6. AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são direcionados à Universidade de Brasília (UnB) pela possibilidade de fazer o doutorado; à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida; à Fundação de apoio a pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) por auxílio financeiro; ao Laboratório Micellium – Análises agrícolas e biomoleculares de plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; RISTOW, N.C.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.1011-1015, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000800009.

BALDOMERO N., A. YESCAS Y V.J. MORALES. Manejo agronomico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en la sierra norte de Oaxaca. Universidad y Ciencia 6: 138-155, 2017.

CANTUARIAS-AVILES, T., SILVA, S.R., MEDINA, R.B., MORAES, A.F.G., ALBERTI, M.F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 139-147, 2014.

CARDOSO, M.R.D., MARCUZZO, F.F.N., BARROS, J.R. Classificação climática de KÖPPEN-GEIGER para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica* 8:40-55. 2014.

CORTÉS-ROJAS, M. E.; MESA-TORRES, P. A.; GRIJALBA-RATIVA, C. R., PÉREZ-TRUJILLO, M. M. Yield and fruit quality of the blueberry cultivars Biloxi and Sharpblue in Guasca, Colombia. *Agronomía Colombiana* 34(1), 33-41, 2016.

DOYLE, J.W.; NAMBEESAN, S.U.; MALLADI, A. Physiology of Nitrogen and Calcium Nutrition in Blueberry (*Vaccinium* sp.). *Agronomy*, 2021, 11, 765. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040765>.

FALL CREEK – Farm & Nursery. 2021. <https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>. <Acesso em: 01 de mai, 2020>

FISCHER, D.L. DE O.; FACHINELLO, J.C.; PIANA, C.F. DE B.; BIANCHI, V.J.; MACHADO, N.P. Seleção de genótipos de mirtilheiro obtidos a partir de polinização aberta. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 36:221-231. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). Faostat. 2021. Available at:<<http://faostat.fao.org/>>. Access on: 01 jun. 2021.

KIRK, A. K.; ISAACS, R. Predicting flower phenology and viability of highbush blueberry. *HortScience*, 47, 1291-1296, 2012.

LYRENE, P. (2000). Phenology of Flowering and Leafing in Florida Cultivated Blueberries. *HortScience* , 35 (3), 501A-501.

MEDINA, R. B.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; ANGOLINI, S. F.; SILVA, S. R. 2018. Performance of 'Emerald' and 'Jewel' blueberry cultivars under no-chill incidence. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 48: 147-152.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. MSU. Extension Blueberries. Estágio de crescimento de mirtilo. https://www.canr.msu.edu/blueberries/growing_blueberries/growth-stages. Acesso em: junho de 2021. 2003.

NESMITH, D.S. Fruit development period of several rabbiteye blueberry cultivars. *Acta Horticulturae*, v.715, p.137-142, 2006.

SALGADO, C.; SÁNCHEZ, P.; VOLKE, V.; COLINAS, M. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia*. 52(2):231-239.

CAPÍTULO 2 - ECOFISIOLOGIA DE MIRTILO SOUTHERN Highbush,
'BILOXI', EM RESPOSTA A FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA

ECOFISIOLOGIA DE MIRTILO SOUTHERN Highbush, 'BILOXI', EM RESPOSTA A FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA

RESUMO - No Brasil, as exigências nutricionais do mirtilo ainda não são adequadamente conhecidas, sendo necessários mais estudos sobre o manejo da fertilização mineral. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os atributos fisiológicos de plantas de do grupo Southern Highbush, 'Biloxi' em função da fertirrigação com nitrogênio em Brasília-DF. O experimento foi realizado no período de agosto de 2018 a julho de 2019, no Setor de Frutas da Estação de Biologia Experimental da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos: 10; 20; 30 e 40 g de N planta⁻¹, com 8 repetições e 5 plantas por parcela experimental. As seguintes variáveis foram obtidas: taxa de fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência instantânea do uso de água (EiUA), eficiência carboxilativa (EiC), índice SPAD (SPAD) e nitrogênio foliar (N). Foi observado efeito das diferentes doses de nitrogênio aplicadas sobre os atributos fisiológicos. Plantas de mirtilo, cultivar Biloxi, aumentaram as taxas fotossintéticas em doses de até 30 g de N planta⁻¹. As taxas de nitrogênio não influenciaram a condutância estomática nem proporcionaram melhorias na eficiência carboxilativa das plantas de mirtilo. Nas condições do presente trabalho, os maiores teores de N foliar foram obtidos com a aplicação de 30 g de N planta⁻¹, e valores acima desta concentração não corresponderam a maiores taxas fotossintéticas líquidas, transpiração e concentração de CO₂ no mesofilo foliar.

Palavras-chave: trocas gasosas, taxa fotossintética, fisiologia vegetal, *Vaccinium* spp.

ECOPHYSIOLOGY OF BLUEBERRY SOUTHERN Highbush, CV. BILOXI IN RESPONSE TO NITROGEN FERTIGATION

ABSTRACT - In Brazil, the nutritional requirements of the blueberry are not yet adequately known, thus requiring further research on the management of mineral fertilization. Given the above, the objective was to evaluate physiological attributes of Southern Highbush blueberry plants, 'Biloxi' as a function of nitrogen fertigation in Brasília-DF. The experiment was carried out from August 2018 to July 2019, in the Fruit Sector of the Experimental Biology Station of the University of Brasilia (UnB), Federal District. It was adopted a randomized block design, with four treatments: 10; 20; 30 and 40 g of N plant⁻¹, with 8 replications and 5 plants per experimental plot. The following variables were obtained: net photosynthesis rate (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs), internal CO₂ concentration (Ci), instantaneous water use efficiency (EiUA), carboxylative efficiency (EiC), SPAD index (SPAD) and leaf nitrogen (N). It was observed effect of the different doses of nitrogen applied on the physiological attributes. Blueberry plants, cultivar Biloxi, increased photosynthetic rates at doses up to 30 g of N plant⁻¹. Nitrogen rates did not influence stomatal conductance nor did they provide improvements in the carboxylative efficiency of blueberry plants. Under the conditions of the present work, the highest N leaf contents were obtained with the application of 30 g N plant⁻¹, and values above this concentration did not correspond to higher net photosynthetic rates, transpiration and CO₂ concentration in the leaf mesophyll.

Keywords: gas exchange, photosynthetic rate, plant physiology, *Vaccinium* spp.

1. INTRODUÇÃO

Originário dos bosques da América do Norte e Norte da Europa, o mirtilo (*Vaccinium* spp.) é uma cultura que nos últimos anos aumentou significativamente a sua importância agrícola e econômica no mundo, devido ao aumento do consumo em escala global (BRAZELTON, 2015). A produção mundial dessa cultura passou de aproximadamente 211.144 toneladas em 2000 para 596.813 toneladas em 2017, liderado por países como os Estados Unidos e Canadá (FAO, 2019).

No Brasil, o cultivo do mirtilo está limitado geograficamente aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, e a algumas regiões de grande altitude nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MEDINA et al., 2018). No entanto, a recente introdução de novas cultivares com baixa exigência de frio, principalmente do grupo “Southern Highbush”, representa um potencial de expansão do cultivo de mirtilo para outras regiões do País (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

A nutrição mineral das plantas é um dos fatores que mais pode contribuir para a expansão dessa cultura no Brasil, entretanto, atualmente as adubações são realizadas com base em resultados de pesquisas de outras regiões produtoras tradicionais. Segundo BECKER et al. (2009), a recomendação de adubação deve levar em conta as necessidades da cultura, a taxa de crescimento e as condições ambientais de cada região.

Dentre os nutrientes utilizados pelas plantas de mirtilo, o nitrogênio (N) é o nutriente mais importante para manter o crescimento vegetativo (PESCIE et al., 2018). O N desempenha função estrutural, participando de vários compostos orgânicos vitais para a planta, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros (BEZERRA et al., 2018). Seu fornecimento precisa ser realizado em taxas ideais a cada estágio de desenvolvimento da planta, para uma absorção eficiente e para evitar perdas que podem ocorrer de várias maneiras (AMARAL et al., 2018).

Ensaio de adubação têm sido conduzidos para determinar a dose ótima de nitrogênio em mirtilo (AMARAL et al., 2018; LEITZKE et al., 2015; YAÑEZ-MANSILLA et al., 2014; BRYLA et al., 2012; BANÃDOS et al., 2012). No entanto, há escassez de informação sobre os efeitos do N nas trocas gasosas e no teor de clorofilas de plantas de mirtilo, principalmente em condições tropicais. Diante do exposto, objetivou-se avaliar atributos fisiológicos, de plantas de mirtilo cv. Biloxi, em função de fertirrigação nitrogenada na região de Brasília-DF.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental e implantação do experimento

O experimento foi realizado no período de agosto de 2018 a julho de 2019, no Setor de Fruticultura (figura 1) da Estação Experimental de Biologia (EEB) (latitude 15° 44' 24" Sul e longitude 47° 52' 12" Oeste) da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (CARDOSO et al., 2014), que caracteriza essa região como Tropical, com inverno seco e verão chuvoso.



FIGURA 1: Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Os dados referentes às variáveis climáticas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), durante a execução do experimento encontram-se na figura 2. Os dados foram obtidos da estação meteorológica do INMET.

As plantas de mirtilo analisadas no experimento estavam no segundo ciclo produtivo, cultivadas em vasos (sacolas de polietileno) e a pleno sol. A implantação do pomar de mirtilheiro cv. Biloxi ocorreu em maio de 2017. As mudas foram transferidas para o campo em sacolas de polietileno contendo 60 dm³ do substrato casca de arroz natural (sem passar por nenhum processo de queima). As sacolas de polietileno foram distribuídas em quatro fileiras distintas, espaçadas 0,40m entre si e 2,5m entre fileiras, e com uma planta por

sacola. As características físicas e químicas do substrato são apresentadas na tabela1.

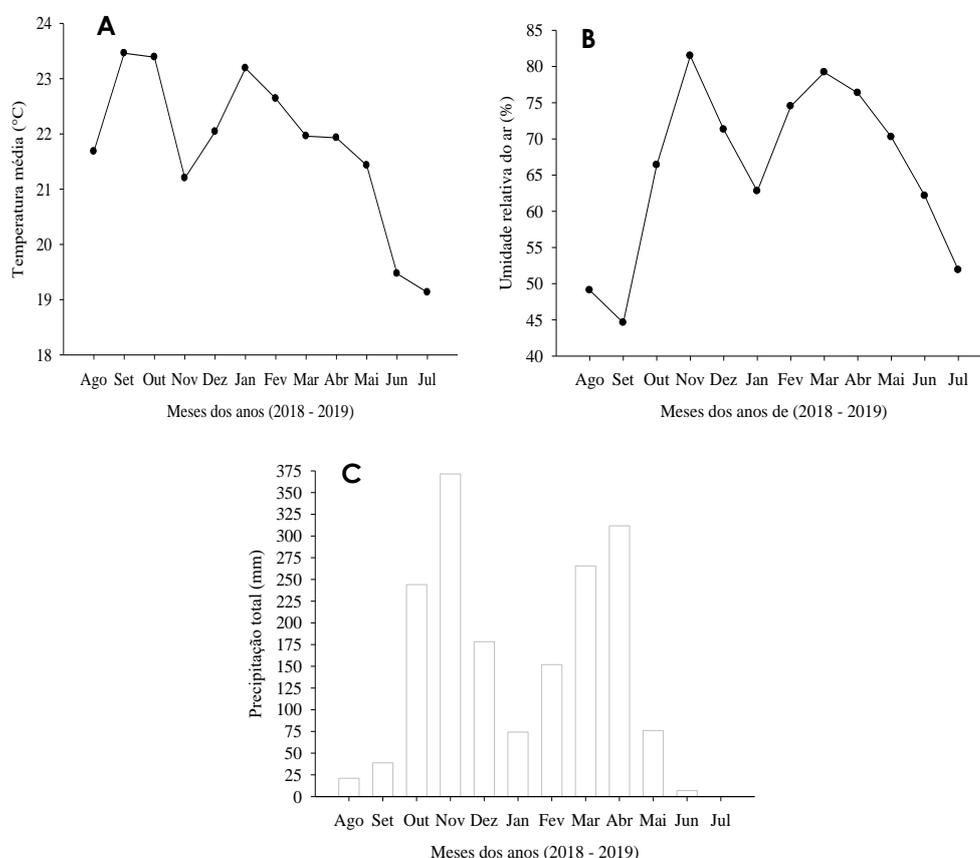


FIGURA 2. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação total (C) durante a execução do experimento

2.2. Delineamento experimental e condução do experimento

Adotou-se delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos: 10; 20; 30 e 40 g de N planta⁻¹, com 8 repetições e cinco plantas por parcela experimental, totalizando 160 plantas. As doses de N utilizadas são respectivamente as percentagens de 50, 100, 150 e 200% da adubação recomendada para cultura do mirtilo, usada por produtores da região.

As fontes de nitrogênio utilizadas foram sulfato de amônio (21% de N) e ureia (44% de N), sendo que com o sulfato de amônio foi fornecido uma quantidade fixa de N (2,5 g planta⁻¹) para todos os tratamentos e restante com ureia, conforme cada dose utilizada. Cada dose de N foi diluída em um tanque diferente (figura 3B).

TABELA 1. Densidade seca (DS); porosidade total (PT); pH; condutividade elétrica (EC); matéria orgânica (M.O) e teores cálcio (Ca); magnésio (Mg) e Ferro (Fe) do substrato. Brasília-DF, 2019

DS	PT	pH	EC	M.O	Ca	Mg	Fe
Kg m ⁻³	%	-	mS cm ⁻¹		mg L ⁻¹		
131,71	85,46	5,56	0,418	224,4	47,4	1,98	0,79

A cultivar de mirtilo estudada no experimento foi a ‘Biloxi’, que se destaca por ser uma cultivar que não necessita de horas de frio para completar o ciclo reprodutivo (Fall creek, 2018). Além de ser uma variedade extremamente vigorosa e produtiva. No final do primeiro ciclo produtivo fez uma poda drástica das plantas onde todos os ramos foram podados a uma altura de 20 cm. Com 20 dias após o início da brotação foi feito desbaste das ramificações homogeneizando todos os arbustos para 8 ramos produtivo.

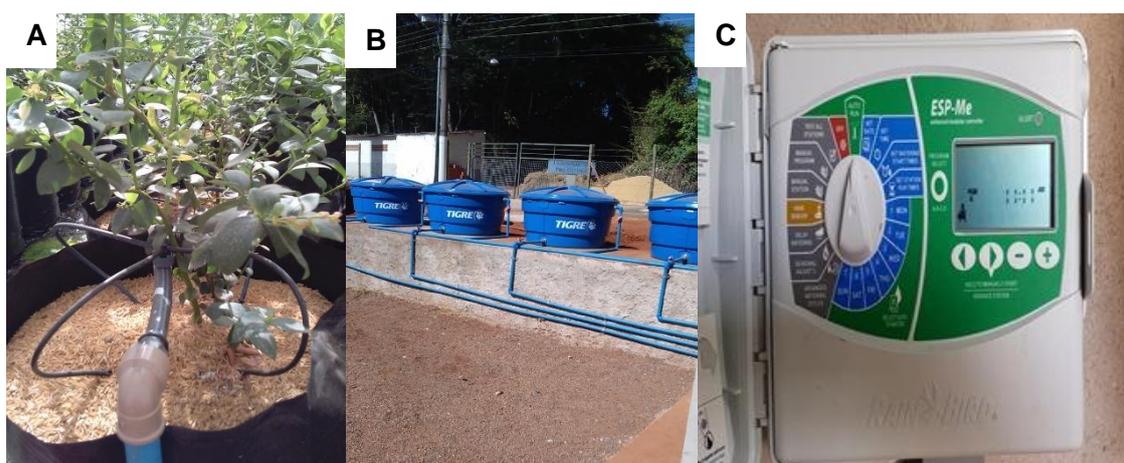


FIGURA 3: Gotejadores com 4 hastes (A), tanques para diluição das diferentes soluções nutritivas (B) e temporizador das irrigações (C). Brasília-DF, 2021.

As adubações e as irrigações das plantas foram realizadas via fertirrigação, com produtos à base de macronutrientes e micronutrientes, de modo a fornecer, por ano: N: 200 kg ha⁻¹; P₂O₅: 120 kg ha⁻¹; K₂O: 250 kg ha⁻¹; Ca²⁺: 200 ha⁻¹; Mg²⁺: 120 kg ha⁻¹ e SO₄²⁻: 150 kg ha⁻¹, conforme as recomendações para a cultura do mirtilo, utilizada por produtores da região.

As fertirrigações foram efetuadas diariamente, pelo sistema de gotejamento com um emissor com 4 hastes por planta (figura 3A), fornecendo-se diariamente uma lâmina média de 2,5 litros de água por planta. As irrigações

foram automatizadas (figura 3C), com cinco turnos de rega em horários pré-programados (08; 12; 14; 16 e 18 horas). Foi feito o monitoramento do pH e da condutividade elétrica da água de irrigação e da solução nutritiva, com o uso do medidor portátil HI9814 pH/EC/TDS.

2.3. Variáveis estudadas e Análises estatísticas

As trocas gasosas foram mensuradas utilizando um analisador de gás por infravermelho, IRGA modelo LI-6400XT (LI-COR, Inc., Lincoln, NE, USA) (Figura 4A). Para determinar a saturação luminosa, fez-se uma curva de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) de 0, 20, 60, 100, 250, 500, 1000, 2000, 2250, 2500 e 3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As avaliações de trocas gasosas foram realizadas no período da manhã, entre 8:00 e 10:00 horas em folhas maduras.

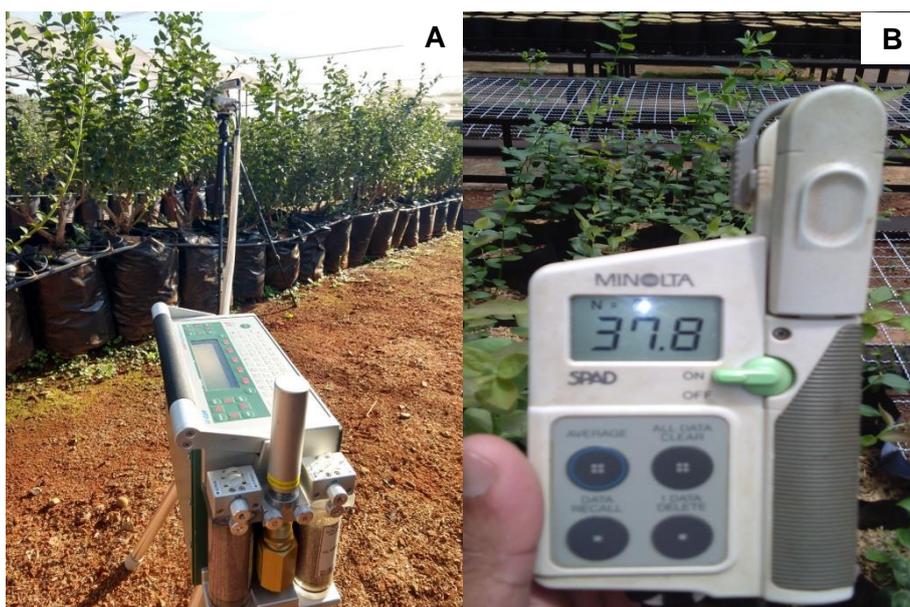


FIGURA 4. Analisador de gás por infravermelho, IRGA (A) e medidor portátil de clorofila, modelo Minolta SPAD-502 (B). Brasília-DF, 2021.

A partir das análises das trocas gasosas, foram obtidas as seguintes variáveis: taxa de fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{L L}^{-1}$). De posse desses dados, foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) ($\mu\text{mol de CO}_2$

mmol H₂O⁻¹] e a eficiência carboxilativa (EiC) (A/C_i) ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ L m}^{-2} \text{ s}^{-1} \mu\text{L}^{-1}$).

O índice SPAD, associado ao teor de clorofila na folha foi determinado por meio de três leituras (base, parte intermediária e ápice) nas mesmas folhas e no mesmo horário das análises das trocas gasosas, por meio do medidor portátil de clorofila, modelo Minolta SPAD-502 (Figura 4B). Para a determinação do Nitrogênio foliar (N), foram coletadas as mesmas folhas que foram feitas as avaliações de trocas gasosas e índice SPAD. As folhas foram secas em estufa a 60°C até o material atingir massa constante e processada em moinho tipo Wiley – TE 648 com peneira de 1 mm. As amostras foram analisadas pelo método de combustão sólida de Dumas, por meio da detecção por condutividade térmica. O N foi quantificado no analisador elementar LECO (modelo 628CN).

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste “F”, com um nível de significância de 0,05 e aquelas variáveis que apresentaram efeito significativo foram submetidas à análise quantitativa de regressão polinomial, seguindo as recomendações de Banzatto & Kronka (2006), utilizando-se os programas estatísticos Sisvar e SigmaPlot 10.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, observou-se efeito das diferentes doses de nitrogênio aplicado sobre as características associadas às trocas gasosas e o teor de clorofilas, como a concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), a eficiência instantânea no uso da água (EUA), o nitrogênio foliar (N) ($p < 0,01$), taxa de fotossíntese líquida (A) e o índice SPAD ($p < 0,05$) (Tabela 2).

A taxa de fotossíntese líquida (A) das plantas de mirtilo cv. Biloxi foi significativamente afetada pelas doses de nitrogênio aplicadas, havendo um ajuste polinomial quadrático dos dados (Figura 5A). E foi observado que na dose estimada de 30,65 g de N planta⁻¹ obteve-se 3,93 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ como maior valor de A.

TABELA 2. Resumo da análise de variância referente à taxa de fotossíntese líquida (A), concentração interna de CO₂ (Ci), condutância estomática (g_s), transpiração (E), eficiência instantânea no uso da água (EUA) (A/E), eficiência carboxilativa (EiC (A/Ci)), índice SPAD (SPAD) e nitrogênio foliar (N) em plantas de mirtilo cv. Biloxi em função de fertirrigação nitrogenada. Brasília-DF, 2019.

Fonte de variação	A	Ci	g _s	E	(EUA) (A/E)	(EiC) (A/Ci)	SPAD	N
	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μL L ⁻¹	mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	μmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	μmol de CO ₂ mmol H ₂ O ⁻¹	μmol de CO ₂ L m ⁻² s ⁻¹ μL ⁻¹	Spad	g kg ⁻¹
N (F)	5,24*	174,1**	1,01 ^{ns}	64,02**	27,38**	3,92 ^{ns}	4,46*	14,56**
DMS	0,58	2,93	0,069	0,37	0,12	0,002	14,06	0,58
CV (%)	7,18	0,40	21,44	3,67	7,20	8,82	10,03	1,07

C.V. = coeficiente de variação, DMS = diferença mínima significativa; ^{ns} = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade (P<0,01); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

O resultado foi 16,79% superior em comparação com o valor de A do tratamento 10 g de N planta⁻¹. Corroborando com os resultados de YAÑEZ-MANSILLA et al. (2014), estes autores notaram um efeito positivo da oferta de N sobre a fotossíntese de plantas de mirtilo da cultivar Bluegold. Porém, esses mesmos autores não observaram um efeito positivo da aplicação de N na taxa fotossintética das plantas de mirtilo da cultivar Legacy, com um suprimento crescente de doses de N.

Uma das implicações positivas do N sobre a taxa fotossintética das plantas decorre do maior estímulo na síntese da ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase-oxigenase (Rubisco), que é a principal enzima relacionada com a assimilação do dióxido de carbono, e conversão deste em ácidos orgânicos (TAIZ & ZEIGER, 2013). A quantidade dessa enzima pode afetar drasticamente a taxa de fotossíntese das plantas (IBRAHIM et al., 2018). De acordo com MAKINO (2011) o aumento na quantidade de nitrogênio no tecido foliar leva a uma maior alocação de N para Rubisco. LI et al. (2013) relataram que o alto suprimento de N é geralmente associado com um maior teor de Rubisco nas folhas das plantas.

Já a baixa taxa fotossintética na dose 10 g de N planta⁻¹ pode ser pelo fato de que plantas cultivadas com baixo suprimento de nitrogênio geralmente têm um significativo acréscimo na concentração de amido nos cloroplastos (BRAUN et al., 2016), e esse acúmulo normalmente é acompanhado por danos mecânicos nos tilacóides do cloroplasto (WALTER et al., 2015). Além disso,

altas quantidades de amido no cloroplasto podem contribuir para a diminuição da taxa de difusão de CO₂ dos espaços intercelulares para os sítios de carboxilação (CRUZ et al., 2007), reduzindo a taxa fotossintética das plantas nessas condições.

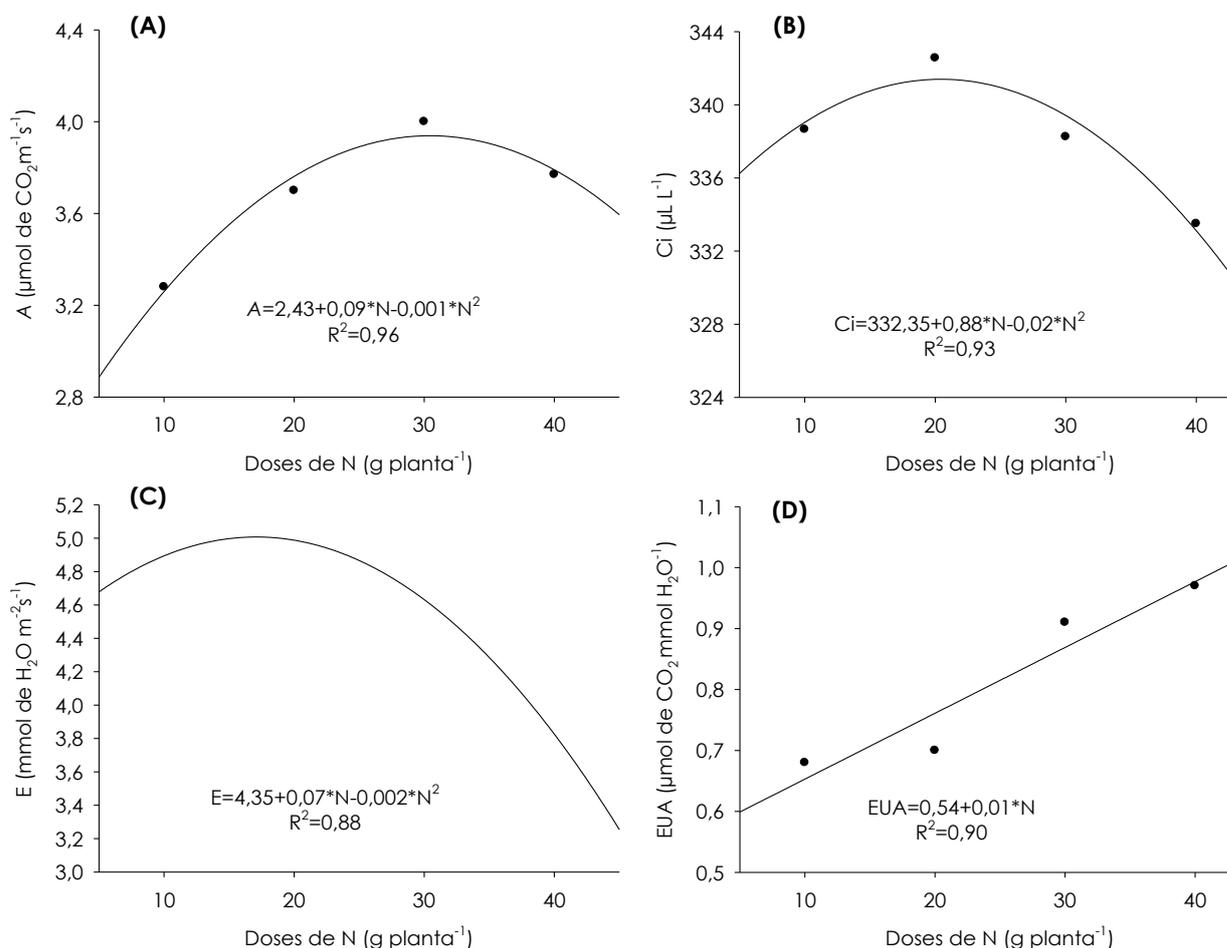


FIGURA 5. Taxa de fotossíntese líquida (A), concentração interna de CO₂ (B), transpiração (C) e eficiência instantânea no uso da água (D) do mirtilheiro cv. Biloxi em função de diferentes doses de adubação nitrogenada via fertirrigação. Brasília-DF, 2019.

As doses de N acima de 20 g planta⁻¹ não proporcionaram incremento na concentração interna de CO₂ (Ci), e houve um decréscimo na Ci na medida em que se elevaram as doses de N (Figura 5B). A redução da Ci com o aumento da adubação nitrogenada poderiam ser decorrentes de um maior fechamento estomático, diminuindo a entrada de CO₂ e limitando A (TOMINAGA et al., 2018) no entanto, não foram constatados efeitos significativos das doses de N

sob a condutância estomática (gs) (Tabela 2). Sugerindo assim, que a redução da C_i e da A na dose de 40 g de N planta⁻¹ podem estarem mais relacionadas com danos no aparelho fotossintético ou no sistema enzimático de fixação de CO₂ do que com as limitações estomáticas a entrada de CO₂ no tecido foliar.

Observou-se também que a taxa transpiratória (E) foi menor para as plantas cultivadas nas maiores doses de N fornecidas às plantas (Figura 5C). Em consequência, essas plantas apresentaram maiores eficiências no uso de água (Figura 5D), ou seja, maior ganho de carbono por quantidade de água transpirada. Esses resultados sugerem que plantas de mirtilo da cultivar Biloxi, quando cultivadas sob, concentrações altas de nitrogênio, apresentaram ajuste estomático para minimizar a perda de água. LIMA et al. (2010), relatam que o comportamento estomático determina a demanda transpirativa a que as folhas estão potencialmente sujeitas controlando sua perda de H₂O para o ambiente, na forma de vapor de água.

A (A/E), que representa a eficiência do uso da água instantânea (EUA) e promulga quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha, apresentou resposta linear crescente (figura 5D). Os melhores resultados de EUA com o fornecimento de 40 g de N planta⁻¹, mesmo com a redução do valor de A sob essa dose de N (Figura 2A), possivelmente é um reflexo da baixa E que as plantas apresentaram quando cultivadas com 40 g de N planta⁻¹. Colaborando com MELO et al. (2009) que relataram a EUA como um processo que além das condições ambientais pode ser altamente influenciado pelo manejo nutricional de nitrogênio em que as plantas forem submetidas.

Os teores foliares de nitrogênio foram afetados pelas doses de N, havendo um ajuste polinomial quadrático dos dados, sendo observado maior valor de N foliar com a aplicação de 30 g de N planta⁻¹ (Figura 6A). Ajuste semelhante ao observado por BRYLA (2015) em estudo com fertirrigação nitrogenada no mirtilo 'Bluecrop'. No entanto as médias encontradas no presente trabalho variaram na amplitude de 24,02 a 25,21 g kg⁻¹, resultados superiores à faixa de 17,6 a 20,10 g kg⁻¹ descrito por HART et al., (2006) como o teor de N adequado no tecido foliar de plantas de mirtilo.

O Índice relativo de clorofila em folhas de mirtilo 'Biloxi' foi significativamente influenciado pelas doses de nitrogênio, variando de 53,75 a

68,60 unidades de SPAD, verificando-se um aumento progressivo dos índices de clorofila em função das doses de nitrogênio aplicada (Figura 6B). Resultados que aquiescem com os de MOURA (2013) em estudo com adubação nitrogenada em mirtilheiro cv. Powderblue, que assim como no presente estudo encontrou maiores índices relativo de clorofila na dose de 40 g de N planta⁻¹. LEITZKE et al., (2015) observaram máximo índice de clorofila em mirtilheiros cultivar Misty com o fornecimento de 12,1 g de N planta⁻¹.

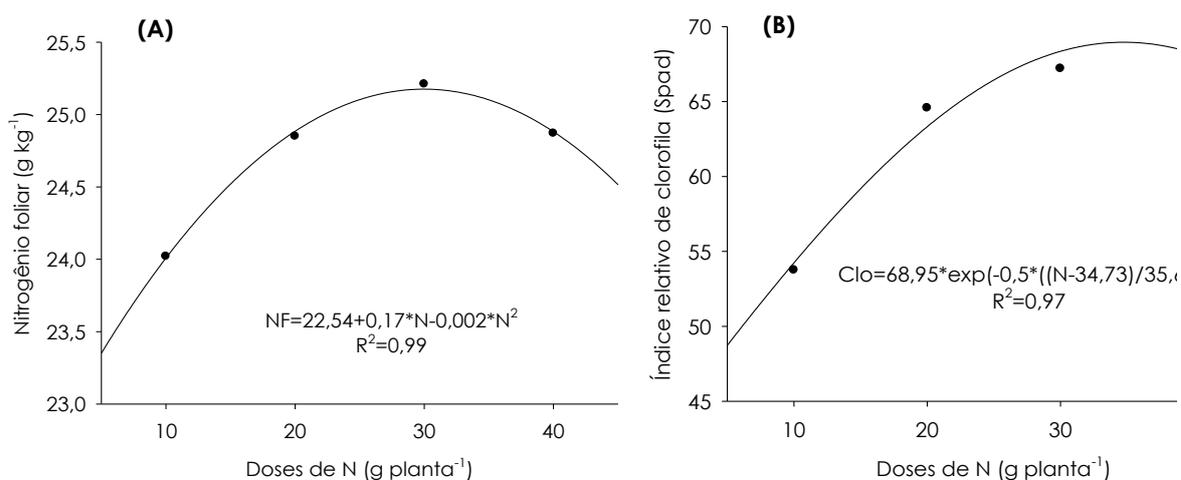


FIGURA 6. Nitrogênio foliar (A) e Índice relativo de clorofila (B) do mirtilheiro cv. Biloxi em função de diferentes doses de adubação nitrogenada via fertirrigação. Brasília-DF, 2019.

Na dose mínima de nitrogênio disponibilizada as plantas de mirtilo foi onde observou o menor índice relativo de clorofila, estes resultados deve esta relacionando com a redução dos teores de nitrogênio foliar na dose de 10 g de N planta⁻¹(Figura 3A), haja visto que esse nutriente é um dos principais precursores da sínteses de clorofila nas plantas (MÓGOR et al., 2013). O baixo índice relativo de clorofila deve ser outro fator a ter colaborado para a baixa taxa de fotossíntese líquida das plantas de mirtilo nessa dose de N, em decorrência da importância desses pigmentos para a absorção dos fótons e para liberação de elétrons (KUME et al., 2018).

4. CONCLUSÕES

As plantas de mirtilo, cultivar Biloxi incrementaram as taxas fotossintéticas em doses de até 30 g de N planta⁻¹.

As doses nitrogênio não influenciaram a condutância estomática assim como não proporcionaram melhoras na eficiência carboxilativa das plantas de mirtilo.

Nas condições do presente trabalho, os maiores teores de N foliar foram obtidos com a aplicação de 30 g de N planta⁻¹, e valores acima desta concentração não corresponderam a maiores taxas fotossintéticas líquidas, transpiração e concentração de CO₂ no mesófilo foliar.

5. AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são direcionados à Universidade de Brasília (UnB) pela possibilidade de fazer o doutorado; à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida; à Fundação de apoio a pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) por auxílio financeiro; ao Laboratório Micellium – Análises agrícolas e biomoleculares de plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.O., CONTE, E.D., MARCHIORETTO, L.R., GOLIN, E.S., CAVALETTI, D.R. 2018. Nitrogen fertilization applied through drip fertigation and broadcasted in blueberry crop. *African Journal of Agricultural Research* 13: 432-439.

BANÃDOS, M.P., STRIK, B.C., BRYLA, D. R., RIGHETTI, T.L. 2012. Response of highbush blueberry to nitrogen fertilizer during field establishment, I: Accumulation and allocation of fertilizer nitrogen and biomass. *Hortscience* 47: 648–655.

BANZATTO, D.A., KRONKA, S.N. 2006. Experimentação agrícola. FUNEP, Jaboticabal, Brasil. 247 p.

BECKER S.J., PLAZA, B.M., LAO, M.T. 2009. Empirical models of potassium uptake by *Dieffenbachia amoena* 'Tropic snow' under different nitrogen sources. *Hortscience*, 44: 483-486.

BEZERRA, I.L., GHEYI, H.R., NOBRE, R.G., LIMA, G.S., SANTOS, J.B., FERNANDES, P.D. 2018. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. *Revista Ambiente & Agua* 13: 21-30.

BRAUN, H., FONTES, P. C. R., SILVA, T. P., FINGER, F. L., CECON, P. R., FERREIRA, A. P. S. 2016. Carbohydrates Concentration in leaves of potato plants affected by nitrogen fertilization rates. *Revista Ceres* 63: 241-248.

BRAZELTON, C. 2015. *World blueberry: acreage & production*. USHBC, Folsom, USA. 51p.

BRYLA, D.R., STRIK, B.C., BAÑADOS, M.P., RIGHETTI, T.L. 2012. Response of highbush blueberry to nitrogen fertilizer during field establishment-II. Plant nutrient requirements in relation to nitrogen fertilizer supply. *HortScience*, 47: 917-926.

CANTUARIAS-AVILES, T., SILVA, S.R., MEDINA, R.B., MORAES, A.F.G., ALBERTI, M.F. 2014. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 139-147.

CARDOSO, M.R.D., MARCUZZO, F.F.N., BARROS, J.R. 2014. Classificação climática de KÖPPEN-GEIGER para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica* 8: 40-55.

CRUZ, J. L., PELACANI, C. R., CARVALHO, J. E. B., SOUZA FILHO, L. F. S., QUEIROZ, D. C. 2007. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "golden". *Ciência Rural* 37: 64-71.

FALL CREEK – Farm & Nursery. 2018.
<https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>.

<Acesso em: 10 de dez, 2018>

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019.
<http://faostat.fao.org/>. <Acesso em: 01 jun. 2019 >

HART, J., STRIK, B., WHITE, L., YANG, W. 2006. *Nutrient management for blueberries in Oregon*. Oregon State University Extension Service, Corvallis, USA. 16p.

IBRAHIM, M.H., RAHMAN, N.Y.A., ZAIN, N.A.M. 2018. Effect of Nitrogen Rates on Growth and Quality of Water Spinach (*Ipomea aquatica*). *Annual Research & Review in Biology* 26: 1-12.

KUME, A., AKITSU, T., NASAHARA, K.N. 2018. Why is chlorophyll b only used in light-harvesting systems?. *Journal of Plant Research* 131: 961–972

LEITZKE, L.N., PICOLOTTO, L., PEREIRA, I.S., VIGNOLO, G.K., SCHMITZ, J.D., VIZZOTTO, M., ANTUNE, L.E.C. 2015. Nitrogen fertilizer affects the chemical composition of the substrate, the foliar nutrient content, the vegetative growth, the production and fruit quality of blueberry. *Científica* 43: 316-324.

LIMA, M. A., BEZERRA, M. A., GOMES FILHO, E., PINTO, C. M., ENÉAS FILHO, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. *Revista Ciência Agronômica* 41: 654-663.

MAKINO A. 2011. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. *Plant Physiology* 155:125-129.

MEDINA, R.B., CANTUARIAS-AVILÉS, T.E., ANGOLINI, S.F., SILVA, S.R. 2018. Performance of ‘Emerald’ and ‘Jewel’ blueberry cultivars under no-chill incidence. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 48: 147-152.

MELO, A. S., SILVA JÚNIOR, C.D., FERNANDES, P.D., SOBRAL, L.F., BRITO, M.E.B., DANTAS, J.D.M. 2009. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. *Ciência Rural* 39: 733-741.

MÓGOR, Á., BARBIZAN, T., PAULETTI, V., OLIVEIRA, J., BETTONI, M. 2013. Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetido a aplicações foliares de magnésio. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 43: 363-369.

MOURA, G.C. 2013. *Aspectos de manejo e cultivares de mirtilo: qualidade e produtividade*. 130f. (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

PESCIE, M.A., BORDA, M.P., ORTIZ, D.P., LANDRISCINI, M.R., LAVADO, R.S. 2018. Absorção, distribuição e acúmulo de nitrogênio aplicado em diferentes estádios fenológicos no mirtilo highbush do sul (híbrido interespecífico *Vaccinium corymbosum*). *Scientia Horticultura* 230: 11-17.

TAIZ, L., ZEIGER, E. 2013. *Fisiologia Vegetal*. ARTMED, Porto Alegre, BRA. 918p.

WALTER, L. C., ROSAI, H. T., STRECK, N. A. 2015. Mecanismos de aclimação das plantas à elevada concentração de CO₂. *Ciência Rural* 45: 1564-1571.

YAÑEZ-MANSILLA, E., CARTES, C., REYES-DÍAZ, M., RIBERA-FONSECA, A., ALBERDI, M. 2014. Photosynthetic and antioxidant performance are differentially affected by short-term nitrogen supply in highbush blueberry cultivars. *Ciencia e Investigación Agraria* 41: 61-70.

CAPÍTULO 3 - ATRIBUTOS PRODUTIVOS DE MIRTILEIRO SOUTHERN
HIGHBUSH, 'BILOXI', EM RESPOSTA A FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E
DIFERENTES SUBSTRATOS

ATRIBUTOS PRODUTIVOS DE MIRTILEIRO SOUTHERN Highbush,
'Biloxi', EM RESPOSTA A FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E
DIFERENTES SUBSTRATOS

RESUMO - O cultivo e comercialização de mirtilo vêm se expandindo significativamente no Brasil e no mundo nos últimos anos, em área e volume de produção. Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar os atributos produtivos, de plantas de mirtilo 'Biloxi', em função de fertirrigação nitrogenada e diferentes substratos na região de Brasília-DF. O experimento foi desenvolvido no período de agosto de 2018 a julho de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por 4 doses de nitrogênio via fertirrigação: (10, 20, 30 e 40 g de N planta⁻¹) e as subparcelas por 7 substratos (S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições e 5 plantas por parcela. Foi avaliado o diâmetro longitudinal e transversal de frutos; número de frutos por planta; massa dos frutos: usando-se balança analítica e produtividade. Também foram quantificado os frutos colhidos em cada semana de colheita. Foi observado um período de colheita de 19 semanas ininterruptas. Não houve diferenças do início e final do período de colheita em função das doses de N e dos diferentes substratos utilizados. Nas condições do estudo a interação substrato e doses de nitrogênio influenciaram nos atributos produtivos DT; DL; NF; MMF e produtividade do mirtilo 'Biloxi'. O substrato S4 (54 L de casca de arroz + 6 L turfa) proporcionou melhores resultados para as características produtivas. A dose 20 g de N planta⁻¹, é recomendada para a produção de mirtilo 'Biloxi' em segundo ano de cultivo.

Palavras-chave: blueberry, fruticultura de clima temperado, meio de cultivo, nutrição mineral, *Vaccinium corymbosum* L.

PRODUCTIVE ATTRIBUTES OF SOUTHERN Highbush BLUEBERRY,
'BILOXI', IN RESPONSE TO NITROGEN FERTIRRIGATION AND DIFFERENT
SUBSTRATES

ABSTRACT - The cultivation and commercialization of blueberry has been expanding significantly in Brazil and in the world in recent years, in terms of area and production volume. Given the above, the objective of this work was to evaluate the productive attributes of 'Biloxi' blueberry plants as a function of nitrogen fertigation and different substrates in the region of Brasília-DF. The experiment was carried out from August 2018 to July 2019, at the Fruit Growing Sector of the Biology Experimental Station (EEB) of the University of Brasília (UnB), Distrito Federal. The experiment was installed in a split-plot scheme, with the plots constituted by 4 nitrogen rates via fertigation: (10, 20, 30 and 40 g of N plant⁻¹) and the subplots by 7 substrates (S1 - 100% bark of rice; S2 - 58 L of rice husk + 2 L of peat; S3 - 56 L of rice husk + 4 L of peat; S4 - 54 L of rice husk + 6 L of peat; S5 - 58 L of peat husk rice + 2 L of coconut fiber; S6 - 56 L of rice husk + 4 L of coconut fiber; S7 - 54 L of rice husk + 6 L of coconut fiber). The treatments were distributed in randomized blocks with four replications and 5 plants per plot. The longitudinal and transversal diameter of fruits were evaluated; number of fruits per plant; fruit mass: using analytical balance and yield. The fruits harvested in each harvest week were also quantified. A harvest period of 19 uninterrupted weeks was observed. There were no differences between the beginning and end of the harvest period as a function of N doses and the different substrates used. Under the conditions of the study the interaction substrate and nitrogen doses influenced the productive attributes DT; DL; NF; MMF and productivity of the 'Biloxi' blueberry. The substrate S4 (54 L of rice husk + 6 L peat) provided better results for the productive characteristics. The dose of 20 g of N plant⁻¹ is recommended for the production of 'Biloxi' blueberry in the second year of cultivation.

Keywords: blueberry, temperate climate fruit culture, culture medium, mineral nutrition, *Vaccinium corymbosum* L.

1. INTRODUÇÃO

Nativo de regiões da Europa e dos Estados Unidos o mirtilo (*Vaccinium* spp), ganhou um notável interesse em todo o mundo devido ao alto valor nutricional de seus frutos que possui elevada capacidade antioxidante (SCALZO et al., 2013). Essa conscientização relacionada aos benefícios à saúde tem impulsionado um aumento na demanda por mirtilos, tornando uma das culturas com mais tendências de aumento da produção (CAPPAL et al., 2018). A produção mundial dessa cultura passou de aproximadamente 211.144 toneladas em 2000 para 823.328 toneladas em 2017, liderado por países como os Estados Unidos e Canadá (FAO, 2019).

No Brasil o cultivo do mirtilo ainda é pouco difundido, estando limitado aos três estados da região Sul e a algumas regiões de grande altitude nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MEDINA et al., 2018). No entanto, almeja-se com a introdução de novas cultivares com baixa exigência de frio, principalmente do grupo “Southern Highbush”, impulsionar a produção de mirtilo no País, ao possibilitar o cultivo em regiões sem ocorrência de frio hibernal (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

O mirtilheiro requer solos ácidos (JIANG et al., 2017), são plantas com baixa densidade radicular e o sistema radicular pouco profundo (OSVALDE et al., 2019), além de possuir exigências nutricionais baixas em comparação com outras espécies frutíferas (PORMALE et al., 2009), determinando assim a necessidade de um suprimento equilibrado e preciso de nutrientes.

Dentre os nutrientes mais exigidos pelo mirtilheiro, destacam-se o N que é, um elemento essencial para o crescimento das plantas ((RUAN et al., 2010; PESCIÉ et al., 2018) desempenha função estrutural, participando de vários compostos orgânicos vitais para a planta, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros (BEZERRA et al., 2018). Plantas de mirtilo tem maiores exigências de N na forma NH_4^+ (BRYLA et al. 2008). Vários estudos mostraram o efeito da adubação nitrogenada no crescimento, na fisiologia e na produtividade de plantas de mirtilo (LI et al., 2012; LEITZKE et al., 2015; AMARAL et al., 20018, LIMA et al., 2020).

Plantas de mirtilo são influenciadas pelo método de aplicação de N. Segundo BRYLA & MACHADO (2011) plantas de mirtilo tem maiores eficiências no uso de N, quando fornecido via fertirrigação em comparação com a adubação com fertilizantes granulados. A fertirrigação permite a aplicação de fertilizantes de maneira mais uniforme e diretamente nas raízes em pequenas e frequentes quantidades conforme necessário e, portanto, tem o potencial de reduzir as aplicações totais de fertilizantes e perdas (KAFKAFI & TARCHITZKY, 2011).

Devido aos requisitos nutricionais, à fragilidade do sistema radicular e preferência por solos ácidos, muitos produtores estão procurando novas maneiras de cultivar mirtilos. Um desses métodos envolve o cultivo em recipientes com substrato (VOOGT et al., 2014, PINTO, 2015). Segundo SCHREIBER & NUNEZ (2021) a produção de mirtilo Southern Highbush em recipientes com substratos está rapidamente se popularizando.

A turfa sphagnum e a fibra de coco são comumente usadas como substratos para a produção de mirtilo em recipientes (FANG et al., 2020). Kingston et al., (2017) relataram que as plantas de mirtilo cresceram melhor em meios com altas proporções de turfa sphagnum e fibra de coco na mistura. A turfa sphagnum é amplamente utilizada devido ao seu baixo pH (SCAGEL, 2003) e alta capacidade de retenção de água (FANG et al., 2020). Já a fibra de coco, substrato biodegradável, também contribui com alta capacidade de retenção de água para as misturas de substrato (FANG et al., 2020).

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar os atributos produtivos de mirtilo Southern Highbush, 'Biloxi', em resposta a fertirrigação nitrogenada e diferentes substratos na região de Brasília-DF.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental e implantação do experimento

O experimento foi realizado no período de agosto de 2018 a julho de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) (latitude 15° 44' 24" Sul e longitude 47° 52' 12" Oeste) da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal (Figura 1). O clima da região, segundo a

classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (Cardoso et al., 2014), que caracteriza essa região como Tropical, com inverno seco e verão chuvoso.



FIGURA 1: Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Os dados referentes às variáveis climáticas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), durante a execução do experimento encontram-se na figura 2. Os dados foram obtidos da estação meteorológica do INMET. As plantas de mirtilo analisadas no experimento estavam no segundo ciclo produtivo, cultivadas em vasos (sacolas de polietileno) e a pleno sol. A implantação do pomar de mirtilheiro cv. Biloxi ocorreu em maio de 2017. As mudas foram transferidas para o campo em sacolas de polietileno contendo 60 dm³ do substrato casca de arroz natural (sem passar por nenhum processo de queima). As sacolas de polietileno foram distribuídas em quatro fileiras distintas, espaçadas 0,40m entre si e 2,5m entre fileiras, e com uma planta por sacola. As características físicas e químicas do substrato são apresentadas na tabela1.

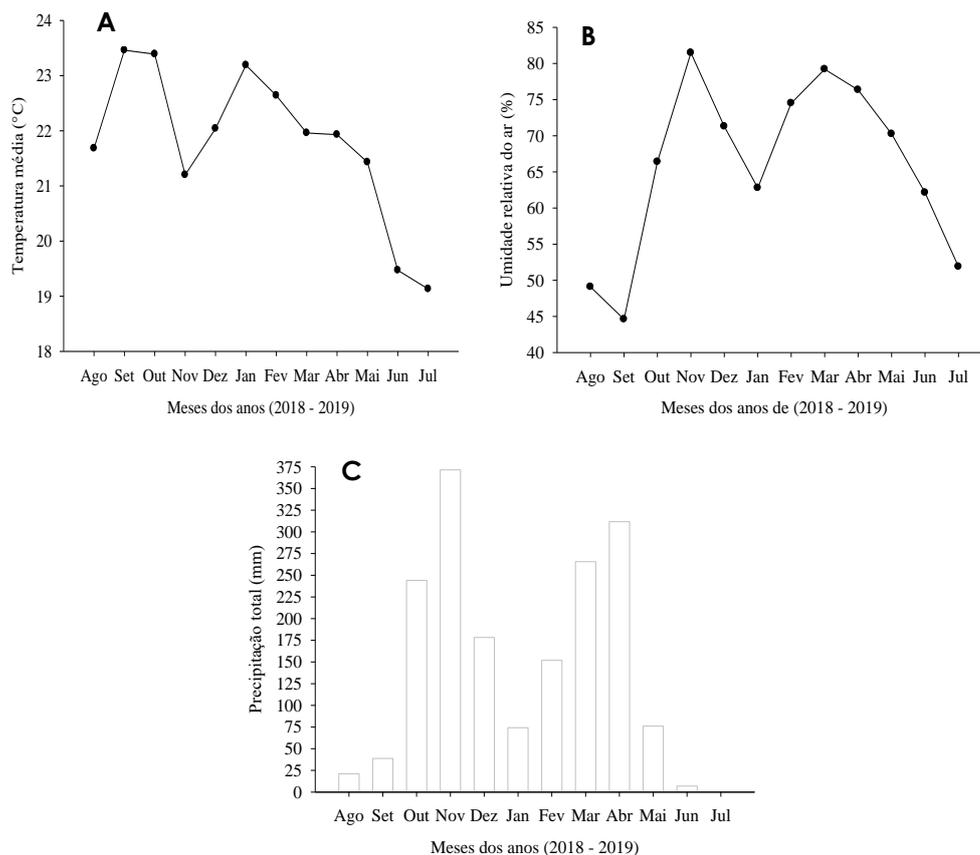


FIGURA 1. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação total (C) durante a execução do experimento

2.2. Delineamento experimental e condução do experimento

O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por 4 doses de nitrogênio via fertirrigação: (10, 20, 30 e 40 g de N planta⁻¹) e as subparcelas por 7 substratos (S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa sphagnum; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa sphagnum; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa sphagnum; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições e 5 plantas por parcela. Os dados referentes à composição química de cada substrato estão apresentados na tabela 1.

As doses de N utilizadas são respectivamente as percentagens de 50, 100, 150 e 200% da adubação recomendada para cultura do mirtilo, usada por produtores da região. As fontes de nitrogênio utilizadas foram sulfato de

amônio (21% de N) e ureia (44% de N), sendo que com o sulfato de amônio foi fornecido uma quantidade fixa de N (2,5 g planta⁻¹) para todos os tratamentos e restante com ureia, conforme cada dose utilizada. Cada dose de N foi diluída em um tanque diferente (figura 2C).

TABELA 1. pH; condutividade elétrica (EC); matéria orgânica (M.O); ferro (Fe) e Magnésio (Mg) dos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Substratos	pH	EC	M.O	Fe	Mg
	-	mS cm ⁻¹		mg L ⁻¹	
S1	5,56	0,426	244,4	0,79	1,98
S2	4,55	0,491	334,06	1,53	1,97
S3	4,13	0,578	374,8	2,19	1,90
S4	3,85	0,862	446,1	2,4	1,97
S5	4,57	0,448	323,85	0,95	0,99
S6	4,22	0,553	326,9	0,55	0,99
S7	4,15	0,659	348,34	0,62	0,99

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco

A cultivar de mirtilo estudada no experimento foi a 'Biloxi', que se destaca por ser uma cultivar que não necessita de horas de frio para completar o ciclo reprodutivo (Fall creek, 2018) (figura 3A). Além de ser uma variedade extremamente vigorosa e produtiva. No final do primeiro ciclo produtivo fez uma poda drástica das plantas onde todos os ramos foram podados a uma altura de 20 cm (figura 4A). Com 20 dias após o início da brotação foi feito desbaste das ramificações homogeneizando todos os arbustos para 8 ramos produtivo (figura 4B).

TABELA 2. pH; condutividade elétrica (EC) e volume (vol) da solução nutritiva drenada nos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Substratos	pH	EC	Vol.
	-	mS cm ⁻¹	mL
S1	4,38	0,52	400
S2	4,36	0,46	200
S3	4,3	0,36	150
S4	3,72	0,36	100
S5	4,21	0,44	250
S6	4,13	0,4	200
S7	3,63	0,38	100

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco

As adubações e as irrigações das plantas foram realizadas via fertirrigação, com produtos à base de macronutrientes e micronutrientes, de modo a fornecer, por ano: N: 200 kg ha⁻¹; P₂O₅: 120 kg ha⁻¹; K₂O: 250 kg ha⁻¹; Ca²⁺: 200 kg ha⁻¹; Mg²⁺: 120 kg ha⁻¹ e SO₄²⁻: 150 kg ha⁻¹, conforme as recomendações para a cultura do mirtilo, utilizada por produtores da região.

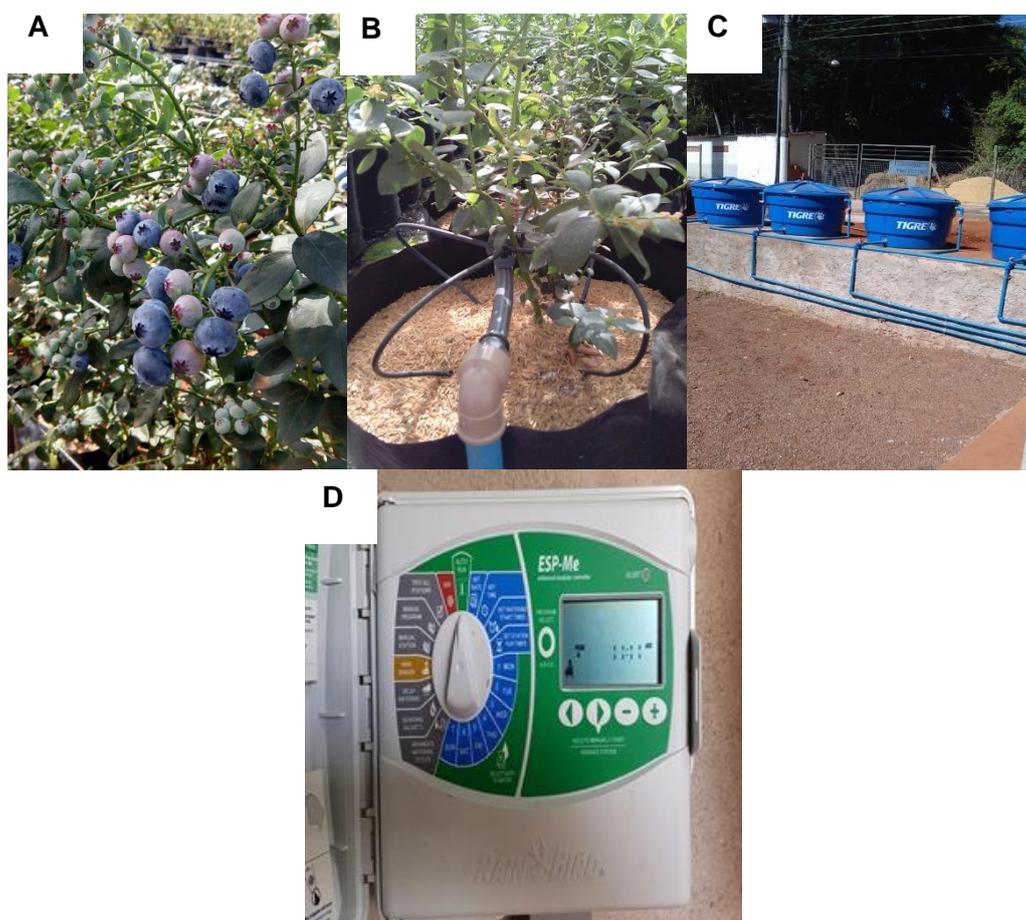


FIGURA 3: Mirtileiro 'Biloxi' (A), gotejadores com 4 hastes (B), tanques para diluição das diferentes soluções nutritivas (C) e temporizador das irrigações (D). Brasília-DF, 2021.

As fertirrigações foram efetuadas diariamente, pelo sistema de gotejamento com um emissor com 4 hastes por planta (figura 3B), fornecendo-se diariamente uma lâmina média de 2,5 litros de água por planta. As irrigações foram automatizadas (figura 3D), com cinco turnos de rega em horários pré-programados (08; 12; 14; 16 e 18 horas). Foi feito o monitoramento do pH e da

condutividade elétrica da água de irrigação e da solução nutritiva, com o uso do medidor portátil HI9814 pH/EC/TDS (tabela 2).



FIGURA 4. Mirtileiro 'Biloxi' após a poda drástica (A) e plantas com 90 dias após a poda drástica (B). Brasília-DF, 2021.

2.3. Variáveis estudadas e Análises estatísticas

Os frutos foram colhidos semanalmente entre os meses de maio e outubro de 2019, manualmente, nas primeiras horas do dia, no estágio de maturação comercial, que se caracteriza pela coloração da casca em azul intenso. Após a colheita os frutos foram acondicionados em bandejas de plásticos, em seguida transportadas para o Laboratório de Fisiologia Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB), onde foram selecionados e submetidos à caracterização dos seguintes atributos de produção:

i) diâmetros longitudinal e transversal de frutos: determinados com paquímetro (precisão 0,01) e expressos em mm; ii) número de frutos por planta; iii) massa dos frutos: usando-se balança analítica (precisão de 0,01 g) e expressa em g) e iv) produtividade (Prod.), expresso em $t\ ha^{-1}$. Também foram quantificado os frutos colhidos em cada semana de colheita.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos entre as doses de N e diferentes substratos, pelo Teste "F" e pelo Teste de Tukey para comparação das médias, usando o software Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação adubação nitrogenada e substratos exerceu efeitos significativos sobre os atributos produtivos, diâmetro transversal ($p < 0,05$), diâmetro longitudinal ($p < 0,05$), número de frutos; massa média de frutos e produtividade ($p < 0,01$) de mirtilo 'Biloxi', situação que evidencia interdependência entre os fatores estudados (Tabela 3). Observou-se também efeito individual das doses de nitrogênio para todas as variáveis estudadas ($p < 0,05$). Por sua vez, os substratos afetaram o diâmetro longitudinal ($p < 0,01$), número de frutos e produtividade ($p < 0,05$).

TABELA 3. Resumo da análise de variância referente a diâmetro transversal (DT); diâmetro longitudinal (DL); número de frutos (NF); massa média de frutos (MMF) e produtividade (Prod.) de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2019.

Fonte de Variação	DT — mm —	DL	NF -	MMF (g)	Prod. (ton. ha ⁻¹)
Doses de N (D)	15,18**	11,89**	533,61**	9,80**	299,14**
Substratos (S)	1,96 ^{ns}	2,64*	1540,70**	0,69 ^{ns}	29,95**
Interação (F x D)	1,82*	2,18*	183,52**	2,22**	5,74**
CV (%) - Parcelas	3,57	4,79	5,50	12,12	9,02
CV (%) - Subparcelas	5,06	4,45	1,22	8,78	9,59

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

Quanto ao início e final do período de colheita não houve diferenças em função das doses de N e dos diferentes substratos utilizados (figura 4). O período de colheita teve início na segunda quinzena do mês de maio e terminou na segunda quinzena de outubro, do ano de 2019, sendo no total, 19 semanas ininterruptas de colheitas para cada tratamento estudado. O período de colheita, muito superior aos obtidos em regiões tradicionais de cultivos de mirtilo no Brasil. ANTUNES et al., (2008) pesquisando a fenologia das cultivares de mirtilo do grupo rabbiteye (Bluegem, Bluebelle, Powderblue, Florida, Delite, Briteblue, Climax e Woodard), na região de Pelotas, RS, observaram que na média de três anos de avaliações, o período de colheita estendeu-se por 37 dias.

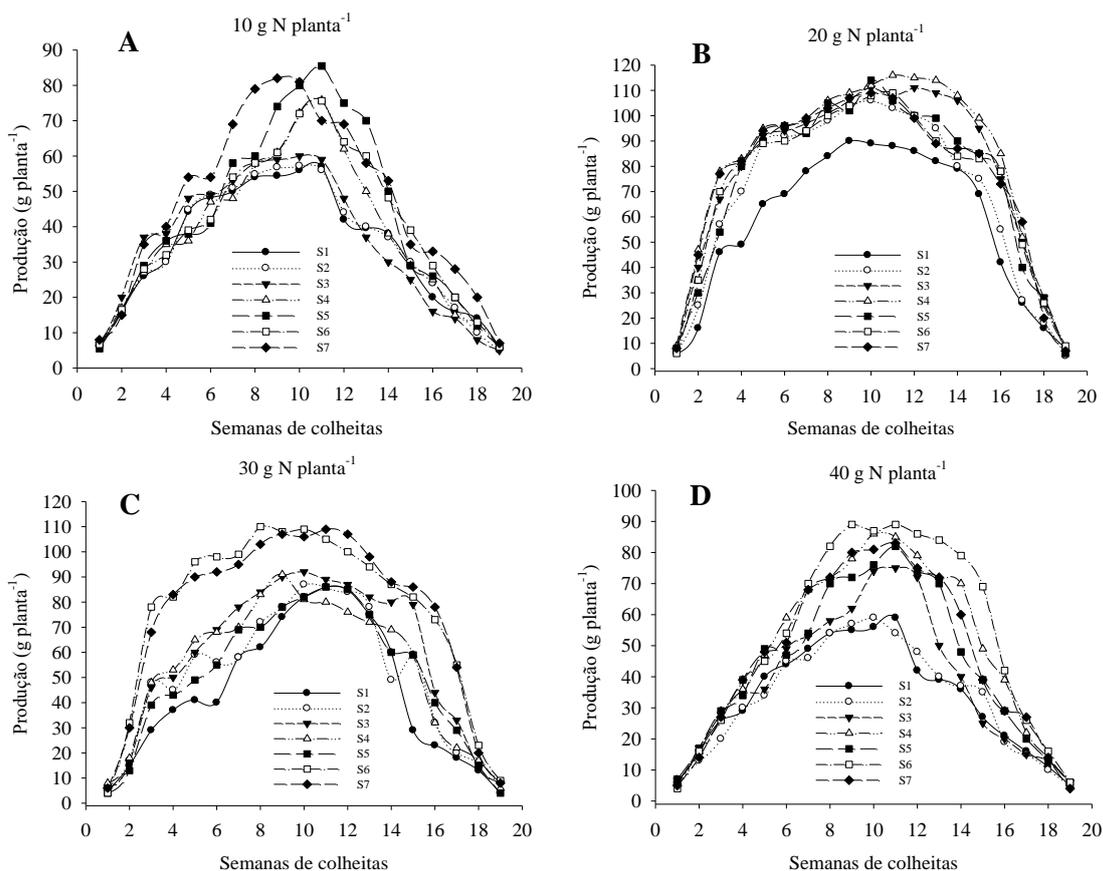


FIGURA 5. Produção por semanas de colheitas do mirtilheiro ‘Biloxi’ durante o ano de 2019, em função de adubação nitrogenada e diferentes substratos. (Figuras 6A; 6B; 6C e 6D, corresponde à 10; 20; 30 e 40 g N planta⁻¹ respectivamente). Brasília-DF, 2021.

A quantidade semanal de frutas colhidas por planta mostraram diferenças importantes ao longo do período de colheita (Figura 6). Observa-se que os volumes de frutos colhidos por plantas foram aumentando de forma constante até a 8 semanas de colheita, a partir daí foi reduzindo o volume por colheitas. Nota-se que atingiu o pico de frutos colhidos entre a 8 e 14 semanas de colheitas, independente da doses de N e dos substratos utilizado. Atingindo os picos de 85,5 g por planta na combinação 10 g de N planta⁻¹ e substrato S5, na 11 semana de colheita (figura 4A); 116 g por planta na interação 20 g de N planta⁻¹ e substrato S4, na 11 semana de colheita (figura 4B); 110 g por planta na combinação 30 g de N planta⁻¹ e substrato S6, na 8 semana de colheita (figura 4C) e 89 g por planta na combinação 40 g de N planta⁻¹ e substrato S6, na 11 semana de colheita (figura 4D).

A produtividade média registrada foi superior estatisticamente quando se cultivou as plantas sob 20 g de N, independentemente do substrato empregado (Tabela 4). LEITZKE et al. (2015) obtiveram rendimento máximo mirtilheiro 'Misty' cultivados em substratos na dose estimada de N de 7,37 g planta⁻¹, já LI et al. (2012) encontraram os melhores resultados com o suprimento de 28 g planta⁻¹ desse nutriente, valores mais próximos do registrado no presente trabalho. A queda na produtividade, observada a partir de determinada dose, pode ser explicada pelo desequilíbrio nutricional causado por doses elevadas de N, que tendem a interferir na absorção e assimilação de outros nutrientes (CASTAÑO et al., 2008).

TABELA 4. Produtividade (Prod.) de mirtilheiro 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Doses de N	Substratos						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
	Produtividade (ton ha ⁻¹)						
10 g N planta ⁻¹	6,47 Cb	6,57 Cb	6,70 Cb	7,20 Cab	8,11 Bab	7,64 Cab	8,90 Ba
20 g N planta ⁻¹	10,88 Ac	13,05 Ab	14,98 Aab	15,56 Aa	14,05 Aab	14,06 Aab	14,40 Aab
30 g N planta ⁻¹	8,36 Bc	9,58 Bbc	11,07 Bb	10,18 Bbc	9,55 Bbc	14,44 Aa	14,28 Aa
40 g N planta ⁻¹	6,31 Ccd	6,27 Cd	7,33 Cbcd	9,32 Bab	8,36 Babc	10,09 Ba	8,88 Bab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco.

A máxima produtividade, estimada foi de 15,56 toneladas ha⁻¹, na combinação 20 g de N mais substrato com 6 litros de turfa (S4). Esse resultado é superior aos 6,5 toneladas ha⁻¹ encontrados por CORTÉS-ROJAS et al., (2016) em estudos com mirtilo 'Biloxi'. Observa-se que o resultado dessa combinação é 46,01% superior em relação à produtividade das plantas cultivadas no substrato 100% casca de arroz (S1), nessa mesma dose de N (Tabela 4), o que pode ser atribuído à possibilidade da turfa ter proporcionado um aumento na acidez do substrato, pois com o pH naturalmente baixo (3,5-4,5) da turfa o torna um substrato ideal para plantas de mirtilo que se desenvolve melhor em meios ácidos (SCAGEL, 2003).

O diâmetro transversal (DT) dos frutos de mirtilo 'Biloxi' não sofreu efeito individual dos diferentes substratos (Tabela 5A) independentemente da dose de N empregada. Os quais divergem dos resultados de OCHMIAN et al. (2009) que estudando efeito de três tipos de substratos em mirtilos highbush cv. Serra obtiveram maiores DT de frutos oriundos de plantas cultivadas com turfa e em serragem. Já a interação doses de N em todos os substratos com fibra de coco na composição (S5, S6 e S7) apresentou diferença estatística, resultados não observado nas plantas cultivadas sob substrato com turfa (S2, S3 e S4) e 100% casca de arroz (S1).

TABELA 5. Diâmetro transversal (DT) e diâmetro longitudinal (DL) de frutos de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Doses de N	Substratos						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
(A) Diâmetro Transversal (mm)							
10 g N planta ⁻¹	13,22Aa	13,37 Aa	13,23 Aa	13,52 Aa	13,38 ABa	12,47 Ba	12,59 Ba
20 g N planta ⁻¹	13,22Aa	13,56 Aa	14,21 Aa	14,54 Aa	14,26 Aa	13,32 ABa	13,37 ABa
30 g N planta ⁻¹	13,06Aa	13,22 Aa	13,24 Aa	13,87 Aa	13,75 ABa	14,41 Aa	13,34 ABa
40 g N planta ⁻¹	12,81Aa	12,81 Aa	13,20 Aa	13,33 Aa	12,61 Ba	12,90 Ba	13,83 Aa
(B) Diâmetro Longitudinal (mm)							
10 g N planta ⁻¹	9,25 Aa	9,39 Aa	9,58 Aa	9,40 Ba	9,62 ABa	8,80 Ca	8,94 Ba
20 g N planta ⁻¹	9,25 Ab	9,71 Aab	10,05 Aab	10,34 Aa	10,41 Aa	9,69 ABab	9,64 ABab
30 g N planta ⁻¹	9,94 Aab	9,76 Aab	9,79 Aab	10,03 ABab	10,07 Aab	10,84 Aa	9,48 ABb
40 g N planta ⁻¹	9,44 Aa	9,44 Aa	9,48 Aa	9,92 ABa	9,23 Ba	9,46 BCa	9,83 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco.

Diferentemente do DT o diâmetro longitudinal (DL) dos frutos de mirtilo sofreu efeito individual dos diferentes substratos usados no presente trabalho (Tabela 5B). Observa-se que assim como para o DT a interação substrato com fibra de coco (S5, S6 e S7) e doses de N foi que proporcionou maiores distinção nos valores de DL dos frutos (tabela 5B). Atingindo valor máximo de 10,84 mm com a combinação 30 g de N planta⁻¹ e substrato S6. O DT e DL

estão entre as características que mais influencia no valor comercial de frutos de mirtilo. ZEE et al. (2006), em estudo de caracterização de seis cultivares do grupo “Southern Highbush” relataram que a ‘Biloxi’ produz frutos de tamanho médio a pequeno.

TABELA 6. Número de frutos (NF) e massa média de frutos (MMF) de mirtilheiro ‘Biloxi’ em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Doses de N	Substratos						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
(A) Numero de frutos							
10 g N planta ⁻¹	518, 50 De	522,00 De	539,50 De	587,00 Cd	620,25 Cc	665,50 Db	805,00 Ca
20 g N planta ⁻¹	872,25 Ad	1014,25Ac	1093,00Ab	1103,25Ab	1094,00Ab	1096,00Ab	1205,75Aa
30 g N planta ⁻¹	725,25Bf	780,75Be	902,00Bc	859,00Bd	772,50Be	1053,50Ba	1028,00Bb
40 g N planta ⁻¹	598,25Cf	594,75Cf	643,50 Ce	847,75Bb	807,25Bc	896,50Ca	755,00Dd
(B) Massa média de frutos (g)							
10 g N planta ⁻¹	1,25 Aa	1,26 ABa	1,23 ABa	1,23 ABa	1,30 Aa	1,13 Ba	1,10 Ba
20 g N planta ⁻¹	1,25 Aa	1,29 Aa	1,37 Aa	1,41 Aa	1,28 Aa	1,28 ABa	1,19 ABa
30 g N planta ⁻¹	1,15 Ab	1,23 ABab	1,23 ABab	1,19 Bab	1,23 ABab	1,37 Aab	1,39 Aa
40 g N planta ⁻¹	1,05 Aa	1,05 Ba	1,14 Ba	1,10 Ba	1,03 Ba	1,12 Ba	1,17 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco.

De uma forma geral o numero de frutos por planta foi estatisticamente inferior quando se utilizou a dose 10 g de N, excerto no substrato com 6 litros de fibra de coco (Tabela 6A). Resultados que diferem dos encontrados por AMARAL et al. (2018) que relataram diminuição do numero de fruto planta de mirtilo 'Bluecrop' em segundo ano de cultivo. Independentemente do tipo de substrato estudado, quando foi fornecida a dose de 20 g de N, obteve-se as maiores quantidade de frutos por planta. De acordo com BRITO NETO et al. (2011) o suprimento de nitrogênio influencia a produção de frutos, pelo fato desse elemento regular taxa fotossintética, síntese de carboidratos, produção de biomassa e alocação de carbono em diferentes órgãos da planta.

A massa média dos frutos (MMF) sofreu influencia dos diferentes substratos apenas quando foi utilizada a dose de 30g de N planta⁻¹ (Tabela 6B).

Com relação às quantidades de N fornecidas, observa-se que as plantas cultivadas sob substrato S1 não apresentaram diferença estatística na MMF de mirtilo 'Biloxi'. Já a interação substrato e doses de N apresentando valor máximo de 1,41g fruto⁻¹ na combinação substrato S4 e 20 g de N por planta.

Resultado esse superior aos 1,39 g encontrados por CORTÉS-ROJAS et al., (2016) em 'Biloxi' com 36 meses de cultivo, porém é inferior aos 1,81g fruto⁻¹ achados por HERNÁNDEZ et al. (2017) em estudo com mirtilo 'Biloxi' cultivado em substrato. Segundo relatos de MOLINA et al. (2008), frutos de mirtilo devem ter massa acima de 0,75 g para serem aceitos no mercado, assim observa que os frutos obtidos no presente trabalho estão com padrão de mercado, já que os resultados encontrados foram superiores aos 0,75 g descritos por MOLINA et al. (2008), independentemente do tratamento empregado.

AMARAL et al. (2018) observaram que a MMF de mirtilo 'Bluecrop' diminui a medida que aumentou os níveis de N fornecido as plantas. KOZINSKI (2006) estudando a influência de diferentes níveis de nitrogênio em mirtilos do grupo highbush cultivar Bluecrop constatou que as diferentes taxas de nitrogênio não teve influência na MMF. MOURA (2013) também não encontrou diferenças na MMF de mirtilo 'Powderblue' sob diferentes doses de N.

Entende-se dessa forma que diversos fatores interferem na quantidade de nitrogênio necessária as plantas, entre eles: tipo de solo e/ou substrato, idade das plantas, genótipo, entre outros. Segundo BAÑADOS (2006), recomendações de doses e época de aplicação de nitrogênio em mirtilo variam muito com a região de cultivo.

4. CONCLUSÕES

Foi observado um período de colheita de 19 semanas ininterruptas. Não houve diferenças do início e final do período de colheita em função das doses de N e dos diferentes substratos utilizados;

Nas condições do estudo a interação substrato e doses de nitrogênio influenciaram nos atributos produtivos DT; DL; NF; MMF e produtividade do mirtilo 'Biloxi';

O substrato S4 (54 L de casca de arroz + 6 L turfa) proporcionou melhores resultados para as características produtivas;

5. AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são direcionados à Universidade de Brasília (UnB) pela possibilidade de fazer o doutorado; à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida; à Fundação de apoio a pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) por auxílio financeiro; ao Laboratório Micellium – Análises agrícolas e biomoleculares de plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. O., CONTE, E. D., MARCHIORETTO, L. R., GOLIN, E. S., CAVALETTI, D. R. 2018. Nitrogen fertilization applied through drip fertigation and broadcasted in blueberry crop. *African Journal of Agricultural Research* 13: 432-439.

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; RISTOW, N.C.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.1011-1015, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000800009.

BAÑADOS, M. P. Blueberry Production in South America. *Acta Hort.* 715:165-172, 2006.

BEZERRA, I. L., GHEYI, H. R., NOBRE, R. G., LIMA, G. S., SANTOS, J. B., FERNANDES, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. *Revista Ambiente & Agua* 13: e2130, 2018.

BRITO NETO, J. F.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTI, L. F.; ARAÚJO, R. C.; LACERDA, J. S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘sunrise solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p.69-80, 2011.

CANTUARIAS-AVILES, T., SILVA, S.R., MEDINA, R.B., MORAES, A.F.G., ALBERTI, M.F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 139-147, 2014.

CAPPAL, F.; BENEVENUTO, J.; FERRÃO, L.F.V.; MUNOZ, P. Molecular and genetic bases of fruit firmness variation in blueberry. A review. *Agronomy*, 8, 174, 2018.

CARDOSO, M. R. D., MARCUZZO, F. F. N., BARROS, J. R. Classificação climática de KÖPPEN-GEIGER para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica* 8: 40-55, 2014.

CASTAÑO, C.A.; MORALES, C.S.; OBANDO, F.H. Evaluación de las deficiencias nutricionales em el cultivo de la mora (*Rubus glaucus*) en condiciones controladas para bosque montano bajo. *Agronomía*, v.16, p.75-88, 2008.

CORTÉS-ROJAS, M. E.; MESA-TORRES, P. A.; GRIJALBA-RATIVA, C. R., PÉREZ-TRUJILLO, M. M. Yield and fruit quality of the blueberry cultivars Biloxi and Sharpblue in Guasca, Colombia. *Agronomía Colombiana* 34(1), 33-41, 2016.

FALL CREEK – FARM & NURSERY.
<https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>.
<Acesso em: 10 de dez>. 2018.

FANG, Y .; NUNEZ, G. H; SILVA, M. N. D; PHILLIPS, D. A; MUNOZ, P. R. Uma revisão dos sistemas alternativos de produção de mirtilo do sul de Highbush. *Agronomy* 2020, 10, 1531. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101531>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). Faostat. 2019. Available at:<<http://faostat.fao.org/>>. Access on: 01 jun. 2019.

HERNÁNDEZ, I. H.; BAUTISTA, P. B.; JUÁREZ, N. A. Evaluación de calidad del fruto de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Var. Biloxi, en dos regiones del estado de Oaxaca. *Revista Universidad e Ciencia*, v.6, n. especial, 2017.

LEITZKE, L. N.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I. S.; VIGNOLO, G. K.; SCHMITZ, J. D.; VIZZOTTO, M.; ANTUNE, L. E. C. Nitrogen fertilizer affects the chemical composition of the substrate, the foliar nutrient content, the vegetative growth, the production and fruit quality of blueberry. *Científica, Jaboticabal*, v.43, n.4, p.316-324, 2015.

LI, X.; WEI, J.; LI, Y. Physiological Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Blueberry 'Bluecrop'. *Acta Horticulturae*, v. 26, n.1, pg:347-352, 2012.

MEDINA, R. B.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; ANGOLINI, S. F.; SILVA, S. R. Performance of 'Emerald' and 'Jewel' blueberry cultivars under no-chill incidence. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 48, n. 2, p. 147-152, 2018.

MOURA, G. C. Aspectos de manejo e cultivares de mirtilo: qualidade e produtividade. Tese de Doutorado em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.130 f.

OCHMIAN , I.; GRAJKOWSKI, J.; SKUPIEN, K. Influence of substrate on yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv. 'Sierra'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, v.17, n.1, pg: 89-100, 2009.

PESCIE, M. A.; BORDA, M. P.; ORTIZ, D. P.; LANDRISCINI, M. R.; LAVADO, R. S. Absorção, distribuição e acúmulo de nitrogênio aplicado em diferentes

estádios fenológicos no mirtilo highbush do sul (híbrido interespecífico *Vaccinium corymbosum*). *Scientia Horticultura*, v. 230, n. 1, p. 11-17, 2018.

PINTO, R. M. Melhoria das técnicas culturais na produção de mirtilo em substrato. 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronómica - Hortofruticultura e Viticultura) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

PORMALE J.; OSVALDE A., NOLLENDORFS V., Comparison study of cultivated highbush and wild blueberry nutrient status in producing plantings and woodlands. *Latvian J. Agron.* 12, 80-87, 2009.

RUAN J.; HAERDTER R.; GERENDÁS J., Impact of nitrogen supply on carbon/nitrogen allocation: a case study on amino acids and catechins in green tea *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze plants. *Plant Biol*, 12, 724-734, 2010.

SCAGEL, C.F. Growth and nutrient use of ericaceous plants grown in media amended with sphagnum moss peat or coir dust. *HortScience* 38(1):46–54, 2003.

SCALZO, J.; STANLEY, J.; ALSPACH, P.; MEZZETTI, B. Preliminary evaluation of fruit traits and phytochemicals in a highbush blueberry seedling population. *J. Berry Res.* 2013, 3, 103–111.

SCHREIBER, M. J.; NUNEZ, G. H. Calcium Carbonate can be used to manage soilless substrate pH for blueberry production. *Horticulturae* 2021, 7, 74. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040074>.

SILVA, C. J.; SILVA, C.A, MELO, B.; FREITAS, C. A. Produção de mudas de cafeeiro com adição de material orgânico em substrato comercial. *Revista Verde*, 7:137-148, 2012.

VOOGT, W.; P. VAN DIJK, F.; DOUVEN, R. VAN DER, M. Development of a soilless growing system for blueberries (*Vaccinium corymbosum*): nutrient demand and nutrient solution. *Acta Hort.* 1017:215–221, 2014.

ZEE, F., K.; HUMMER, W.; NISHIJIMA, R.; KAI, A.; STRAUSS, M.; YAMASAKI, R. Preliminary yields of Southern highbush blueberry in Waimea, Hawai'i. F&N-12. Coop. Ext. Serv. Bull./CTAHR, 2006.

CAPÍTULO 4 - EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES COM A COLHEITA DE FRUTOS DE MIRTILEIRO SOUTHERN HIGHBUSH, CV. BILOXI, EM RESPOSTA A FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E DIFERENTES SUBSTRATOS

EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES COM A COLHEITA DE FRUTOS DE MIRTILEIRO SOUTHERN HIGHBUSH, CV. BILOXI, EM RESPOSTA A FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E DIFERENTES SUBSTRATOS

RESUMO - O mirtilo tem apresentado um crescimento acelerado em seu consumo e conseqüentemente um aumento em área e volume de produção no Brasil e no mundo nos últimos anos. Diante do exposto objetivou avaliar a exportação de nutrientes com a colheita de mirtilo cv. Biloxi, em função de adubação nitrogenada e diferentes substratos de cultivo, nas condições de Brasília-DF. O experimento foi desenvolvido no período de agosto de 2018 a julho de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por 4 doses de nitrogênio via fertirrigação: (10, 20, 30 e 40 g de N planta⁻¹) e as subparcelas por 7 substratos (S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições e 5 plantas por parcela. As doses de N utilizadas são respectivamente as percentagens de 50, 100, 150 e 200% da adubação recomendada para cultura do mirtilo. Foi avaliado os teores de macronutrientes em g kg⁻¹, como descrito por BATAGLIA et al. (1983). Com base nesses teores, na massa média fresca e seca dos frutos e na produtividade de cada tratamento, foi estimada a quantidade de nutrientes exportados por ocasião das colheitas dos frutos considerando diferentes estimativas de produtividade. Nas condições do estudo a interação substrato e doses de nitrogênio influenciaram na exportação de nutrientes N, K, Ca, S e Mg por frutos do mirtilo 'Biloxi. Já os teores de P foram influenciados, positivamente pelas doses de nitrogênio aplicadas às plantas'. Obteve-se a seguinte ordem decrescente de extração: N > K > P > Ca > S > Mg por frutos de mirtilo Biloxi.

Palavras-chave: blueberry, fruticultura de clima temperado, meio de cultivo, nutrição mineral, *Vaccinium corymbosum* L.

NUTRIENT EXTRACTION WITH THE BLACKBERRY FRUIT HARVEST SOUTHERN Highbush, cv. Biloxi, in response to Nitrogen Fertirrigation and Different Substrates

ABSTRACT - The blueberry has shown an accelerated growth in its consumption and, consequently, an increase in the area and volume of production in Brazil and in the world in recent years. Given the above, the objective was to evaluate the export of nutrients with the harvest of blueberry cv. Biloxi, as a function of nitrogen fertilization and different cultivation substrates, in Brasília-DF conditions. The experiment was carried out from August 2018 to July 2019, at the Fruit Growing Sector of the Biology Experimental Station (EEB) of the University of Brasília (UnB), Distrito Federal. The experiment was installed in a split-plot scheme, with the plots constituted by 4 nitrogen rates via fertigation: (10, 20, 30 and 40 g of N plant⁻¹) and the subplots by 7 substrates (S1 - 100% bark of rice; S2 - 58 L of rice husk + 2 L of peat; S3 - 56 L of rice husk + 4 L of peat; S4 - 54 L of rice husk + 6 L of peat; S5 - 58 L of peat husk rice + 2 L of coconut fiber; S6 - 56 L of rice husk + 4 L of coconut fiber; S7 - 54 L of rice husk + 6 L of coconut fiber). The treatments were distributed in randomized blocks with four replications and 5 plants per plot. The doses of N used are respectively the percentages of 50, 100, 150 and 200% of the recommended fertilization for the blueberry crop. Macronutrient contents in g kg⁻¹ were evaluated, as described by BATAGLIA et al. (1983). Based on these contents, the average fresh and dry mass of the fruits and the yield of each treatment, the amount of nutrients exported during the fruit harvest was estimated considering different yield estimates. Under the conditions of the study, the interaction of substrate and nitrogen doses influenced the export of nutrients N, K, Ca, S and Mg by 'Biloxi' blueberry fruits. The P contents were positively influenced by the nitrogen doses applied to the plants. The following decreasing order of extraction was obtained: N > K > P > Ca > S > Mg by 'Biloxi' blueberry fruits.

Keywords: blueberry, temperate climate fruit culture, culture medium, mineral nutrition, *Vaccinium corymbosum* L.

1. INTRODUÇÃO

Originária das áreas frias do hemisfério norte ao cultivo do mirtilheiro (*Vaccinium* spp.) tem apresentado nos últimos anos, um crescimento acelerado em seu consumo, devido aos benefícios que oferece para a saúde. Isso é atribuído ao seu alto teor de antocianinas, flavonóis, antioxidantes e seus baixos níveis calóricos (ZORENC et al., 2016; SALGADO et al., 2018), bem como ao seu teor de compostos bioativos que previnem o risco de doenças degenerativas e cardiovascular (KALT et al., 2020).

A produção mundial dessa cultura passou de aproximadamente 230.986 toneladas em 2001 para 823.328 toneladas em 2019, liderado por países como os Estados Unidos e Canadá (FAO, 2021). O cultivo do mirtilo no Brasil, ainda está limitado geograficamente aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, e a algumas regiões de altitude nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MEDINA et al., 2018). Porém, a introdução de novas cultivares de baixa exigência de frio, principalmente do grupo “Southern Highbush”, representa um potencial de expansão do cultivo de mirtilo para outras regiões do País (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

De acordo com LIMA et al., (2020) a nutrição mineral das plantas é um dos fatores que mais pode contribuir para a expansão dessa cultura no Brasil. Plantas de mirtilo geralmente apresentam crescimento ideal em pH mais baixo, normalmente entre 4,0 e 5,5 (RETAMALES & HANCOCK, 2012). Sob tais condições, a disponibilidade da maioria dos nutrientes é limitada e, talvez por isso, há muito tempo é descrita como uma planta com necessidades nutricionais relativamente mais baixas em comparação com outras frutíferas (PORMALE et al., 2009). O que denota a necessidade de um suprimento equilibrado e preciso de nutrientes.

Dentre os nutrientes utilizados pelas plantas, o nitrogênio (N) é o nutriente mais importante para manter o crescimento vegetativo (PESCIE et al., 2018) de mirtilheiro. Nas plantas, o N apresenta função estrutural importante, em

vários componentes vitais como aminoácidos, ácidos nucleicos, amidas, proteínas, clorofila e metabólitos secundários, portanto, na sua deficiência ocorre rapidamente uma inibição do crescimento vegetativo (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Para HANSON (2006), plantas de mirtilheiro respondem favoravelmente às várias formas de nitrogênio, níveis e época e forma de aplicação. Mas tem que ser ministrado em taxas ideais e no correto momento, para uma absorção eficiente e para evitar perdas que pode ocorrer de várias maneiras (AMARAL et al., 2018). Esse intenso dinamismo do nitrogênio nos meios de cultivo (solo/substratos), denota a necessidade de estudos realizados em âmbito local considerando a exigência da cultura e as condições edafoclimáticas regionais.

Outra exigência desta cultura é o fato de necessitar de solos muito específicos, que nem sempre estão em condições disponíveis. De acordo com OSVALDE et al. (2019) o mirtilheiro são plantas com baixa densidade radicular e o sistema radicular pouco profundo. Os mirtilos estão adaptados a solos com pH baixo (4,2 a 5,5), úmidos, bem drenados, com textura arenosa e um teor de matéria orgânica elevado (TASA et al., 2012). Nesse contexto uma das formas de produzir mirtilos, em solos que não tenham estas características, é usando vasos com substrato.

Neste contexto o presente trabalho objetivou avaliar a exportação de nutrientes com a colheita de mirtilheiro cv. Biloxi, em função de adubação nitrogenada e diferentes substratos de cultivo, nas condições de Brasília-DF.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental e implantação do experimento

O experimento foi realizado no período de agosto de 2018 a julho de 2019, no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) (latitude 15° 44' 24" Sul e longitude 47° 52' 12" Oeste) da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal (Figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (Cardoso et al., 2014), que caracteriza essa região como Tropical, com inverno seco e verão chuvoso.



FIGURA 1: Localização da área experimental situada no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB) da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, Brasil. 2021.

Os dados referentes às variáveis climáticas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), durante a execução do experimento encontram-se na figura 2. Os dados foram obtidos da estação meteorológica do INMET. As plantas de mirtilo analisadas no experimento estavam no segundo ciclo produtivo, cultivadas em vasos (sacolas de polietileno) e a pleno sol. A implantação do pomar de mirtilo cv. Biloxi ocorreu em maio de 2017. As mudas foram transferidas para o campo em sacolas de polietileno contendo 60 dm^3 do substrato casca de arroz natural (sem passar por nenhum processo de queima). As sacolas de polietileno foram distribuídas em quatro fileiras distintas, espaçadas $0,40\text{m}$ entre si e $2,5\text{m}$ entre fileiras, e com uma planta por sacola. As características físicas e químicas do substrato são apresentadas na tabela 1.

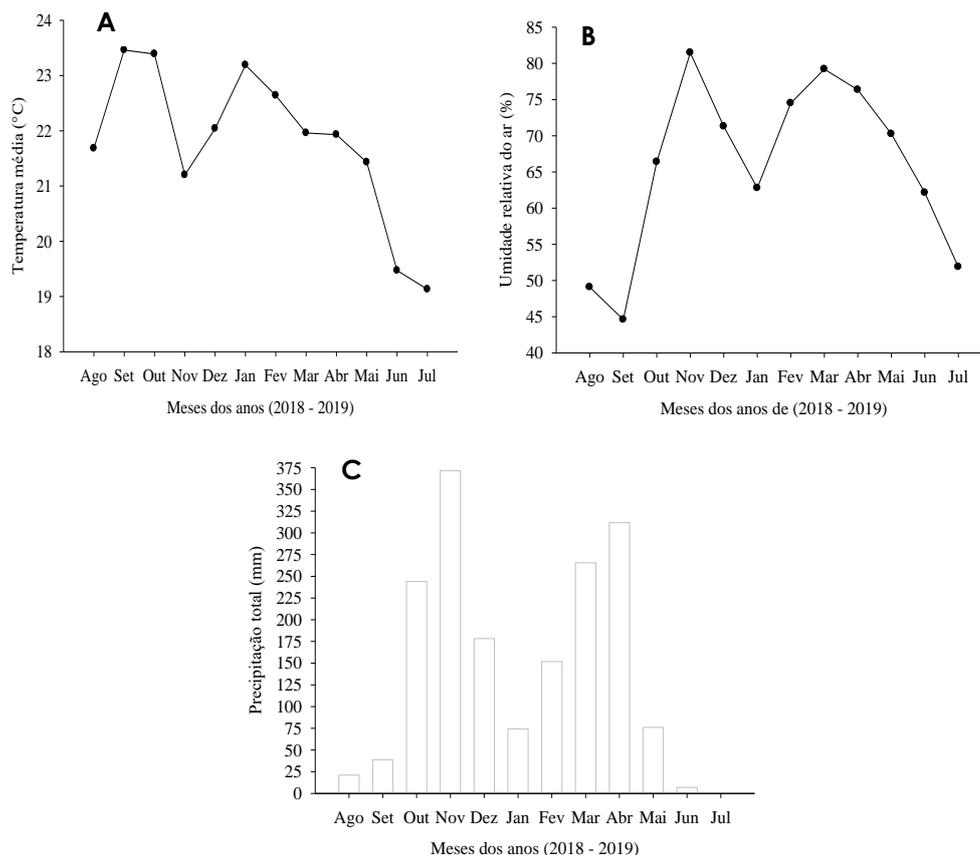


FIGURA 2. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e precipitação total (C) durante a execução do experimento

2.2. Delineamento experimental e condução do experimento

O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por 4 doses de nitrogênio via fertirrigação: (10, 20, 30 e 40 g de N planta⁻¹) e as subparcelas por 7 substratos (S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa sphagnum; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa sphagnum; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa sphagnum; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições e 5 plantas por parcela. Os dados referentes à composição química de cada substrato estão apresentados na tabela 1.

As doses de N utilizadas são respectivamente as percentagens de 50, 100, 150 e 200% da adubação recomendada para cultura do mirtilo, usada por produtores da região. As fontes de nitrogênio utilizadas foram sulfato de

amônio (21% de N) e ureia (44% de N), sendo que com o sulfato de amônio foi fornecido uma quantidade fixa de N (2,5 g planta⁻¹) para todos os tratamentos e restante com ureia, conforme cada dose utilizada. Cada dose de N foi diluída em um tanque diferente (figura 3C).

TABELA 1. pH; condutividade elétrica (EC); matéria orgânica (M.O); ferro (Fe) e Magnésio (Mg) dos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Substratos	pH	EC	M.O	Fe	Mg
	-	mS cm ⁻¹		mg L ⁻¹	
S1	5,56	0,426	244,4	0,79	1,98
S2	4,55	0,491	334,06	1,53	1,97
S3	4,13	0,578	374,8	2,19	1,90
S4	3,85	0,862	446,1	2,4	1,97
S5	4,57	0,448	323,85	0,95	0,99
S6	4,22	0,553	326,9	0,55	0,99
S7	4,15	0,659	348,34	0,62	0,99

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco

A cultivar de mirtilo estudada no experimento foi a 'Biloxi', que se destaca por ser uma cultivar que não necessita de horas de frio para completar o ciclo reprodutivo (Fall creek, 2018) (figura 3A). Além de ser uma variedade extremamente vigorosa e produtiva. No final do primeiro ciclo produtivo fez uma poda drástica das plantas onde todos os ramos foram podados a uma altura de 20 cm (figura 4A). Com 20 dias após o início da brotação foi feito desbaste das ramificações homogeneizando todos os arbustos para 8 ramos produtivo (figura 4B).

TABELA 2. pH; condutividade elétrica (EC) e volume (vol) da solução nutritiva drenada nos diferentes substrato. Brasília-DF, 2021.

Substratos	pH	EC	Vol.
	-	mS cm ⁻¹	mL
S1	4,38	0,52	400
S2	4,36	0,46	200
S3	4,3	0,36	150
S4	3,72	0,36	100
S5	4,21	0,44	250
S6	4,13	0,4	200
S7	3,63	0,38	100

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco

As adubações e as irrigações das plantas foram realizadas via fertirrigação, com produtos à base de macronutrientes e micronutrientes, de modo a fornecer, por ano: N: 200 kg ha⁻¹; P₂O₅: 120 kg ha⁻¹; K₂O: 250 kg ha⁻¹; Ca²⁺: 200 kg ha⁻¹; Mg²⁺: 120 kg ha⁻¹ e SO₄²⁻: 150 kg ha⁻¹, conforme as recomendações para a cultura do mirtilo, utilizada por produtores da região.

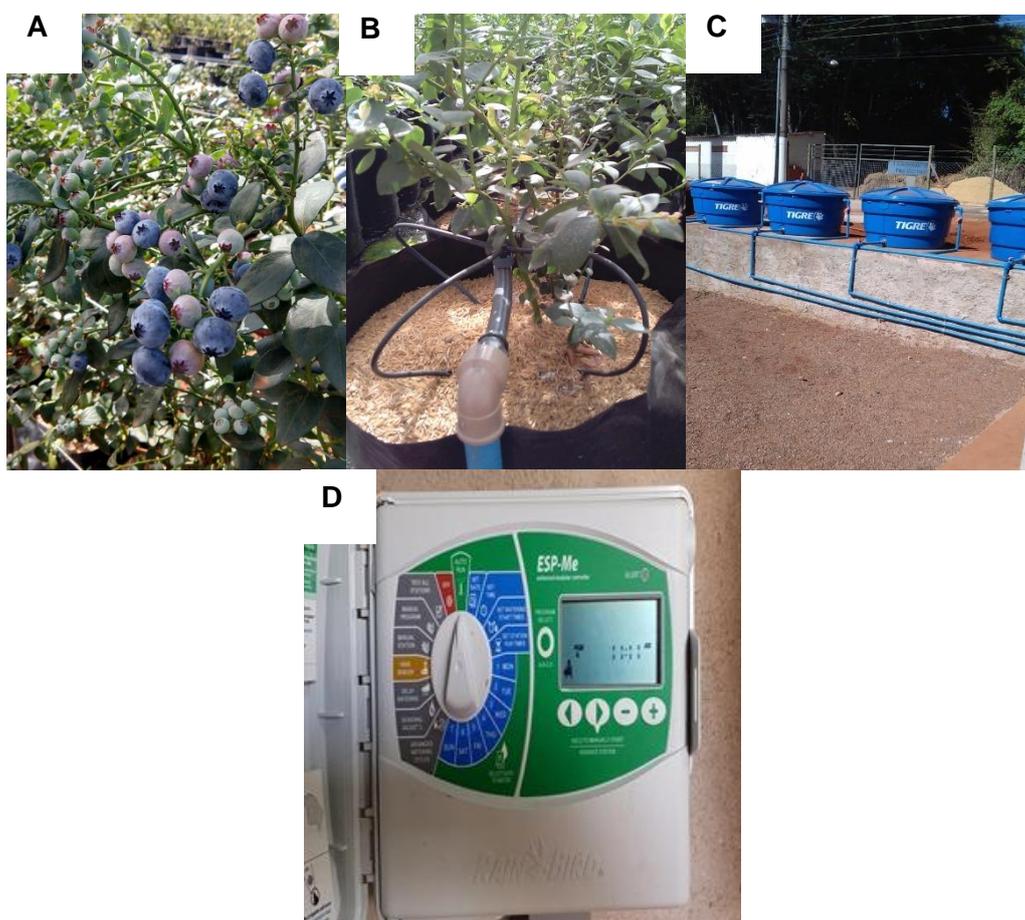


FIGURA 3: Mirtileiro ‘Biloxi’ (A), gotejadores com 4 hastes (B), tanques para diluição das diferentes soluções nutritivas (C) e temporizador das irrigações (D). Brasília-DF, 2021.

As fertirrigações foram efetuadas diariamente, pelo sistema de gotejamento com um emissor com 4 hastes por planta (figura 3B), fornecendo-se diariamente uma lâmina média de 2,5 litros de água por planta. As irrigações foram automatizadas (figura 3D), com cinco turnos de rega em horários pré-programados (08; 12; 14; 16 e 18 horas). Foi feito o monitoramento do pH e da

condutividade elétrica da água de irrigação e da solução nutritiva, com o uso do medidor portátil HI9814 pH/EC/TDS (tabela 2).



FIGURA 4. Mirtileiro 'Biloxi' após a poda drástica (A) e plantas com 90 dias após a poda drástica (B). Brasília-DF, 2021.

2.3. Variáveis estudadas e Análises estatísticas

Os frutos foram colhidos semanalmente entre os meses de maio e outubro de 2019, manualmente, nas primeiras horas do dia, no estágio de maturação comercial, que se caracteriza pela coloração da casca em azul intenso. Após a colheita os frutos foram acondicionados em bandejas de plásticos, em seguida transportadas para o Laboratório de Fisiologia Fruticultura da Estação Experimental de Biologia (EEB),

Os frutos foram lavados com água destilada e secos em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante, depois foram moídos, e determinado os teores de macronutrientes em g kg^{-1} , como descrito por BATAGLIA et al. (1983). Com base nesses teores, na massa média fresca e seca dos frutos e na produtividade de cada tratamento, foi estimada a quantidade de nutrientes exportados por ocasião das colheitas dos frutos considerando diferentes estimativas de produtividade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos entre as doses de N e diferentes substratos, pelo Teste "F" e pelo Teste de Tukey para comparação das médias, usando o software Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação adubação nitrogenada e diferentes substratos exerceu efeitos significativos para exportação de todos os macronutrientes com a colheita de frutos de mirtilheiro cv. Biloxi ao nível de 1% de probabilidade. Exceto para o P que se observou apenas efeito individual das doses de nitrogênio ao nível de 1% (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo das análises de variância referentes Teores de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F), exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo cv. Biloxi, em função de doses de nitrogênio e diferentes substratos. Brasília-DF, 2019.

FV	N	P	K	Ca	Mg	S
Doses N (N)	247,6**	30,4**	363,0**	180,0**	181,1**	135,09**
Substratos (S)	26,6**	2,7 ^{ns}	24,1**	36,61**	29,46**	26,67**
N x K	7,45**	0,9 ^{ns}	10,6**	23,9**	8,8**	4,73**
CV1	9,83	15,1	10,07	12,47	10,04	11,69
CV2	8,9	15,6	10,44	11,33	8,9	9,13

C.V. = coeficiente de variação, DMS = diferença mínima significativa; ^{ns} = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade (P<0,01); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

Observa-se que os teores de nitrogênio removido do meio com a colheita, foram superiores na dose 20 g de N planta⁻¹, independentemente do tipo de substrato que essas foram cultivadas (tabela 4A). Percebe se também que os frutos de mirtilo cv. Biloxi oriundos de plantas cultivadas sob a menor dose de N utilizada (10 g N planta⁻¹), não apresentaram diferenças na quantidade de N extraído do meio nas diferentes composições de substratos.

Quanto aos substratos notam-se a exportação de N por frutos sob o substrato S1 (100% casca de arroz) sempre esteve, entre os menores valores, dentro de uma combinação com a mesma dose de N excerto na dose 10 g N planta⁻¹. Esses resultados demonstram a importância do acréscimo de turfa e fibra de coco na composição de substratos com casca de arroz para a produção de mirtilo SHB em vasos. KINGSTON (2017) também evidenciou que

o acréscimo de turfa e fibra de coco no meio de cultivo tem uma influência maior na eficiência de absorção de nutrientes por plantas de mirtilo SHB.

TABELA 4. Teores de nitrogênio (A) e potássio (B) exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo 'Biloxi' em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Doses de N	Substratos						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
(A) Nitrogênio (kg ha ⁻¹)							
10 g N planta ⁻¹	14,41Ba	16,32 Ca	13,24 Ca	16,89 Ca	17,03 Ba	16,75 Da	18,30 Ba
20 g N planta ⁻¹	24,23Ae	30,26 Ad	39,44 Aab	32,81 Acd	36,36 Abc	43,97 Aa	29,12 Aed
30 g N planta ⁻¹	19,83Ad	21,87 Bcd	26,31 Bbc	27,10 Babc	19,80 Bd	32,42 Ba	30,40 Aab
40 g N planta ⁻¹	13,44Bd	15,53 Cabc	15,02 Ccd	14,54 Cabc	20,08 Ba	23,71 Ca	21,23 Bab
(B) Potássio (kg ha ⁻¹)							
10 g N planta ⁻¹	10,13 BCbc	9,30 Cb	10,44Cb	12,7 Bb	12,85 Cb	12,00 Db	19,49 ABa
20 g N planta ⁻¹	24,23 Ac	23,74 Ad	36,56 Aa	30,0 Aab	26,58 Acd	33,22 Aab	23,08 Ad
30 g N planta ⁻¹	12,74 Bbc	14,27 Bab	20,79 Bab	20,81 ABab	18,56 Bab	24,23 Ba	18,15 BCb
40 g N planta ⁻¹	7,62 Cc	8,37 Cc	12,02 Cbc	13,90 ABab	13,20 Cab	16,79 Ca	14,18 Cab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

S1 - 100% casca de arroz; S2 - 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 - 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 - 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 - 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 - 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 - 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco

A maior estimativa de extração de N (43,47 kg ha⁻¹) pela colheita de frutos de mirtilo cv. Biloxi ocorreu na combinação substrato com 4 litros de fibra de coco (S6) e 20 g de N planta⁻¹. Mostrando uma superioridade na extração de N de 8,27% em relação às cultivadas com o mesmo volume de turfa (4 litros) adicionada no meio de cultivo na mesma combinação de adubação nitrogenada (20 g de N planta⁻¹). SCAGEL (2003) observou aumento da absorção de vários nutrientes em plantas ericáceas cultivadas em fibra de coco em comparação com a turfa. Porém, no presente trabalho não se pode afirmar que a fibra de coco na composição do substrato tenha sido mais determinante que a turfa para maior remoção de N pelo os frutos, já que nas maiores concentrações de turfa e fibra de coco (6 litros de cada) ocorreu uma maior extração de N por frutos sob turfa em relação aos de fibra de coco.

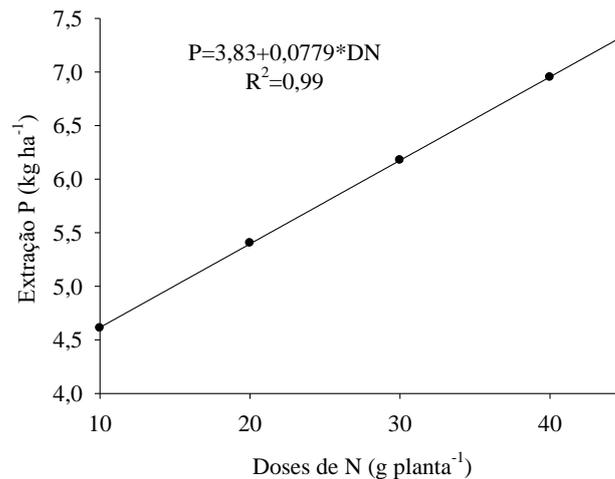


FIGURA 5. Fosforo exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo ‘Biloxi’ em função de diferentes doses de nitrogênio. Brasília-DF, 2021.

Os teores de potássio exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo ‘Biloxi’ foram influenciados pela interação substratos x doses de N (tabela 4B). Sendo observados os melhores resultados, assim como para os teores N, nos frutos que foram cultivados sob a dose de 20 g de N planta⁻¹ independente do substrato de cultivo. A maior quantidade de K exportado por frutos de mirtilo foi 36,56 kg ha⁻¹ quando estes foram oriundos do substrato S3 e dose e 20 g de N planta⁻¹. KINGSTON et al., (2017) relataram maior extração de K por plantas de mirtilo cultivado em substratos com turfa na composição. Resultados contraditórios já que a fibra de coco é descrita como um substrato que contém grandes quantidades de K e pode aumentar a absorção de K (SCAGEL, 2003). Segundo NIEVES-CORDONES et al., (2014) a captação de K ocorre por difusão e é dependente da concentração de cátions K na solução que está em contato com as raízes.

Levando em consideração a produtividade máxima obtida de 14,98 toneladas por hectare (dados não apresentados) na combinação S3 e dose e 20 g de N planta⁻¹, a quantidade de K necessário para a produção de uma tonelada dessa fruta é de cerca 2,4 kg. Em frutíferas como acerola (LIMA et al., 2008), mamão (MESQUITA et al., 2010), videiras (TECCHIO et al., 2011) e maçã (SCHVEITZER & PETRI, 2019) o K é o nutriente mais exportado por ocasião da colheita, fato não observado no presente trabalho para cultivar Biloxi, já que o N foi o nutriente removido em maior quantidade.

TABELA 5. Teores de cálcio (A), magnésio (B) e enxofre (S) exportados pelas colheitas de frutos de mirtilo ‘Biloxi’ em função de diferentes doses de nitrogênio e substratos. Brasília-DF, 2021.

Doses de N	Substratos						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
(A) Cálcio (kg ha ⁻¹)							
10 g N planta ⁻¹	0,66 Bd	0,91 Dbc	0,87 Cbc	1,21 B bc	1,58 Aac	1,59 Da	1,00 Ca
20 g N planta ⁻¹	1,24 Ad	1,66 Ac	3,4 Aa	2,69Ab	1,80Ac	1,75Ac	2,70 Ab
30 g N planta ⁻¹	0,96 ABd	1,55 Babc	1,600Bc	1,12 Bcd	1,31bcd	1,68 Ba	1,77 Ba
40 g N planta ⁻¹	0,88BBbcd	0,65Ccd	0,83 Cbc	1,30 Ba	1,27Bab	1,34 a	1,755,Bd
(B) Magnésio (kg ha ⁻¹)							
10 g N planta ⁻¹	0,52 Cc	0,58 Cc	0,72 Bbc	0,90 Bab	0,95 Ba	1,03 Ba	0,87 Cab
20 g N planta ⁻¹	1,03 Ac	1,29 Bab	1,42 Aab	1,38 Aab	1,29 ABb	1,54 Aa	1,58 ABa
30 g N planta ⁻¹	0,83 Bd	0,99 Ccd	1,18 ABbc	0,93 Bc	0,79 Cc	1,34 Aa	1,24 Bab
40 g N planta ⁻¹	0,52 Cd	1,43 Acd	0,72 Bbcd	0,92 Ba	0,80 Cbc	0,72 Bcda	0,82 Cab
(C) Enxofre (kg ha ⁻¹)							
10 g N planta ⁻¹	1,05 Bbc	0,94 BCbc	0,86 Bc	1,23 Cab	1,23 Bab	1,19 Cb	1,50 Ba
20 g N planta ⁻¹	1,78 Abc	2,04 Aab	1,39 Ad	1,97 Aabc	1,72 Ac	2,13 Aa	1,86 Aabc
30 g N planta ⁻¹	1,09 Bc	1,16 Bbc	1,35 Abc	1,51 Bab	1,20 BCc	1,73 Ba	1,56 Bab
40 g N planta ⁻¹	0,69Cb	0,78 Cb	0,77 Bb	0,95 Dab	0,95 Cab	1,15 Da	1,18 Ca

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

S1 - 100% casca de arroz; S2 – 58 L de casca de arroz + 2 L de turfa; S3 – 56 L de casca de arroz + 4 L de turfa; S4 – 54 L de casca de arroz + 6 L turfa; S5 – 58 L de casca de arroz + 2 L de fibra de coco; S6 – 56 L de casca de arroz + 4 L de fibra de coco; S7 – 54 L de casca de arroz + 6 L de fibra de coco

Já para os teores de P estimados com a colheita, não foi observado efeito da interação entre as doses de adubação nitrogenada e diferentes substratos de cultivo, assim como para os N e K. Os teores de P foram influenciados, positivamente pelas doses de nitrogênio aplicadas às plantas, se enquadrando em um modelo de regressão linear crescente (figura 05) com superioridade estatística para a dose 40 g de N planta⁻¹. Os valores variaram de 4,6 kg ha⁻¹ a 6,9 kg ha⁻¹ entre a menor e maior dose de N estudada.

Quanto ao Ca observou-se que os valores máximos exportados foram quando foi fornecido 20 g de N planta⁻¹, nos substratos S6 e S7, que são substratos que apresentavam altos teores de Mateira orgânica, condutividade elétrica, pH próximos de 4,5 (tabela 1) e baixo volume de solução nutritiva

drenada (tabela 2) essas são características fundamentais para um bom substrato para o cultivo de mirtilo. Essas propriedades podem influenciar na distribuição de água e nutrientes na planta e conseqüentemente influenciar no crescimento e na produção de plantas de mirtilo em vasos e na absorção e exportação de nutrientes como o Cálcio.

Para os teores de Mg observou se que as plantas agricultadas na dose 20 g de N por planta nos substratos S7 e S6 (6 e 4 litros de fibra de coco respectivamente) foram os que permitiram maiores estimativa de extração de 1,58 e 1,54 kg por hectares respectivamente, desse elemento pelos os frutos. Resultados que surpreende de uma certa forma já que os substratos com turfa e 100 % casca de arroz foram os que apresentaram maiores concentrações desse nutriente nas suas composições (vide tabela 1). KINGSTON (2017) relatou que substrato com maior teor de Mg na sua composição, caso da turfa, geralmente disponibiliza muito mais Mg na solução e conseqüentemente ocorre uma maior extração desse nutriente pela cultura do mirtilheiro.

Em relação aos teores de enxofre exportado com a colheita de frutos de mirtilo, o valor máximo estimado foi de 2,13 kg ha⁻¹ (Tabela 5C) com a aplicação de 20 g de N por planta e substrato S6 (4 litros de fibra de coco). Deve-se ressaltar que quando as plantas foram cultivadas sob a adubação nitrogenada de 40 g de N planta⁻¹ a quantidade de S que foram retirados da área com a colheita dos frutos sempre esteve entre os piores resultados. Já o pior resultado foi alcançado nas plantas cultivadas com o substrato 100% casca de arroz.

A partir dos resultados de teores minerais médios nos frutos e da produtividade do pomar em cada tratamento, foram estimadas as quantidades de macronutrientes exportado em cada tratamento. Obtendo a seguinte ordem decrescente de extração: N > K > P > Ca > S > Mg (Tabelas 4 e 5). A utilização desses resultados é importante para a tomada de decisão da quantidade e forma de aplicação de fertilizantes num planejamento de adubação de mirtilheiro 'Biloxi' cultivado em vaso com substratos.

4. CONCLUSÕES

Nas condições do estudo a interação substrato e doses de nitrogênio influenciaram na exportação de nutrientes N, K, Ca, S e Mg por frutos do mirtilheiro 'Biloxi. Já os teores de P foram influenciados, positivamente pelas doses de nitrogênio aplicadas às plantas'. Obteve-se a seguinte ordem decrescente de extração: N > K > P > Ca > S > Mg por frutos de mirtilo Biloxi.

5. AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são direcionados à Universidade de Brasília (UnB) pela possibilidade de fazer o doutorado; à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida; à Fundação de apoio a pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) por auxílio financeiro; ao Laboratório Micellium – Análises agrícolas e biomoleculares de plantas em Barretos, SP, pelas análises químicas de solo, folhas e frutos realizadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.O., CONTE, E.D., MARCHIORETTO, L.R., GOLIN, E.S., CAVALETTI, D.R. 2018. Nitrogen fertilization applied through drip fertigation and broadcasted in blueberry crop. *African Journal of Agricultural Research* 13: 432-439.

FALL CREEK – Farm & Nursery. 2021. <https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>. <Acesso em: 01 de mai, 2020>

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. <http://faostat.fao.org/>. <Acesso em: 01 jun. 2019 >

FISCHER, D.L. DE O.; FACHINELLO, J.C.; PIANA, C.F. DE B.; BIANCHI, V.J.; MACHADO, N.P. Seleção de genótipos de mirtilheiro obtidos a partir de polinização aberta. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 36:221-231. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). Faostat. 2021. Available at:<<http://faostat.fao.org/>>. Access on: 01 mai. 2021.

HANSON, E.J. Nitrogen fertilization of highbush blueberry. *Acta Hort.*, 715 (2006), pp. 347-351, 10.17660/ActaHortic.2006.715.51

KALT, W .; CASSIDY, A .; HOWARD, L.R; KRIKORIAN, R .; STULL, A. J; TREMBLAY, F .; ZAMORA-ROS, R. Recent research on the health benefits of Blueberries and Their Anthocyanins. *Adv. Nutr.* 11, 224–236, 2019.

KINGSTON, P. H.; SCAGEL, C. F.; BRYLA, D. R.; STRIK, B. 2017 Suitability of sphagnum moss, coir, and Douglas fir bark as soilless substrates for container production of highbush blueberry *HortScience* 52 1692 1699.

KINGSTON, PATRICK H. Substrate Production of Blueberry: Evaluation of Soilless Media and Potassium, Nitrogen Fertility On Growth and Nutrition. Oregon State University, 2017.

LIMA, F. N.; MIRANDA, G. S.; PIRES, M. C.; SABA, E. D.; PEREIRA, A. R.; YAMANISHI, O. K. (2020). Ecofisiologia do mirtilo alpino do sul cv. Biloxi em resposta à fertirrigação com nitrogênio. *Comunicata Scientiae*, 11, e3245. <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3245>.

LIMA, L. S. L.; FERREIRA, J. O. C.; WEBER, O. B.; SIQUEIRA, D. L. S.; PAIVA, J. R. P. Exportação de nutrientes minerais por frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.30, n.3, p.806-811, 2008.

MEDINA, R. B.; CANTUARIAS-AVILÉS, T. E.; ANGOLINI, S. F.; SILVA, S. R. 2018. Performance of „Emerald” and „Jewel” blueberry cultivars under no-chill incidence. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 48: 147-152.

MESQUITA E.F., CAVALCANTE, L.F., GONDIM, S.C., CAMPOS, V.B., CAVALCANTE, Í.H.L., GONDIM, P.C. 2010. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro Baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40: 66-76.

NIEVES-CORDONES, M.; ALEMÁN, F.; MARTÍNEZ, V.; RUBIO, F. K + uptake in plant roots. Os sistemas envolvidos, sua regulação e paralelos em outros organismos. *J. Plant Physiol.* 171688695, 2014.

PESCIE, M.A., BORDA, M.P., ORTIZ, D.P., LANDRISCINI, M.R., LAVADO, R.S. 2018. Absorção, distribuição e acúmulo de nitrogênio aplicado em diferentes estádios fenológicos no mirtilo highbush do sul (híbrido interespecífico *Vaccinium corymbosum*). *Scientia Horticultura* 230: 11-17.

PORMALE J.; OSVALDE A., NOLLENDORFS V., Comparison study of cultivated highbush and wild blueberry nutrient status in producing plantings and woodlands. *Latvian J. Agron.* 12, 80-87, 2009.

RETAMALES, J. B.; HANCOCK, J. F. 2012. Blueberries. CAB International, Wallingford, UK.

SCAGEL, C.F. Growth and nutrient use of ericaceous plants grown in media amended with sphagnum moss peat or coir dust. *HortScience* 38(1):46–54, 2003.

SCHVEITZER, B., PETRI, J. L. Exportação de nutrientes pela produção em pomares de frutas de clima temperado. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 5, n. 8, p. 13408-13414 aug. 2019.

TAIZ, L., ZEIGER, E. 2013. *Fisiologia Vegetal*. ARTMED, Porto Alegre, BRA. 918p.

TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; PAIOLI-PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; SMARSI, R. (2011) Níveis de Nutrientes, Índice Relativo de Clorofila e Concentração de Nitrato e de Potássio no Pecíolo da Videira “Niagara Rosada”. *Revista Brasileira de Frutas Tropicais*, 33, 649-659.

ZORENC Z, VEBERIC R, STAMPAR F, KORON D, MIKULIC-PETKOVSEK M (2016). Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during the harvest season. *Turk J Agric For* 40: 855-867.