



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, PÓS-COLHEITA E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE
VARIEDADES DE BANANEIRA CULTIVADAS SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBO QUÍMICO**

HELOISA ALVES DE FIGUEIREDO SOUSA

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF

MAIO/2019



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

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, PÓS-COLHEITA E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE
VARIEDADES DE BANANEIRA CULTIVADAS SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBO QUÍMICO**

HELOISA ALVES DE FIGUEIREDO SOUSA

ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO
CO-ORIENTADOR: MÁRCIO DE CARVALHO PIRES

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF

MAIO/2019



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

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, PÓS-COLHEITA E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE
VARIEDADES DE BANANEIRA CULTIVADAS SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBO QUÍMICO**

HELOISA ALVES DE FIGUEIREDO SOUSA

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

APROVADA POR:

**Eng. Agrônomo, José Ricardo Peixoto, Doutor (Universidade de Brasília - FAV)
(Orientador) CPF: 354.356.236-34. E-mail: peixoto@unb.br**

**Eng. Agrônoma, Michelle Souza Vilela, Doutora (Universidade de Brasília - FAV)
(Examinadora Interna) CPF: 919623401-63 E-mail: michellevilelaunb@gmail.com**

**Eng. Agrônomo, Dirceu Macagnan, Doutor (Instituto Federal de Brasília - IFB)
(Examinador Externo) CPF: 015.990.649-01. E-mail: dirceu.macagnan@ifb.edu.br**

**Economista Doméstica, Edilsa Rosa da Silva, Doutora (Instituto Federal de Brasília - IFB)
(Examinador Externo) CPF: 069.610.988-35. E-mail: edilsa.silva@ifb.edu.br**

**Eng. Agrônomo, Marcus Vinícius Santana, Doutor (Instituto Federal de Brasília - IFB)
(Examinador Externo) CPF: 011.593.441-32 . E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br**

BRASÍLIA/DF, 31 DE MAIO DE 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

Sousa, Heloisa Alves de Figueiredo

Desempenho agrônômico, pós-colheita e caracterização físico-química e sensorial de variedades de bananeira cultivadas sob diferentes condições de reposições hídricas e adubo químico. / Heloisa Alves orientação de José Ricardo Peixoto. – Brasília, 2019.

210 p. : il.

Tese de Doutorado (D) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. Fruta tropical. 2. Qualidade 3. Regime Hídrico. 4. Nutrição. I. Peixoto, R. II. Título.

CDD ou CDU
Agris / FAO

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, H.A.F. **Desempenho agrônômico, pós-colheita e caracterização físico-química e sensorial de variedades de bananeira cultivadas sob diferentes condições de reposições hídricas e adubo químico.** 2019.210f. tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: HELOISA ALVES DE FIGUEIREDO SOUSA

TÍTULO DA TESE: Desempenho agrônômico, pós-colheita e caracterização físico-química e sensorial de variedades de bananeira cultivadas sob diferentes condições de reposições hídricas e adubo químico.

TÍTULO: DOUTORA ANO:2019

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

Nome: Heloisa Alves de Figueiredo Sousa

CPF:831.382.261-91

Endereço: SHIS QI 15 CONJUNTO 12 CASA 10 – LAGO SUL BRASÍLIA - DF

Tel.:61-996569894

Email: heloisa.falcao@ifb.edu.br

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘GRAND NAINÉ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	44
Tabela 1. Resultado da análise físico-química do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento. Brasília, DF, 2014.....	49
Tabela 2. Volumes de água utilizados, em função da vazão aplicada por cova, do número total de irrigações, tempo de irrigação e evapotranspiração de referência nos períodos irrigação para Brasília nos anos de 2014 a 2018.....	53
Tabela 3. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg ha ⁻¹), número de frutos por hectare, comprimento de fruto (cm) e diâmetro do fruto (cm), da cultivar Grand Naine. Brasília, DF, 2019.....	57
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘PRATA ANÃ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO FOSFATADA.....	67
Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg ha ⁻¹), número de frutos por hectare e número de frutos por penca, da cultivar ‘Prata Anã’. Brasília, DF, 2019.....	73
CAPÍTULO 3 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘BRS TROPICAL’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA.....	78
Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg.ha ⁻¹), número de frutos por hectare, comprimento de fruto (cm) e diâmetro do fruto (cm), da cultivar ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.....	84
CAPÍTULO 4 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘BRS CONQUISTA’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO EM MAGNÉSIO.....	91
Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg.ha ⁻¹) e número de frutos por penca, da cultivar ‘BRS Conquista’. Brasília, DF, 2019.....	97
CAPÍTULO 5 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR GRAND NAINÉ E PRATA ANÃ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO EM GESSO.....	102
Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg ha ⁻¹) da cultivar ‘Grand Naine’ adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.....	109
Tabela 2. Resultado da análise de variância para características de número de frutos por hectare e número de frutos por penca, da cultivar ‘Prata Anã’, adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.....	113

CAPÍTULO 6 – DIAGNOSE FOLIAR DAS CULTIVARES ‘GRAND NAINÉ’ E ‘PRATA ANÃ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE REPOSIÇÃO HÍDRICA E ADUBAÇÃO.....	118
Tabela 1. Teores médios de macro e micronutrientes em folhas de bananeira ‘Grand Naine’ em condições de adubação com ureia e cultivar ‘Prata Anã’ com adubação fosforica. Brasília, DF, 2019.....	126
Tabela 2. Teores de referencia para macro e micronutrientes para cultivares de bananeiras.....	127
CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DE SIGATOKA AMARELA E INFESTAÇÃO DO MOLEQUE-DA-BANANEIRA EM VARIEDADES DE BANANA DA FAZENDA ÁGUA LIMPA, DISTRITO FEDERAL.....	134
Tabela 1. Índice de Doença (ID) (% de folhas sintomáticas) da Sigatoka-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i> , Leach) nas cultivares de bananeira e as lâminas de irrigação. Brasília, DF, 2016.....	143
Tabela 2. Índice de Severidade (IS) (% da área foliar lesionada) da doença Sigatoka-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i> , Leach) nas cultivares de bananeira e as lâminas de irrigação. Brasília, DF, 2016.....	145
Tabela 3. Interação estatística índice de severidade (IS) (% da área foliar lesionada) entre variedades e meses de avaliação da doença Sigatoka-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i> , Leach) nas cultivares de bananeira Prata-anã, Grand Naine, BRS Tropical e BRS Conquista. Brasília, DF, 2016.....	145
Tabela 4. População de <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824) número de insetos capturados ao longo dos meses. Brasília, DF, 2016.....	146
Tabela 5. Média de <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824) capturados por isca do tipo “queijo”. Brasília, DF, 2016.....	147
CAPÍTULO 8 - ARMAZENAMENTO DE VARIEDADES DE BANANAS EM CONDIÇÕES DE ATMOSFERA MODIFICADA COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO.....	152
Tabela 1. Tempo de armazenamento de duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.....	158
Tabela 2. Perda de massa fresca em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.....	158
Tabela 3. Teor de sólidos solúveis em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.....	159
Tabela 4. Teor de acidez titulável em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.....	160
Tabela 5. Relação SS/AT em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.....	161

CAPÍTULO 9 - ACTIVE FILM INCORPORATED WITH CLOVE ESSENTIAL OIL ON STORAGE OF BANANA VARIETIES.....	165
<i>Table 1. Characterization of cassava starch films and cassava starch films with clove essential oil (CSEO).....</i>	171
<i>Table 2. In vitro antifungal activity of films of cassava starch and cassava starch with clove essential oil (CSEO).....</i>	172
<i>Table 3. Total soluble solids (°Brix) of banana varieties coated and control over the storage period.....</i>	176
<i>Table 4. Total titratable acidity (g malic acid/100g sample) of banana varieties coated and control over the storage period.....</i>	178
CAPÍTULO 10 - CARACTERIZAÇÃO BROMATOLOGICA DE BANANAS DE 4 CULTIVARES E ACEITAÇÃO SENSORIAL DA FRUTA IN NATURA E DESIDRATADA.....	183
Tabela 1. Composição bromatologica das variedades de bananas analisadas e valores de referência da Tabela de Composição de Alimentos Brasileira. Brasília, DF, 2019.....	191
Tabela 2. Composição físico-química das variedades de bananas <i>in natura</i> e desidratadas. IFB, Brasília, DF, 2016.....	192
Tabela 3. Resultado da Análise Estatística do Teste Sensorial por escala hedônica de 9 pontos para bananas <i>in natura</i> e desidratadas. Brasília, DF, 2016.....	195
CAPÍTULO 11 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DAS VARIEDADES DE BANANA BRS TROPICAL E BRS CONQUISTA DESIDRATADAS PELO PROCESSO FOAM MAT DRYING.....	199
Tabela 1. Composição físico-química das variedades de bananas BRS Tropical e BRS Conquista <i>in natura</i> , Brasília, DF, 2018.....	204
Tabela 2. Análise cromática da polpa de frutos de banana em pó, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.....	207

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘GRAND NAINÉ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HÍDRICAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	44
Figura 1. Dados meteorológicos de temperatura mensal média, máxima e mínima e Precipitação, entre Janeiro de 2014 e Dezembro de 2018 obtidos na Estação Experimental da Fazenda Água Limpa – UnB (Fonte: Base de Dados da Estação Automática – Laboratório de Agroclimatologia – UnB).	48
Figura 2. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Grand Naine’ ao longo dos 5 anos de avaliação.	56
Figura 3. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha ⁻¹) sobre a produtividade estimada por hectare (Kg.ha ⁻¹), da bananeira ‘Grand Naine’, Brasília, DF, 2019.....	58
Figura 4. Efeito da reposição hídrica sobre o número frutos por hectare da cultivar Grand Naine. Brasília, DF, 2019.....	60
Figura 5. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha ⁻¹), sobre o comprimento do fruto (cm), da bananeira ‘Grand Naine’. Brasília, DF, 2019.....	61
Figura 6. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha ⁻¹), sobre o diâmetro do fruto (cm), da bananeira ‘Grand Naine’. Brasília, DF, 2019.....	62
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘PRATA ANÃ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HÍDRICAS E ADUBAÇÃO FOSFATADA.....	67
Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Prata Anã’ ao longo dos 5 anos de avaliação.	72
Figura 2. Efeito da reposição hídrica sobre o número médio de frutos por hectare, da cultivar ‘Prata Anã’. Brasília, DF, 2019.....	74
Figura 3. Efeito da reposição hídrica sobre o número de frutos por penca, da cultivar ‘Prata Anã’. Brasília, DF, 2019.....	74
CAPÍTULO 3 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘BRS TROPICAL’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HÍDRICAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA.....	78
Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘BRS Tropical’ ao longo dos 5 anos de avaliação.	83
Figura 2. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha ⁻¹) sobre a produtividade estimada por hectare (Kg.ha ⁻¹), da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.....	85
Figura 3. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha ⁻¹) sobre do número de frutos por hectare, da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.....	86
Figura 4. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 –	

334 – 500 – 667 Kg.ha ⁻¹) sobre o comprimento dos frutos (cm), da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.....	87
Figura 5. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha ⁻¹) sobre o diâmetro dos frutos (cm), da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.....	88
CAPÍTULO 4 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘BRS CONQUISTA’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HÍDRICAS E ADUBAÇÃO EM MAGNÉSIO.....	91
Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘BRS Conquista’ ao longo dos 5 anos de avaliação.	96
Figura 2. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação em sulfato de Magnésio (0 – 110 – 220 – 330 – 440 Kg.ha ⁻¹) sobre a produtividade de bananeira cultivar BRS Conquista. Brasília, DF, 2019.....	98
Figura 3. Efeito da reposição hídrica sobre o número médio de frutos por penca de bananeira cultivar BRS Conquista. Brasília, DF, 2019.....	99
CAPÍTULO 5 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR GRAND NAINÉ E PRATA ANÃ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HÍDRICAS E ADUBAÇÃO EM GESSO.....	102
Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Grand Nainé’ com reposição hídrica e adubação em gesso, ao longo dos 5 anos de avaliação.	108
Figura 2. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano ⁻¹) e cinco níveis de adubação em gesso (0 – 1.250 – 2.500 – 3.750 – 5000 Kg.ha ⁻¹) sobre a produtividade estimada por hectare (Kg.ha ⁻¹), da bananeira ‘Grand Nainé’, Brasília, DF, 2019.....	110
Figura 3. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Prata Anã’ com reposição hídrica e adubação em gesso, ao longo dos 5 anos de avaliação.	112
Figura 4. Efeito da reposição hídrica sobre o número frutos por hectare da cultivar ‘Prata Anã’, adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.....	113
Figura 5. Efeito da reposição hídrica sobre o número frutos por penca da cultivar ‘Prata Anã’, adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.....	114
CAPÍTULO 6 – DIAGNOSE FOLIAR DAS CULTIVARES ‘GRAND NAINÉ’ E ‘PRATA ANÃ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE REPOSIÇÃO HÍDRICA E ADUBAÇÃO.....	118
Figura 1. Efeito da interação de cinco níveis de reposição hídrica e cinco doses de adubação com ureia, sobre a quantidade de Nitrogênio foliar na cultura de bananeira Grand Nainé. Brasília, DF, 2019.....	127
Figura 2. Análise de comparação descritiva da diagnose foliar da cultivar Grand Nainé submetida a diferentes condições de reposição hídrica e doses de adubação Nitrogenada (N) nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. Brasília, DF, 2019.....	129
Figura 3. Análise de comparação descritiva da diagnose foliar da cultivar Prata Anã submetida a diferentes condições de reposição hídrica e doses de adubação Potássica, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. Brasília, DF, 2019.	130

CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DE SIGATOKA AMARELA E INFESTAÇÃO DO MOLEQUE-DA-BANANEIRA EM VARIEDADES DE BANANA DA FAZENDA ÁGUA LIMPA, DISTRITO FEDERAL.....	134
Figura 1 – Escala de severidade para Sigatoka proposta por Stover (1971).....	141
<i>CAPÍTULO 9 - ACTIVE FILM INCORPORATED WITH CLOVE ESSENTIAL OIL ON STORAGE OF BANANA VARIETIES.....</i>	165
<i>Figure 1. Mass loss (FML) in fresh matter of coated banana and control of different varieties (A: Prata Anã, B: Grand Nine, C: BRS Tropical, D: BRS: Conquista) over the storage period. CSEO (cassava starch film with clove essential oil), and PVC (Polyvinyl polychloride). Notes: (n= 6). The banana weight loss, regardless of the variety, has increased with storage time</i>	174
CAPÍTULO 10 - CARACTERIZAÇÃO BROMATOLOGICA DE BANANAS DE 4 CULTIVARES E ACEITAÇÃO SENSORIAL DA FRUTA IN NATURA E DESIDRATADA.....	183
Figura 1. Processamento da banana desidratada em laboratório. A) banana <i>in natura</i>, B) amostras para desidratação, C) secador tipo cabine. Brasília, DF, 2016.....	189
CAPÍTULO 11 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DAS VARIEDADES DE BANANA BRS TROPICAL E BRS CONQUISTA DESIDRATADAS PELO PROCESSO <i>FOAM MAT DRYING</i>	199
Figura 1. Teor de sólidos solúveis do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.....	204
Figura 2. Acidez titulável (AT) do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.....	205
Figura 3. Teor de pH do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.....	206
Figura 4. Solubilidade em água (%) do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.....	206

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	19
2.1. OBJETIVO GERAL.....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. A BANANA (<i>MUSA SPP</i>)	21
3.2. ADUBAÇÃO E IRRIGAÇÃO	22
3.3. DOENÇAS E PRAGAS	23
3.3.1. SIGATOKA AMARELA (<i>MYCOSPHAERELLA MUSICOLA</i> , LEACH).....	23
3.3.2. O MOLEQUE-DA-BANANEIRA (<i>COSMOPOLITES SORDIDUS</i>).....	25
3.4. PÓS-COLHEITA	26
3.4.1. EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS COM POTENCIAL ANTIMICROBIANO.....	28
3.4.2. ATMOSFERA MODIFICADA	31
3.4.2. DESIDRATAÇÃO E SECAGEM	32
4. REFERÊNCIAS	34
PARTE I - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE 4 CULTIVARES ‘GRAND NAINÉ’, ‘PRATA ANÃ’, ‘BRS TROPICAL’ E ‘BRS CONQUISTA’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO.	43
CAPÍTULO 1 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘GRAND NAINÉ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA.	44
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘PRATA ANÃ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO FOSFATADA.	67
CAPÍTULO 3 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘BRS TROPICAL’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA.	78
CAPÍTULO 4 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR ‘BRS CONQUISTA’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO EM MAGNÉSIO.	91
CAPÍTULO 5 - DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE BANANAS DA CULTIVAR GRAND NAINÉ E PRATA ANÃ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES REPOSIÇÕES HIDRICAS E ADUBAÇÃO EM GESSO.	102

PARTE II - DIAGNOSE FOLIAR DAS CULTIVARES ‘GRAND NAINÉ’ E ‘PRATA ANÃ’	117
CAPÍTULO 6 – DIAGNOSE FOLIAR DAS CULTIVARES ‘GRAND NAINÉ’ E ‘PRATA ANÃ’ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE REPOSIÇÃO HÍDRICA E ADUBAÇÃO.	118
PARTE III - AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA, SEVERIDADE E INFESTÃO DE PRAGAS EM 4 CULTIVARES DE BANANAS EM FUNÇÃO DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO.....	133
CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DE SIGATOKA AMARELA E INFESTAÇÃO DO MOLEQUE-DA-BANANEIRA EM VARIEDADES DE BANANA DA FAZENDA ÁGUA LIMPA, DISTRITO FEDERAL.	134
PARTE IV - TECNOLOGIA PÓS COLHEITA, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE VARIEDADES DE BANANAS CULTIVADAS SOB DIFERENTES DOSES DE ÁGUA E ADUBO QUÍMICO, NO DISTRITO FEDERAL. ...	151
CAPÍTULO 8 - ARMAZENAMENTO DE VARIEDADES DE BANANAS EM CONDIÇÕES DE ATMOSFERA MODIFICADA COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO	152
CAPÍTULO 9 - ACTIVE FILM INCORPORATED WITH CLOVE ESSENTIAL OIL ON STORAGE OF BANANA VARIETIES.....	165
CAPÍTULO 10 - CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DE BANANAS DE 4 CULTIVARES E ACEITAÇÃO SENSORIAL DA FRUTA <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADA.....	183
CAPÍTULO 11 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DAS VARIEDADES DE BANANA BRS TROPICAL E BRS CONQUISTA DESIDRATADAS PELO PROCESSO <i>FOAM MAT DRYING</i>	199

RESUMO

A banana (*Musa spp*) é uma das frutas mais consumidas do mundo. Apesar do grande número de variedades, poucas apresentam potencial agrônômico para o cultivo comercial, que aliem alta produtividade, tolerância a pragas e doenças, porte reduzido, menor ciclo de produção e produção de frutos com boas características sensoriais. A banana representa uma das principais frutas brasileiras com relação a produção e comercialização. Entretanto, as perdas pós-colheita têm sido bastante significativas, sobretudo, devido a característica de fruto climatérico que proporciona um amadurecimento rápido dos frutos. Portanto, o trabalho tem como objetivo geral realizar a avaliação do desempenho agrônômico, físico química, sensorial e qualidade pós-colheita de quatro variedades de bananeira submetidas a diferentes doses de adubo e reposição hídrica, procurando obter elevado rendimento do cultivo de bananeira com o uso racional de fertilizantes e um manejo adequado da irrigação por gotejamento. Desta forma foram conduzidos experimentos com quatro cultivares de bananas ‘Grand Naine’, ‘Prata Anã’, ‘BRS Tropical’ e ‘BRS Conquista’ instalados na Fazenda Água Limpa da UnB, foram realizadas 208 colheitas semanais. Conduziu-se as análises de desempenho agrônômico, fitossanitária com avaliação da incidência e severidade da sigatoka amarela e infestação pelo moleque da bananeira, a avaliação físico-químicas, sensorial e de tecnologias de conservação e armazenamento pós-colheita. Foi analisado o desempenho agrônômico em função de diferentes níveis de reposição hídrica por meio de irrigação localizada por gotejamento e volumes de água 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e diferentes condições de adubação (Nitrogênio, Fosforo, Potássio, Magnésio e Gesso). Também foi realizada a diagnose foliar das bananeiras ‘Grand Naine’ sobre adubação em ureia e ‘Prata Anã’ com superfosfato simples. Com o desenvolvimento do presente trabalho serão disponibilizados para a comunidade, métodos sustentáveis de cultivo de banana sob diferentes volumes hídricos e doses de fertilizantes, desenvolvimento de técnicas e métodos de armazenamento que ampliam o tempo de comercialização do fruto e promover sustentabilidade social e econômica para a região do Distrito Federal. Foi possível estabelecer as seguintes conclusões: o desempenho agrônômico, produtividade estimada por hectare, da cultivar ‘Grand Naine’ foi afetado pela interação da reposição hídrica e adubação nitrogenada. Na cultivar ‘Prata Anã’ não foi afetado significativamente pela interação da reposição hídrica e adubação fosfatada. A cultivar ‘BRS Tropical’ foi afetada pela interação da reposição hídrica e adubação potássica. O efeito da adubação em magnésio não promoveu alterações no desempenho agrônômico e na qualidade dos frutos da cultivar ‘BRS Conquista’. O desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos das cultivares Grand Naine e Prata Anã foram influenciadas pelas diferentes condições de reposição hídrica por gotejamento e as doses de gesso aplicadas influenciaram a produtividade estimada por hectare da cultivar ‘Grand Naine’. Entretanto, não foi observado efeito da adubação na ‘Prata Anã’. As plantas destas duas cultivares apresentam-se nutricionalmente adequadas com o manejo

aplicado no experimento. As variedades tropical e conquista apresentaram menor incidência e severidade da doença Sigatoka-amarela. A infestação do Moleque-da-bananeira não apresentou relação direta com a variedade. Ressalta-se assim, que as quatro variedades avaliadas apresentam aptidão para o plantio na região do Distrito Federal, com boas condições de adaptabilidade e resistência a doença e a praga estudada. Frutos submetidos a embalagem com a atmosfera modificada e com absorvedores, independente das condições de temperatura, não apresentaram perdas de massa significativa, indicando que a utilização de embalagem plástica de polipropileno é uma solução recomendada para evitar alterações no pós-colheita. Foi possível desenvolver uma embalagem biodegradável e devido à antimicrobiana, houve diminuição do processo de perda pós-colheita da fruta. Foi comprovada a qualidade nutricional e elevada aceitabilidade da banana para consumo *in natura* ou de seus produtos desidratados. A utilização da técnica de secagem por camada de espuma foi adequada para a polpa de banana produzindo um produto final com boas características.

Palavras-chave: Produtividade, Qualidade, Regime Hídrico, Nutrição, Fruta Tropical.

ABSTRACT

Banana (*Musa spp*) is one of the most consumed fruits in the world. In spite of the large number of varieties, there are few agronomic potential for commercial cultivation, which includes high productivity, tolerance to pests and diseases, reduced size, shorter production cycle and fruit production with good sensorial characteristics. The banana represents one of the main Brazilian fruits in relation to the production and commercialization. However, the post-harvest losses have been quite significant, mainly due to the characteristic climacteric fruit that provides a rapid maturation of the fruits. The objective of this work is to evaluate the agronomic, chemical, sensory and post-harvest quality of four banana varieties submitted to different doses of fertilizer and water replenishment, aiming to obtain a high yield of banana cultivation with the use rational use of fertilizers and proper management of drip irrigation. In this way experiments with four banana cultivars 'Grand Naine', 'Prata Anã', 'BRS Tropical' and 'BRS Conquista' were carried out at the Água Limpa Farm of UnB, 208 harvests were carried out weekly. The analysis of agronomic and phytosanitary performance was carried out with evaluation of the incidence and severity of yellow sigatoka and infestation by young banana tree, physical-chemical, sensory evaluation and conservation and post-harvest storage technologies. It was analyzed the agronomic performance according to different levels of water replenishment through localized drip irrigation and water volumes, 1,190, 1,314, 1,566, 1,814 and 2,066 mm.year-1 and different fertilization conditions (Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Magnesium and Gypsum). Leaf diagnosis of 'Grand Naine' bananas on urea fertilization and 'Prata Anã' with simple superphosphate was also

performed. With the development of the present work, sustainable methods of banana cultivation under different water volumes and doses of fertilizers, development of techniques and methods of storage that extend the time of commercialization of the fruit and promote social and economic sustainability are made available to the community. region of the Federal District. It was possible to establish the following conclusions: the agronomic performance, estimated yield per hectare, of 'Grand Naine' cultivar was affected by the interaction of water replenishment and nitrogen fertilization. The cultivar 'Prata Anã' was not significantly affected by the interaction of water replenishment and phosphate fertilization. The cultivar 'BRS Tropical' was affected by the interaction of water replenishment and potassium fertilization. The effect of fertilization on magnesium did not promote changes in agronomic performance and fruit quality of 'BRS Conquista' cultivar. The agronomic performance and fruit quality of the cultivars Grand Naine and Prata Anã were influenced by the different conditions of drip irrigation and the applied gypsum doses influenced the estimated yield per hectare of the 'Grand Naine' cultivar. However, no effect was observed of fertilization in 'Prata Anã'. The plants of these two cultivars are nutritionally adequate with the management applied in the experiment. The tropical and conquest varieties showed a lower incidence and severity of the Yellow-Sigatoka disease and that the infestation of the Moleque-da-bananeira was not directly related to the variety. It should be emphasized that the four evaluated varieties present suitability for planting in the Federal District, with good conditions of adaptability and resistance to disease and pest studied. Fruits submitted to modified atmosphere packaging and absorbers, regardless of temperature conditions, did not present significant mass losses, indicating that the use of polypropylene plastic packaging is a recommended solution to avoid post-harvest changes. It was possible to develop a biodegradable packaging and antimicrobial function delayed the process of post-harvest loss of the fruit. The nutritional quality and high acceptability of the banana for in natura consumption or its dehydrated products has been proven. The use of the foam drying technique is suitable for the banana pulp producing a final product with good characteristics.

Keywords: Productivity, Quality, Water Regimen, Nutrition, Tropical Fruit.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A banana é uma fruta amplamente consumida pelos brasileiros e representa a segunda fruta mais produzida no país, atrás somente da laranja. Em 2017, a produção de banana no Brasil foi de 7,185 milhões de toneladas, numa área de 486,8 mil hectares, tendo um acréscimo de 6,23% na produção, em relação a 2016. O Brasil, como grande produtor mundial de banana, tem 98% da produção destinada predominantemente ao mercado interno (ANUARIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

Essa dinâmica da produção e consumo da banana no Brasil constitui uma característica marcante. E observa-se que apesar da queda produtiva devido a problemas de cultivo, que afastaram produtores, sobretudo os menos tecnificados, a produtividade mantém-se estável, em torno de 14,68 toneladas por hectare em 2016 (PAM/Sidra IBGE, 2017).

Considerando os diversos fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da bananeira, a nutrição e requisitos hídricos são decisivos para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidades elevadas de nutrientes (LAHAV, 1995; HOFFMANN et al., 2007; SOARES et al., 2008).

A bananeira é uma planta muito sensível ao estresse hídrico e suas folhas possuem elevado índice de área foliar, o que resulta em alta transpiração; o sistema radicular é superficial, razão pela qual a bananeira é uma espécie que apresenta considerável resposta fisiológica à escassez de água (VOSSELEN et al., 2005); além do mais, demandam água ao longo de todo o ano por se tratar de cultivo perene com produção constante. Nas condições semiáridas, tropical úmido ou subtropical, a bananeira, requer irrigação suplementar às chuvas. Isto ocorre porque, nesses ambientes, a demanda evaporativa frequentemente excede a capacidade da bananeira para extrair água do solo, o que provoca perda de turgor e murcha temporária (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2010). Assim, o manejo eficiente da irrigação é crucial para a obtenção de altos rendimentos em bananeira (PAULL e DUARTE, 2011).

As bananeiras são muito exigentes em adubação quando comparadas a outras frutíferas, principalmente em N e K devido ao seu desenvolvimento rápido e sua grande área foliar e produção. Neste sentido, vários estudos de adubação de bananeiras e adubação de N e K demonstram que as produções de bananas dependem diretamente destes elementos em equilíbrio na nutrição destas plantas (BORGES et al., 1997; CANTARUTTI et al., 2000; ALVAREZ et al., 2001).

De forma mais acentuada as pragas e as doenças da cultura acarretam severas perdas na produção, as quais, sob certas circunstâncias, atingem até 100%, pois, muitas vezes, não há uma alternativa eficiente de controle. Uma das estratégias para a solução dos problemas mencionados é a criação de novas variedades resistentes a doenças, nematóides e pragas, mediante o melhoramento genético que possibilita a obtenção de híbridos superiores (SILVA et al., 2002). Dentre as doenças se destaca a Sigatoka amarela, provoca danos consideráveis e está distribuída por todo o Brasil. Em igual importância tem-se a *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: *Curculionidae*), conhecido como “broca da bananeira” ou “moleque da bananeira”. Esse coleóptero de hábitos noturnos prejudica a bananeira, pois suas larvas por abrir galerias nos rizomas e parte inferior dos pseudocaulos, danificam os tecidos internos e acarretam o declínio e morte da planta, podendo causar o tombamento de plantas e servir de porta de entrada para patógenos (FANCELLI; ALVES, 2001).

Apesar do número expressivo de variedades de banana existentes no Brasil, restam poucas variedades com potencial agrônomo para o cultivo comercial, ou seja, que aliem alta produtividade a tolerância a pragas e doenças, ao porte reduzido, a um ciclo de produção menor e à produção de frutos com boas características sensoriais e de vida útil pós-colheita (RAMOS et al., 2009). Associada a busca por melhores cultivares encontra-se as transformações que ocorrem nos frutos durante todo o processo de maturação e ao longo do armazenamento e comercialização.

A banana é um fruto climatérico, por isso possui um período de amadurecimento curto, o que significa menor tempo de conservação. Segundo Prill et al. (2012) isso ocorre pela alta taxa respiratória e produção de etileno que a fruta possui, fator que acelera o amadurecimento, também não suporta baixas temperaturas, não podendo ser armazenada a 12-13°C (SILVA et al., 2007).

Aliada a esta característica da fruta dados da FAO (2013) indicam que 54% do desperdício de alimentos no mundo ocorre na fase inicial da produção, manipulação pós-colheita e armazenagem. Os restantes 46% ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo. Para Melo et al. (2013), as perdas da seção de frutas e hortaliças representam um custo alto ao setor varejista, girando em torno de 600 milhões de reais por ano, sendo que 86% das perdas de frutas e hortaliças ocorrem durante a exposição do produto para a venda, outros 9% acontecem no transporte e 5%, na armazenagem. Percebe-se então a necessidade de aumento de pesquisas na área a fim de busca uma redução do desperdício, incluindo a área de pós-colheita.

Além das baixas temperaturas, outro método de conservação que pode ser utilizado para evitar as perdas no pós colheita da banana, consiste na desidratação e secagem. Método que pode ser realizado por meio de secadores do tipo cabine mas também por método inovador de secagem por camada de espuma na qual é obtido a banana em pó. Também são processos de conservação propostos a embalagem biodegradável e ativa e no caso específico de frutas climatéricas o uso de absorvedores de etileno associado a baixas temperaturas.

Desta forma é importante avaliar os parâmetros físico-químicos para verificar os efeitos dos diferentes manejos sobre as características de qualidade e composição da fruta. Atendendo a necessidade do Distrito Federal que carece de estudos que possam subsidiar a escolha da cultivar de banana mais apropriada para a região. Além disso, o cultivo da banana é demasiadamente onerado devido aos altos custos da adubação mineral, o que torna imperiosa a busca por soluções que garantam a otimização econômica e a sustentabilidade ambiental da cultura.

Este trabalho estudou as características e o diferencial produtivo de 4 cultivares de banana na região do Distrito Federal sobre diferentes condições de reposição hídrica e adubação, além de propor e estudar tecnologias inovadoras e tradicionais para garantir a qualidade no pós-colheita dos frutos.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Realizar a avaliação do desempenho agronômico, físico química, sensorial e qualidade pós-colheita de quatro variedades de bananeira submetidas a diferentes doses de adubo e reposição hídrica.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho agronômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘Grand Naine’ sob diferentes doses de adubação nitrogenada e volumes de reposição hídrica, pelo período de 4 anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.
- Avaliar o desempenho agronômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘Prata Anã’ sob diferentes doses de adubação fosfatada e volumes de diferentes reposições hídricas, pelo período de 4 anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.
- Avaliar o desempenho agronômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘BRS Tropical’ sob diferentes doses de adubação potássica e volumes de reposição hídrica, pelo período de 4 anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.
- Avaliar o desempenho agronômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘BRS Conquista’ submetida a diferentes volumes de reposição hídrica e doses de magnésio, pelo período de 4 anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.
- Avaliar o desempenho agronômico e a qualidade dos frutos das cultivares Grand Naine e Prata Anã submetidas a diferentes condições de reposição hídrica por gotejamento e doses de gesso, pelo período de 3 anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.
- Realizar a diagnose foliar das variedades Prata Anã sob diferentes doses de adubação em Fosforo (P) e Grand Naine com diferentes doses de adubação em Nitrogênio (N) e diferentes condições de reposição hídrica;
- Avaliar a incidência e severidade de sigatoka amarela (*Mycosphaerella musicola*, Leach) em quatro cultivares;
- Avaliar a infestação do Moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) em quatro cultivares de banana da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal;
- Indicar tecnologias alternativas e inovadoras para ampliar as condições de armazenamento e comercialização de bananas;

- Caracterizar os frutos no pós-colheita com relação sólidos solúveis, acidez titulável e ratio;
- Determinar a composição bromatológica das quatro cultivares de banana;
- Avaliar a aceitabilidade de bananas nas formas *in natura* e desidratadas

3. REVISÃO DE LITERATURA GERAL

3.1. A Banana (*Musa spp*)

O centro de origem da bananeira (*Musa spp.*) é no Sudeste Asiático, embora existam centros secundários na África Oriental e Ocidental e nas ilhas do Pacífico (ALVES, 1999). Há registro do cultivo da bananeira há mais de 4.000 mil anos, em lugares como Índia, Malásia e Filipinas (MOREIRA e CORDEIRO, 2006).

A bananeira (Família das *Musaceas*) é uma planta monocotiledônea, da ordem *Scitamineae*. Ordem essa que se inclui a família *Musaceae*, subfamília *Musoidae* e gênero *Musa*. Estima-se que dentro deste gênero, apresentem-se até 30 espécies, sendo que algumas destas são consideradas comestíveis pelo homem (ANGELIS et al., 2009).

A bananeira é um vegetal herbáceo completo, devido presença da raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes. O caule é representado pelo rizoma e o conjunto de bainhas das folhas de pseudocaule. A bananeira, planta típica das regiões tropicais úmidas, multiplica-se naturalmente no campo, por via vegetativa, pela emissão de novos rebentos. Entretanto, o seu plantio também pode ser feito por meio de sementes, processo este usado mais frequentemente quando se pretende fazer a criação de novas variedades ou híbridos (ULLMANN, 2002).

A bananeira é cultivada em todos os estados brasileiros, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior. Entretanto, certos fatores climáticos, como a temperatura e o regime de chuvas, impõem limites à cultura fazendo com que ela se concentre nos Estados da Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Pará, e Minas Gerais (BORGES et al., 2006).

Embora exista um número expressivo de cultivares de bananeira no Brasil, quando se considera aspectos em conjunto, tais como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância às pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucas com potencial agrônômico para serem usadas comercialmente. As variedades mais difundidas e tradicionais no Brasil são a Prata, Prata-anã e Pacovan, as quais correspondem por 60% da área cultivada. Além das cultivares Maçã e Mysore, também são muito difundidas Nanica, Nanicão, Grande Naine e Willians, conhecidas como banana d'água pertencentes ao subgrupo Cavendish. No entanto, a suscetibilidade dessas cultivares às principais doenças da bananeira tem limitado sua produção (LICHTEMBERG e LICHTEMBERG, 2011).

O programa de melhoramento genético da Embrapa tem desenvolvido cultivares resistentes às principais doenças da cultura. As novas cultivares no plantio comercial de bananeira e que têm sido amplamente divulgadas e avaliadas em todo o território brasileiro, compreendem: BRS Caprichosa, BRS Garantida, BRS Japira, BRS Pacovan Ken, BRS

Preciosa, BRS Princesa, BRS Tropical, BRS Conquista, BRS Vitória, BRS Pioneira e BRS Platina (NOMURA et al., 2013; SILVA et al., 2013).

3.2. Adubação e Irrigação

A bananeira é uma planta de crescimento rápido que requer, para seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Embora parte das necessidades nutricionais possa ser suprida pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas, é necessário aplicar adubação mineral e orgânica para a obtenção de produções economicamente rentáveis. A quantidade de nutrientes requerida depende da cultivar plantada e do potencial produtivo, da densidade populacional, do estado fitossanitário e, principalmente, do balanço de nutrientes no solo e da capacidade de absorção do sistema radicular. As quantidades de fertilizantes minerais requeridas, em geral, são elevadas em virtude das altas quantidades de nutrientes exportadas pela colheita (BORGES et al., 2009).

O potássio (K) e o nitrogênio (N) são os nutrientes em maior quantidade absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira, seguidos pelo magnésio (Mg), cálcio (Ca), enxofre (S) e fósforo (P). Dos micronutrientes, boro (B) e zinco (Zn) são os mais absorvidos, em seguida o cobre (Cu) (BORGES *et al.*, 2009). De acordo com Hoffmann *et al.* (2010), os nutrientes mais absorvidos pela bananeira são: K, N, S, Mg, Ca e P.

A bananeira requer grande quantidade de água, pois apresenta área foliar abundante e peso de água correspondente a 87,5% do peso total da planta. A deficiência de água pode afetar tanto a produtividade como a qualidade dos frutos. Pode-se estimar, para dias ensolarados, de baixa umidade relativa do ar e para uma área foliar total próxima de 14 m², que a planta consome 26 litros dia⁻¹; 17 litros dia⁻¹ em dias semicobertos; e 10 litros dia⁻¹ em dias completamente nublados (BORGES *et al.*, 2009). Desta forma, exige-se uma precipitação média anual de 2.000 a 2.500 mm, uniformemente distribuída durante o ano. Aproximadamente 25 mm por semana são necessários para crescimento satisfatório (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2010).

A resposta da bananeira a diferentes níveis de irrigação depende das condições meteorológicas locais, que resultam em diferentes condições de evapotranspiração e constante térmica, associadas às características das cultivares, tais como: rugosidade, altura da planta, área foliar, que influem diretamente na resistência aerodinâmica, além de outros fatores como, espaçamento da cultura, método de irrigação e práticas culturais como cobertura do solo (BORGES e CALDAS, 2002).

O Distrito Federal caracteriza-se pela pluviosidade mal distribuída, já que a maior parte das chuvas acontecem no verão, fazendo os invernos serem muito secos. Já que

bananeiras requerem grandes quantidades de água para alta produção, o estresse hídrico provoca decréscimo da taxa de transpiração, da condutância estomática e da fotossíntese (MAHOUACHI, 2009; TURNER, 2010).

3.3. Doenças e Pragas

Aproximadamente 97% da produção de banana brasileira é consumida internamente, propiciando uma pequena participação brasileira no mercado externo. Atribui-se esta pequena parcela aos altos índices de perdas, à incidência de pragas e doenças na cultura, à precária estrutura comercial e de escoamento da produção, à baixa qualidade da produção e à preferência do consumidor brasileiro por variedades do grupo Prata, enquanto no mercado externo a demanda é por variedades do grupo Cavendish (RANGEL et al., 2002; PINHEIRO et al., 2007).

Tem sido comprovado, em estudos, que o padrão de distribuição das doenças de plantas sofre variações no espaço e é dependente de vários fatores, como o tipo de cultivar e as condições ambientais, além da biologia do patógeno. Dentre os fatores ambientais, a fertilidade do solo e a nutrição mineral das plantas têm sido comprovadamente importantes na predisposição das plantas à infecção dos patógenos. Dessa forma, observa-se que plantas adequadamente nutridas, geralmente, apresentam maior capacidade de estabelecer barreiras de resistência (HUBER, 2002). Em contrapartida, quando se encontram deficientes ou excessivamente nutridas, podem se tornar predispostas à infecção (POZZA e POZZA, 2012).

3.3.1. Sigatoka amarela

A Sigatoka amarela, também conhecida como Mal da Sigatoka ou Cercosporiose, tem como agente etiológico o fungo teleomorfo *Mycosphaerella musicola*, Leach, cuja fase anamorfa é *Pseudocercospora musae* (Zimm.), Deighton (*Cercospora musae* Zimmerman; teleomorfo: *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder). Apesar de ser menos agressiva do que outras doenças como, por exemplo, a Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet), a Sigatoka amarela é considerada a responsável pelos maiores danos na produção de banana, em grande parte, por ser caracterizada como uma doença endêmica no Brasil (CORDEIRO e MATOS, 2000).

A doença foi observada, pela primeira vez, próximo a Biotenzorg, em Java, por Zimmermann, em 1902. No entanto, os primeiros prejuízos de importância foram relatados nas Ilhas Fiji, vale de Sigatoka, em 1912, resultando no nome popular da doença (PHILPOTT e KNOWLES, 1913). No Brasil, a doença foi constatada, inicialmente, no estado do Amazonas, em 1944, estendendo-se, posteriormente, para todos os estados brasileiros (CORDEIRO et al., 2005).

Para que possa ocorrer infecção, produção e disseminação do inóculo da doença, três são os componentes climáticos determinantes: a água, a temperatura e o fluxo de ar. Estações definidas com ausência de alta umidade nas folhas e temperaturas do ar abaixo de 21°C são limitantes (STOVER, 1971 *apud* ROCHA, 2008).

Os tipos de esporos envolvidos no aparecimento da doença são o ascósporo (sexuado) e o conídio (assexuado), os quais têm comportamentos diferentes que se refletem na epidemiologia da doença. A formação dos ascósporos ocorre na prevalência de períodos chuvosos, combinado com temperaturas do ar acima de 21°C. Sua liberação também ocorre essencialmente pela água da chuva, mas são disseminados pelo vento. Já a formação dos conídios ocorre independentemente da chuva, portanto tornando a maior fonte de inóculo em estações secas, embora esses sejam produzidos quando o orvalho está presente e também disseminados pela água. No entanto, a alta concentração de inóculo no ambiente tem propiciado a manutenção de níveis altos da doença, mesmo nos períodos secos. As infecções ocorrem através dos estômatos das folhas jovens, incluindo a folha zero (CORDEIRO et al., 2005).

Os sintomas iniciais são pequenas estrias de cor verde-clara, com, aproximadamente, 1 mm de comprimento, visíveis na superfície superior das folhas. Essas estrias crescem no sentido das nervuras secundárias, expandindo-se e adquirindo forma elíptica, podendo ocorrer a formação de um halo amarelo ao redor delas. O centro da lesão torna-se necrótico e acinzentado. As lesões adquirem formato oval e podem coalescer e afetar grandes áreas da folha (VENTURA e HINZ, 2002).

Os prejuízos causados pela Sigatoka amarela são advindos da morte precoce das folhas e do enfraquecimento da planta, com reflexo imediato na produção. São observados como consequência da doença, diminuição do número de pencas, tamanho dos frutos e maturação precoce dos mesmos ainda no campo, além de perfilhamento lento. A alta severidade da doença impede completamente o desenvolvimento dos frutos, provocando perda total na produção (CORDEIRO et al, 2005).

Para o controle da Sigatoka amarela, faz-se necessária a integração de ações para que se tenha um controle eficiente aliado à sustentabilidade ambiental. Pulverizações com fungicidas, desfolha e cirurgia de folhas doentes, manejo das plantas espontâneas, cultivares resistentes e condução correta do bananal são métodos de controle recomendados para o manejo da doença (MARIN et al., 2003, LAPEYRE DE BELLAIRE et al., 2010 *apud* PERUCH et al., 2015).

3.3.2. O Moleque-da-bananeira

Na cultura da banana ocorre o ataque de inúmeras pragas, dentre as quais se destaca o *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: *Curculionidae*), popularmente conhecido como “Moleque-da-bananeira” ou “broca-da-bananeira”, como a praga mais importante (GOLD et al., 2001). Esse inseto é considerado cosmopolita, pois se encontra distribuído geograficamente em boa parte do planeta e em todas as regiões do Brasil (DANTAS et al., 2011).

É um coleóptero que prejudica a bananeira, pois suas larvas abrem galerias nos rizomas e parte inferior dos pseudocaulis, danificam os tecidos internos e acarretam o tombamento de plantas e redução no tamanho dos cachos, enfraquecimento e queda de plantas, diminuição na produtividade, além servir de porta de entrada para patógenos como do fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, causador do Mal-do-Panamá (MESQUITA, 2003; FANCELLI et al., 2004).

O inseto adulto é um besouro de coloração preta, medindo 9 a 13 mm de comprimento e 3 a 5 mm de largura, com pontuações em quase todo o corpo e estrias longitudinais nos élitros (FANCELLI; ALVES, 1999).

Possui hábitos noturnos, movimentos lentos, abrigando-se da luz nas touceiras, próximo ao solo, entre as bainhas das folhas e restos vegetais das plantas. São insetos holometabólicos, ou seja, possuem metamorfose completa. Os ovos, que são colocados isolados na base dos pseudocaulis, ou nestes já cortados, podem chegar a até 100/fêmea, as larvas eclodem após 5 a 8 dias e são ápodas, enrugadas, com cabeça marrom avermelhada e resto do corpo esbranquiçado, abrem galerias no rizoma, e quando completamente desenvolvidas medem 12 mm de comprimento por 5 mm de largura, com período que varia de 12 a 22 dias. O período de pupa é de 7 a 10 dias, perfazendo um ciclo evolutivo total que pode variar de 27 a 40 dias, de acordo com as condições ambientais (GALLO et al., 1988).

É bastante ativo para ovopositar, alimentar e acasalar, sendo pouco ativo no inverno, pois é sensível a baixas temperaturas (SUPLICY e SAMPAIO, 1982; SILVA, 1985; VIANA, 1992). Apesar de ser uma praga de hábito gregário, com limitada dispersão e raramente alçar voo, mesmo apresentando asas funcionais, o inseto se dispersa, principalmente, através de materiais infestados com ovos, larvas, pupas e/ou adultos, ocorrendo a dispersão de forma passiva (GOLD et al., 1998).

As primeiras manifestações do ataque da broca na bananeira são o aspecto amarelado das folhas e a redução do tamanho dos cachos, além de que as larvas do inseto constroem galerias em todas as direções do rizoma das plantas (ALMEIDA et al., 2006). Assim, é comum no bananal a queda de plantas que já lançaram cachos, já que essas não possuem mais

um sistema radicular vivo, suficiente para aguentar o peso dos mesmos (BATISTA FILHO et al., 2005).

As principais formas de controle desta praga são o controle químico, o biológico, o comportamental e o cultural. O controle químico consiste na utilização de inseticidas sistêmicos com ingrediente ativo carbofuran, que demandam cuidados especiais durante a aplicação (MARTINS e FURLANETO, 2008). Além disso, este princípio ativo se desloca até os frutos, que são comercializados quase na sua totalidade *in natura*, podendo trazer problemas de resíduo (LARA et al., 2000).

Na tentativa de redução dos resíduos e busca por uma forma de controle biológico para a praga, vários estudos com entomopatógenos para o controle do inseto tem sido realizados, com destaque para o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, que também apresentou bons resultados de controle da praga em campo (BATISTA FILHO et al., 1991; BATISTA FILHO et al., 1995a, BATISTA FILHO et al., 1995b; GONODOU et al., 2000, CARBALLO, 2001; JORDÃO et al., 1999; NANKINGA e MOORE, 2000).

O controle comportamental consiste no uso de iscas atrativas que funcionam como armadilhas com feromônio. A utilização das iscas tipo queijo e tipo telha ao mesmo tempo e na mesma área produzem efeitos mais rápidos no controle da praga (MESQUITA, 2003; FAZOLIN et al., 2000; BATISTA FILHO et al., 2002). Além do controle cultural com uso de mudas micropropagadas e variedades com resistência que contribui substancialmente para a redução dos danos causados por essa praga (GOLD; MESSIAEN, 2000).

3.4. Pós-colheita

O fruto da bananeira caracteriza-se como um fruto climatérico, apresentando uma ascensão respiratória e de etileno que marca o início do amadurecimento. O etileno é um hormônio vegetal volátil, que desempenha um papel crucial no estímulo ao amadurecimento dos frutos climatéricos. A emissão de etileno desencadeia rapidamente as modificações que resultam na transformação da banana em um fruto apto para o consumo. Tais transformações envolvem mudanças na aparência, no sabor, no aroma e na textura (VILAS BOAS et al., 2001).

A qualidade dos frutos alcançada no momento da colheita e a manutenção dessas na pós-colheita é muito importante. A banana é colhida antes do completo amadurecimento, porém, no ponto de maturidade fisiológica, por ser uma fruta de padrão respiratório climatérico (BORGES; SOUZA, 2004).

Na banana verde, sensorialmente, se percebe uma forte adstringência determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. Contudo, conforme

amadurece ocorre à polimerização desses compostos, com conseqüente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez (VILAS BOAS et al., 2001). Outra mudança ocasionada pelo amadurecimento é a transformação do amido em açúcares, o que justifica o sabor adocicado do fruto após o amadurecimento (PESSOA e EL-AOUAR, 2009).

Com o amadurecimento, o desverdescimento da casca é a primeira mudança visível, resultante da degradação da clorofila e do aparecimento dos pigmentos carotenóides responsáveis pela coloração amarela (BORGES e SOUZA, 2004). Nessa fase, ocorre a hidrólise do amido e o aumento no teor de açúcares simples, o aumento de ácidos simples e orgânicos (predominando o ácido málico) e a diminuição dos compostos fenólicos. Essas modificações acarretam redução da adstringência, além da liberação de compostos voláteis, fatores responsáveis pelo aroma e sabor, as quais são características fundamentais para a aceitação da fruta (BALLESTERO, 2000).

De modo geral, a acidez cresce paralelamente à velocidade da hidrólise do amido. Considera-se que, na banana verde, o ácido oxálico predomina sobre os ácidos málico e cítrico, porém este ácido diminui com a maturação, dando lugar ao ácido málico. O aumento do teor de acidez favorece o sabor quando relacionado com os açúcares (MATSUURA e FOLEGATTI, 2001).

A ação enzimática também está relacionada à maturação do fruto e as enzimas polifenoloxidase e peroxidase são consideradas as principais responsáveis pelo processo de escurecimento do fruto, principalmente após o descascamento. Os fenóis presentes na polpa sofrem a ação dessas enzimas e, oxidados, dão origem a compostos de coloração escura chamados de melaninas (MELO e VILAS BOAS, 2006).

Entre os parâmetros químicos mais utilizados para avaliar a qualidade pós-colheita da banana estão: o pH, a acidez titulável, o teor de sólidos solúveis, os açúcares redutores, os açúcares não-redutores, os açúcares totais, as substâncias pécticas e o teor de amido (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Devido ao processo de maturação, a banana é um dos frutos que apresenta maior perda por decomposição pós-colheita, visto que é extremamente perecível e não suporta o armazenamento a baixas temperaturas (PONTES et al., 2009). Ribeiro et al. (2010) demonstraram em seu estudo que mais de 20% dos frutos produzidos são perdidos em função da má qualidade de fatores como o armazenamento e o transporte dos produtos para o mercado atacadista. Sendo assim, o processamento parece ser uma alternativa para a redução de perdas ocorridas no período pós-colheita.

O elevado índice de perdas na comercialização de banana no Brasil faz com que, apenas, aproximadamente 50 a 60% da produção atinja a mesa do consumidor (SILVA e

RAMOS, 2009). De acordo com Silva et al. (2004), as causas dessas perdas não estão associadas apenas à distribuição, mas a todos os agentes envolvidos na produção e comercialização da banana no Brasil: lavoura, processo de embalagem, atacado, varejo e consumidor.

Medidas de controle devem ser adotadas, por meio de técnicas pós-colheita adequadas. Sabe-se que para reduzir estas perdas, é necessário melhorar os processos de manejo pós-colheita e conhecer a biologia e os fatores ambientais envolvidos na deterioração, bem como as tecnologias que retardam a senescência e preservam a qualidade dos frutos (AMARANTE; STEFFENS, 2009).

3.4.1. Embalagens biodegradáveis com potencial antimicrobiano

Embalagem para alimentos, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agentes externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações (ANVISA, 2001).

Segundo Quintero *et al.* (2012) várias alternativas têm sido investigadas para minimizar o impacto ambiental dos polímeros convencionais, incluindo a utilização de polímeros biodegradáveis. Em comparação com os polímeros sintéticos, os polímeros naturais têm as vantagens da biodegradabilidade, obtenção à partir de recursos renováveis e serem potencialmente comestíveis.

Biofilmes são materiais biológicos elaborados a partir de proteínas, polissacarídeos, lipídios ou da combinação deles. Para melhorar as propriedades de barreira dos biofilmes, a incorporação de lipídios surge como alternativa para melhoria das características do produto final (BERTAN, 2003).

Coberturas e biofilmes a base de lipídios produzidos com ceras, óleos ou ácidos graxos são efetivos como barreira à umidade, devido ao seu caráter hidrofóbico. Coberturas e biofilmes feitos de polissacarídeos (celulose, pectina, amido, alginatos, quitosana e gomas) apresentam boa barreira a gases (O_2 e CO_2), mas não a água, provavelmente relacionada à alta polaridade deste tipo de filme. As coberturas e biofilmes a partir de proteínas (caseína, gelatina, soja, zeína, glúten e albumina de ovo) são boas barreiras ao O_2 e CO_2 em ambientes com baixa umidade relativa, mas não em alta umidade devido à susceptibilidade do filme em absorver umidade e se dissolver. Filmes e coberturas compostos ou de duas camadas estão sendo investigados, a fim de melhorar as características de permeabilidade, força, flexibilidade e valor nutricional (AMARANTE e BANKS, 2001).

Quando se adiciona um componente hidrofóbico à suspensão formadora do filme, produzem-se filmes compostos, nos quais o componente lipídico atua como barreira ao vapor de água, e a proteína ou polissacarídeo fornecem a barreira ao oxigênio e as características mecânicas necessárias a um bom filme (ANKER et al., 2001).

Dentre as principais vantagens atribuídas a este tipo de embalagem estão: a redução da poluição ambiental, a melhoria das características sensoriais dos alimentos embalados (cor e sabor), além da diminuição da perda de água e o aumento do valor nutricional (CARULO, 2005).

De acordo com Aoyama (2007), a denominação bioplástico é normalmente utilizada para dois tipos diferentes de produtos: plásticos produzidos a partir de matérias-primas renováveis, convertidas em produtos biodegradáveis ou não-biodegradáveis, e plásticos biodegradáveis produzidos a partir de matérias-primas renováveis ou fósseis, também conhecidos como polímeros biodegradáveis.

Os plásticos biodegradáveis, especialmente os provenientes de fontes naturais renováveis, têm sido um foco de interesse para o desenvolvimento de novas tecnologias que visam, entre outros aspectos, a preservação ambiental e a busca de potenciais alternativas de substituição de plásticos convencionais oriundos de fontes petrolíferas (TEIXEIRA, 2007).

Os biopolímeros são materiais poliméricos classificados estruturalmente como polissacarídeos, poliésteres ou poliamidas. A matéria-prima principal para sua fabricação é uma fonte de carbono renovável, geralmente um carboidrato derivado de plantios comerciais de larga escala como cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba; ou um óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma ou outra planta oleaginosa (PRADELLA, 2006).

Segundo Larotonda (2002), a obtenção de embalagens biodegradáveis a partir de recursos renováveis une duas necessidades: a criação de alternativas econômicas para a agricultura familiar brasileira e a diminuição dos impactos ambientais causados pelo uso intenso de embalagens originadas de derivados de petróleo como polietileno, poliestireno etc.

Embalagem ativa é um conceito inovador que pode ser definido como sendo um modo de revestimento no qual a embalagem, os alimentos e a interação destes com o meio ambiente estendem a vida útil do produto enquanto melhoram a sua qualidade (CAGRI et al., 2004).

Segundo Soares (2003), embalagens ativas são aquelas capazes de controlar uma determinada propriedade produto. O objetivo principal dessas embalagens é conservar ou melhorar a qualidade dos alimentos. Os filmes antimicrobianos são uma alternativa ao uso de conservantes em alimentos. A incorporação de diferentes aditivos em materiais usados para embalar alimentos alcança-se uma maior vida de prateleira.

As embalagens ativas vêm sendo usadas em grande número de produtos alimentícios tais como pães, bolos, biscoitos, pizza, massa fresca, croissant, queijo, peixe, carnes (curadas, desidratadas, defumadas) café, chá, leite em pó, feijão, frutas desidratadas, farinhas, vinhos, salgadinhos, frutas e hortaliças, legumes, etc (CUNHA et al., 2007). Vários materiais podem ser incorporados a filmes comestíveis para influenciar as propriedades mecânicas, de proteção, sensoriais ou nutricionais (HAN, 2003).

Os agentes antimicrobianos podem ser incorporados diretamente à matriz polimérica em rótulos, etiquetas ou estar contidos em sachês (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2004). Sua adição nos filmes poliméricos pode ser feita de duas maneiras: incorporação e imobilização. No primeiro caso, há liberação do agente antimicrobiano para o alimento, enquanto na imobilização o composto atua somente em nível de superfície (HAN, 2005).

Diversas substâncias podem ser incorporadas às embalagens ativas, dependendo do alimento, por exemplo, propionatos e sorbatos em pães de forma, nisina em queijo e lactato de sódio em salsichas. O objetivo principal é conservar os alimentos por mais tempo, usando doses menores de aditivos químicos. As embalagens ativas contêm conservantes e aditivos que são liberados progressivamente, evitando, assim, que os alimentos recebam diretamente essas substâncias. Os componentes químicos entram em contato com o produto apenas na superfície, mais susceptível aos fungos e numa quantidade menor do que a permitida pela legislação, mas com o mesmo efeito (REBELLO, 2009).

Nos últimos anos, têm se destacado os desenvolvimentos de embalagens com atividades antimicrobianas. A tecnologia baseia-se no fato de que, na maioria dos alimentos sólidos e semi-sólidos, o crescimento microbiano é superficial, daí um maior contato entre o produto e o agente antimicrobiano (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2004).

Neste sentido, destaca-se a especiaria cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) da família *Myrtaceae*, que é uma planta arbórea, perene, e atinge 10 metros de altura. A copa é bem verde, de formato piramidal. As folhas são ovais, persistentes e de coloração verde brilhante. As flores brancas são agrupadas em inflorescências do tipo cacho e seus botões são colhidos quando sua cor muda de verde para carmim, sendo cuidadosamente dessecados ao sol. O fruto é do tipo baga e de formato alongado. Desenvolve-se em clima tropical e a propagação é feita por sementes (MAZZAFERA, 2003).

Seu óleo é volátil e destilado por arraste a vapor dos botões dessecados, contendo mais de 85%, por volume, de substâncias fenólicas totais, preponderando eugenol (70 a 95%), acetato de eugenila e β -cariofileno. É um líquido incolor ou amarelo-claro, classificado como aromatizante, utilizado nos casos de dispepsia, bronquite crônica e tratamentos dentários (ROBBERS, 1997).

O eugenol, principal constituinte químico do óleo essencial da espécie *S. aromaticum*, exibe comprovadas atividades como antimicrobiano, antiinflamatório, anestésico, anti-séptico, antioxidante, alelopático e repelente (GOBBO NETO e LOPES, 2007). Além de seus efeitos nessas aplicações, os extratos de cravo-da-índia reduzem o número de *Escherichia coli* e outras bactérias durante a armazenagem de sucos, leites e chás (MAU et al., 2001).

Segundo Ranasinghe et al. (2002) o óleo essencial do cravo-da-índia pode ser usado também como agente fungicida no controle de doenças no cultivo da banana e como alternativa em seu tratamento pós-colheita. Como antioxidante natural, reduz a atividade da peroxidase em vegetais folhosos (PONCE et al., 2003).

Costa et al. (2011), avaliaram que o óleo essencial de cravo-da-índia apresentou efetiva atividade fungicida na concentração de 0,15% sobre o crescimento dos fungos *Rhizopus solani*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium solani*. Esses resultados indicam perspectivas favoráveis para posterior uso no controle desses fitopatógenos na agricultura.

O óleo essencial de cravo-da-Índia apresentou acentuada atividade antimicrobiana, quando testado para os microrganismos *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* (diminuindo significativamente a taxa de crescimento) e *S. epidermidis*. O óleo também apresentou atividade contra 26 cepas de *S. epidermidis* isoladas de fluidos de diálise e mostrou-se efetivo, de maneira geral, contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (SCHERER et al., 2009).

Nascimento et al. (2000) relataram o alto potencial antimicrobiano e atividade bactericida frente a bactéria *Pseudomonas aeruginosa* testados com o extrato de *S. aromaticum*. Testes do óleo essencial de cravo da índia mostraram atividade inibitória frente aos fungos *Candida* e *Aspergillus*.

3.4.2. Atmosfera Modificada

Em conservação de frutas em pós colheita existem duas técnicas que são comumente utilizadas, o armazenamento em atmosfera modificada utilizando filmes e ceras, e o armazenamento em atmosfera controlada, armazenamento sob baixa temperatura, utilização de reguladores de crescimento e uso de irradiação (CARVALHO, 1994).

A alteração da atmosfera tem o princípio de reduzir as concentrações de O₂ e aumentar as de CO₂. Com isso, promove redução da atividade respiratória dos frutos e, por consequência, da produção de etileno, que resulta em menor estresse por déficit hídrico, menor perda de água por transpiração, menor perda de turgidez, de peso fresco, de clorofila, de aroma e de valor nutritivo (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A atmosfera modificada é uma tecnologia bastante versátil e aplicável a vários tipos de frutos e hortaliças, sendo relativamente simples e de baixo custo e pode ser estabelecida de duas formas, a atmosfera modificada ativa e a atmosfera modificada passiva (FONTENELE et al., 2010).

Na atmosfera modificada passiva, o produto é acondicionado em embalagem, e a atmosfera é modificada pela própria respiração do produto, em função da permeabilidade da embalagem e da temperatura. Já na ativa, injeta-se inicialmente, no espaço livre da embalagem uma mistura gasosa conhecida, sendo a atmosfera de equilíbrio determinada também pela interação entre o produto, embalagem e ambiente (CIPRIANO, 2010).

Utiliza-se da atmosfera modificada ativa quando é necessário que se estabeleça rapidamente a atmosfera desejada (ARRUDA, 2004). O uso da passiva tem como princípio básico a redução da concentração de O_2 e acréscimo da concentração de CO_2 , buscando-se a extensão da vida útil pós-colheita de frutos (SANTOS et al., 2005).

O permanganato de potássio é um sal inorgânico, com forte ação oxidante, formado pelos íons de potássio (K^+) e permanganato (MnO_4^-). Em pós-colheita de frutas ele é utilizado com a finalidade de reduzir a ação do gás etileno. Esse processo de oxidação pode ser pensado como um progresso em duas etapas. O etileno é inicialmente oxidado em acetaldeído (CH_3CHO) o qual é oxidado para transformar ácido acético (CH_3COOH). O ácido acético pode ser adicionalmente oxidado para dióxido de carbono (CO_2), e água (H_2O). Para atingir este passo final, no entanto, deve se ter permanganato de potássio suficiente disponível para as reações (SORBENTSYSTEMS, 2009)

Tem sido demonstrado que a utilização absorvedores de etileno com permanganato de potássio ($KMnO_4$) para a remoção do etileno retarda o amadurecimento de diversos frutos climatéricos ou não climatéricos.

3.4.2. Desidratação e Secagem

A banana apresenta elevada perda por decomposição pós-colheita visto ser extremamente perecível e não permitir o uso do frio para o armazenamento. Este fato indica que a industrialização é uma das formas mais indicadas para um melhor aproveitamento da produção (SILVA, 1995). Diversos são os produtos que podem ser obtidos da banana: polpa ou purê, néctar, fruta em calda, produtos desidratados (banana liofilizada, flocos e fruta na forma de passa) e doces diversos, incluindo geleias e doce de massa (bananada).

A banana seca ou banana passa apresenta elevado teor de açúcares. Pode ser classificada entre os produtos de alto valor alimentício, facilmente assimilável. Seu valor energético é da ordem de 318 kcal/100g, sendo que 125g por dia bastariam para cobrir um

quarto das necessidades alimentícias de um menino de 10 anos, em valor energético, glicídios, proteínas de origem vegetal, potássio, ferro e magnésio, e um oitavo das necessidades em fósforo, cloro, zinco e vitamina C (TRAVAGLINI *et al.*, 2002).

Segundo Pontes *et al.* (2007), a busca por uma alimentação saudável provocou o aumento no consumo de frutas e produtos desidratados. O aumento na produção desses produtos vem acompanhado da necessidade de estudos a respeito de técnicas de preparo, da qualidade nutricional e sensorial e da segurança do alimento produzido.

Segundo a resolução CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) n°12 (1978) a banana passa é um produto obtido pela eliminação parcial da água da fruta madura, inteira ou em pedaços, por processos tecnológicos adequados. O produto deve ser processadas com frutas sãs e limpas, isentas de matéria terrosa, parasitas e de detritos animais e vegetais. Não deve conter substâncias estranhas à sua composição normal, ou mesmo apresentar fermentações, que indicariam produto em decomposição. O único controle físico-químico estabelecido é o teor de umidade, que deve ser no máximo igual a 25% p/p (BRASIL, 1978).

A secagem ou desidratação é uma técnica utilizada desde a antiguidade para a conservação de alimentos, uma vez que a água afeta de maneira decisiva o tempo de preservação dos produtos, influenciando diretamente sua qualidade e durabilidade (GRENSMITH, 1998). Dentre os processos de desidratação de banana, destacam-se a exposição ao ar quente, a desidratação osmótica e por microondas (KROKIDA *et al.*, 2001; PERUSSELLO *et al.*, 2010).

A secagem artificial utiliza equipamentos em que o alimento é colocado e o processo de desidratação ocorre por um dado período de tempo. Esse processo é classificado como batelada. No entanto, alimento úmido pode ser continuamente colocado no equipamento e alimento seco continuamente removido, sendo classificado com processo contínuo. Na maioria dos processos de secagem artificial, ar quente com uma velocidade de 0,5 m/s a 3 m/s e baixa umidade é utilizado para a transferência de calor por convecção para o alimento, porém os mecanismos de transferência de calor por condução e radiação também ocorrem (CELESTINO, 2010).

O processo de secagem envolve o transporte de umidade do interior para a superfície do alimento. Desta forma, a água nele contida é eliminada, tanto na forma líquida como de vapor. Os valores de tempo e temperatura do processo devem ser bem controlados para evitar danos ao material e alteração nas propriedades físicas e químicas do produto (PONTES *et al.*, 2009).

Como esse mecanismo está baseado na remoção de parte da água do alimento, apresenta papel decisivo em minimizar o crescimento microbiano e na inibição de reações bioquímicas, favorecendo o aumento do tempo de prateleira, maior estabilidade e compactação, o que facilita o transporte do fruto. Além disso, agrega valor ao produto, o que pode levar ao aumento da renda dos produtores do fruto (PESSOA; EL-AOUAR, 2009).

A secagem em camada de espuma consiste em um processo de conservação através do qual o material líquido ou pastoso é transformado em uma espuma estável por meio de batidura e incorporação de ar ou outro gás, usando um agente espumante/estabilizante (albumina, superliga, emustab, etc) que é submetida à secagem com ar aquecido, até o ponto em que impeça o crescimento de microrganismos, reações químicas e/ou enzimáticas. É um método relativamente simples e barato, que se vale da utilização de agentes espumantes que tem a finalidade de manter a espuma estável durante o processo. Dentre as vantagens deste método, destacam-se as menores temperaturas de desidratação e o menor tempo de secagem devido à maior área superficial exposta ao ar, o que aumenta a velocidade de remoção de água. Com isso, obtém-se um produto final poroso e de fácil reidratação (MELO et al, 2013).

4. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. B.; BATISTA FILHO, A.; TAVARES, F. M.; LEITE, L.G.; JUNQUEIRA, L. K. Seleção de isolados de *Beauveria Bassiana* para o controle de *Cosmopolites Sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Rev. O Biológico**, São Paulo, v.68, Suplemento, p.540-542, 2006.
- ALVAREZ, C. E.; ORTEGA, A.; FERNÁNDEZ, M.; BORGES, A. A. Growth, yield and leaf nutrient content of organically grown banana plants in the Canary islands. **Fruits**, v. 56, n.1 p. 17-26, 2001.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 585p. 1999.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. Sachês absorvedores de etileno na pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 71-77, Mar. 2009.
- AMARANTE, C.; BANKS, N. H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **J. Horticultural Reviews**, v. 26, p. 161-238, 2001.
- ANGELIS, B. S.; SILVA, M. A. A. P.; NETO, F. M. **Caracterização química, perfil sensorial e aceitabilidade de novas variedades de banana (*musa ssp*) resistente a Sigatoka-Negra**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2009.
- ANKER, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A. Aging of whey protein films and the effect on mechanical and barrier properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 989-995, 2001.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 88p. 2018.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001.** Aprova o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/390501/ALIMENTOS%2BRESOLU%25C3%2587%25C3%2583O%2B-%2BRDC%2BN%25C2%25BA%2B91%252C%2BDE%2B11%2BDE%2BMAIO%2BDE%2B2001%2B-%2BCrit%25C3%25A9rios%2BGerai.pdf/eee88345-870a-47d3-8767-d84758ee5d29>> Acesso em: 12 fev. 2017.

AOYAMA, K. **Estudo de mercado: Bioplástico. Embaixada do Brasil em Tóquio.** Tóquio: SECOM – Setor de Promoção Comercial, 14 p. 2007.

ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R.; MORETTI, C. J. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 53-58, Mar. 2004.

BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E. Enhanced activity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. associated with mineral oil against *Cosmopolites sordidus* (Germar) adults. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 2, p.405-408, 1995a.

BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E.; OLIVEIRA, J. A. Utilização de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no manejo de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824, em Miracatu, SP. **Rev. O Biológico**, v. 57, n.1/2, p.17-19, 1995b.

BATISTA FILHO, A.; SATO, M. E.; RAGA, A.; LEITE, L. G.; PRADA, A. Flutuação populacional da broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus*, Germar) em Miracatu, SP. **Rev. Ecosistemas**, v.16, p.46-53, 1991.

BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; CARVALHO, A. G. Brocas da bananeira. In: VI Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 2002, São Bento do Sapucaí-SP. **Anais**. v. 1. p. 1-16, 2002.

BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H.M.; RAGA, A. Controle Biológico da Broca da Bananeira. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 2005, Registro. **Anais**. Registro: IB/APTA/UNESP, p.1-9. 2005.

BERTAN, L. C. **Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos a base de gelatina, ácidos graxos e breu branco.** 2003. 148 f. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C. Teores padrões de nutrientes nas folhas de bananeira cv. Pacovan sob irrigação. In: FERTBIO (Rio de Janeiro) 20002, **Anais...** SBCS Rio de Janeiro. 1 CD ROM. 20002.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; RITZINGER, C. H. S. P.; ALMEIDA, C. O. de; COELHO, E. F.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; SOUZA, L. da S.; LIMA, M. B; FANCELLI, M.; FOLEGATTI, M. I. da S.; FILHO, P. E. M.; SILVA, S. de; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **A cultura da banana/ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, - 3. ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, (Coleção Plantar, 56), 110p. 2006.

BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A.; OLIVEIRA, S. L. Adubação nitrogenada e potássica para bananeira cv. Prata-Anã irrigada: produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 2, p. 179-184, 1997.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, A. M. G. **Adubando para Alta Produtividade e Qualidade Fruteiras Tropicais do Brasil.** Traduzido por: CRISÓSTOMO, L. A. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. 2009.

BORGES, A. L.; SOUZA, L.S. (Ed.). **O cultivo da bananeira.** Cruz das Almas - BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 279 p. 2004.

BRASIL, Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 - **Frutas secas ou dessecadas**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_frutas_secas.htm> Acesso em: 12 fev. 2017.

CAGRI, A.; ZEYNEP, U.; RYSER, E. T. Antimicrobial edible films and coatings. **Journal Food Protection**, v.67, n.4, p.833-848. 2004.

CANTARUTTI, R. B.; MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; VENEGAS, V. H. A.; LIMA, S. Efeitos das doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e a qualidade de bananas Prata Anã. In. **Anais...XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Fortaleza, CE. 2000.

CARBALLO, M. Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. **Rev.Manejo Integrado de Plagas y agroecologia**, Turialba, n.59, p.22-30, 2001.

CARULO, M. F., **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes ativos contendo sorbato de potássio, feitos de alginato de cálcio e ácidos graxos**. 2005. 75f. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

CARVALHO, V. D. de. **Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 48-54, 1994.

CELESTINO, S. M.C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 51 p. 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**. Fisiologia e Manuseio. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005.

CIPRIANO, A. K. de A. L.; SILVA, G. R.; MACHADO, A. V.; ARAUJO, F. M. C. Utilização de atmosfera modificada passiva e ativa na conservação pós-colheita do caju (*Anacardium occidentale L.*). **Anais da 62ª Reunião Anual da SBPC**, Natal, RN. UFRN, Jul. 2010.

CORDEIRO Z. J. M.; MATOS A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In KIMATI, H. e al. (Ed.) **Manual de Fitopatologia**. 4ª ed. v. 2. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 119-143. 2005.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Doenças fungicas e bacterianas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (org). **Banana Fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, p. 36-65. 2000.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; RESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n.2, p.240-245, 2011.

CUNHA, L. R.; SOARES, N. F. F.; ASSIS, F. C. C.; MELO, N. R.; PEREIRA, A. F.; SILVA, C. B. Desenvolvimento e avaliação de embalagem ativa com incorporação de lactase. **Ciênc. Technol. Aliment**, Campinas, 27(supl.): 23-26, ago. 2007.

DANTAS, D. J.; MEDEIROS, A. C; NUNES, G. H. S.; MENDOÇA, V.; MOREIRA, M. A. B. Reação de cultivares de bananeira ao *Cosmopolites sordidus* no Vale do Açu - RN. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p.152-155, 2011.

FANCELLI, M. P. In: ALVES, E. J. **Cultura da banana: Aspectos Técnicos, Socioeconômicos e Agroindustriais**. Brasília, DF: Embrapa. Capítulo XIV, p. 409-452. 1999.

FANCELLI, M.; ALVES, E. J. Principais pragas da cultura. In: ALVES, E. J. (Ed.). **Cultivo de bananeira tipo Terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.105-116. 2001.

- FANCELLI, M.; DIAS, A. B.; JESUS, S. C.; DELALIBERA JÚNIOR, I.; NASCIMENTO, A. S.; SILVA, S. O. **Controle biológico de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) pelo fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 102. 3p. 2004.
- FAO – Organização das Nações Unidas para alimentação e a agricultura. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade.** Nota Técnica. 2013 – disponível em: <<https://www.fao.org.br/dacatb.asp>>. Acesso em: 29 nov. 2015.
- FAZOLIN, M.; LEDO, A. da S.; AZEVEDO, F. F. de. **Manejo preventivo da broca-do-rizoma da bananeira no Acre.** Comunicado Técnico, 110. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 3p. 2000.
- FONTENELE, M. A.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; ALVES, R. E.; SOUSA, P. H. M. A.; SOUZA, V. A. B. Conservação pós-colheita de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sob refrigeração e embalado em PVC. **Revista Ceres**, 2010.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. D.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. G.; VENDRAMIN, J. D. **Manual de entomologia agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 649p. 1988.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Revista Química Nova**, v30: p. 374-381, 2007.
- GODONOU, I.; GREEN, K. R.; ODURO, K. A.; LOMER, C. J.; AFREH-NUAMAH, K. Field evaluation of selected formulations of *Beauveria bassiana* for the management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) on plantain (*Musa spp.*, AAB group). **Biocontrol Science and Technology**, v.6, n.10, p.779- 788, 2000.
- GOLD, C. S.; MESSIAEN, S. **The banana weevil *Cosmopolites sordidus*.** Musa Pest Fact Sheet. n. 4. INIBAP, 4 p. 2000.
- GOLD, C. S.; PENA, J. E.; KARAMURA, E. B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews.** Springer, Netherlands. 6: 79-155. 2001.
- GOLD, C. S.; RUKAZAMBUGA, N. D. T. M.; KARAMURA, E. B.; NEMEYE, P.; NIGHT, G. Recent advances in banana weevil biology, population dynamics and pest status with emphasis on East Africa. In: **WORKSHOP ON BANANA IPM HELD**, 1998, Nelspruit. Proceedings... Nelspruit: INIBAP, p.35-50. 1998.
- GREENSMITH, M. **Practical dehydration.** 2ed. Florida-USA: CRC Press, 274p, 1998.
- HAN, J. H. Antimicrobial food packaging. In: AHVENAINEN, R. Ed. **Novel food packaging techniques.** Washington, CRC Press. p. 69-89, 2003.
- HAN, J.H. Antimicrobial packaging systems. In: HAN, J. H. Ed. Innovations in food packaging. Baltimore, **Elsevier Science e Technology Books.** p. 80-107, 2005.
- HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; SOUZA, A. P.; GHEYI, H. R.; SANTOS, H. C. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de macronutrientes em seis cultivares de bananeira irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- HUBER, D. M. Relationship between mineral nutrition of plants and disease incidence. In: WORKSHOP RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS E INCIDENCIA DE DOENÇAS, 1., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS, 2002.
- JORDÃO, A. L.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; BERIAM, L.; ALMEIDA, J. E. M. Caracterização e eficiência de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill no controle de

- Cosmopolites sordidus. **Rev. Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.66, n.2, p.107-111, 1999.
- KROKIDA, M. K.; TSAMI, E.; MAROULIS, Z. B. Kinetics on color changes during Drying of some fruits and vegetables. **Rev. Drying Technology**, v.16 n.3-5, p.667-685, 2001.
- LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S., ed. **Bananas and plantains**. London, Chapman & Hall, p.258-316. 1995.
- LAPEYRE DE BELLAIRE L.; FOURÉ, E.; ABADIE, C.; CARLIER, J. Black leaf streak is challenging the banana industry. **Rev. Fruits** v. 65. p. 327-342. 2010. *Apud* PERUCH, L. A. M.; MEDEIROS, A. M.; ALBUQUERQUE JUNIOR, C. L. Biomassa cítrica e fungicidas combinados com desfolha no controle da Sigatoka Amarela em banana “Prata”. **Rev. Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.3, p.234-238, 2015.
- LARA, F. M.; SARGO, H. L. B; CAMPOS, A. R.; BARBOSA, J. C. Preferência de *Cosmopolites sordidus* GERM. (Coleóptera: Curculionidae), por genótipos de bananeira, em condições de laboratório. **Rev. Ecosistema**, Espírito S. do Pinhal, v. 25, n.1, p.35-38, 2000.
- LAROTONDA, F. D. S. **Desenvolvimento de biofilmes a partir da fécula de mandioca**. 2002. 80f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. D. S. F. Avanços na bananicultura brasileira. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 29–36, out. 2011.
- MAHOUACHI, J. Changes in nutrient concentrations and leaf gas exchange parameters in banana plantlets under gradual oil moisture depletion. **Rev. Scientia Horticulturae**, v.120, p.466-469, 2009.
- MARÍN D. H.; ROMERO, R. A.; GUZMAN, M.; SUTTON, T. B. Black sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. **Rev. Plant Disease**. v. 87. p. 208-222. 2003.
- MARTINS, A. N.; FURLANETO, P. P. B. Bananicultura: pesquisas voltadas para a agricultura familiar. **Rev. Tecnologia e Inovação Agropecuária**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 77-86. 2008.
- MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. (Ed.). **Banana: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA-SCT; EMBRAPA-CNPMP, 71p. 2001.
- MAU, J. L.; CHEN, C. P.; HSIEH, P. C. Antimicrobial effects of extracts from Chinese chive, cinnamon and corn fructus. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49:183-188, 2001.
- MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Rev. Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.231-238, jun. 2003.
- MELLO, K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FERNANDES, T. K. S.; BEZERRA, M. C. T. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. **Rev. Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 10-17, 2013.
- MELO, A. A. M.; VILAS-BOAS, E. V. B. Inibição do escurecimento enzimático de banana 'Maçã' minimamente processada. **Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 110-115, mar. 2006.
- MELO, E. L.; LOPES, J. S.; DEODORO, R. N.; MARUYAMA, U.; GUIMARÃES, A. A. O desafio do planejamento de demanda no setor hortifrutigranjeiro: um estudo de caso da Empresa Nova Casbri. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Alagoas: UFAL, 2013. Disponível em: <www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/45318548.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

- MESQUITA, A. L. M. **Importância e Métodos de Controle do Moleque ou Broca-do-Rizoma-da-Bananeira**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, Circular Técnica n. 17. 5p. 2003.
- MOREIRA, R. S.; CORDEIRO, Z. J. M. A história da banana no Brasil. In: REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17. 2006, Joinville. **Anais...** Joinville: ACOBART/ACAFRUTA, v. 1, p. 48-83. 2006.
- NANKINGA, C. M.; MOORE, D. Reduction of Banana Weevil Populations Using Different Formulations of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*. **Rev. Biocontrol Science and Technology**, v.10, n.5, p.645-657, 2000.
- NASCIMENTO, G. G. F.; LOCATELLI J.; FREITAS, P. C.; Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic – resistant bacteria. **Brazilian Journal of Microbiology**, 31:247- 256, 2000.
- NOMURA, E. S.; JUNIOR, E. R. D.; FUZITANI, E. J.; AMORIM, E. P.; OLIVEIRA E SILVA, S. de. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo - Brasil. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal , v. 35, n. 1, p. 112-122, Mar. 2013.
- OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, P. A. P. L. V. Revisão: Principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, 7: 161-165, 2004.
- PAM - **Produção Agrícola Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática de dados – SIDRA IBGE-PAM, 2017. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2017_v44_br_informativo.pdf> Acesso em: 10 fev. 2018.
- PAULL, R. E.; DUARTE, O. **Tropical fruits**. 2nd ed. Oxford: CAB International, v.1, 400p. 2011.
- PERUSSELLO, C. A; MARIANI, V. C; MENDES, L. A. Development of a Linear Heat Source Probe and Determination of Banana Thermal Conductivity. **International Journal of Food Engineering**, Curitiba, v. 6, out. 2010.
- PESSOA, T. R. B.; EL-AOUAR, A. A.; **Avaliação do processo de obtenção de farinha da casca de banana (*Musa sapientum*) das variedades Prata, Pacovan e Maçã**. 2009, 121f. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, 2009.
- PHILPOTT, J. C.; KNOWLES, C. H. **Report on a visit to Sigatoka**. FIJI: Phamphlet Of the Department of Agriculture, 1913.
- PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; ALVES, A. P.; LA SELVA, M. Amadurecimento de bananas ‘maçã’ submetidas ao 1- meilciclopropeno (1-MCP). **Rev. Brasileira de Fruticultura**. v. 29. n.1. p.1-4. 2007.
- PONCE, A. G.; VALLE, C. E.; ROURA, S. I. Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss Chard. **Rev. Lebensm Wiss Technol.**, v. 37, p. 679-784, 2003.
- PONTES, S. F. O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa Sapientum*) desidratada**. 2009, 86f. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, como parte integrante das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração em Engenharia de processos de Alimentos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2009.

- PONTES, S. F.; BONOMO, O. R. C. F.; PONTES, L. V.; RIBEIRO, A. C.; CARNEIRO, J. C. S. Secagem e avaliação sensorial de banana da Terra. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.9, n.2, p.143-148, 2007.
- POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A. Relação entre nutrição e as doenças de plantas: implicações práticas. In: SIMPOSIO AVANÇOS NA OTIMIZAÇÃO DO USO DE DEFENSIVOS AGRICOLAS NO MANEJO FITOSSANITÁRIO, 12 2012, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. 2012.
- PRADELLA, J. G. C. **Biopolímeros e Intermediários Químicos**. Relatório técnico nº 84396-205, Centro de Tecnologia de Processos e Produtos, Laboratório de Biotecnologia Industrial – LBI/CTPP, 2006.
- PRILL, M. A. S.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; CHAGAS, E. A. Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas 'Prata-Anã' cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 990-1003, 2012 .
- QUINTERO, R. I.; GALOTTO, M. J.; GUARDA, A.; RODRÍGUEZ, F. J.; BRUNA, J.E. Preparation and characterization of cellulose acetate butyrate/organoclay nanocomposite with antimicrobial activity. **Anais...** Foz do Iguaçu: IUFOST, 2012.
- RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu-SP. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1092–1101, 2009
- RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. pathogens isolated from banana. **Rev. Lett Appl Microbiol** 35: 208-211, 2002.
- RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C.; TONET, R. M. **Cultura da banana**. 2. ed. Campinas, SP: CATI, 91p. 2002.
- REBELLO, F. F. P. Novas tecnologias aplicadas às embalagens de alimentos, **Rev. Agrogeoambiental**, dez. 2009.
- RIBEIRO, W. S.; COSTA, L. C.; ALMEIDA, E. I. B.; CARNEIRO, G. G.; BARBOSA, J. A. Procedência, qualidade e perdas pós-colheita de banana Pacovan o mercado atacadista da Empresa de Campina Grande, PB. **Rev. Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v. 4, n. 3, p. 33-42, 2010.
- ROBBERS, J. E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V. E. **Farmacognosia e farmacobiotechnologia**. São Paulo: Premier, 372p. 1997.
- ROBINSON, J. C.; GALÁN SAÚCO, V. **Bananas and plantains**. 2nd ed. Oxford: CAB International, 311p. 2010.
- SANTOS, J. C. B.; VILAS BOAS, E. V. B.; PRADO, M. E. T.; PINHEIRO, A. C. M. Avaliação da qualidade do abacaxi "Pérola" minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Rev. Ciência e Agrotecnologia**, 29:353-361, 2005.
- SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Rev. bras. plantas med.** vol.11, n.4, pp. 442-449. 2009.
- SILVA, C. G. **Estudo do comportamento da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (GERMAR, 1824) (Col.: Curculionidae), visando ao seu controle**. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas na Área de Entomologia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1985.
- SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 250p. 1995.

- SILVA, L. B.; NASCIMENTO, J. L. do.; NAVES, R. V.; FERREIRA, P. H. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Rev. Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 32, n. 2, p 93-98, 2004.
- SILVA, M. B. L., RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p.551-554, 2009.
- SILVA, S. F.; DIONÍSIO, A. P.; WALDER, J. M. M. Efeitos da Radiação gama em banana "Nanica" (*Musa* sp., Grupo Aaa) irradiada na fase pré-climatérica. **Rev. Alimentação Nutrição**, Araraquara-SP, v. 18, n. 3, p. 331-337, 2007.
- SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SILVEIRA, J. R. S. Bananeira. In: BRUCKNER, C. H. (Org.). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa-MG, v. 1, p. 101-157. 2002.
- SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A.; PEREIRA, C. F.; RODRIGUEZ, M. A. D. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 919 –931, 2013.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; ALVES, A. N.; SILVA, F. V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras "Prata Anã" e "Grand Naine". **Rev. Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2054-2058, 2008.
- SOARES, N. F. Embalagens ativas: tecnologia de alimentos. **Rev. Minas Faz Ciência**, n.9. 2003.
- SORBENTSYSTEMS. **The problem: Ethylene Gas**. Disponível em: <<http://www.sorbentsystems.com/epaxtech.html>> Acesso em: 27 nov. 2015.
- SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización**. 3.ed. San José: Imprenta Lil, 1 CD-ROM. 2000.
- STOVER, R. H. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*). **Rev. Tropical Agriculture**, v.48, n.3, p. 185-196. 1971. *Apud* ROCHA, H. S. Epidemiologia da Sigatoka amarela, quantificação de fenóis em variedades de bananeiras e análise filogenética de isolados de *Mycosphaerella musicola* utilizando microsatélites. 2008. 125f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- SUPLICY FILHO, N.; SAMPAIO, A. S. Pragas da bananeira. **Rev. O Biológico**, São Paulo, v.48, n.7, p.169-182, 1982.
- TEIXEIRA, E. M. **Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos**. 2007, 201f. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2007.
- TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SILVEIRA, E. T. F. Desidratação de Frutas. In: AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de Frutas e Hortaliças**. Campinas: ITAL, Cap. 3, p.3-1 a 3-19. 2002.
- TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A. The physiology of banana (*Musa* spp.) fruit growth – factors that affect bunch initiation. In: **REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EM INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO INTEGRAL DE LAS MUSÁCEAS (BANANO Y PLÁTANO)**, 19 ACORBAT, 2010, Medellín, Colômbia. Memoires – procedings. p.291-296. 2010.
- ULLMANN, S. **Características Botânicas da Banana**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpfruta/banana/t%20cabot.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

VENTURA, J. A.; HINS, R. H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L. et al. (ed). **Controle de doenças de plantas frutíferas**, Viçosa, MG: UFV. v. 2, p. 839-938. 2002.

VIANA, A. M. M. **Comportamento de agregação e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) mediado por semioquímicos, em olfatômetro**. 1992, 75f. Tese de Doutorado (“Magister Scientiae” de Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa. 1992.

VILAS BOAS, E. V. B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. Características da fruta. In: _____. **Banana pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA - Série Frutas do Brasil, 16. p. 15-192001.

VOSSELEN, V. A.; VERPLANCKE, H.; RANST, V. E. Assessing water consumption of banana: Traditional versus modelling approach. **Rev. Agricultural Water Management**, v.74, p.201-218, 2005.

PARTE I - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE 4 CULTIVARES 'GRAND NAINÉ', 'PRATA ANÃ', 'BRS TROPICAL' E 'BRS CONQUISTA' EM FUNÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO

CAPÍTULO 1 - Desempenho agrônômico e qualidade de bananas da cultivar ‘Grand Naine’ em função de diferentes reposições hídricas e adubação nitrogenada.

Agronomic performance and banana quality of 'Grand Naine' cultivar in function of different water replenishments and nitrogen fertilization.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; José Ricardo Peixoto^{II}, Marcio de Carvalho Pires^{III}; Michelle Souza Vilela^{IV}, Marcus Vinicius Santana^V.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{IV}Eng Agrônoma Dra., Professora, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: michellevilelaunb@gmail.com

^VEng Agrônomo Dr., Técnico, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br

RESUMO

A bananeira é uma planta que requer uma alta demanda hídrica e nutricional para alcançar elevados rendimentos. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘Grand Naine’ sob diferentes doses de adubação nitrogenada e volumes de reposição hídrica, pelo período de quatro anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. No ensaio foram utilizadas mudas da cultivar, oriunda de cultura de tecidos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e as subparcelas por 5 doses de adubação nitrogenada (ureia), 40 – 165 – 290 – 415 – 540 g por cova em 6 aplicações anuais. As variáveis respostas avaliadas foram produtividade total (kg), produtividade estimada por hectare (t.ha⁻¹.ano⁻¹), número de frutos estimado por hectares, número de pencas por cacho, número de frutos por penca, número de frutos por cacho, peso médio por fruto (g), comprimento de fruto (cm), diâmetro do fruto (cm) e relação comprimento e diâmetro. O desempenho agrônômico, produtividade estimada por hectare, da cultivar ‘Grand Naine’ foi afetado pela interação da reposição hídrica e adubação nitrogenada, sendo recomendado o volume de reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹ e a dose

de N de 165 Kg.ha⁻¹, que propiciaram o maior resultado. O aumento da adubação nitrogenada influenciou negativamente a qualidade do fruto, comprimento e diâmetro.

Palavras-chaves: *Musa spp*; Produção; Nutrição; Irrigação; Características dos frutos

ABSTRACT

The banana is a plant that requires high water and nutritional demand to achieve high yields. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance and fruit quality of the 'Grand Naine' banana under different doses of nitrogen fertilization and water replenishment volumes, for a period of 5 years, under the edaphoclimatic conditions of the Federal District. In the assay, seedlings of the Grand Naine banana variety from tissue culture used. The experimental arrangement was in subdivided plots, and the plots consisted of 5 volumes of water replenishment, equivalent to 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 and 2.066 mm.year⁻¹, and the subplots for 5 doses of nitrogen fertilization (urea), 40 - 165 - 290 - 415 - 540 g per pit in 6 annual applications. The evaluated variables were total productivity (kg), estimated productivity per hectare (t.ha⁻¹.year⁻¹), number of fruits estimated per hectare, number of leaves per cluster, number of fruits per tree, number of fruits per bunch, average weight per fruit (g), fruit length (cm), fruit diameter (cm) and length and diameter ratio. The agronomic performance, estimated yield per hectare, of the 'Grand Naine' cultivar was affected by the interaction of the water replenishment and nitrogen fertilization, being recommended the volume of water replenishment of 1,566 mm.year⁻¹ and the dose of N of 165 Kg.ha⁻¹, which provided the greatest result. The increase in nitrogen fertilization impaired fruit quality, length and diameter.

Keywords: *Musa spp*; Production; Nutrition; Irrigation; Characteristics of fruits

INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta amplamente consumida pelos brasileiros e a segunda planta mais produzida no país. Em 2017, a produção de banana do Brasil foi de 7,185 milhões de toneladas, numa área de 486,8 mil hectares (ANUARIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

A bananeira do tipo Nanica engloba os subgrupos Cavendish e Gros Michel e constitui a base do mercado nacional e para exportação de banana (SOTO-BALLESTERO, 2008). Dentre as cultivares exploradas comercialmente se destacam a Gran

Naine, Willians e Nanicao (NOMURA et al., 2017).

A bananeira Grand Naine é uma cultivar triploide homozigota (AAA), do subgrupo Cavendish, com alta capacidade produtiva, forma uma extensa área foliar e um vigoroso pseudocaule verde com manchas escuras e porte médio, que lhe confere grande resistência aos ventos. Os cachos são ligeiramente cônicos, frutos delgados, longos, encurvados, com ápices arredondados, pedicelos curtos e a polpa madura tem sabor muito doce (MOREIRA, 1999). É resistente ao mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*), entretanto é suscetível à Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*) e negra (*Mycosphaerella fijiensis*) (MANICA, 1998; NOMURA e SAES, 2013).

Comparada com a Nanica, a cultivar Grand Naine cresce entre 2 e 3 metros, apresenta uma roseta foliar menos compacta; a cor do pseudocaule, entretanto, é idêntica. A parte superior da planta (bainha-pecíolo) é marcadamente cerosa. Tanto o pecíolo como o limbo, na parte inferior das folhas, possuem cerosidade. A cor do pecíolo e da nervura central varia entre o verde-claro e o amarelo-pálido esverdeado. O cacho apresenta forma ligeiramente cônica. Pesa de 31 kg a 40 kg, possui de 9 a 11 pencas, com 12 a 31 dedos cada uma. O fruto tem porte entre mediano e grande (comprimento cinco vezes maior que o diâmetro), mede de 16 cm a 25 cm e pesa de 95 g a 260 g. O sabor da polpa madura é idêntico ao da Nanica. A cor do pedúnculo ou engaço varia entre o amarelo-esverdeado e verde-claro. As brácteas são de tom púrpura por fora e amarelo-esverdeado pálido por dentro. As que se situam a partir da metade da ráquis masculina até o coração são persistentes. O coração tem ápice agudo e ombro alto. O ciclo vegetativo é de 10,5 a 12 meses, com um período de 7 a 8 meses entre o plantio e o florescimento, e de 3,5 a 4 meses, do florescimento à colheita (CORDEIRO et al., 2000; GONÇALVES, 2018).

A bananeira possui crescimento rápido e requer, para seu bom desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de água e nutrientes prontamente disponíveis. Os nutrientes podem ser supridos pelo solo e pelos resíduos das colheitas. No entanto, para produções

economicamente rentáveis, sempre há a necessidade da aplicação de corretivos e fertilizantes, pois geralmente os solos da maioria das regiões produtoras de banana são ácidos e pobres em nutrientes (NOMURA, 2016)

O nitrogênio (N) é um mineral importante no início da emissão das folhas até a emissão da inflorescência (BORGES et al., 2002). Segundo Silva et al. (2012), este nutriente desempenha um papel fundamental no processo de fotossíntese, devido ao fato de ser imprescindível a formação da molécula de clorofila. Além disso, é constituinte de moléculas de aminoácidos e proteínas, é integrante de bases nitrogenadas e ácidos nucléicos, além de participar nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração e diferenciação celular.

O nitrogênio tem função estrutural na planta, fazendo parte de moléculas de aminoácidos e proteínas, além de ser constituinte de bases nitrogenadas e de ácidos nucléicos. Participa direta e indiretamente de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 1997, NOMURA, 2016).

Segundo Moreira (1999), o nitrogênio participa como enzima na formação de vitaminas e coenzimas, produz os nucleotídeos que geram os ácidos nucléicos das células, controla a síntese e a formação das moléculas de proteínas, as quais se deslocam facilmente das folhas mais velhas para as mais novas, regula a produção dos carboidratos, exerce controle na absorção do K e responsável pelo aroma da banana.

É um nutriente muito importante para o crescimento vegetativo da planta, na emissão e desenvolvimento dos filhos, além de aumentar a quantidade de matéria seca da planta. Desta forma, a maior demanda deste nutriente concentra-se desde o plantio até a emissão da inflorescência, sendo que após este período há redução de sua absorção até a colheita (BORGES et al., 2002). Segundo Teixeira et al. (2014), a recomendação de adubação nitrogenada varia de 120 a 500 Kg ha⁻¹, de acordo com a produtividade esperada.

Além dos aspectos nutricionais outro fator fundamental para o melhor desempenho agrônômico das bananeiras consiste na disponibilidade constante de água para o desenvolvimento da planta. Desta forma em regiões com escassez de chuva é necessário a implantação de sistema de irrigação para garantir produtividade.

O déficit hídrico em solos cultivados com bananeiras diminui o número e o crescimento das raízes, aumenta o tempo para emissão completa de uma folha, a bainha não desenvolve por completo, as folhas ficam amontoadas, o limbo dobra-se sobre a nervura central da folha e em déficit muito intenso o pecíolo pode se romper. Uma plantação de bananeiras pode consumir de 900 a 1800 mm de água do crescimento até a colheita do cacho (MANICA, 1997).

O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘Grand Naine’ sob diferentes doses de adubação nitrogenada e volumes de reposição hídrica.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido, no período de dezembro de 2012 a junho de 2018, na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL-UnB) de propriedade da Universidade de Brasília, numa área de coordenadas geográficas médias em torno de 15° 56’ S e 47° 56’ W e altitude de 1.080 m.

A classificação climática da região, pelo método de Köppen, é do tipo Aw e apresenta duas estações climáticas bem definidas: a estação seca, que se inicia no final do mês de abril e se estende até setembro, e uma estação chuvosa, que se inicia em outubro e vai até meados do mês de abril com precipitação média anual de 1.500 mm.

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máximas, médias e mínimas mensais, foram registrados e fornecidos pelo Posto Meteorológico instalado na unidade da FAL-UnB, e encontram-se representados na Figura 1.

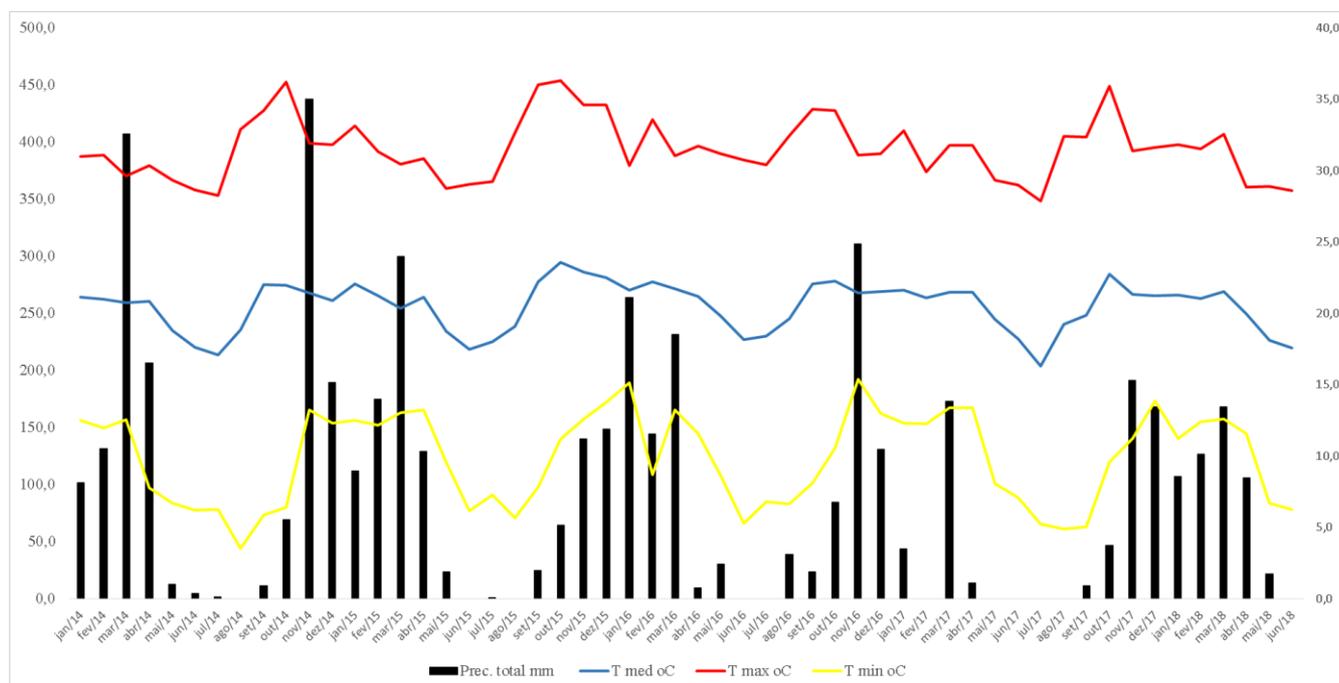


Figura 1. Dados meteorológicos de temperatura mensal média, máxima e mínima e Precipitação, entre Janeiro de 2014 e Dezembro de 2018 obtidos na Estação Experimental da Fazenda Água Limpa – UnB (Fonte: Base de Dados da Estação Automática – Laboratório de Agroclimatologia – UnB).

O Distrito Federal apresenta uma temperatura média de 20,5°C que é favorável ao cultivo de banana em quase toda totalidade do ano, entretanto, verificou-se a ocorrência de temperaturas noturnas subótimas, abaixo de 12°C durante o inverno seco (junho a setembro), coincidente com florescimento e enchimento de frutos de parte das plantas, o que favorece a ocorrência de “chilling”, resultando em baixa produtividades e coincidindo com as fases de estabelecimento da cultura podem desfavorecer o desenvolvimento das plantas.

O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho- Amarelo de relevo suave com 4% de declividade. Amostras do solo foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, para determinação das características químicas e físicas. As informações relativas a análise do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise físico-química do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento. Brasília, DF, 2014.

Prof. cm	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	H ⁺ Al me/100cm ³	Al	P	K	Ca	Mg	M.O %
0-20	5,03	4,68	6,41	3,42	0,60	84,00	249,20	69,84	3,70
20-40	5,03	4,61	6,86	5,04	0,00	40,00	142,80	44,24	2,84
Granulometria									
Areia			Silte			Argila			
-----g.Kg ⁻¹ -----									
277,35			120,29			602,30			

De acordo com a análise físico-química, o solo onde o experimento foi implantado apresentou um elevado teor de argila (602,3 g.Kg⁻¹ de solo), sendo classificado como um solo argiloso, de acordo com o triângulo textural proposto por Lemos e Santos (1984).

1.2.2. Instalação do experimento

No ensaio, foram utilizadas mudas da cultivar Grand Naine, oriunda de cultura de tecidos. Estas, inicialmente, foram transplantadas em sacos de polietileno, com capacidade de 3 litros de solo, sendo cultivadas em condições de viveiro telado. Durante esse período, as mudas foram irrigadas por aspersão com uma lâmina líquida de 3 mm por irrigação, com turno de rega de 2 dias.

Após a aclimatação, as mudas foram transplantadas em uma área onde foi instalado o pomar. Essa área foi previamente preparada por meio de uma gradagem. As covas foram abertas, com o auxílio de retroescavadeira, com um espaçamento de 3,0 m x 3,0 m e dimensões de 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m. Em seguida, foi realizado a correção do solo com 200

gramas de calcário dolomítico por cova, e a adubação com 500 gramas de Superfosfato Simples, 200 gramas de Termofosfato Magnésiano (Yoorin®) e 50 gramas de FTE por cova.

Após o plantio das mudas no campo em dezembro de 2012, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, constituído por conjunto de moto-bomba de 10 cv, uma linha principal de 50 mm de diâmetro, 1 filtro de discos, 8 linhas de derivação de 32 mm de diâmetro e 60 linhas laterais de 16 mm de diâmetro e dois gotejadores por cova. Nas linhas laterais foram instalados gotejadores, cujas vazões são de 2 litros por hora, 4 litros por hora, 8 litros por hora. As irrigações foram feitas em turno de rega de dois dias.

Cada unidade operacional foi composta por 40 linhas laterais, sendo duas linhas para cada fileira de planta, e duas linhas de derivação. Cada linha lateral foi constituída por tubos de polietileno com diâmetro interno de 16 mm. Nas linhas laterais foram inseridos gotejadores com as seguintes vazões são de 2, 4 e 8 litros por hora ($L.h^{-1}$), de forma a possibilitar vazões de 4, 8, 16, 24 e 32 $L.h^{-1}$. Nas linhas de derivação foram utilizados tubos de PVC soldável com o diâmetro interno de 32 mm.

A vazão de 4 $L.h^{-1}$ foi formada utilizando um gotejador de 2 $L.h^{-1}$ por linha lateral, totalizando dois gotejadores por cova. Esses gotejadores foram alocados no centro da cova e espaçados a cada 3,0 metros. A vazão de 8 $L.h^{-1}$ foi obtida a partir da utilização de dois gotejadores de 2 $L.h^{-1}$ por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. A vazão de 16 $L.h^{-1}$ foi obtida utilizando dois gotejadores de 4 $L.h^{-1}$ por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. Já a vazão de 24 $L.h^{-1}$ foi formada utilizando um gotejador de 4 $L.h^{-1}$ e um gotejador de 8 $L.h^{-1}$ por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. Por fim, a vazão de 32 $L.h^{-1}$ foi obtida a partir da utilização de dois gotejadores de 8 $L.h^{-1}$ por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova.

Nos tratamentos de 4, 16, 24 e 32 $L.h^{-1}$, os gotejadores foram alocados a 0,5 m do centro da cova, tendo um espaçamento de 1,0 metro dentro o conjunto de gotejadores. O espaçamento utilizado entre os conjuntos de gotejadores foi de 2,0 metros. O espaçamento utilizado entre as linhas laterais foi de, aproximadamente, 0,5 metro.

As irrigações foram feitas em conformidade com o turno de irrigação de dois dias no período de abril a outubro. O número total de irrigações, o tempo de irrigação, bem como as reposições hídricas aplicadas estão descritos na tabela 2. O controle da precipitação pluvial foi feito na estação agrometeorológica da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB).

1.2.3. Delineamento

O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, 3,26 – 3,60 – 4,29 – 4,97 – 5,66mm, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹, e as subparcelas por 5 doses de adubação nitrogenada, 0, 120, 240, 360 e 480 g por cova em 6 aplicações anuais. A subparcela foi representada por quatro covas úteis, totalizando 400 covas.

1.2.4. Condução e avaliação dos ensaios

No ensaio experimental as adubações em cobertura foram realizadas de forma manual, em círculo e em volta de toda touceira, a uma distância de 50 cm do pseudocaule da planta, para possibilitar a uniformização e variação nas doses dos adubos.

Os fertilizantes utilizados como fonte de N, P e K foram a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Foram 6 adubações anuais realizadas nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro.

A ureia é muito utilizada na agricultura brasileira, como fonte de nitrogênio, apresentando uma concentração de 45% de N. O superfosfato simples é um formulado composto de 18% de P₂O₅, 16% de Cálcio (Ca) e 8% de Enxofre (S). O Cloreto de potássio (KCl) possui cerca de 53% potássio (K) e 47% cloro, sendo um dos fertilizantes com maior concentração de K₂O no valor de 60%.

Para adubação geral a dose de fósforo (P₂O₅) e de potássio (K₂O) foi igual a 1.320 Kg.ha⁻¹/ano e 1.320 Kg.ha⁻¹/ano, respectivamente. As doses de adubação utilizadas foram obtidas a partir das médias das recomendações de adubação para bananeira cultivadas nas seguintes regiões Goiás (CFSG, 1988), Minas Gerais (CFSEMG, 1998), Santa Catarina (CFS, 2004) e São Paulo (Raij et al., 1996). Cabe ressaltar que não foi possível obter o nível 0 de adubação nitrogenada devido a fonte de P₂O₅ utilizado ser o superfosfato simples granulado que contém 4% de N na sua formulação.

O manejo da reposição hídrica teve início logo após o final do período chuvoso e estendido até o início da estação chuvosa de cada ano. Em 2013, foram realizadas de 01 de julho a 10 de outubro. Em 2014 e 2015, de 01 de maio a 30 de novembro. Em 2016, de 01 de abril a 30 de novembro. Em 2017, de 01 de abril a 30 de outubro. Em 2018, de 01 de maio a 30 de novembro. O período de irrigação foi de dois dias permanecendo constante em todos os anos. Apenas o tempo de irrigação foi variável e adaptado ao desenvolvimento da cultura.

As irrigações realizadas no período chuvoso ocorreram com intuito de promover a suplementação hídrica nos diversos veranicos que aconteceram no período estudado. A irrigação ocorreu sempre que a precipitação total na semana anterior foi menor que 30 mm, correspondente, na maior parte dos veranicos, ao total evapotranspirado em uma semana. Considerou-se ainda a possibilidade de não ocorrência de chuva na semana em questão em função da visualização dos dias claros e com elevadas temperaturas.

Para obter a lâmina de irrigação aplicada (LIA) em mm, em função dos volumes de água aplicados (Tabela 2), utilizou-se a seguinte equação:

$$LIA = \frac{VAA}{At \times KL}$$

Em que:

VAA: Volume de água aplicado (litros);

At: Área ocupada pela planta (9 m²);

KL: Fator de ajuste obtido em função do percentual da área molhada.

O manejo previsto para irrigação foi realizado de acordo com a demanda evapotranspirométrica da cultura. Para isso, foi calculada a evapotranspiração de referência diária (ET₀), utilizando-se os dados climatológicos diários da Estação de Agroclimatologia localizada na própria FAL – UnB, sendo a variável ET₀ calculada pela equação de Penman-Monteith-FAO proposta por Allen et al., (2006).

O fator de ajuste (KL) foi calculado de acordo com a proposta de Fereres de 1981, conforme descrito por Bernardo et al., (2009).

Se $P \geq 65\% \rightarrow KL = 1$;

Se $20\% < P < 65\% \rightarrow KL = 1,09 P/100 + 0,30$;

Se $P \leq 20\% \rightarrow KL = 1,94 P/100 + 0,1$;

em que P é a porcentagem da área molhada (%).

O valor de PAM foi obtido pela divisão da área molhada pela área total (9 m²). As áreas molhadas foram determinadas pelas medidas realizadas no campo. Foram medidos os dois maiores diâmetros do bulbo úmido ao final do tempo de irrigação e tirado sua média e determinado a sua área.

Sendo assim a tabela 2 apresenta reposições hídricas utilizadas em função da lâmina de água aplicada, do número total de irrigações, tempo de irrigação e evapotranspiração de referência (ET₀).

Tabela 2. Volumes de água utilizados, em função da vazão aplicada por cova, do número total de irrigações, tempo de irrigação e evapotranspiração de referência nos períodos irrigação para Brasília nos anos de 2014 a 2018. Brasília, DF, 2018.

Ano	Nº de irrigações / mês	Evapotranspiração de referência, em mm, acumulada nos períodos que normalizaram a irrigação	Tempo de irrigação em horas	Vazões utilizadas por cova (Litros/hora)				
				4	8	16	24	32
				Lâminas de água aplicadas (mm.ano ⁻¹)				
2013	52	316,82	1 a 1,75	168,2	219,8	222,2	326	333,18
2014	117	799,01	1,75	508,4	658,2	671,4	985,6	1006,39
2015	117	775,03	3	567,4	813,2	1029,7	1301	1376,3
2016	133	934,11	3	1190,0	1314,0	1566,7	1814,2	2066,1
2017	109	637,59	3	252,8	398,2	688,8	979,5	1270,2
2018	48	292,45	3	104,58	189,16	328,58	468,74	665,85
Total	-	3.755,01	-	2791,38	3592,56	4507,38	5875,04	6718,02

Portanto, para a avaliação do desempenho agrônômico das cultivares de banana sob diferentes reposições hídricas considerou-se que com a vazão de 4 L.h⁻¹ foi repostada uma lâmina total de 1.190 mm.ano⁻¹ (V0), com a vazão de 8 L.h⁻¹ foi repostada uma lâmina total de 1.314 mm.ano⁻¹ (V1), com a vazão de 16 L.h⁻¹ foi repostada uma lâmina total de 1.566 mm.ano⁻¹ (V2), com a vazão de 24 L.h⁻¹ foi repostada uma lâmina total de 1.814 mm.ano⁻¹ (V3), com a vazão de 32 L.h⁻¹ foi repostada uma lâmina total de 2.066 mm.ano⁻¹ (V4). Estes volumes corresponderam aos valores de 2016 que necessitou de maior reposição de água, portanto, maior volume utilizado para reposição hídrica nos anos.

Não houve aplicação de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças, e para o controle de plantas daninhas, foram realizadas capinas manuais e a aplicação de herbicidas posteriormente. As folhas em estágio de senescência foram retiradas mensalmente, e o desbaste de perfilhos de acordo com a necessidade, mantendo três plantas por cova (mãe, filha e neta).

1.2.5 Avaliação do Desempenho Agrônômico e Qualidade dos Frutos

Para a avaliação do desempenho agrônômico da bananeira as operações de colheita ocorreram no período de 1 de julho de 2014 a 26 de junho de 2018 com o intervalo semanal entre as colheitas, totalizando 208 colheitas. Foram realizadas colheitas dos cachos da planta-mãe, e posteriormente, da planta-filha quando os frutos atingiram o pleno desenvolvimento fisiológico, com base na redução e/ou desaparecimento das quinas ou angulosidades da superfície dos frutos, conforme sugerido por Alves et al. (2004).

No momento da colheita, os cachos eram identificados com uma etiqueta de papel na qual trazia informações sobre o bloco e os tratamentos de água e adubo os quais o cacho pertencia.

As características avaliadas para obtenção de dados foram: produtividade total em kg (PT), produtividade estimada por hectare em kg (PH), número de frutos estimado por hectares (FH), número de pencas por cacho (NPC), número de frutos por penca (NFP), número de frutos por cacho (NFC), peso médio por fruto em g (PMF), comprimento de fruto (cm) (COMPF), diâmetro do fruto (cm) (DIAMF) e relação comprimento e diâmetro.

Após a colheita, os cachos eram despencados, as pencas de cada cacho e os frutos de cada penca eram contados, e em seguida procedia-se a pesagem. O número de pencas por cacho foi obtido pela média de pencas obtidas nos cachos colhidos na parcela. A variável número de bananas por cacho foi obtida pela média da quantidade de bananas obtidas em cada cacho colhido na parcela. A partir da divisão do número de bananas por cacho pelo número de penca por cacho determinou-se a variável número de bananas por penca.

Depois da pesagem, procedia-se a avaliação do comprimento e do diâmetro do fruto. Eram retirados cinco frutos, ao acaso, da primeira penca, da penca média e da penúltima penca, totalizando 15 frutos. O peso médio por fruto, expresso em gramas, foi obtido pela relação entre o peso do cacho e total de bananas produzidas no cacho.

O comprimento do fruto foi medido, no sentido longitudinal, com o auxílio de um paquímetro digital. O diâmetro do fruto foi obtido medindo o diâmetro da região central do fruto, com o auxílio de um paquímetro digital. A relação entre o comprimento e o diâmetro foi obtida dividindo o comprimento médio pelo diâmetro médio do fruto obtidos na parcela.

A produtividade, em $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foi obtida a partir da soma dos pesos de pencas colhidas na parcela multiplicada pelo número de parcelas ($278 \text{ parcelas}\cdot\text{ha}^{-1}$). O número de total de cachos, por hectare, foi obtido pela multiplicação da soma do número de cachos colhidos por parcela pelo número de parcelas contidas no hectare.

1.2.6 Análise estatística

Os dados originais coletados de todas as características foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade, e as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$). Foi realizada a análise de regressão, seguindo a equação polinomial completa, obtida a partir do ajuste de regressão dos dados analisados (Y) para ordem linear, quadrática e cúbica. Em seguida, determinou-se o grau de significância dos coeficientes relativos de cada termo do modelo proposto. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os 5 anos de avaliação do cultivo da banana ‘Grand Naine’ indicaram uma produtividade média estimada por hectare de 84 t.ha⁻¹, logo 16,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹. O número médio de frutos por hectare foi de 5,28 mil frutos ha.ano⁻¹, o cacho formado por média de 7 pencas, cada penca com média de 13 frutos, logo 91 frutos por cacho e peso médio de 111,2 g/fruto. Outras medidas de qualidade foram comprimento médio de 12,7 cm e do diâmetro médio de 3,3 cm, o fruto apresentou-se 3,8 cm mais comprido do que largo.

Em comparação com trabalho de caracterização de Silva e colaboradores (1999) relataram que a cultivar Grand Naine atingiu 50-60 t ha⁻¹/ciclo ou 2.500 a 3.000 caixas de 18 a 14 kg de produtividade. Os autores verificaram o fruto com uma forma ligeiramente cônica, pesando de 31 a 40 kg, com 9-11 pencas com 12-31 dedos cada uma. O número total de frutos por cacho está entre 145-197. O fruto é mediano a grande (cinco vezes mais comprido que largo), tem 16-25 cm e pesa de 95-260 g.

A produtividade média estimada por hectare foi baixa, provavelmente em função das condições climáticas. Apesar do Distrito Federal apresentar uma temperatura média favorável ao cultivo de bananas em torno de 90% do ano, há ocorrência de temperaturas noturnas abaixo de 12°C durante o inverno (junho a setembro), o que favorece a ocorrência de *chilling*, podendo resultar em baixas produtividades do pomar. É possível verificar, a partir dos dados climatológicos obtidos pela estação localizada próxima ao experimento, que ocorreram temperaturas mínimas abaixo de 12°C no período estudado (Figura 1). E destaca-se que na condução do estudo não foram realizadas aplicação de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças.

A cultura da banana tem um tempo médio de produção comercial após o plantio de 4 a 6 anos. Dessa forma, nos primeiros anos do campo, a produção ainda não é estável e não representa o potencial médio da cultura (LIMA, 2012).

Lorena (2015) ao avaliar os aspectos quantitativos e qualitativos, relativos ao 1º ciclo de produção, da bananeira Grand Naine sob diferentes doses de adubação nitrogenada e volumes de irrigação suplementar no Distrito Federal observou que não houve interação significativa entre os volumes de irrigação suplementar e a adubação nitrogenada entre os fatores.

A Figura 2 apresenta os dados de produtividade em função dos tratamentos de irrigação e adubação nitrogenada. Verificou-se que o ano de 2014 apresentou maior produtividade, seguida de 2015, 2017, 2016 e 2018.

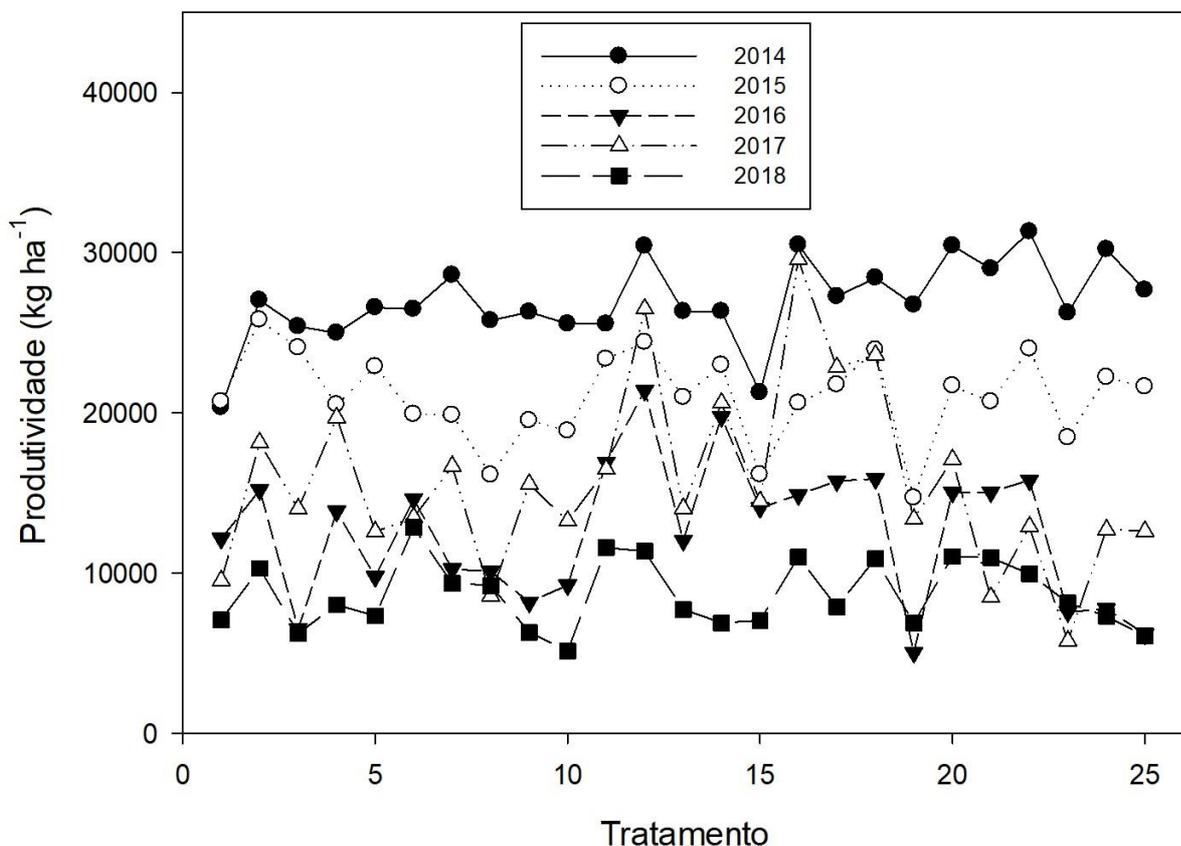


Figura 2. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Grand Naine’ ao longo dos 5 anos de avaliação. **Legenda dos Tratamentos:** 1-1.190 mm.ano⁻¹ e 40 Kg.ha⁻¹; 2-1.190 mm.ano⁻¹ e 165 Kg.ha⁻¹; 3-1.190 mm.ano⁻¹ e 290 Kg.ha⁻¹; 4-1.190 mm.ano⁻¹ e 415 Kg.ha⁻¹; 5-1.190 mm.ano⁻¹ e 540 Kg.ha⁻¹; 6-1.314 mm.ano⁻¹ e 40Kg.ha⁻¹; 7-1.314 mm.ano⁻¹ e 165 Kg.ha⁻¹; 8-1.314 mm.ano⁻¹ e 290 Kg.ha⁻¹; 9-1.314 mm.ano⁻¹ e 415 Kg.ha⁻¹; 10-1.314 mm.ano⁻¹ e 540 Kg.ha⁻¹; 11-1.566 mm.ano⁻¹ e 40 Kg.ha⁻¹; 12-1.566 mm.ano⁻¹ e 165 Kg.ha⁻¹; 13-1.566 mm.ano⁻¹ e 290 Kg.ha⁻¹; 14-1.566 mm.ano⁻¹ e 415 Kg.ha⁻¹; 15-1.566 mm.ano⁻¹ e 540 Kg.ha⁻¹; 16- 1.814 mm.ano⁻¹ e 40 Kg.ha⁻¹; 17-1.814 mm.ano⁻¹ e 165 Kg.ha⁻¹; 18-1.814 mm.ano⁻¹ e 290 Kg.ha⁻¹; 19-1.814 mm.ano⁻¹ e 415 Kg.ha⁻¹; 20-1.814 mm.ano⁻¹ e 540 Kg.ha⁻¹; 21-2.066 mm.ano⁻¹ e 40 Kg.ha⁻¹; 22-2.066 mm.ano⁻¹ e 165 Kg.ha⁻¹; 23-2.066 mm.ano⁻¹ e 290 Kg.ha⁻¹; 24-2.066 mm.ano⁻¹ e 415 Kg.ha⁻¹; 25-2.066 mm.ano⁻¹ e 540 Kg.ha⁻¹. Brasília, DF, 2019.

Os dados numericamente já evidenciam diferenças entre os tratamentos, ao longo dos anos, e as condições de reposição hídrica de 1.566 e 2.066 mm.ano⁻¹ e de 165 Kg.ha⁻¹ de adubação nitrogenada (ureia) obtiveram as maiores produtividades de 11,4 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e 9,4 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Pela análise de variância (Tabela 3), os fatores de produtividade estimada por hectare, comprimento e diâmetro dos frutos apresentaram significância em pelo menos uma interação dupla (níveis de reposição hídrica x níveis de adubação) com resultados de 4 anos.

Tabela 3. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg ha⁻¹), número de frutos por hectare, comprimento de fruto (cm) e diâmetro do fruto (cm), da cultivar Grand Naine. Brasília, DF, 2019.

Fonte de Variação	G.L.	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Frutos ha ⁻¹		Comprimento de Frutos		Diâmetro de Frutos	
		F	P-valor	F	P-valor	F	P-valor	F	P-valor
Blocos	3	30,25	0,000	10,73	0,001	0,80	0,520	0,58	0,642
Água	4	4,54	0,018*	4,90	0,014*	1,10	0,400 ^{ns}	12,72	0,334 ^{ns}
Resíduo 1	12	-	-	-	-	-	-	-	-
Parcelas	19	-	-	-	-	-	-	-	-
Uréia	4	6,02	0,001*	0,4019	0,808 ^{ns}	3	0,013*	4	0,007*
Água x Uréia	16	6,02	0,001*	0,4019	0,808 ^{ns}	3	0,013*	4	0,007*
Resíduo 2	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%) 1		7,86		4,26		3,07		1,97	
C.V. (%) 2		16,55		14,71		7,49		3,38	

* significativo no teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} significativo no teste F a 5% de probabilidade.

O número de frutos por hectare apresentou diferença estatística apenas com relação aos níveis de reposição hídrica. Os fatores, número de pencas por cacho, número de frutos por penca, número de frutos por cacho e peso médio dos frutos não apresentaram diferença significativamente válidos.

Verificou-se que diferentes reposições de água influenciaram nas respostas observadas de desempenho agrônomo. D'Albuquerque Junior et al. (2013), em estudo com diferentes lâminas de água para o cultivo da bananeira cv. FHIA18, do grupo Prata, também verificaram diferenças estatísticas para lâminas de água nas características de produtividade estimada (t ha⁻¹), peso de cacho, número de pencas por cacho e peso médio de penca.

A produtividade estimada por hectare da bananeira ‘Grand Naine’ foi influenciada de forma significativa pelos volumes de água aplicados e pela adubação nitrogenada (Figura 3).

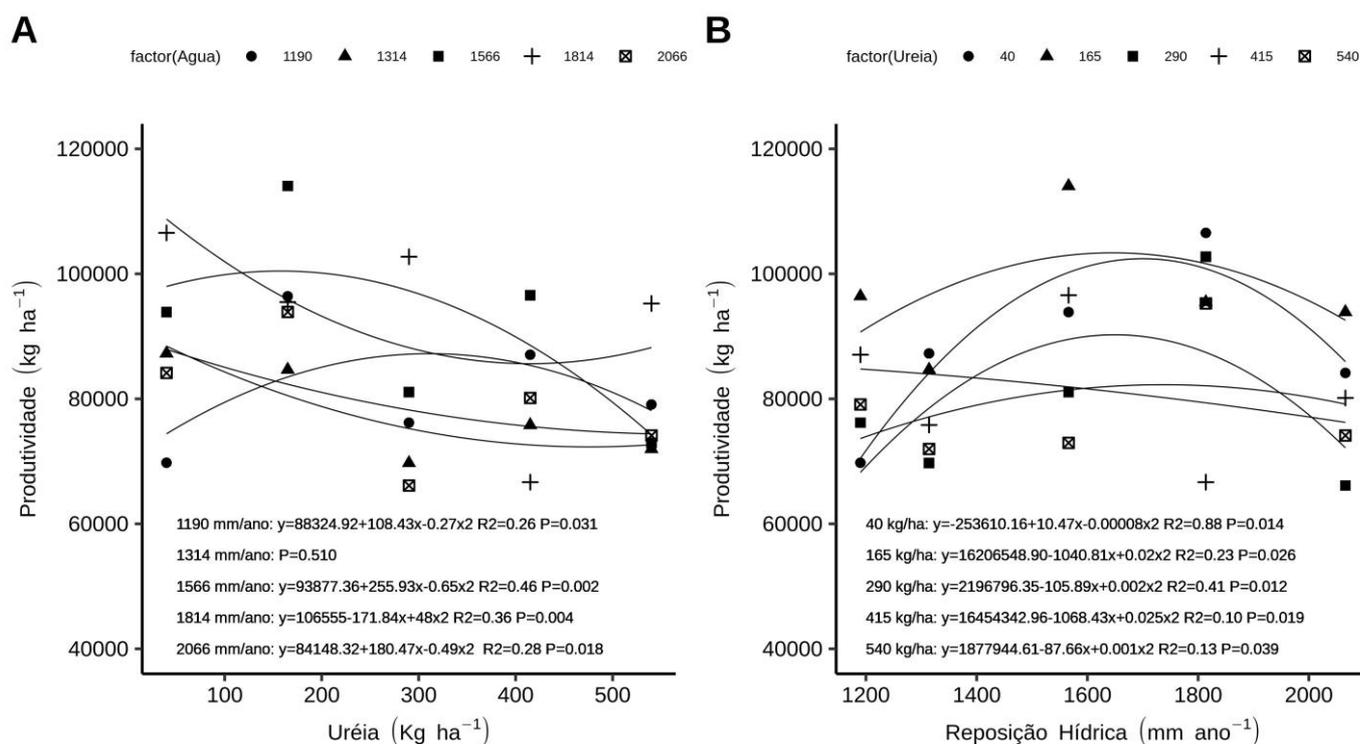


Figura 3 A e B. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha⁻¹) sobre a produtividade estimada por hectare (Kg.ha⁻¹), da bananeira ‘Grand Naine’, Brasília, DF, 2019.

Os dados de produtividade estimada por hectare oscilaram no intervalo de 66 a 114 t.ha⁻¹ em 4 anos (208 colheitas). O menor valor foi encontrada com um volume de 2.066 mm.ano⁻¹ e uma dose de N de 290 Kg.ha⁻¹. Por outro lado, o volume de reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹ e a dose de N de 165 Kg.ha⁻¹ propiciaram o maior resultado.

Considerando o modelo de regressão proposto, a equação $y = 93877,36 + 255,93x - 0,65x^2$ apresenta o valor de produtividade máxima estimada por hectare de 119.069,73 Kg.ha⁻¹ em 4 anos e 23.813,94 Kg.ha⁻¹/ano com um volume de irrigação suplementar igual a 1.566 mm.ano⁻¹ e uma adubação igual a 196,86 Kg.ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 3A).

Os dados obtidos, apresentam-se em conformidade com estudos realizados por Figueiredo et al. (2006), que mostraram a maior produtividade observada, para o 1º ciclo de produção da bananeira ‘Prata-anã’, ocorreu com uma lâmina de irrigação 1.515 mm na região norte do estado de Minas Gerais. Azevedo e Bezerra (2008) observaram que o incremento nas lâminas de irrigação, em um intervalo de 1.500 a 4.000 mm, influenciaram de forma linear na produtividade das bananeiras ‘Prata anã’ e ‘Pacovan’ no estado de Ceará.

Entretanto, trabalho de Coelho et al. (2006), conduzido um estudo no norte do estado de Minas Gerais, observaram um comportamento quadrático para a produtividade da bananeira 'Grand Naine' em função das lâminas utilizadas, onde a produtividade máxima foi alcançada com uma lâmina de irrigação suplementar de 987 mm. Para Braga Filho et al., (2011), em um experimento realizado no estado de Goiás, a maior produtividade estimada para a bananeira 'Grand Naine' foi alcançada com uma lâmina de irrigação suplementar de 705 mm.

Verificou-se que incrementos de adubação em nitrogênio a partir de 196,86 Kg.ha⁻¹ atuam negativamente na produtividade da cultivar Grand Naine (Figura 3B). Estudo de Moreira et al. (2009) observou que nos dois primeiros ciclos, o aumento das doses de N até 534 kg.ha⁻¹ reduz a produção da bananeira cultivar Thap Maeo nas condições de Latossolo Amarelo distrófico com 46,89 g.kg⁻¹ de matéria orgânica nas condições climáticas da Amazônia Central. Borges et al. (2002) recomendam 200 kg.ha⁻¹ de N na fase de formação e de 160 a 400 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ na fase de produção da bananeira, de acordo com a produtividade esperada.

Trabalho de Melo (2007) conclui que doses elevadas de N e baixas de K causam a ontogenia mais rápida das folhas, o que diminui a razão da área foliar, implicando em reflexos negativos no rendimento da bananeira.

No estudo de Teixeira (2000) as doses de N que maximizaram a produtividade em sequeiro e sob irrigação foram 440 e 500 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. Em sequeiro, estimou-se que a dose de N para máxima eficiência econômica seria 325 kg.ha⁻¹ de N, sob irrigação, calculou-se que a dose de N para Máxima Eficiência Econômica seria 441 kg.ha⁻¹ de N, uma variação relativamente grande na dose de fertilizante determina uma pequena alteração na produtividade estimada pela função de produção.

A variável de desempenho agrônômico número de frutos apresentou diferença significativa para o fator de variação reposição hídrica. Na avaliação o número médio de frutos por hectare obtidos foi de 5.284,37 frutos por hectare/ano.

A Figura 4 apresenta o comportamento quadrático das variáveis avaliadas e observou-se o aumento do número de frutos a partir da reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹. O resultado indica que o manejo da irrigação é um fator relevante na cultura da bananeira e incrementos na quantidade de água utilizada aumenta o número de frutos por hectare.

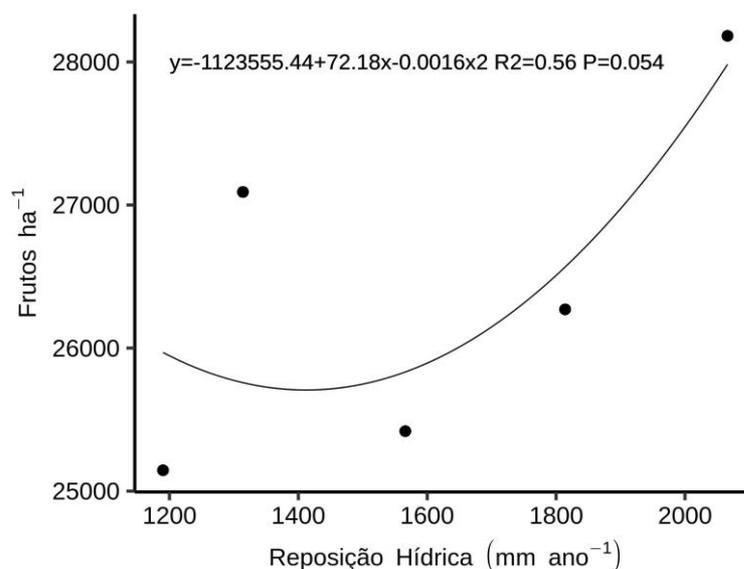


Figura 4. Efeito da reposição hídrica sobre o número frutos por hectare da cultivar Grand Naine. Brasília, DF, 2019.

Trabalho de Pinto (2010) com bananeira cultivar Nanica observou diferenças significativas para lâminas de água aplicadas via irrigação com o aumento do número de frutos por cacho conforme aumento da lamina de água, número médio de frutos. Estudo de Coelho et al., (2006) avaliando produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine' sob irrigação no terceiro ciclo no norte de Minas Gerais, concluiu que houve efeito da lâmina de irrigação na produtividade da bananeira para ambas as cultivares.

Este feito é justificado pois a irrigação evita as condições de estresse hídrico, que provoca decréscimo da taxa de transpiração, da condutância estomática e da fotossíntese (ROBINSON; BOWER, 1987; KALLARACKAL et al., 1990; ECKSTEIN e ROBINSON, 1995; THOMAS; TURNER, 2001; MAHOUACHI, 2009). Plantas sob déficit hídrico sofrem perturbações nas relações hídricas, na absorção de nutrientes, inibição no crescimento, no ciclo fenológico, na fotossíntese e no rendimento (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O fruto da bananeira Grand Naine cultivada em Latossolo Vermelho - Amarelo, na região edafoclimática do Distrito Federal apresentou como características de comprimento médio de 12,7 cm, diâmetro médio de 3,3 cm e peso médio em 111,2 g. O resultado obtido para o comprimento do fruto ficou abaixo da faixa encontrada por Nomura et al. (2013), Mendonça et al. (2013), Borges et al. (2011), Ramos et al. (2009), Njuguna et al. (2008) e Donato et al. (2006) entre 20,9 a 25,0 cm, com mesma cultivar, no entanto, em diferentes condições edafoclimáticas.

Pela análise de variância verificou-se interação dupla entre reposição hídrica e adubação sobre o comprimento do fruto. Os resultados, representados na Figura 5A com a interação entre os volumes de água e adubação, indicaram que na reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹ o efeito da adubação no comprimento do fruto é prejudicial, diminuindo o tamanho com o aumento das doses de nitrogênio. Nos demais volumes de água não houve efeito significativo na análise de variância para a variável quantitativa (níveis de adubação) para o comprimento do fruto.

Observa-se na Figura 5B que mantendo-se a adubação de 40 Kg.ha⁻¹ obteve-se uma interação significativa válida com equação de comportamento quadrático e observa-se que a adubação nitrogenada afeta o comprimento do fruto.

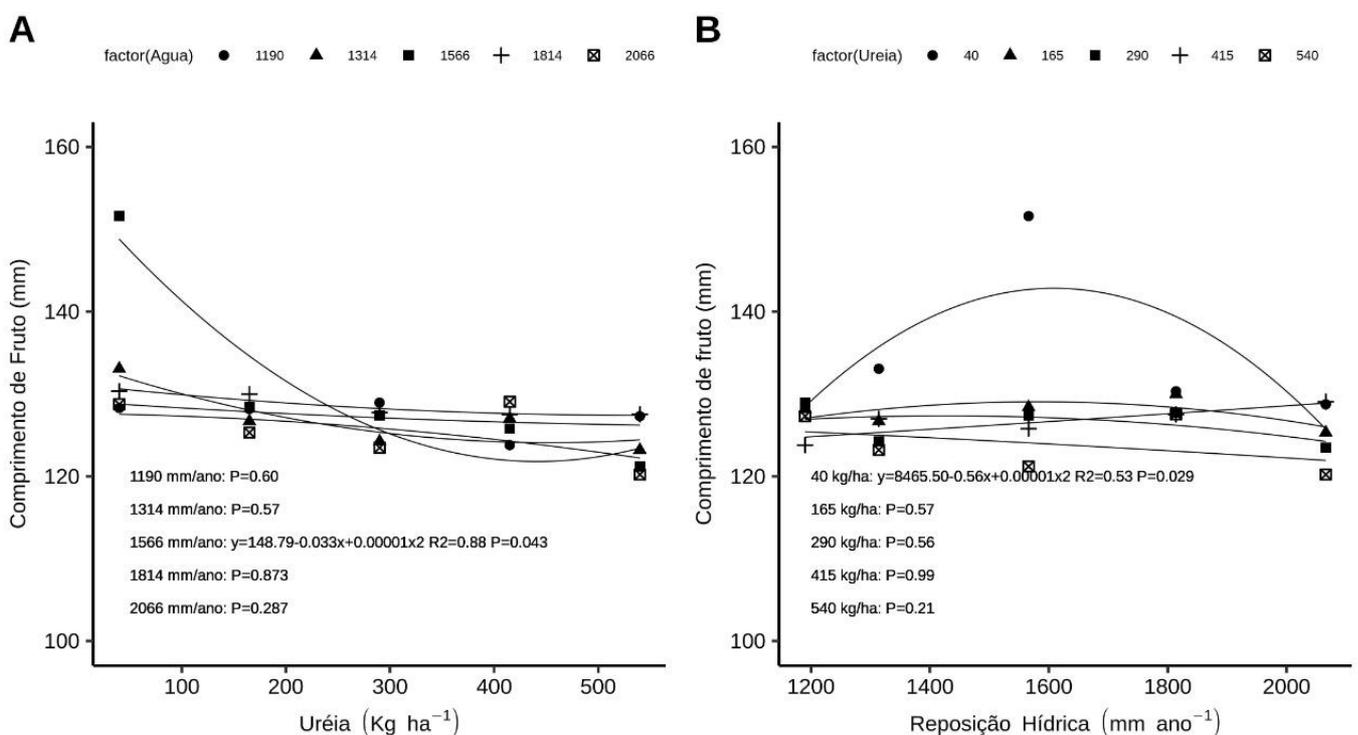


Figura 5 A e B. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hidrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha⁻¹), sobre o comprimento do fruto (mm), da bananeira ‘Grand Naine’. Brasília, DF, 2019.

Os resultados obtidos encontram-se em consonância com estudo de Nomura (2016) que justificou o tamanho final alcançado pelo fruto de banana como sendo dependente da temperatura, do número de folhas e da superfície foliar durante o desenvolvimento do cacho, da fertilidade do solo, da disponibilidade de água e do estágio de maturação no momento da colheita. E que a forma e o tamanho final da banana são representativos da cultivar, sendo por isso que houve baixa resposta para os níveis de adubação nitrogenada utilizados (ROBINSON, GÁLAN-SAÚCO, 2011).

Pela regressão a variável diâmetro do fruto apresentou interação entre os volumes de água aplicados e as doses de nitrogênio conforme a Figura 6A. A resposta da variável aos níveis de adubação nos diferentes níveis de reposição hídrica foram negativos, ou seja, com o aumento das doses de adubação nitrogenada o diâmetro dos frutos diminuem.

A interação dos diferentes volumes de reposição hídrica com relação as doses de adubação não apresentou equação de regressão estatisticamente significativa (Figura 6B).

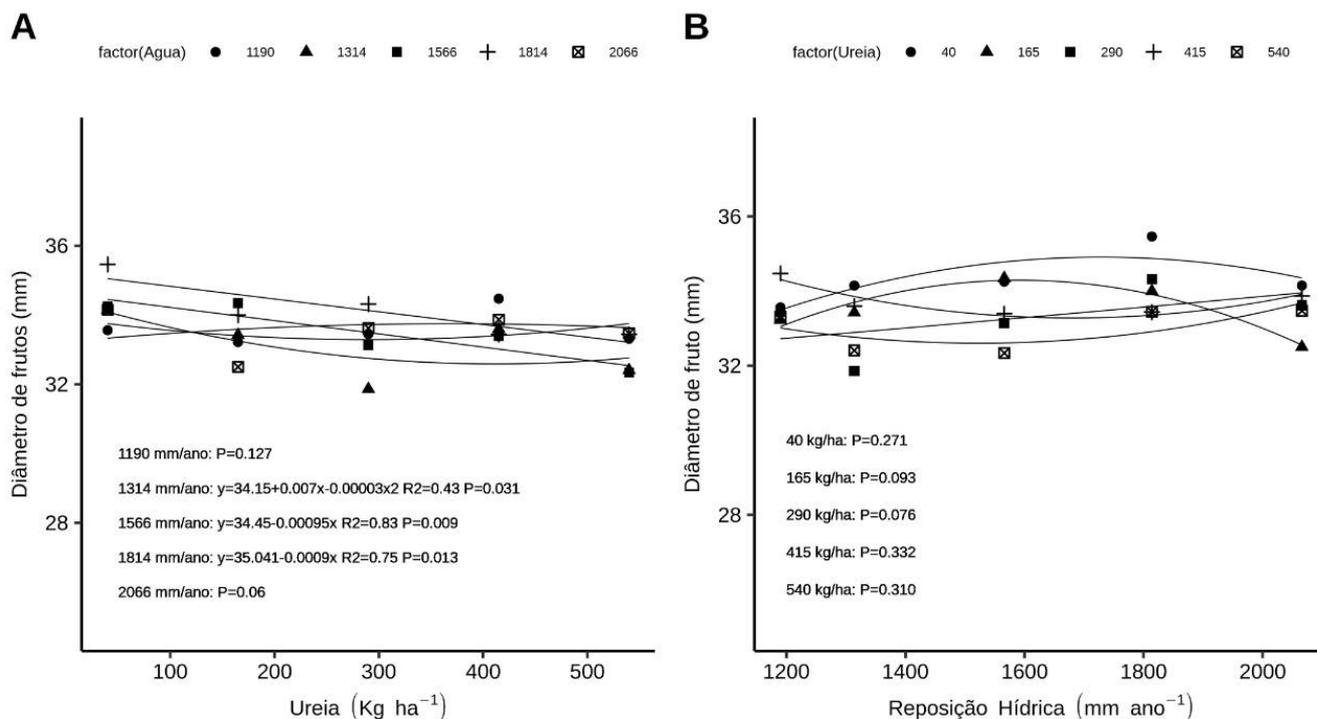


Figura 6. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha⁻¹), sobre o diâmetro do fruto (mm), da bananeira ‘Grand Naine’. Brasília, DF, 2019.

Para Silva et al., (2002) a massa do fruto, o comprimento e o diâmetro correspondem a componentes que refletem a qualidade dos frutos e são determinantes para a seleção de cultivares e preferência dos consumidores. Os resultados obtidos refletem a aptidão da cultivar Grand Naine sob condições de reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹ e adubação nitrogenada de 165 Kg.ha⁻¹, para a região do Distrito Federal.

1.4. CONCLUSÕES

- O desempenho agrônômico, produtividade estimada por hectare, da cultivar ‘Grand Naine’ foi afetado pela interação da reposição hídrica e adubação nitrogenada, sendo recomendado o volume de reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹ e a dose de N de 165 Kg.ha⁻¹, que propiciaram o maior resultado.
- O manejo da reposição hídrica foi relevante na cultura da bananeira cultivar ‘Grand Naine’, pois afetou o desempenho agrônômico com relação a produtividade estimada e o número de frutos por hectare.
- O aumento da adubação nitrogenada prejudicou a qualidade do fruto, comprimento e diâmetro da bananeira ‘Grand Naine’.

1.5. REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, Irrigation and Drainage Paper 56, 301p. 2006.

ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. de; BORGES, A. L. Tratos culturais e colheita. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (ed.). **O cultivo da bananeira. Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas, BA. p. 107-130. 2004.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 88p. 2018.

AZEVEDO, J. H. O. de; BEZERRA, F. M. L. Resposta de dois cultivares de bananeira a diferentes lâminas de irrigação. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.39, n.2, p. 28-33. 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A. & MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, 630p. 2009.

BORGES, A. L.; SILVA, T. O. da; CALDAS R. C.; ALMEIDA, I. E.de. Adubação nitrogenada para bananeira “Terra” (*Musa sp.* AAB, subgrupo Terra). **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 01, p.189-193, 2002.

BORGES, R.S.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, F. T.; ROBERTO, S. R.. Avaliação de genótipos de bananeira no norte do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33(1):91-296, 2011.

BRAGA FILHO, J. R.; NASCIMENTO, J. L.; NAVES, R. V.; TORRES, M. C. L.;GERALDINE, R. M.; SOUZA, E. R. B.; BARROSO, F. V. Lâminas de irrigação e genótipos na produção e qualidade de frutos de bananeira. **Rev. Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 155-162. 2011.

CFS – RS/SC-COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2a ed. Passo Fundo. SBCS – Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 128p. 2004.

CFSEMG-COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5a aproximação. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 359p. 1998.

CFSG – COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás**. 5a aproximação. Goiânia. UFG/EMGOPA, 101p. 1988.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; CARVALHO, G. C.; RIBEIRO, R.N. DA S.; AZEVEDO, N. F.; OLIVEIRA, P. M. **Irrigação da Bananeira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Circular Técnica, 53. 2003.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Doenças fungicas e bacterianas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (org). **Banana Fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, p. 36-65. 2000.

D'ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S.; GOMES, E. R.; SOUZA, V. F.; SOUZA, A. P. Necessidade hídrica de irrigação da bananeira cv. FHIA-18 na região semiárida do Piauí. *Irriga*, v.18, n. 4, p.756-767, 2013.

DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O.; LUCCA FILHO, O.A.; LIMA, M.B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J.S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção, no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28 n. 1, p. 139-144, 2006.

ECKSTEIN, K; ROBINSON, J.C. Physiological responses of banana (*Musa* AAA; Cavendish subgroup) in the subtropics. (II) influence of climatic conditions on seasonal and diurnal variations in gas exchange of banana leaves. **Journal of Horticultural Science**, v.70; p.157-167, 1995.

FERERES, E. Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación: recomendaciones para el manejo mejorado. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE MICROIRRIGACIÓN, 4., 1981, Barquisimeto. **Anais...** Barquisimeto: IICA, p. 1-23. 1981.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 19p. 1998.

Figueiredo, F. P.; Mantovani, E. C.; Soares, A. A.; Costa, L. C.; Ramos, M. M.; Oliveira, F. G. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.798-803, 2006.

GONÇALVES, L. M. **Desempenho agrônomo de cultivares de bananeira sob diferentes reposições hídricas no cerrado**. Tese (Mestrado em Irrigação no Cerrado) - Instituto Federal Goiano – *Campus Ceres/GO*, 2018.

KALLARACKAL, J.; MILBURN, J.A.; BAKER, DA. Water Relations of the Banana. III. Effects of Controlled Water Potential, Transpiration, Photosynthesis and Leaf Growth. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.17, n.1, p.79-90, 1990.

LE MOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Embrapa-SNLCS, 46p. 1984.

Lima, M. B.; Silva, S. O.; Ferreira, C. F. **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2.ed.rev.ampl. Brasília-DF,; Embrapa, 214p. 2012.

LORENA, D. R. **Produtividade e qualidade de bananas das cultivares ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ em função de irrigação e adubação na região do Distrito Federal**. 118f.

2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.
- MAHOUACHI, J. Changes in nutrient concentrations and leaf gas exchange parameters in banana plantlets under gradual oil moisture depletion. **Rev. Scientia Horticulturae**, v.120, p.466-469, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de (Eds.). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, p.115-230. 1997.
- MANICA, I. **Fruticultura Tropical 4, Banana**. Editora Cinco Continentes. Porto Alegre. 485p. 1997.
- MANICA, I. **Bananas: do plantio ao amadurecimento**. Editora Cinco Continentes. Porto Alegre. 99p, 1998.
- MELO, A. S. **ECOFISIOLOGIA E LUCRATIVIDADE DA BANANEIRA SOB FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**. 107f. 2007. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2007.
- MENDONÇA, K.H et al. Avaliação de genótipos de bananeira em Goiânia, estado de Goiás. **Revista Ciência Agronômica**, 44(3):652-660, 2013.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31(2):574-581, 2009.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill – 2ª edição, 335p. 1999.
- NJUGUNA, J. et al. Introduction and evaluation of improved banana cultivars for agronomic and yield characteristics in Kenya. **African Crop Science Journal**, 16(1):35-40, 2008.
- NOMURA, E. S.; JUNIOR, E. R. D.; FUZITANI, E. J.; AMORIM, E. P.; OLIVEIRA E SILVA, S. de. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo - Brasil. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal , v. 35, n. 1, p. 112-122, Mar. 2013.
- NOMURA, E. S.; SAES, L. A. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. In: NOGUEIRA, E.M.C.; ALMEIDA, I.M.G.; FERRARI, J.T.; BERIAM, L.O.S. (Eds.). **Banicultura: manejo fitossanitário e aspectos econômicos e sociais da cultura**. São Paulo: Instituto Biológico, 243p. 2013.
- NOMURA, E. S. **Desempenho agronomico e pós-colheita de cultivaas de bananeiras sob adução nitrogenada e potássica**. 2016. Tese de doutorado em Agronomia- Produção Vegetal apresentado a Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- NOMURA, E. S.; CUQUEL, F. L.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; BORGES, A. L. Adubação nitrogenada e potássica nas bananeiras ‘Grande Naine’, ‘FHIA 17’ e ‘Nanicão IAC 2001’ cultivadas no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Acta Sci., Agron.**, Maringá , v. 39, n. 4, p. 505-513, out. 2017 .
- PINTO, J. M.; GALGARO, M.; FLORI, J. E.; BASTOS, D. C. **Manejo de água em cultivo orgânico de banana nanica**. 3 Seminario de Agroecologia de Mato Grosso do Sul – 2 Encontro de Produtores Agroecologicos de MS – Contriindo um futuro sutentavel esolidario. Corumbá, MS. Nov. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24495/1/Pinto-2010.pdf>> Acesso em: 29 nov. 2015.

- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC- Boletim Técnico, 100. 1996.
- RAMOS, D.P. et al. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31(4):1092-1101, 2009.
- ROBINSON, J.C.; BOWER, J.P. Transpiration characteristics of banana leaves (cultivar ‘Williams’) in response to progressive depletion of available soil moisture. **Scientia Horticulturae**, v.30, n.4, p.289-300, November, 1987.
- ROBINSON, J.C.; GÁLAN-SAÚCO, V. **Bananas y plantains**. 2nd ed. Madri: Mundi-Prensa, 2011. 321p.
- SILVA, S. de O. E., ALVES, E. J., SHEPHERD, K., DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (org.) **A Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 85-105. 1999.
- SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SILVEIRA, J. R. S. Bananeira. In: BRUCKNER, C. H. (Org.). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa-MG, v. 1, p. 101-157. 2002.
- SILVA, J. T. A. da.; PEREIRA, R. D. & RODRIGUES, M. G. V. Adubação da bananeira ‘Prata anã’ com diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 12, p 1314-2012, 2012.
- SOTO-BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. 3.ed. San José: Litografía e Imprenta Lil, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.
- TEIXEIRA, L. A. J. **Adubação nitrogenada e potássica em bananeira Nanicão (*Musa* AAA subgrupo Cavendish) sob duas condições de irrigação**. 2000. 145 f. (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal)–, UNESP, Jaboticabal, 2000.
- TEIXEIRA, L. A. J.; NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J. Banana. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G.; TUCCI, M. G. S.; CASTRO, C. E. F (Eds.). **Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7º. Boletim Técnico, 200. Campinas: Instituto Agrônomo, p.46-51. 2014.
- THOMAS, D.S.; TURNER, D.W. Banana (*Musa* sp.) leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence in response to soil drought, shading and lamina folding. **Scientia Horticulturae**, v.90, n.1-2, p.93-108, October, 2001.

CAPÍTULO 2 – Desempenho agrônômico e qualidade de bananas da cultivar ‘Prata Anã’ em função de diferentes reposições hídricas e adubação fosfatada.

Agronomic performance and banana quality of 'Prata Anã' cultivar in function of different hydric replenishments and phosphate fertilization.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; José Ricardo Peixoto^{II}, Marcio de Carvalho Pires^{III}; Michelle Souza Vilela^{IV}, Marcus Vinicius Santana^V.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{IV}Eng Agrônoma Dra., Professora, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: michellevilelaunb@gmail.com

^VEng Agrônomo Dr., Técnico, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br

RESUMO

A banana Prata-anã é uma das cultivares mais produzidas no Brasil, sendo também uma planta muito exigente com relação à adequada suplementação hídrica e nutricional para alcançar elevados rendimentos. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira ‘Prata Anã’ sob diferentes doses de adubação fosfatada e volumes de diferentes reposições hídricas, pelo período de quatro anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. No ensaio foram utilizadas mudas oriundas de cultura de tecidos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e as subparcelas formada por 5 doses de adubação fosfatada (P), 0, 110, 220, 330 e 440 g por cova em 6 aplicações anuais, de superfosfato simples (P₂O₅). A produtividade média estimada por hectare de 10,32 t.ha⁻¹.ano⁻¹. O número médio de frutos por hectare de 5,24 mil frutos ha.ano⁻¹, o cacho formado por uma média de 7 pencas, cada penca com média de 12 frutos, logo, 84 frutos por penca com peso médio de 66,0 g/fruto. A análise de variância mostrou efeito somente da reposição hídrica sobre o número de frutos

por hectare e o número de frutos por penca. Os volumes de água que proporcionaram maiores valores de frutos por hectare foram 1.314 mm.ano⁻¹ e 1.814 mm.ano⁻¹. Não foi observado efeito significativo de interação entre reposição hídrica e níveis de adubação fosfatada em nenhuma das variáveis avaliadas. Conclui-se que o desempenho agrônomo da cultivar 'Prata Anã' não foi afetado significativamente pela interação da reposição hídrica e adubação fosfatada.

Palavras-chaves: *Musa spp*, Produção; Nutrição; Irrigação; Características dos frutos

ABSTRACT

Bananas Prata-anã is one of the most produced varieties in Brazil, being also a very demanding plant with respect to adequate water and nutritional supplementation to reach high yields. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and fruit quality of 'Prata Anã' banana under different doses of phosphate fertilization and volumes of different water replenishments, for the period of 5 years, in the edaphoclimatic conditions of the Federal District. In the assay, seedlings from tissue culture were used. The experimental arrangement was in split plots, and the plots consisted of 5 volumes of water replenishment, equivalent to 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 and 2,066 mm.year⁻¹ and the subplots formed by 5 doses of phosphate fertilization (P), 0 - 50 - 100 - 150 - 200 g per pit in 6 annual applications of single superphosphate (P₂O₅). The estimated average productivity per hectare was 10,32 t.ha⁻¹.year⁻¹. The average number of fruits per hectare was 5.24 thousand ha.year⁻¹, the cluster formed by an average of 7 pencas, each penca with an average of 12 fruits, 84 fruits per penca with a mean weight of 66,0 g / fruit. The analysis of variance showed effect only of the water replacement on the number of fruits per hectare and the number of fruits per penca. The water volumes that provided the highest fruit values per hectare were 1.314 mm.year⁻¹ and 1.814 mm.year⁻¹. No significant effect of interaction between water replenishment and levels of phosphate fertilization observed in any of the evaluated variables. It concluded that the agronomic performance of the cultivar 'Prata Anã' not significantly affected by the interaction of water replenishment and phosphate fertilization.

Keywords: *Musa spp*; Production; Nutrition; Irrigation; Characteristics of fruits

2.1. INTRODUÇÃO

A bananeira cultivar Prata Anã, também conhecida pelo nome de Prata de Santa Catarina ou Enxerto, pertence ao grupo genômico triploide heterozigota (AAB). Apresenta porte médio a baixo (2,0 a 3,5 m), sendo seus frutos típicos do subgrupo Prata Comum, com relação à forma e ao sabor, porém um pouco mais curtos e roliços (MOREIRA, 1999). Os cachos pesam de 14 a 16 Kg, possuem cerca de oito pencas e 100 frutos em média, com rendimento de 24t.ha⁻¹ e ciclo vegetativo e produtivo de 407 dias (NOMURA, 2016).

Essa cultivar é tolerante ao frio, apresenta bom potencial de produtividade sob condições de irrigação, podendo atingir 30-35 t.ha⁻¹.ciclo⁻¹ (SILVA et al., 1999; DAMATTO JÚNIOR et al., 2005). A planta é muito sensível a Sigatoka amarela e negra (*Mycosphaerella musicola* e *Mycosphaerella fijiensis*), Mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*) e medianamente resistente ao Moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) e medianamente resistente aos nematóides (SILVA et al., 2004; NOMURA e SAES, 2013).

CHITARRA e CHITARRA (2005) relataram que o solo deve conter os nutrientes essenciais disponíveis para o desenvolvimento normal da planta, uma vez que a deficiência de qualquer desses nutrientes pode causar desordens fisiológicas e afetar a qualidade, resultando em aparecimento de defeitos nos frutos, na fase pós-colheita.

Dentre os nutrientes, o fósforo (P) corresponde ao menos exigido pela cultura. Atua no desenvolvimento do sistema radicular, no processo de conversão da energia solar em aminoácidos e fibras, compõe as estruturas das células, como ácidos nucleicos e fosfolipídeos das biomembranas assim como em todos os processos que envolvem transferências de energia, por meio da adenosina trifosfato - ATP (GATIBONI, 2003; ZHANG et al., 2014).

As plantas absorvem o P da solução do solo nas formas de íons fosfatos H₂PO₄⁻ e HPO₄⁻². Depois da absorção, o P permanece na forma de fosfato. O radical fosfato no interior da planta pode estar como íons livres em solução, ligado a cátions metálicos formando compostos insolúveis, cujas formas mais importante são os ácidos nucleicos (DNA e RNA), fosfato de inositol, fosfolipídio e di e trifosfato de adenosina (ADP e ATP). Por fazer parte da constituição destes compostos possui fundamental importância para o desenvolvimento vegetal. Portanto, o fósforo é essencial para a para a divisão celular, reprodução e o metabolismo vegetal, como os processos de fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas (MALAVOLTA, 1985).

O fornecimento adequado de fósforo para a planta proporciona a utilização mais eficiente da água e, logo, dos outros nutrientes (GUIMARÃES et al., 2011), e colabora ainda para aumentar a resistência dessa a algumas doenças (MALAVOLTA, 1996).

Na planta, o P encontra-se na forma inorgânica e orgânica, na forma inorgânica (Pi), aparece como ortofosfato e em menor quantidade como pirofosfato (P-P), que representam uma fração relativamente alta em relação ao P total no tecido. Já as formas orgânicas de P na planta são compostas por ortofosfato, esterificado a hidroxilas de açúcares e álcoois, ou pirofosfato ligado a outro grupo fosfato. No citoplasma, o P apresenta função regulatória na atividade de diversas enzimas, como a fosfofrutoquinase, enzima chave no fluxo do substrato da via glicolítica. Dessa forma, um aumento na troca do fósforo do vacúolo pode intensificar a respiração que está envolvida com o amadurecimento dos frutos. Em plantas de tomate deficientes em fósforo, o atraso na maturação dos frutos pode estar correlacionado com essa função do P (FAQUIN, 2005).

Segundo Dechen e Nachtigall (2007), o fósforo garante a rápida formação e o crescimento das raízes, melhora a qualidade dos frutos e está envolvido na transferência de características hereditárias. O fornecimento adequado de fósforo é importante logo no início do ciclo vegetativo das plantas, pois as limitações na disponibilidade de P nas fases iniciais de crescimento podem provocar redução no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados (GRANT et al., 2001).

Outro fator fundamental para o melhor desempenho agrônômico das bananeiras consiste na disponibilidade constante de água para o desenvolvimento da planta. Desta forma em regiões com escassez de chuva é necessário a implantação de sistema de irrigação para garantir produtividade.

Considerando os aspectos de adubação fosfatada e melhores condições de irrigação, justifica-se o desenvolvimento de pesquisas que investiguem a suplementação correta de P e otimização do uso da água, para promover ganhos no crescimento, produtividade e qualidade dos frutos da bananeira, proporcionando recomendações, que reduzam gastos com adubações desnecessárias, desequilíbrio nutricional das plantas e riscos de contaminação dos recursos edáficos e hídricos.

O objetivo geral consistiu em avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira 'Prata Anã' sob diferentes doses de adubação fosfatada e volumes de reposições hídricas.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O detalhamento de todas as etapas adotados encontram-se descritos no capítulo 1. As especificidades dos ensaios de experimentação da cultivar Prata Anã são descritas a seguir.

2.2.1. Instalação do experimento

No ensaio, foram utilizadas mudas da cultivar Prata Anã, oriunda de cultura de tecidos.

2.2.2. Delineamento

O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, 3,26 – 3,60 – 4,29 – 4,97 – 5,66mm, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹, e as subparcelas formada por 5 doses de adubação fosfatada (P), 0 – 50 – 100 – 150 – 200 g por cova em 6 aplicações anuais, de superfosfato simples. A subparcela foi representada por quatro covas uteis, totalizando 400 covas.

Para adubação geral a dose de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) de 1.440 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. Os fertilizantes utilizados foram a ureia e cloreto de potássio. A ureia é muito utilizada na agricultura brasileira, como fonte de nitrogênio, apresentando uma concentração de 45% de N. O superfosfato simples é um formulado composto de 18% de P₂O₅, 16% de Cálcio (Ca) e 8% de Enxofre (S). O Cloreto de potássio (KCl) possui cerca de 53% potássio (K) e 47% cloro, sendo um dos fertilizantes com maior concentração de K₂O no valor de 60%.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os 4 anos de avaliação do cultivo da banana ‘Prata Anã’ indicaram uma produtividade média estimada por hectare de 51,6 t.ha⁻¹, logo 10,32 t.ha⁻¹.ano⁻¹. O número médio de frutos por hectare de 5,24 mil frutos ha.ano⁻¹, o cacho formado por uma média de 7 pencas, cada penca com média de 12 frutos, logo, 84 frutos por cacho com peso médio de 66,0 g/fruto.

Silva et al., (2007) classificam a produtividade da bananeira ‘Prata Anã’ como: baixa < 25 t.ha⁻¹.ano⁻¹; média de 25 a 32 t.ha⁻¹.ano⁻¹; alta > 32 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Desta forma, os valores de produtividade apresentados neste trabalho enquadram-se como baixa produtividade.

Possíveis justificativas podem ser em função das condições climáticas, que apesar do Distrito Federal apresentar uma temperatura média favorável ao cultivo de bananas em torno de 90% do ano, há ocorrência de temperaturas noturnas abaixo de 12°C durante o inverno (junho a setembro), o que favorece a ocorrência de *chilling*, podendo resultar em baixas produtividades do pomar. É possível verificar, a partir dos dados climatológicos obtidos pela estação localizada próxima ao experimento, que ocorreram temperaturas mínimas abaixo de 12°C no período estudado (**Figura 1 - Capítulo1**). E destaca-se que na condução do estudo não são realizadas aplicação de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças.

A Figura 1 apresenta os dados de produtividade em função dos tratamentos considerados de reposição hídrica e adução fosfatada. Verificou-se que o ano de 2014 apresentou maior produtividade, seguida de 2017, 2015, 2016 e 2018.

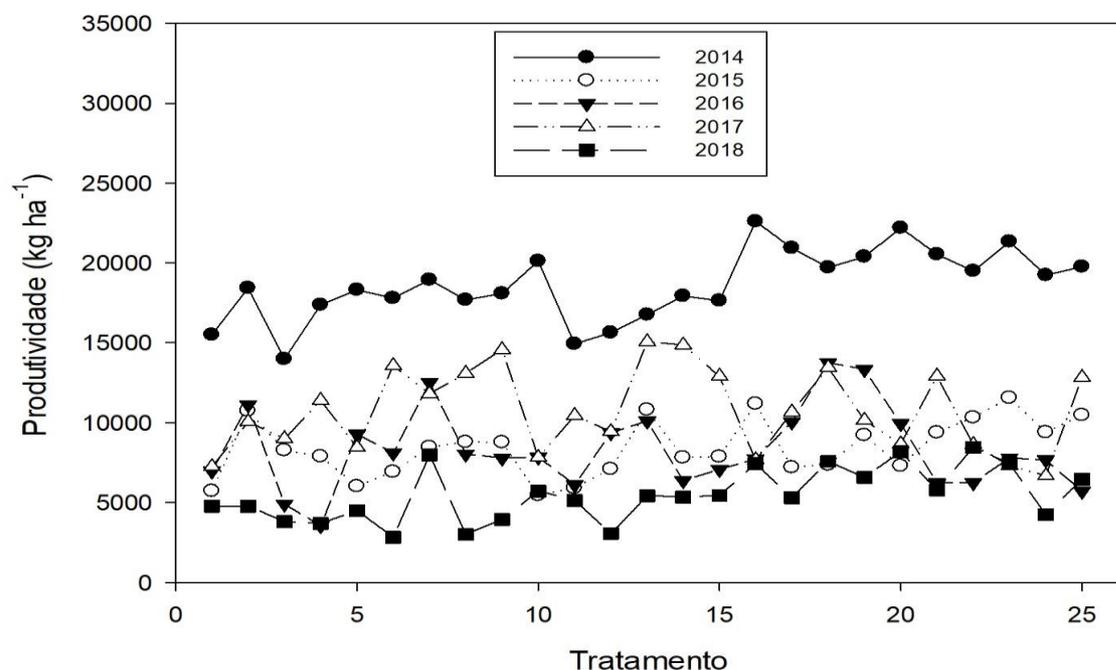


Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Prata Anã’ ao longo dos 5 anos de avaliação. **Legenda dos Tratamentos:** 1- 1.190 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 2- 1.190 mm.ano⁻¹ e 50 Kg.ha⁻¹; 3- 1.190 mm.ano⁻¹ e 100 Kg.ha⁻¹; 4- 1.190 mm.ano⁻¹ e 150 Kg.ha⁻¹; 5- 1.190 mm.ano⁻¹ e 200 Kg.ha⁻¹; 6- 1.314 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 7- 1.314 mm.ano⁻¹ e 50 Kg.ha⁻¹; 8- 1.314 mm.ano⁻¹ e 100Kg.ha⁻¹; 9- 1.314 mm.ano⁻¹ e 150Kg.ha⁻¹; 10- 1.314 mm.ano⁻¹ e 200 Kg.ha⁻¹; 11- 1.566 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 12- 1.566 Mm.ano⁻¹ e 50 Kg.ha⁻¹; 13- 1.566 mm.ano⁻¹ e 100 Kg.ha⁻¹; 14- 1.566 mm.ano⁻¹ e 150 Kg.ha⁻¹; 15- 1.566 mm.ano⁻¹ e 200 Kg.ha⁻¹; 16- 1.814 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 17- 1.814 mm.ano⁻¹ e 50 Kg.ha⁻¹; 18- 1.814 mm.ano⁻¹ e 100 Kg.ha⁻¹; 19- 1.814 mm.ano⁻¹ e 150 Kg.ha⁻¹; 20- 1.814 mm.ano⁻¹ e 200 Kg.ha⁻¹; 21- 2.066 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 22- 2.066 Mm.ano⁻¹ e 50 Kg.ha⁻¹; 23- 2.066 mm.ano⁻¹ e 100 Kg.ha⁻¹; 24- 2.066 mm.ano⁻¹ e 150 Kg.ha⁻¹; 25- 2.066 mm.ano⁻¹ e 200 Kg.ha⁻¹. Brasília, DF, 2019.

Observou-se que a cultivar ‘Prata Anã’ apresentou elevada produtividade no primeiro ano de colheita, o que representa uma característica desejável. Pois, no cultivo de bananeiras

comerciais é necessário que o tempo para a produção seja o mais precoce possível, aumentando assim o número de ciclos produtivos e, conseqüentemente a produtividade e lucratividade do agricultor (SILVA et al., 2000).

Verificou-se que o tratamento em condições de 1.190 mm ano⁻¹ de reposição hídrica e 100 Kg.ha⁻¹ de adubação fosfatada alcançou o menor valor de produtividade de 7,9 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e a maior foi obtido em condições de 1.814 mm ano⁻¹ e 100 Kg.ha⁻¹, com 12,3 t.ha⁻¹.ano⁻¹, no total das 208 colheitas realizadas.

A análise de variância mostrou efeito, somente da reposição hídrica sobre o número de frutos por hectare e o número de frutos por penca. Não foi observado efeito significativo de interação entre reposição hídrica e níveis de adubação fosfatada em nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg ha⁻¹), número de frutos por hectare e número de frutos por penca, da cultivar ‘Prata Anã’. Brasília, DF, 2019.

Fonte de Variação	G.L.	Frutos ha ⁻¹		Frutos penca ⁻¹	
		F	P-valor	F	P-valor
Blocos	3	4,18	0,030 ^{ns}	1,55	0,251 ^{ns}
Água	4	10,56	0,001*	3,83	0,031*
Resíduo 1	12	-	-	-	-
Parcelas	19	-	-	-	-
Super Fosfato Simples	4	0,74	0,570 ^{ns}	0,31	0,869 ^{ns}
Água x Super Fosfato Simples	16	0,74	0,570 ^{ns}	0,31	0,869 ^{ns}
Resíduo 2	60	-	-	-	-
Total	99	-	-	-	-
C.V. (%) 1		3,69		3,94	
C.V. (%) 2		12,42		11,70	

* significativo no teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} significativo no teste F a 5% de probabilidade.

O número de frutos por hectare e número de frutos por penca foi afetado pela reposição hídrica, independentemente dos níveis de adubação. Para Silva et al. (2011) apesar do fósforo ser considerado o macronutriente menos exigido pela bananeira, a influência da adubação fosfatada sobre as variáveis de crescimento vegetativo e de produção, revelam que as bananeiras podem ser responsivas à aplicação do fósforo.

Oliveira (2015) com o estudo de produtividade da cultivar ‘Prata Anã’ em primeiro ciclo verificou efeitos significativos dos tratamentos na análise de todas variáveis de desempenho agrônomo com exceção de número médio de frutos. Os níveis de água

apresentaram diferenças significativas e influenciaram as variáveis de desempenho agrônômico e a qualidade de frutos. Também foi observado interação água x adubo fosfórico, entretanto, o efeito isolado da adubação não apresentou diferença estatística.

Os volumes de água que proporcionaram maiores valores de frutos por hectare foram 1.314 mm.ano⁻¹ e 1.814 mm.ano⁻¹. A regressão polinomial quadrática ajusta os valores em função dos volumes de água e apontou ponto de máximo em 26.814,83 frutos.ha⁻¹ como observado na Figura 2. O resultado do número de frutos por penca também pode ser obtido pela regressão e evidenciou ponto máximo com 12,5 frutos (Figura 3).

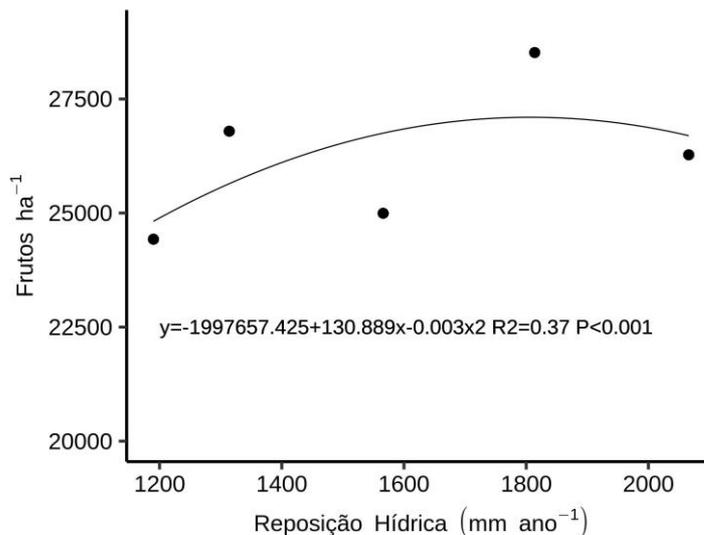


Figura 2. Efeito da reposição hídrica sobre o número médio de frutos por hectare, da cultivar ‘Prata Anã’. Brasília, DF, 2019.

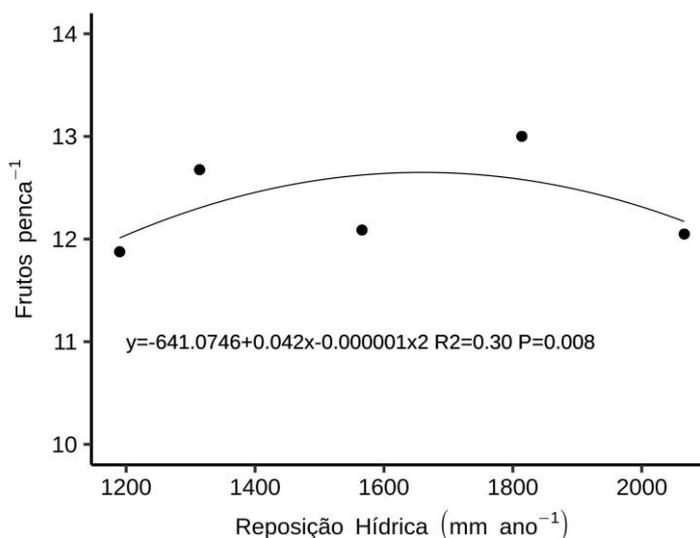


Figura 3. Efeito da reposição hídrica sobre o número de frutos por penca, da cultivar ‘Prata Anã’. Brasília, DF, 2019.

As condições de reposição hídrica e adubação fosfatada, pela estatística, não influenciou significativamente, a qualidade de frutos avaliada pelo peso, comprimento, diâmetro e relação comprimento diâmetro dos frutos. Entretanto, os resultados obtidos de peso médio de 66,0 g/fruto, comprimento médio de 9,9 cm e do diâmetro médio de 3,0 cm, o fruto apresenta-se 3,2 cm mais comprido do que largo, evidencia a qualidade comercial que justifica o cultivo da cultivar ‘Prata Anã’.

Estas características de qualidade são fatores fundamentais que justificam o fato da área de cultivo de bananeira do subgrupo Prata ter apresentado crescimento nos últimos anos no Brasil, sendo as cultivares que mais se destacam a Prata-Anã ou Enxerto, Prata Catarina e Pacovan (NOMURA, 2016).

No manejo de reposição hídrica proposta para a cultivar ‘Prata Anã’ destaca-se os melhores resultados obtidos com sistema de irrigação localizada por gotejamento e volume de 1.814 mm.ano⁻¹ para as condições edafoclimáticas do Distrito Federal.

Com relação a adubação fosfatada, o fornecimento equilibrado de fósforo, desde o início do desenvolvimento vegetativo, estimula o crescimento radicular, proporcionando assim uma disponibilidade mais adequada de nutrientes como um todo para a planta (MOREIRA et al., 2016). Por outro lado, altas doses de adubo fosfatado podem levar à toxicidade e reduzir o crescimento das raízes, o que acarreta na menor absorção do P (LIMA et al., 2014),

Tem-se como recomendação para adubação de produção que a bananeira necessita de pequenas quantidades de fósforo (P). A quantidade total recomendada após análise química do solo deve ser colocada na cova, no plantio, pode ser aplicado sob as formas de superfosfato simples (18% de P₂O₅), superfosfato triplo (45% de P₂O₅), fosfato diamônico - DAP (45% de P₂O₅) e fosfato monoamônico - MAP (48% de P₂O₅). Anualmente, deve ser repetida a aplicação, após nova análise química do solo (BORGES et al., 2014).

2.4. CONCLUSÕES

- O desempenho agrônômico da cultivar ‘Prata Anã’ não foi afetado significativamente pela interação da reposição hídrica e adubação fosfatada.
- O manejo da reposição hídrica é relevante na cultura da bananeira ‘Prata Anã’, pois afetou o desempenho agrônômico com relação ao número de frutos médio por hectare e número de frutos por penca.
- A adubação fosfatada, não apresentou efeitos significativos, sobre as características avaliadas de produtividade total, produtividade estimada por hectare, número de frutos estimado por hectares, número de pencas por cacho, número de frutos por penca,

número de frutos por cacho, peso médio por fruto, comprimento de fruto, diâmetro do fruto e relação comprimento e diâmetro, da cultivar 'Prata Anã'.

2.5. REFERÊNCIAS

- BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; FANCELLI, M.; COELHO, E. F.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; ALBUQUERQUE, A. F. A.; MEISSNER FILHO, P. E.; RITZINGER, C. H. S. P.; AMORIM, E. P. *et al.* Sistema de Produção de Banana para o Estado do Pará. Sistema de Produção, 9. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Amazônia Oriental, Versão Eletrônica, 2ª edição, Dec/2014
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**. Fisiologia e Manuseio. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005.
- DAMATTO JÚNIOR, E. R.; CAMPOS, A. J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Produção e caracterização de frutos de bananeira 'Prata-Anã' e 'Prata-Zulu'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 440-443, Dec. 2005.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.) **Fertilidade do solo**. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap.03, p.91-132. 2007.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA – FAEPE, 183p. 2005.
- GATIBONI, C. L. **Disponibilidade de formas de Fósforo do solo às plantas**. 247f. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia/Biodinâmica dos Solos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- GRANT, C.A.; PLATEN, D. N.; TOMAZIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. *Informações agrônômicas*, 2001.
- GUIMARÃES, P. T. G.; NOGUEIRA, F. D.; DIAS, K. G. L.; REIS, T. H. P. **Adubação do cafeeiro e a qualidade do produto colhido**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 39-51, mar./abr. 2011.
- LIMA, P. R.; CARLESSO, R. E.; BORSOI, A.; ECCO, M.; FERNANDES, F. V.; MEZZALIRA, E. J.; RAMPIM, L.; ROSSET, J. S.; BATTISTUS, A. G.; MALAVASI, U. C.; BELTRAMIN, P. R. F. Effects of different rates of nitrogen (N) and phosphorus pentoxide (P₂O₅) on eggplant yield. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 9, n. 19, p. 1435-1441, 2014.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. ed. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, p. 97-116. 1985.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 318p. 1996.
- MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; FERNANDES, D. R.; SILVA, E. B.; OLIVEIRA, J. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 230-237, 2016.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill – 2ª edição, 335p. 1999.

- NOMURA, E. S. **Desempenho agronomico e pós-colheita de cultivaas de bananeiras sob adução nitrogenada e potássica**. 2016. Tese de doutorado em Agronomia- Produção Vegetal apresentado a Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- NOMURA, E. S.; SAES, L. A. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. In: NOGUEIRA, E. M. C.; ALMEIDA, I. M. G.; FERRARI, J. T.; BERIAM, L. O. S. (Eds.). **Bananicultura: manejo fitossanitário e aspectos econômicos e sociais da cultura**. São Paulo: Instituto Biológico, 243p. 2013.
- OLIVEIRA, G. P. **Avaliação da produtividade inicial e caracteres agronômicos de bananeira (Prata Anã e BRS Conquista) em função de diferentes níveis de água e adubação**. 154f. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília – DF, 154p. 2015.
- SILVA, J. T. A. da; PACHECO, D. D.; COSTA, É. L. da. Atributos químicos e físicos de solos cultivados com bananeira ‘Prata-Ana’ (AAB), em três níveis de produtividade, no norte de Minas Gerais. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v.29. p.102-106. 2007.
- SILVA, J. T. A.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira Prata anã (AAB), cultivadas em dois Latossolos. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, p. 238-242, 2011.
- SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 85- 106. 1999.
- SILVA, S. O.; SANTOS-SEREJO, J. A.; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 45-58. 2004.
- SILVA, S.O.; ROCHA, S.A.; ALVES, E.J.; CREDICO, M.; PASSOS, A.R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.2, p.161-169, 2000.
- ZHANG, M.; LI, C.; LI, Y. C.; HARRIS, W. G. Phosphate minerals and solubility in native and agricultural calcareous soils. **Rev. Geoderma**, 232-234, 164-171. 2014.

CAPÍTULO 3 - Desempenho agrônômico e qualidade de bananas da cultivar 'BRS Tropical' em função de diferentes reposições hídricas e adubação potássica.

Agronomic performance and banana quality of 'BRS Tropical' cultivar in function of different hydric replenishments and potassic fertilization.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; José Ricardo Peixoto^{II}, Marcio de Carvalho Pires^{III}; Michelle Souza Vilela^{IV}, Marcus Vinicius Santana^V.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{IV}Eng Agrônoma Dra., Professora, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: michellevilelaunb@gmail.com

^VEng Agrônomo Dr., Técnico, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br

RESUMO

A banana 'BRS Tropical' considerada uma cultivar tipo 'Maçã', foi desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo resistente às principais doenças que atacam a cultura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira 'BRS Tropical' sob diferentes doses de adubação potássica e volumes de reposição hídrica, pelo período de quatro anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. No ensaio foram utilizadas mudas oriundas de cultura de tecidos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e as subparcelas formada por 5 doses subparcelas formada por 5 doses de adubação potássica (K), 0, 110, 220, 330 e 440 g por cova de cloreto de potássio em 6 aplicações anuais. O ano de 2014, primeiro ciclo, foram obtidos os melhores resultados de produtividade por hectare, 17,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Nos anos de 2015 a 2018 a produtividade manteve-se constante e média de 5,7 t.ha⁻¹.ano⁻¹. A análise de variância dos parâmetros de avaliação do desempenho agrônômico e de qualidade dos frutos evidenciou efeito significativo de interação entre os diferentes volumes de reposição hídrica e níveis de adubação potássica para as variáveis avaliadas de produtividade média por hectare, número de frutos por hectare, comprimento e diâmetro do fruto. O desempenho agrônômico da cultivar foi afetado pela interação da reposição hídrica e

adubação potássica, sendo recomendado o volume de reposição hídrica de 1.814 mm.ano⁻¹ e a dose de K de 470 Kg.ha⁻¹, que propiciaram o melhor resultado. A da adubação potássica atua sobre a qualidade do fruto, comprimento e diâmetro, da bananeira.

Palavras-chaves: *Musa spp*; Produção; Nutrição; Irrigação; Características dos frutos

ABSTRACT

The 'BRS Tropical' banana considered an 'Apple' type variety, was developed by Embrapa Mandioca and Fruticultura, being resistant to the main diseases that attack the culture. The present work had the objective of evaluating the agronomic performance and fruit quality of 'BRS Tropical' banana tree under different doses of potassic fertilization and water replacement volumes, for a period of 5 years, in the edaphoclimatic conditions of the Federal District. In the assay, seedlings from tissue culture used. The experimental arrangement was in subdivided plots, and the plots consisted of 5 volumes of water replenishment, equivalent to 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 and 2.066 mm.year⁻¹ and the subplots formed by 5 subplot doses composed of 5 doses of potassium fertilization (K), 0 - 167 - 334 - 500 - 667 g per pit of potassium chloride in 6 annual applications. The year 2014, first cycle, yields the best productivity results per hectare, 17,8 t.ha⁻¹.year⁻¹. In the years 2015 to 2018 the productivity remained constant and average of 5,7 t.ha⁻¹.year⁻¹. The analysis of variance of the evaluation parameters of the agronomic performance and fruit quality showed a significant interaction effect between the different volumes of water replenishment and levels of potassium fertilization for the evaluated variables of average productivity per hectare, number of fruits per hectare, length and diameter of the fruit. The agronomic performance of the cultivar affected by the interaction of water replenishment and potassium fertilization. The water replenishment volume of 1.814 mm.year⁻¹ and the K dose of 470 Kg.ha⁻¹ recommended, which provided the best result. The effect of potassium fertilization is on the fruit quality, length and diameter, of the banana tree.

Keywords: *Musa spp*; Production; Nutrition; Irrigation; Characteristics of fruits

3.1. INTRODUÇÃO

A história da bananeira (*Musa* spp.) está atrelada à domesticação dos cultivos alimentícios pelo homem. Durante esse processo, as espécies silvestres *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* foram cruzadas e deram origem à maioria das espécies comestíveis. (DANTAS; FILHO, 1995; NAVA, 1997). Atualmente, cada cultivar contém combinações de genomas especialmente dessas espécies selvagens. Os genomas são denominados pelas letras A e B, sendo A para espécie *M. acuminata* e B para espécie *M. balbisiana*, cujas combinações resultaram em grupos diploide (AA, BB e AB), triploides (AAA, AAB, ABB) e tetraploides (AAAA, AAAB, AABB, ABBB) (FIGUEIREDO; BRIOSO, 2007; MARTINS, 2018).

A bananeira é uma das fruteiras mais cultivadas nos países tropicais e o seu crescimento, desenvolvimento e produtividade são influenciados pelo solo, clima, genótipo e nível de manejo (LORENA, 2015).

Considerando o aspecto genótipo a bananeira cultivar BRS Tropical é um híbrido tetraploide do grupo AAAB, de porte médio a alto, criado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia. A planta além de resistente à Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*), é também tolerante ao mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). Todavia, não é resistente à Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Seu plantio é indicado as regiões produtoras de banana cultivar Maçã (SILVA et al., 2004).

Com praticamente o mesmo porte da cultivar Maçã, altura média de 3,2 m, pode ser plantada nos mesmos espaçamentos 3 x 2 m ou 4 x 2 x 2m em fileiras duplas. Os frutos apresentam casca amarela, polpa esbranquiçada e sabor doce, com baixa acidez, confundida com a da banana maçã, a média do peso do cacho é de 16 kg e o número médio de frutos é de 94 (SAES et al. 2005).

O manejo, a nutrição e requisitos hídricos são decisivos para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidades elevadas de nutrientes (HOFFMANN et al., 2007; SOARES et al., 2008).

Neste sentido o aumento da eficiência na utilização de fertilizante tem sido cada vez mais almejado nas boas práticas de manejo da adubação de culturas, não somente buscando reduzir custos de produção, mas também reduzir possíveis impactos ambientais (TEIXEIRA et al., 2010).

O potássio (K) está presente na planta na forma iônica. Desempenha um papel fundamental na regulação do potencial osmótico das células vegetais, e também ativa muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (TAIZ, ZAIGER, 2009). Corresponde ao nutriente mais absorvido pela bananeira. É um nutriente importante na translocação dos fotossintatos, no balanço hídrico e na produção de frutos, aumentando a resistência do fruto ao

transporte e sua qualidade, pelo aumento de sólidos solúveis totais e açúcares e decréscimo da acidez da polpa (BORGES, 2004).

Este mineral tem grande participação nos processos nutricionais, pois controla a retenção de água pelas células, e devido a este controle regula a velocidade de circulação da seiva e, conseqüentemente, a de quase todos os nutrientes (MOREIRA, 1999), principalmente para garantir uma ótima atividade enzimática (MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN e BLOOM, 2006). Além disso, atua nas trocas metabólicas e transpiração, por controlar a abertura e o fechamento dos estômatos nas folhas (MOREIRA, 1999) e na resistência da planta à incidência de pragas e doenças por efeito na permeabilidade da membrana plasmáticas (CANTARELLA, 2007).

MOREIRA (1999), relatou que o potássio atua no desenvolvimento das bananas conferindo-lhes assim um melhor aspecto e também maior peso no cacho. Este mesmo autor relata que o mineral atua também nas características sensoriais da fruta, por ser o responsável pelo índice de acidez da polpa, além de participar da formação de açúcares que irão se transformar em amido.

O suprimento insuficiente de potássio afeta a quantidade de frutos e a sua qualidade sensorial, bem como a resistência das plantas a estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (frio e seca) (TEIXEIRA, 2005). Estudo de Teixeira et al. (2014), recomenda que a adubação potássica varie de 90 a 730 Kg.ha⁻¹, de acordo com o teor de K no solo e a produtividade esperada.

A bananeira pode acumular mais de 1.000 kg.ha⁻¹ de K₂O. Um dos fatores que pode explicar a baixa produtividade média é utilização de doses insuficientes de K na adubação da bananeira ou pelas perdas do K no solo por lixiviação, sem reposição adequada. As perdas de K por lixiviação podem ser significantes considerando que o sistema superficial da bananeira se concentra, principalmente, nos 30 cm superficiais do solo e que a pluviosidade anual na região é alta e concentrada, principalmente, entre os meses de dezembro a fevereiro. Doses altas de potássio objetivando suprir as perdas por lixiviação, também podem causar a contaminação de lençol freático pela sua percolação (FELISBERTO et al., 2012).

A região dos cerrados apresenta uma sazonalidade na distribuição das precipitações pluviiais, com seis meses chuvosos e seis meses secos. Para se alcançar melhor rentabilidade dos bananais a adoção da irrigação é imprescindível (SILVA et al., 2004).

Desta forma o trabalho teve como objetivo geral avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira 'BRS Tropical' sob diferentes doses de adubação potássica e volumes de reposição hídrica.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O detalhamento de todas as etapas adotados encontram-se descritos no capítulo 1. As especificidades dos ensaios de experimentação da cultivar BRS Tropical são descritas a seguir.

3.2.1. Instalação do experimento

No ensaio, foram utilizadas mudas da variedade de banana BRS Tropical, oriunda de cultura de tecidos.

3.2.2. Delineamento

O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, 3,26 – 3,60 – 4,29 – 4,97 – 5,66mm, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹, e as subparcelas formada por 5 doses de adubação potássica (K), 0, 110, 220, 330 e 440g por cova de cloreto de potássio em 6 aplicações anuais. A subparcela foi representada por quatro covas uteis, totalizando 400 covas.

Para adubação geral a dose de nitrogênio (N) e fósforo (P₂O₅) de 1.440 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. Os fertilizantes utilizados foram a ureia e superfosfato simples. A ureia é muito utilizada na agricultura brasileira, como fonte de nitrogênio, apresentando uma concentração de 45% de N. O superfosfato simples é um formulado composto de 18% de P₂O₅, 16% de Cálcio (Ca) e 8% de Enxofre (S). O Cloreto de potássio (KCl) possui cerca de 53% potássio (K) e 47% cloro, sendo um dos fertilizantes com maior concentração de K₂O no valor de 60%.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os 4 anos de avaliação do cultivo da variedade de banana ‘BRS Tropical’ indicaram uma produtividade média estimada por hectare de 8,2 t ha⁻¹.ano⁻¹. O número médio de frutos por hectare de 4,12 mil frutos ha.ano⁻¹, caracterizando-se uma baixa produtividade

Possíveis justificativas podem ser em função das condições climáticas, que apesar do Distrito Federal apresentar uma temperatura média favorável ao cultivo de bananas em torno de 90% do ano, há ocorrência de temperaturas noturnas abaixo de 12°C durante o inverno (junho a setembro), o que favorece a ocorrência de *chilling*, podendo resultar em baixas

produtividades do pomar. É possível verificar, a partir dos dados climatológicos obtidos pela estação localizada próxima ao experimento, que ocorreram temperaturas mínimas abaixo de 12°C no período estudado (**Figura 1 – Capítulo3**). E destaca-se que na condução do estudo não são realizadas aplicação de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças.

O cacho formado por uma média de 6 pencas, cada penca com média de 12 frutos, logo 72 frutos por cacho e peso médio de 95,4 g/fruto. Gonçalves (2018) em estudo de desempenho agrônomo de cultivares de bananeira sob diferentes reposições hídricas no cerrado, a cultivar ‘BRS Tropical’ apresentou os menores valores médios para número de pencas por cacho (4,65 pencas) e número de frutos por cacho (55 frutos/cacho). Essas característica são importantes para o produtor de banana, visto que a penca é a unidade comercial mais utilizado na comercialização dessa fruta (PBMH, PIF, 2006).

A Figura 1 apresenta os dados de produtividade em função dos tratamentos referentes a reposição hídrica e adubação potássica, nos 5 anos de avaliação. O ano de 2014, primeiro ciclo, foram obtidos os melhores resultados de produtividade por hectare, 17,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Nos anos de 2015 a 2018 a produtividade manteve-se constante e média de 5,7 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

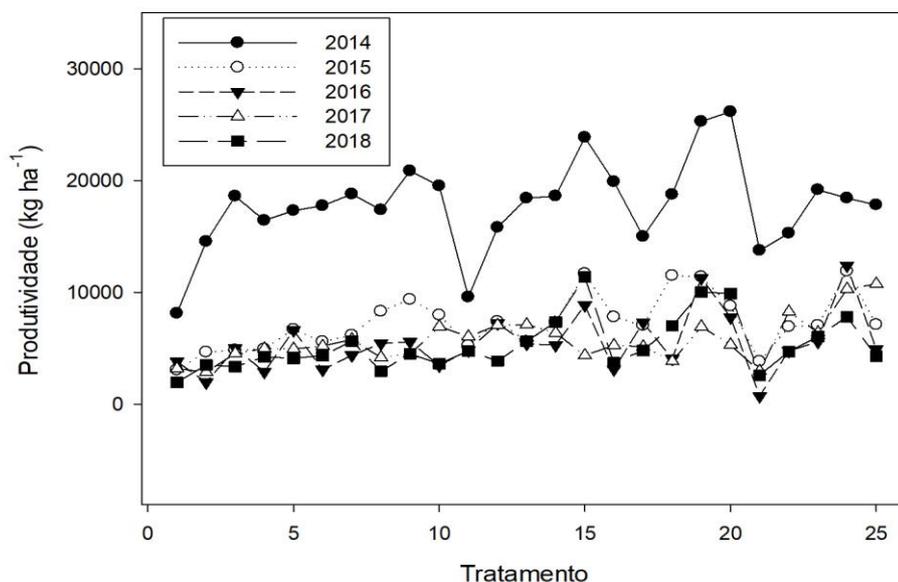


Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘BRS Tropical’ ao longo dos 5 anos de avaliação. **Legenda dos Tratamentos:** 1- 1.190 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 2- 1.190 mm.ano⁻¹ e 167 Kg.ha⁻¹; 3- 1.190 mm.ano⁻¹ e 334 Kg.ha⁻¹; 4- 1.190 mm.ano⁻¹ e 500 Kg.ha⁻¹; 5- 1.190 mm.ano⁻¹ e 667 Kg.ha⁻¹; 6- 1.314 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 7- 1.314 mm.ano⁻¹ e 167 Kg.ha⁻¹; 8- 1.314 mm.ano⁻¹ e 334 Kg.ha⁻¹; 9- 1.314 mm.ano⁻¹ e 500 Kg.ha⁻¹; 10- 1.314 mm.ano⁻¹ e 667 Kg.ha⁻¹; 11- 1.566 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 12- 1.566 mm.ano⁻¹ e 167 Kg.ha⁻¹; 13- 1.566 mm.ano⁻¹ e 334 Kg.ha⁻¹; 14- 1.566 mm.ano⁻¹ e 500 Kg.ha⁻¹; 15- 1.566 mm.ano⁻¹ e 667 Kg.ha⁻¹; 16- 1.814 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 7- 1.814 mm.ano⁻¹ e 167 Kg.ha⁻¹; 18- 1.814 mm.ano⁻¹ e 334 Kg.ha⁻¹; 19- 1.814 mm.ano⁻¹ e 500 Kg.ha⁻¹; 20- 1.814 mm.ano⁻¹ e 667 Kg.ha⁻¹; 21- 2.066 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 22- 2.066 mm.ano⁻¹ e 167 Kg.ha⁻¹; 23- 2.066 mm.ano⁻¹ e 334 Kg.ha⁻¹; 24- 2.066 mm.ano⁻¹ e 500 Kg.ha⁻¹; 25- 2.066 mm.ano⁻¹ e 667 Kg.ha⁻¹. Brasília, DF, 2019.

Os dados de produtividade indicaram que nas doses de reposição hídrica de 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e concentração de Potássio (K) de 500 Kg.ha⁻¹ corresponderam aos melhores resultados de 12,9 e 12,1 t.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. Por outro lado, a condição de 1.190 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹, apresentou apenas 4,0 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Estudando os efeitos da adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Pacovan’, Weber et al. (2006) obtiveram uma produtividade média de 33,21; 43,75 e 39,76 t.ha⁻¹ nos três ciclos de cultivo, bem superior à média nacional no ano de 2007 (14,09 t.ha⁻¹).

A análise de variância dos parâmetros de avaliação do desempenho agrônomo e de qualidade dos frutos evidenciou efeito significativo de interação entre os diferentes volumes de reposição hídrica e níveis de adubação potássica para as variáveis avaliadas de produtividade média por hectare, número de frutos por hectare, comprimento e diâmetro do fruto (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg.ha⁻¹), número de frutos por hectare, comprimento de fruto (cm) e diâmetro do fruto (cm), da cultivar ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.

Fonte de Variação	G.L.	Produtividade (kg.ha ⁻¹)		Frutos ha ⁻¹		Comprimento de Frutos		Diâmetro de Frutos	
		F	P-valor	F	P-valor	F	P-valor	F	P-valor
Blocos	3	4,98	0,017 ^{ns}	1,11	0,380 ^{ns}	6,78	0,006*	6,39	0,008*
Água	4	6,67	0,004*	0,65	0,634 ^{ns}	7,45	0,003*	6,99	0,004*
Resíduo 1	12	-	-	-	-	-	-	-	-
Parcelas	19	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloreto Potássio	4	14,83	0,001*	7,05	0,001*	6,70	0,001*	6,55	0,001*
Água x Cloreto Potássio	16	14,83	0,001*	7,05	0,001*	6,70	0,001*	6,55	0,001*
Resíduo 2	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%) 1		12,29		11,00		1,82		1,94	
C.V. (%) 2		22,98		18,62		4,47		5,46	

* significativo no teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} significativo no teste F a 5% de probabilidade.

Estudos que demonstrem a melhor adaptação de diferentes cultivares para as diferentes regiões do Brasil são relevantes, principalmente no tocante ao manejo de água e nutrientes para a cultura (MARTINS; SUGUINO, 2014).

A produtividade estimada por hectare da bananeira ‘BRS Tropical’ foi influenciada de forma significativa pelos os volumes de água aplicados e pela adubação potássica (Figura 2). Verificou-se interação dupla entre reposição hídrica e adubação, com significância e equação de comportamento quadrático de ajuste para os volumes de reposição de 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ (Figura 2A). Os resultados indicam a dose ótima de 470 Kg.ha⁻¹ de cloreto de

potássio na reposição hídrica de $2.066 \text{ mm.ano}^{-1}$. Santos et al. (2009), em trabalhos realizados no nordeste brasileiro, constataram que uma dose de 470 Kg.ha^{-1} de K propiciou a maior produção de bananas.

De acordo com Brasil et al, (2000) a adubação em potássio promoveu aumento linear no peso de cacho, peso de penca por cacho, número de pencas por cacho e número de bananas por cacho.

Na análise de regressão do fator adubação e reposição hídrica foi obtida equação quadrática na dose de 667 kg.ha^{-1} (Figura 2B), nestas condições as melhores produtividade média estimada por hectare será de $59.102,84 \text{ Kg.ha}^{-1}$.

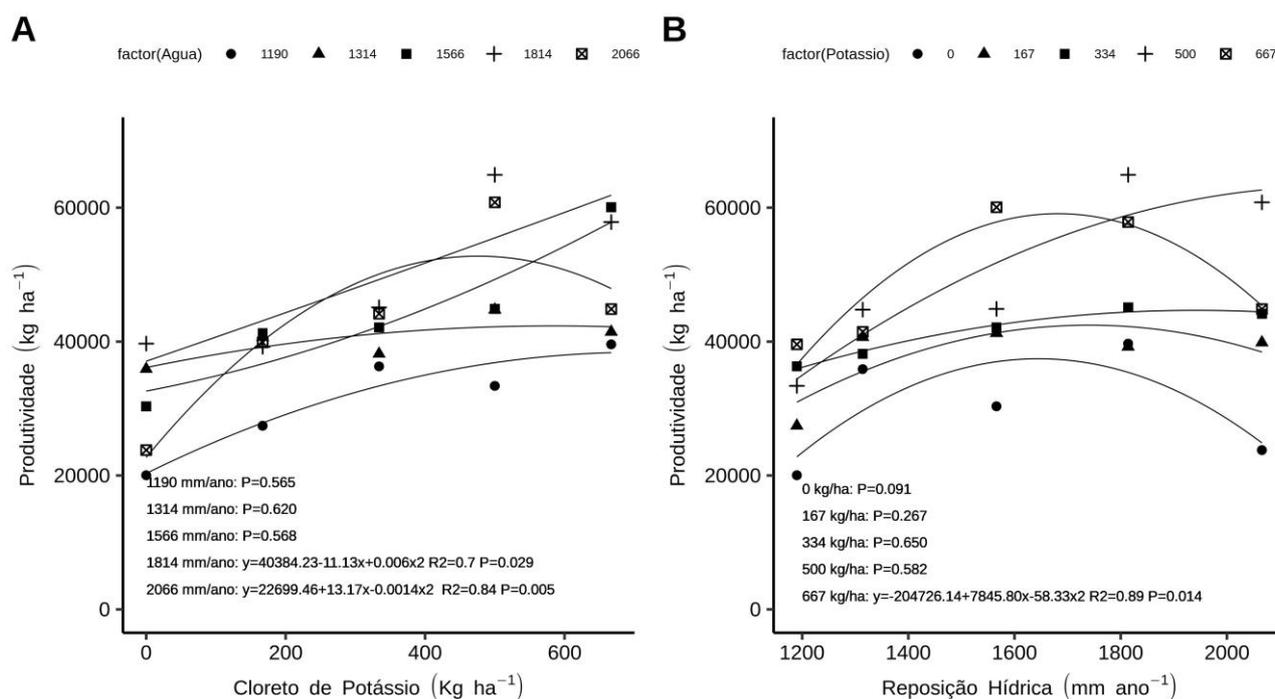


Figura 2. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hidrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano^{-1}) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha^{-1}) sobre a produtividade estimada por hectare (Kg.ha^{-1}), da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.

Lorena (2015) avaliando apenas o primeiro ciclo do desempenho agronomico da cultivar ‘BRS Tropical’ no Distrito Federal encontrou reposta de equação quadrática da produtividade média estimada por hectare em relação a reposição hídrica e adubação, o nível otimizado de adubação potássica equivalente foi de $448,66 \text{ Kg.ha}^{-1}$ e uma produtividade ajustada de $7,7 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Por outro lado, Silva et al. (2011) verificaram, no norte de Minas Gerais, que uma adubação potássica de 872 Kg.ha^{-1} propiciou uma maior produtividade em um pomar de banana no segundo ciclo de produção. No entanto, Costa et al. (2012), em experimentos

realizados na costa da Bahia, verificaram que doses de K_2O no intervalo 0 a 1.200 Kg.ha^{-1} , não influenciaram na produção de bananas no primeiro ciclo de produção.

Pelas análises estatísticas sugere-se que o manejo da reposição hídrica com volume de $1.814 \text{ mm.ano}^{-1}$, por racionalizar a utilização da água e adubação em potássio (K) na concentração de 470 Kg.ha^{-1} de cloreto de potássio (KCl) para a produção influenciaram o bom desempenho agrônomico e a qualidade dos frutos, na região do Distrito Federal.

A Figura 3 apresenta o efeito da interação dos fatores água e potássio, sobre o número de frutos por hectare. Verificou-se o comportamento linear das variáveis (Figura 3A), indicando que o manejo da irrigação é um fator relevante na cultura da bananeira e incrementos na quantidade de água utilizada aumenta o número de frutos por hectare.

A interação do fator adubação potássica sobre a reposição hídrica não apresentou efeito significativo (Figura 3A). Para Borges (2006) a irrigação pode favorecer a absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente de N e K, entretanto a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas na solução do solo depende de vários fatores químicos, físicos e biológicos do solo.

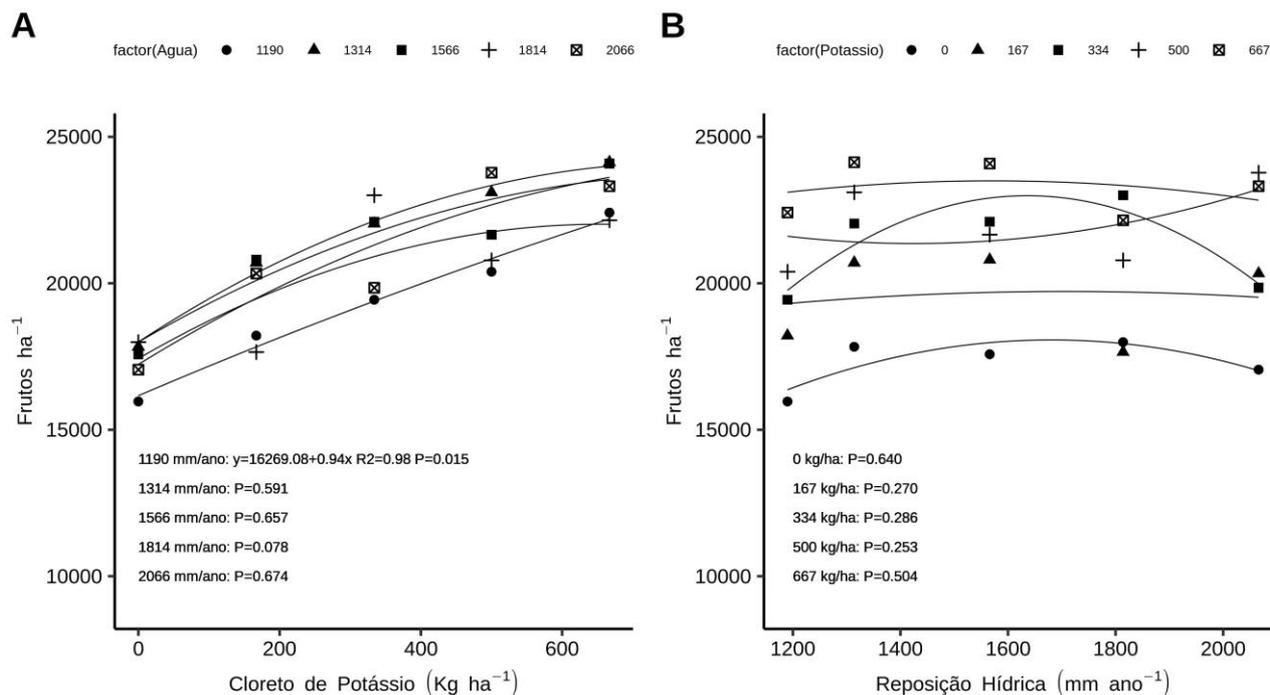


Figura 3. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica ($1.190, 1.314, 1.566, 1.814$ e $2.066 \text{ mm.ano}^{-1}$) e cinco níveis de adubação potássica ($0 - 167 - 334 - 500 - 667 \text{ Kg.ha}^{-1}$) sobre do número de frutos por hectare, da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.

As medidas de qualidade apresentadas pela cultivar ‘BRS Tropical’ foram comprimento médio de $10,4 \text{ cm}$ e do diâmetro médio de $3,3 \text{ cm}$, o fruto apresenta-se $3,1 \text{ cm}$ mais comprido do que largo. O valores encontram-se dentro do padrão exigido pelo PBMH e PIBrasil (2006).

A medida do comprimento classificam os frutos da cultivar ‘BRS Tropical’ como “Classe 9” (comprimentos de 9 a 12 cm), e pelo diâmetro seriam da categoria extra (diâmetro mínimos por categoria: 2,3 cm categoria III, 2,5 cm categoria II, 3,0 cm categoria I e 3,2 cm para categoria extra).

Pela análise de variância verificou-se interação entre reposição hídrica e adubação sobre o comprimento do fruto (Figura 4). A resposta da regressão do fator água sobre a adubação não apresentou significância (Figura 4A). Entretanto, os resultados com a interação do fator adubação e os volumes de água, apresentou equação ($y = 16,72 + 2,68x - 0,02x^2$), representado na Figura 4B. O melhor efeito da adubação na dose de 167 Kg.ha⁻¹ fornece o comprimento do fruto de 106 mm. Nas demais doses de adubo potássico não houve efeito significativo na análise de variância para o comprimento do fruto.

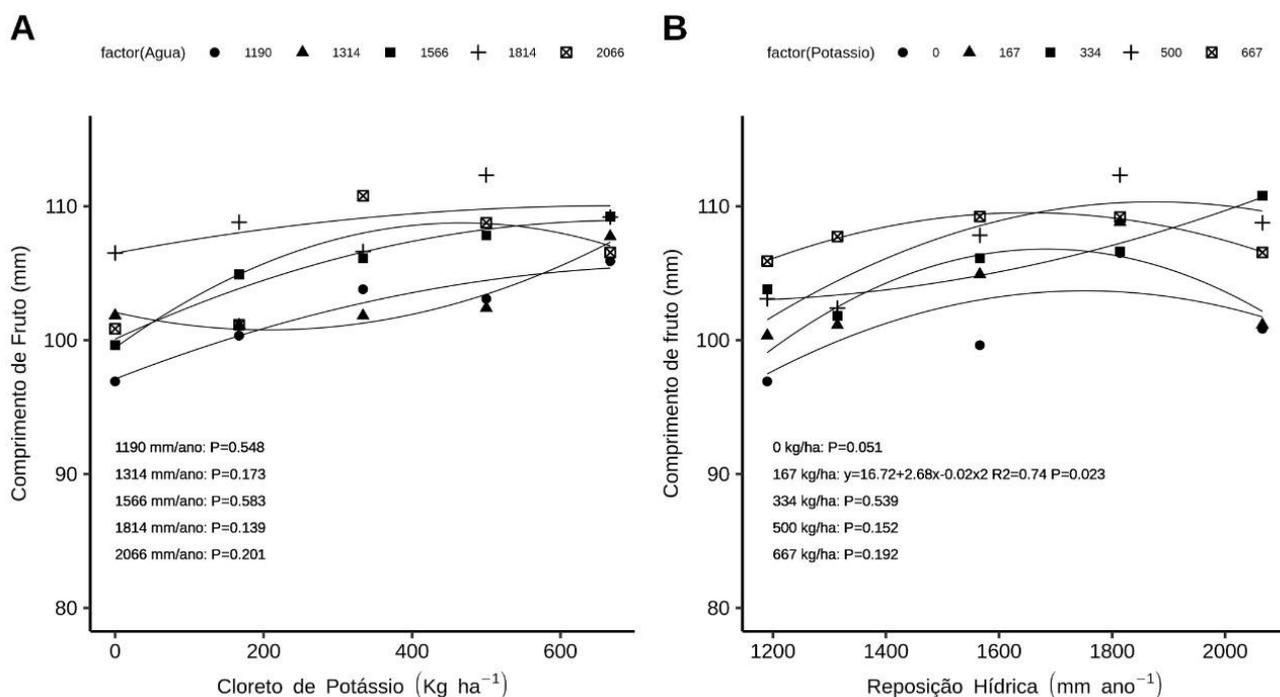


Figura 4. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha⁻¹) sobre o comprimento dos frutos (mm), da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.

Maia et al. (2003), verificou que a adubação potássica não proporcionou efeito significativo sobre a massa do cacho, o número de palmas por cacho, a massa média da penca, o número de frutos por cacho, comprimento e o diâmetro do fruto.

Pela regressão a variável diâmetro do fruto, observou-se interação dupla entre os volumes de água aplicados e as doses de nitrogênio conforme a Figura 5. A resposta do

diâmetro do fruto da cultivar ‘BRS Tropical’ com relação ao fator reposição hídrica e os níveis de adubação potássica, apresentou resposta nos volumes de água de 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e a adubação fosfatada proporcionou resposta positiva sobre o diâmetro dos frutos.

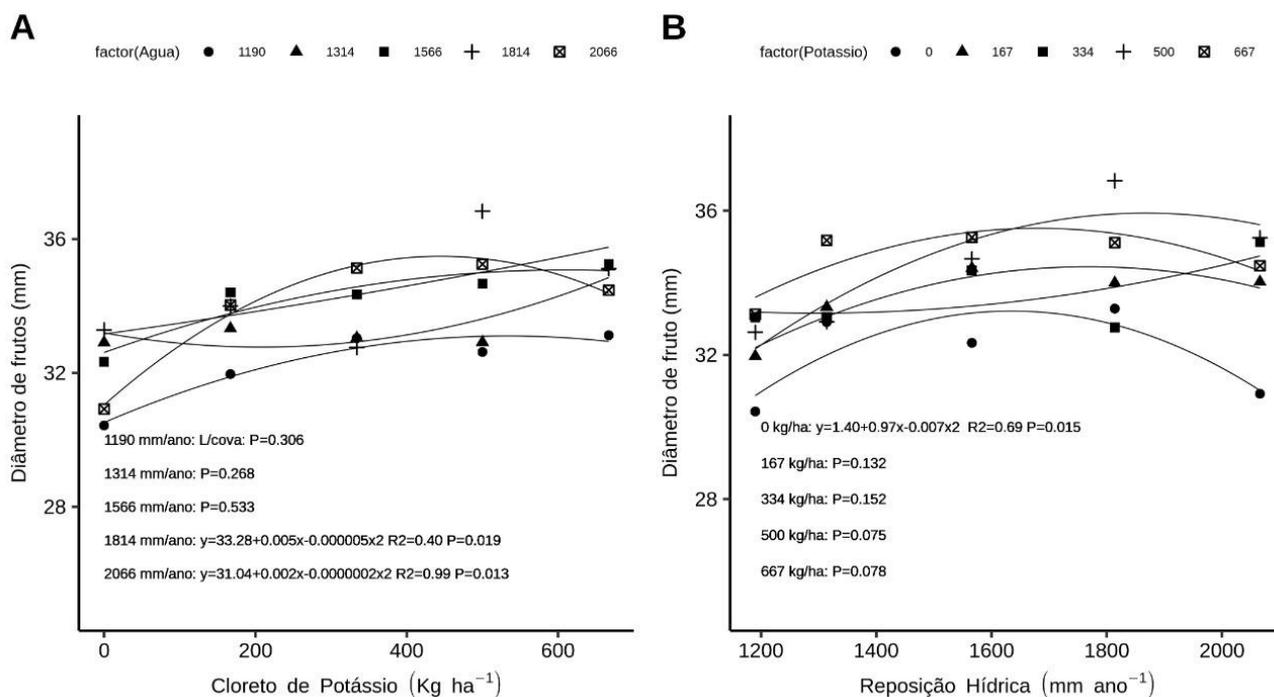


Figura 5. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha⁻¹) sobre o diâmetro dos frutos (mm), da bananeira ‘BRS Tropical’. Brasília, DF, 2019.

Considerando os parâmetros de desempenho agrônômico e qualidade de frutos a cultivar apresenta padrão de comercialização exigido para a cultura na região do Distrito Federal.

3.4. CONCLUSÕES

- O desempenho agrônômico da cultivar ‘BRS Tropical’ foi afetado pela interação da reposição hídrica e adubação potássica, sendo recomendado o volume de reposição hídrica de 1.814 mm.ano⁻¹ e a dose de K de 470 Kg.ha⁻¹, que propiciaram o melhor resultado;
- O manejo da reposição hídrica é relevante na cultura da bananeira cultivar ‘BRS Tropical’, pois afetou o desempenho agrônômico com relação a produtividade estimada e o número de frutos por hectare;
- A adubação potássica atua sobre a qualidade do fruto, comprimento e diâmetro, da bananeira ‘BRS Tropical’.

3.5. REFERÊNCIAS

- BORGES, A. L. **Recomendação de adubação para a bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 106 4p. 2004.
- BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**. 2006. 168f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- BRASIL, E. C; OEIRAS, A. H. L; MENEZES, A. J. E. A. de; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2407-2414, Dez. 2000.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.375-470. 2007.
- COSTA, F. da S.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. de; BRITO, M. E. B.; MESQUITA, E. F. de. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água na bananeira irrigada no semiárido paraibano. **Rev. Caatinga**. Mossoró, v. 25, n. 24, p. 26-33. 2012.
- DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem e evolução da bananeira. In: ALVES, E. J.; DANTAS, J. L. L. **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa, p.9-13. 1995.
- EPSTEIN, E; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. Ed. Londrina: Ed. Plantas, p. 42-65. 2006.
- FELISBERTO, G.; GODOY, L. J. G. ; ALBANAZ, A. A.; FURUYA, F. E. S. ; FRANÇA, F. G.; FEHR, R. M. **Crescimento de bananeira sob doses de fertilizante potássico de liberação controlada e convencional**. In.: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Uberlândia-MG, 2012
- FIGUEIREDO, D. V.; BRIOSO, P. S. T. PCR multiplex para a detecção de BSV e CMV em bananeiras micropropagadas. **Rev.Summa Phytopathology**, Jaguariúna, v. 33, n. 2, p. 118-123, set. 2007.
- GONÇALVES, L. M. **Desempenho agrônomo de cultivares de bananeira sob diferentes reposições hídricas no cerrado**. Tese de Mestrado em Irrigação no Cerrado... Instituto Federal Goiano – Campus Ceres/GO, 2018.
- HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; SOUZA, A. P.; GHEYI, H. R.; SANTOS, H. C. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de macronutrientes em seis cultivares de bananeira irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- LORENA, D. R. **Produtividade e qualidade de bananas das cultivares ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ em função de irrigação e adubação na região do Distrito Federal**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.
- MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; CANTARUTTI, R. B.; VENEGAS, V. H. A.; COUTO, F. A. D’A. Efeitos de doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e a qualidade de bananas ‘Prata-anã’ no distrito agroindustrial de Jaíba. **Rev. Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal–SP, v. 25, n. 2, p. 319-322, Ago. 2003.
- MALAVOLTA, E; VITTI, G. C; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 319p. 1997.
- MARTINS, A.N.; SUGUINO, E. Importância da fertirrigação em bananeira. **Rev. Cultivar**, Pelotas-RS, p. 22 - 24, out. nov. 2014.

- MARTINS, R. C. **Produção, qualidade e sanidade de frutos de bananeira “BRS Conquista” ensacados com polipropileno de diferentes cores.** 64f. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronomicas, Botucatu, 2018.
- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** São Paulo: Fundação Cargill, 1999.
- NAVA, C. **El plátano: su cultivo em Venezuela.** Maracaibo: Astro Data, p.122, 1997.
- PBMH, PIF - Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. **Normas de Classificação de Banana.** São Paulo: CEAGESP, 2006.
- SAES, L.A.; NOMURA, E.S.; GARCIA, V.A. Cultivares resistentes de bananeira. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 13., 2005, Registro. **Anais.** Registro: APTA, p.51-58. 2005.
- SANTOS, V. P.; FERNANDES, P. D.; MELO, A. S.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E.B.; DANTAS, J. D. M.; BONFIM, L. V. Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um Argissolo Vermelho- Amarelo. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 567-573. 2009.
- SILVA, S. O.; SANTOS-SEREJO, J. A., CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (ed.). **O cultivo da bananeira.** Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. p. 45-58. 2004.
- SILVA, J. T. A.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira Prata anã (AAB), cultivadas em dois Latossolos. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, p. 238-242, 2011.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; ALVES, A. N.; SILVA, F. V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras "Prata Anã" e "Grand Naine". **Rev. Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2054-2058, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.
- TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. C.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandú-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Rev. Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.
- TEIXEIRA, L. A. J.; QUAGGIO, J. A.; MELLIS, E. V. Ganhos de eficiência fertilizante em bananeira sob irrigação e fertirrigação. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.272-278, 2010.
- TEIXEIRA, L. A. J.; NOMURA, E. S.; DAMATTO, J. R. E. R.; FUZITANI, E. J. Banana. In AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G.; TUCCI, M. G. S.; CASTRO, C. E. F. (Eds.), **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** Boletim Técnico, 200. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, p. 46-51. 2014.
- WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, I. M. N. E; SOARES, I.; CRISOSTOMO, L. A. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Pacovan’ (musa aab, subgrupo prata) na Chapada do Apodi, estado do Ceará. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal–SP, v. 28, n. 1, p. 154-157, abr. 2006.

CAPÍTULO 4 - Desempenho agrônômico e qualidade de bananas da cultivar ‘BRS Conquista’ em função de diferentes reposições hídricas e adubação em magnésio

Agronomic performance and banana quality of 'BRS Conquista' cultivar in function of different hydric replenishments and fertilization in magnesium.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; José Ricardo Peixoto^{II}, Marcio de Carvalho Pires^{III}; Michelle Souza Vilela^{IV}, Marcus Vinicius Santana^V.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloisafalcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{IV}Eng Agrônoma Dra., Professora, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: michellevilelaunb@gmail.com

^VEng Agrônomo Dr., Técnico, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br

RESUMO

A banana é uma das frutas frescas mais consumidas mundialmente, entre elas, destaca-se aqui a ‘BRS Conquista’, uma cultivar resistente às principais doenças que atacam as bananeiras, e que tem sabor parecido com a banana maçã e que foi desenvolvida pela Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus-AM). Deste modo, o trabalho teve como objetivo avaliar desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira submetida a diferentes volumes de reposição hídrica e doses de magnésio, pelo período de quatro anos, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. No ensaio foram utilizadas mudas oriundas de cultura de tecidos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e as subparcelas formada por 5 doses de adubação em magnésio (sulfato de magnésio), 0 – 110 – 220 – 330 – 440 g por cova em 6 aplicações anais. Os resultados obtidos para os 5 anos de avaliação indicaram uma produtividade média estimada por hectare de 18 t.ha⁻¹.ano⁻¹. As variáveis resposta, número pencas por cacho, número de bananas por penca e a produtividade total foram influenciadas em função de diferentes reposições hídricas. O volume de água que apresentou diferença significativa de interação foi de 1.566 mm.ano⁻¹ e possibilitou a regressão polinomial quadrática que ajusta os valores em função dos volumes de água e adubação apontou ponto de máximo de produtividade em 45.200,89 Kg.ha⁻¹, e sulfato de

magnésio de 220 Kg.ha⁻¹. O efeito da adubação em magnésio não promoveu alterações no desempenho agrônomico e na qualidade dos frutos da cultivar. Conclui-se que na região do Distrito Federal é necessário para instalação da cultura da bananeira cultivar 'BRS Conquista' o manejo da reposição hídrica por meio de irrigação localizada por gotejamento utilizando volumes de volume de água de 1.566 mm.ano⁻¹.

Palavras-chaves: Banana; Produção; Adubação; Irrigação; Qualidade dos frutos

ABSTRACT

The banana is one of the most consumed fresh fruits worldwide, among them, stands out the 'BRS Conquista', a cultivar resistant to the main diseases that attack the banana trees, and that has a flavor similar to the apple banana and that was developed by Embrapa Western Amazonia (Manaus-AM.). The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and fruit quality of the banana tree submitted to different volumes of water replenishment and magnesium doses for a period of five years under the edaphoclimatic conditions of the Federal District. In the assay, seedlings from tissue culture used. The experimental arrangement was in subdivided plots, and the plots consisted of 5 volumes of water replenishment, equivalent to 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 and 2.066 mm.year⁻¹ and the subplots formed by 5 doses of fertilization in magnesium (magnesium sulfate), 0 - 110 - 220 - 330 - 440 g per pit in 6 annual applications. The results obtained for the 5 years of evaluation indicated an estimated average productivity per hectare of 18 t.ha⁻¹.year⁻¹. The variables response, number of bunch per bunch, number of bananas per bunch, and total productivity influenced by different water replenishments. The volume of water that presented a significant interaction difference was 1.566 mm.year⁻¹ and allowed the quadratic polynomial regression that adjusted the values as a function of the water volumes and fertilization pointed maximum productivity point in 45.200,89 Kg.ha⁻¹, and magnesium sulfate of 220 kg.ha⁻¹. The effect of magnesium fertilization did not promote changes in the agronomic performance and the quality of the fruits of the cultivar. Concluded that in the Federal District, it is necessary to install the 'BRS Conquista' banana crop to manage water replenishment through localized drip irrigation using volumes of water volume of 1.566 mm.year⁻¹.

Keywords: Banana; Production; Fertilizing; Irrigation; Fruit quality

4.1. INTRODUÇÃO

O Brasil, como grande produtor mundial de banana, tem 98% da produção destinada predominantemente ao mercado interno. A produtividade em 2016 foi de 14,68 toneladas por hectare (ANUARIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018). E o número de cultivares de bananeiras tradicionalmente utilizadas no Brasil é razoavelmente grande, no entanto, são poucos os que apresentam potencial agrônômico para exploração comercial com alta produtividade, tolerância às pragas, doenças, seca e frio, porte reduzido e menor ciclo de produção (BOLFARINI et al., 2014).

Assim, para que sejam introduzidos genótipos de bananeira em áreas de produção, com boas características agrônômicas e fitossanitárias, faz-se necessário conhecer o material, mediante estudos de caracterização e avaliação em diferentes condições edafoclimáticas (GONÇALVES et al., 2008; AZEVEDO et al., 2010; SOUZA et al., 2011; NOMURA et al., 2013).

Neste sentido a BRS Conquista pertence ao grupo genômico AAB, subgrupo Conquista, foi obtida por meio de mutações naturais em uma população de plantas da cultivar Thap Maeo, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, cidade de Manaus (MARTINS, 2018). Apresenta boa resistência às principais doenças como a sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*), sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*) e mal do Panamá (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*) (PEREIRA, GASPAROTTO, 2008).

A bananeira é uma planta muito sensível ao desequilíbrio nutricional e é muito exigente em adubação quando comparada a outras frutíferas (DAMATTO JUNIOR et al., 2005). O macronutriente magnésio (Mg) possui papel de grande importância nas células vegetais. É ativador de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de RNA e DNA. O íon também é parte central da estrutura em anel da molécula de clorofila (MALAVOLTA et al., 1989).

O sintoma característico da deficiência de magnésio é a clorose entre as nervuras foliares e ocorre primeiramente nas folhas mais velhas pela translocação do elemento. Esse padrão de clorose ocorre, pois a clorofila nos feixes vasculares permanece inalterada por maior tempo que a clorofila das células entre os feixes (TAIZ, ZEIGER, 2009; OLIVEIRA, 2015).

O magnésio facilita a absorção de outros nutrientes, para se aplicar quantidades elevadas de potássio (nutriente mais requerido pela bananeira) é necessário que exista magnésio suficiente para evitar o aparecimento do distúrbio fisiológico conhecido como azul-da-bananeira. O azul-da-bananeira é caracterizado por manchas pardo violáceas nos pecíolos

associadas à clorose magnésiana e se manifesta quando a relação K/Mg no solo é superior a 0,6 e nas folhas é maior que 2,0 na colheita (CORDEIRO, 2000).

Além do aspecto nutricional a planta é caracterizada por ser hidrofítica, ou seja, para seu normal desenvolvimento e produção necessita em média de 100 a 180 mm por mês em suprimentos hídricos (SOTO BALLESTERO, 2008). Assim o manejo da irrigação, em locais onde as precipitações pluviométricas são insuficientes ou mal distribuídas, é crucial para obtenção de altas produtividades (PAULL, DUARTE, 2011).

A irrigação consiste num instrumento para o aumento da produtividade e rentabilidade associado ao uso mínimo necessário do recurso hídrico. Para tanto, é preciso fazer uso de métodos que possibilitem alta eficiência de uso da água. Alguns princípios devem ser seguidos para alcançar este nível de eficiência. Para o máximo crescimento vegetativo a transpiração de uma superfície vegetal deve ser mantida em sua capacidade potencial, a tensão máxima que água do solo deve atingir, sem prejudicar a produção, é aquela que haverá suficiente absorção de água pela planta prevenindo de progressiva deficiência hídrica. A razão entre a água evapotranspirada pela cultura e a aplicada pela irrigação deve ser próxima de 1, para se ter máxima eficiência de aplicação. Selecionar culturas e práticas culturais que visem o aumento da produtividade e a diminuição do ciclo vegetativo aumenta a eficiência de uso da água. Considerar os fatores de solo, clima, planta e suprimento de água visando sempre à obtenção da melhor função econômica (BERNARDO, 2013; OLIVEIRA, 2015).

Desta forma o trabalho avaliou o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos da bananeira 'BRS Conquista' submetida a diferentes volumes de reposição hídrica e doses de adubação em magnésio.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O detalhamento de todas as etapas adotados encontram-se descritos no capítulo 1. As especificidades dos ensaios de experimentação da cultivar BRS Conquista são descritas a seguir.

4.2.1. Instalação do experimento

No ensaio, foram utilizadas mudas da variedade de banana BRS Conquista, oriunda de cultura de tecidos.

4.2.2. Delineamento

O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, 3,26 – 3,60 – 4,29 – 4,97 – 5,66mm, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹, e as subparcelas formada por 5 doses de adubação em magnésio (sulfato de magnésio), 0 – 110 – 220 – 330 – 440 g por cova em 6 aplicações anuais. A subparcela foi representada por quatro covas uteis, totalizando 400 covas.

O sulfato de Magnésio (MgSO₄) apresenta em sua composição 9,5% de magnésio (Mg) e 11% de enxofre (S). Para a adubação geral a dose de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) de 1.440 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. Os fertilizantes utilizados foram a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os 4 anos de avaliação do cultivo da variedade de banana ‘BRS Conquista’ indicaram uma produtividade média estimada por hectare de 18 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Pereira e Gasparotto (2008) avaliaram durante quatro ciclos consecutivos a cultivar BRS Conquista e observaram uma produtividade superior a 48 t ha⁻¹.ano⁻¹.

Possíveis justificativas podem ser em função das condições climáticas, que apesar do Distrito Federal apresentar uma temperatura média favorável ao cultivo de bananas em torno de 90% do ano, há ocorrência de temperaturas noturnas abaixo de 12°C durante o inverno (junho a setembro), o que favorece a ocorrência de *chilling*, podendo resultar em baixas produtividades do pomar. É possível verificar, a partir dos dados climatológicos obtidos pela estação localizada próxima ao experimento, que ocorreram temperaturas mínimas abaixo de 12°C no período estudado (**Figura 1 - Capítulo1**). E destaca-se que na condução do estudo não são realizadas aplicação de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças.

No trabalho o número médio de frutos por hectare foi de 7,16 mil frutos ha.ano⁻¹, o cacho formado por uma média de 9 pencas por cacho, cada penca com média de 13 frutos, logo 117 frutos por cacho e peso médio do fruto de 54,9 g. Outras medidas de qualidade foram comprimento médio de 8,8 cm e do diâmetro médio de 3,0 cm, o fruto apresenta-se 3,0 cm mais comprido do que largo.

Os resultados divergem, para um desempenho agrônomo e qualidade de frutos menor, do encontrado por Pereira e Gasparotto (2008) que avaliaram durante quatro ciclos consecutivos a cultivar BRS Conquista e observaram um número médio de pencas de 13 por

cacho, cada penca com 25 frutos e média de frutos por cacho de 326 e o peso do fruto de 88,0g.

Ressalta-se assim que as condições edafoclimáticas das regiões de implantação da cultura da bananeira influenciam o desempenho agrônomo e a qualidade dos frutos. As condições do Cerrado do Distrito Federal e da Amazônia, influenciaram de formas diferentes a cultivar ‘BRS Conquista’.

A Figura 1 apresenta os dados de produtividade em função dos tratamentos considerados de irrigação e adução em magnésio. As maiores produtividades foram observadas nos anos de 2015 e 2016. Sendo que 2014 correspondeu ao ano de menor produtividade.

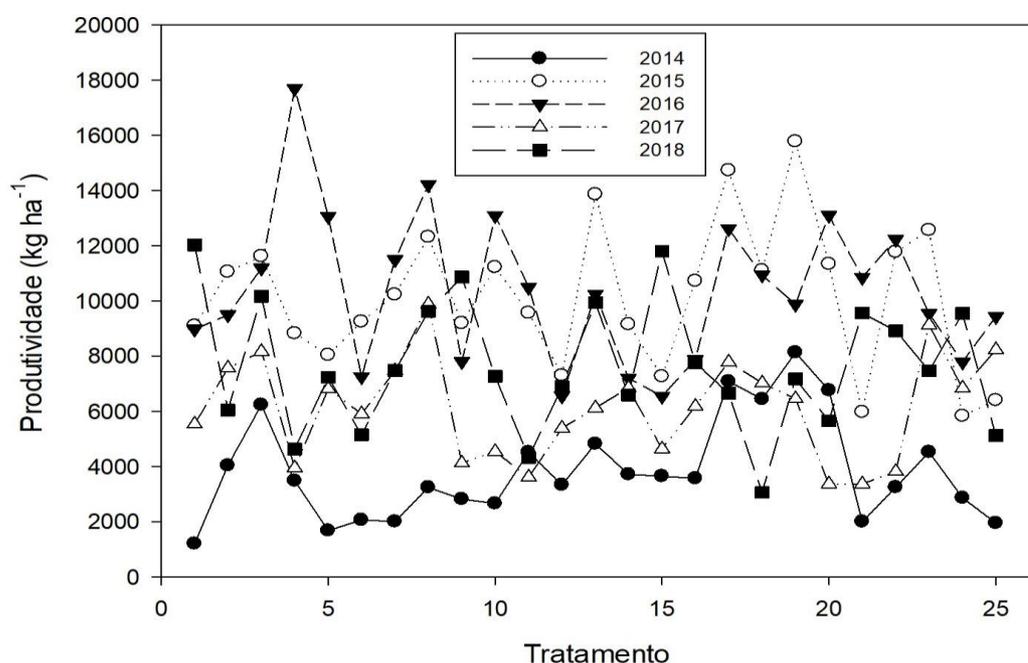


Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘BRS Conquista’ ao longo dos 5 anos de avaliação. **Legenda dos Tratamentos:** 1- 1.190 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 2- 1.190 mm.ano⁻¹ e 110 Kg.ha⁻¹; 3- 1.190 mm.ano⁻¹ e 220 Kg.ha⁻¹; 4- 1.190 mm.ano⁻¹ e 330 Kg.ha⁻¹; 5- 1.190 mm.ano⁻¹ e 440 Kg.ha⁻¹; 6- 1.314 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 7- 1.314 mm.ano⁻¹ e 110 Kg.ha⁻¹; 8- 1.314 mm.ano⁻¹ e 220 Kg.ha⁻¹; 9-1.314 mm.ano⁻¹ e 330 Kg.ha⁻¹; 10- 1.314 mm.ano⁻¹ e 440 Kg.ha⁻¹; 11- 1.566 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 12- 1.566 mm.ano⁻¹ e 110 Kg.ha⁻¹; 13- 1.566 mm.ano⁻¹ e 220 Kg.ha⁻¹; 14- 1.566 mm.ano⁻¹ e 330 Kg.ha⁻¹; 15- 1.566 mm.ano⁻¹ e 440 Kg.ha⁻¹; 16- 1.814 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 17- 1.814 mm.ano⁻¹ e 110 Kg.ha⁻¹; 18- 1.814 mm.ano⁻¹ e 220 Kg.ha⁻¹; 19- 1.814 mm.ano⁻¹ e 330 Kg.ha⁻¹; 20- 1.814 mm.ano⁻¹ e 440 Kg.ha⁻¹; 21- 2.066 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; 22- 2.066 mm.ano⁻¹ e 110 Kg.ha⁻¹; 23- 2.066 mm.ano⁻¹ e 220 Kg.ha⁻¹; 24-2.066 mm.ano⁻¹ e 330 Kg.ha⁻¹; 25- 2.066 mm.ano⁻¹ e 440 Kg.ha⁻¹. Brasília, DF, 2019.

As condições de menor produtividade consistiu em reposição hídrica de 1.314 mm.ano⁻¹ e adubação em magnésio 110 Kg.ha⁻¹ com produtividade média estimada por hectare de 5,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e o melhor resultado foi obtido com volume de água de 1.566 mm.ano⁻¹ e adubação de 220 Kg.ha⁻¹, produção de 9,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Pelo resumo da análise de variância (Tabela 1) verificam-se efeitos significativos da interação entre reposição hídrica e adubação apenas para a produtividade média estimada por hectare da variedade de banana ‘BRS Conquista’, enquanto que a irrigação independente da adubação em magnésio influenciou apenas o número de frutos por penca. As características de qualidade, como peso, comprimento, diâmetro e relação comprimento diâmetro não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos.

Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg.ha⁻¹) e número de frutos por penca, da cultivar ‘BRS Conquista’. Brasília, DF, 2019.

Fonte de Variação	G.L.	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Frutos penca ⁻¹	
		F	P-valor	F	P-valor
Blocos	3	9,78	0,001*	2,38	0,119 ^{ns}
Água	4	1,05	0,420 ^{ns}	4,95	0,013*
Resíduo 1	12	-	-	-	-
Parcelas	19	-	-	-	-
Sulfato Mg	4	3,85	0,007*	1,44	0,231 ^{ns}
Água x Sulfato Mg	16	3,85	0,007*	1,44	0,231 ^{ns}
Resíduo 2	60	-	-	-	-
Total	99	-	-	-	-
C.V. (%) 1		15,03		2,53	
C.V. (%) 2		25,17		3,99	

* significativo no teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} significativo no teste F a 5% de probabilidade.

Destaca-se o efeito da avaliação ao longo de quatro anos apresentar resultados de interação apenas para o fator produtividade estimada por hectare e resultado estatisticamente significativo da influencia da reposição hídrica sobre o número de frutos por penca.

Enquanto que Oliveira (2015) analisando desempenho agrônômico e qualidade de frutos da cultivar ‘BRS Conquista’ nas condições do Distrito Federal apenas no primeiro ciclo observou efeitos significativos dos tratamentos na análise de todas características, com exceção de número médio de pencas por cacho. Nos resultados do primeiro ao os níveis de água apresentaram diferenças significativas nas análises das seguintes características produtividade estimada por hectare e peso médio por banana. As doses de magnésio apresentaram diferenças significativas apenas no número médio de bananas por cacho. A interação água x magnésio foi significativa em todas características, a exceção de numero de cachos por hectare, número médio de pencas por cacho e número médio de bananas por cacho.

A produtividade estimada por hectare da bananeira ‘BRS Conquista’ foi influenciada de forma significativa pela interação dos volumes de água aplicados na adubação em magnésio (Figura 2A). O volume de água que apresentou diferença significativa de interação foi de 1.566 mm.ano⁻¹ e possibilitou a regressão polinomial quadrática que ajusta os valores em função dos volumes de água e adubação apontou ponto de máximo em 45.200,89 Kg.ha⁻¹, e sulfato de magnésio de 220 Kg.ha⁻¹, como observado na Figura 2A.

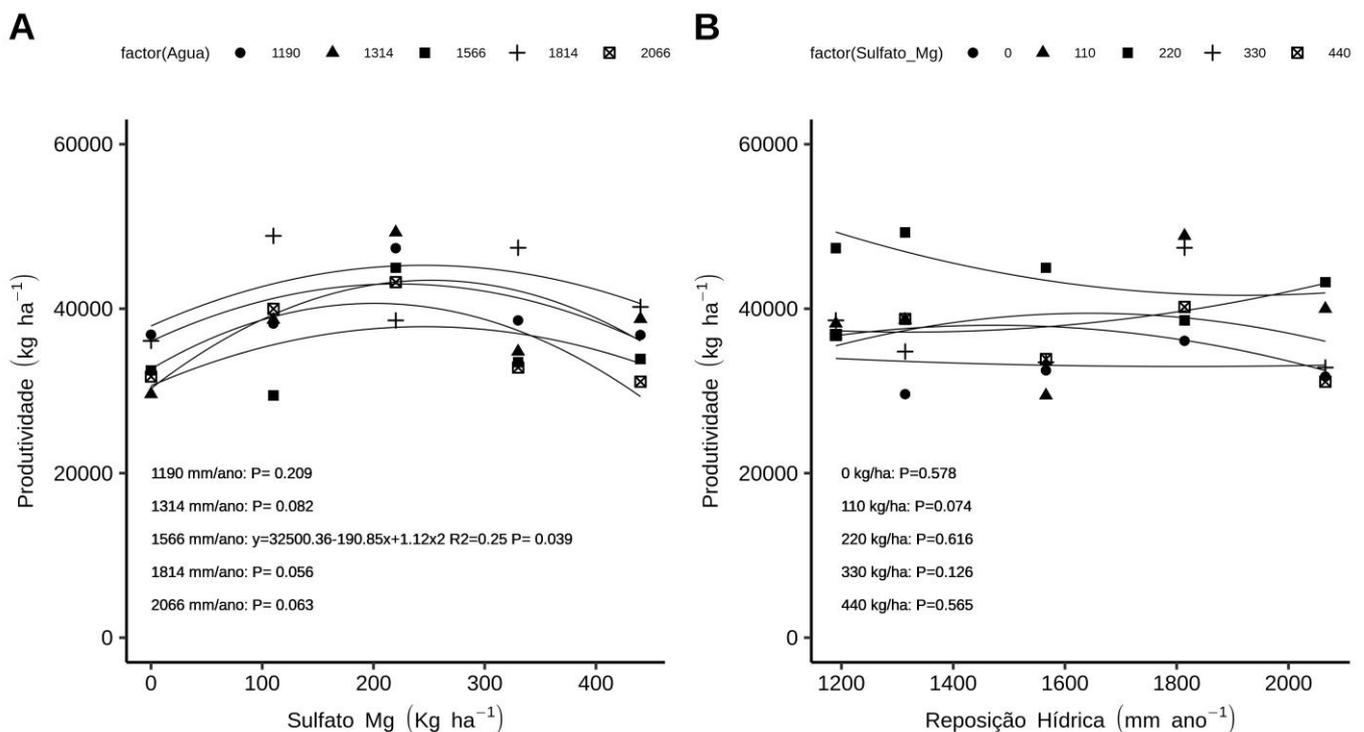


Figura 2. Efeito da interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação em sulfato de Magnésio (0 – 110 – 220 – 330 – 440 Kg.ha⁻¹) sobre a produtividade de bananeira cultivar BRS Conquista. Brasília, DF, 2019.

A literatura apresenta o magnésio como um macronutriente importante para a bananeira e que a ordem decrescente de absorção consiste em potássio (K) > nitrogênio (N) > cálcio (Ca) > magnésio (Mg) > enxofre (S) > fósforo (P) (BORGES, 2014). Entretanto, não encontram-se estabelecidos a recomendação para adubação de formação e de produção para o magnésio (Mg).

No trabalho não foram observadas diferenças estatisticamente válidas para as diferentes doses de adubação em magnésio na cultivar ‘BRS Conquista’. Entretanto da interação nas condições de reposição hídrica de 1.566 mm.ano⁻¹ a concentração de 220 Kg.ha⁻¹ de sulfato de magnésio garantiu a maior produtividade nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal.

Os resultados da análise do efeito da reposição hídrica sobre o número de frutos por penca indicou que o aumento do volume de água representou uma diminuição do número de frutos Figura 3.

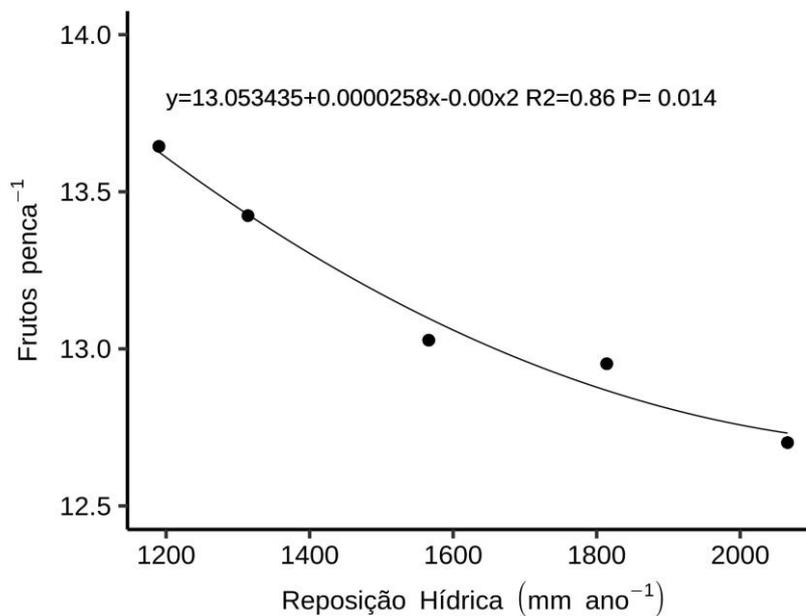


Figura 3. Efeito da reposição hídrica sobre o número médio de frutos por penca de bananeira cultivar BRS Conquista. Brasília, DF, 2019.

O resultado indica que para a região do Distrito Federal é necessário para instalação da cultura da bananeira cultivar ‘BRS Conquista’ o manejo da reposição hídrica por meio de irrigação localizada por gotejamento utilizando volume de água de 1.566 mm.ano⁻¹.

4.4. CONCLUSÕES

1. A reposição hídrica afetou o desempenho agrônômico da cultivar ‘BRS Conquista’ nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal, logo o manejo adequado da irrigação é fundamental.
2. O efeito da adubação em magnésio não promoveu alterações no desempenho agrônômico e na qualidade dos frutos da cultivar ‘BRS Conquista’.

4.5. REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 88p. 2018.
- AZEVEDO, V. F.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; MAIA, V. M.; SILVA, S. O. Avaliação de bananeiras tipo Prata, de porte alto, no semiárido. **Rev. Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1372-1380, 2010.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A. ; MANTOVANI, E. C . **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Editora UFV. v. 1, 630p. 2013.
- BOLFARINI, A. C. B.; JAVARA, F. S.; LEONEL, S.; LEONEL, M.. Crescimento, ciclo fenológico e produção de cinco cultivares de bananeira em condições subtropicais. **Rev. Raízes e Amidos Tropicais**, 10(1), 74-89, 2014.
- BORGES. A. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; FANCELLI, M.; COELHO, E. F.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; ALBUQUERQUE, A. F. A.; MEISSNER FILHO, P. E.; RITZINGER, C. H. S. P.; AMORIM, E. P. et al. Sistema de Produção de Banana para o Estado do Pará. Sistema de Produção, 9. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Amazônia Oriental, Versão Eletrônica, 2ª edição, Dec/2014
- CORDEIRO, Z. J. **Banana - Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia. 143p. 2000.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; CAMPOS, A. J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Produção e caracterização de frutos de bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Prata Zulu’. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v.27, n. 3, p.440-443, set./dez. 2005.
- GONÇALVES, V. D.; NIETSCH, S.; PEREIRA, M. C. T.; SILVA, S. O.; SANTOS, T. M. dos; OLIVEIRA, J. R.; FRANCO, L. R. L.; RUGGIERO, C. Avaliação das cultivares de bananeira Prata-Anã, Thap Maeo e Caipira em diferentes sistemas de plantio no norte de Minas Gerais. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 371-376, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo. 201p. 1989.
- MARTINS, R. C. **Produção, qualidade e sanidade de frutos de bananeira “BRS Conquista” ensacados com polipropileno de diferentes cores**. 64f. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrômicas, Botucatu, 2018.
- NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; AMORIM, E. P.; SILVA, S. O. E. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo - Brasil. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p.112-122, 2013.
- OLIVEIRA, G. P. **Avaliação da produtividade inicial e caracteres agrônômicos de bananeira (Prata Anã e BRS Conquista) em função de diferentes níveis de água e adubação**. 154f. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília – DF, 2015.
- PAULL, R.E.; DUARTE, O. **Tropical fruits**. 2 ed. Oxford: CAB International. Crop production science in horticulturae series, 20. v.1, 400p. 2011.
- PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L. **BRS Conquista: Nova Cultivar de Bananeira para o Agronegócio da Bananeira no Brasil**. Comunicado Técnico, 60. EMBRAPA Transferência de Tecnologia, Manaus-AM. 2008.

SOTO BALLESTERO, M. Bananos: técnicas de producción poscosecha y comercialización. In: **Escuela de Agricultura de La región Tropical Húmeda**. Guácimo, Costa Rica. 2008.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; FRAGOSO, A. M. Crescimento e produção de genótipos de bananeiras em clima subtropical. **Rev. Ciência Rural**, v. 41, p. 587-591, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.

CAPÍTULO 5 - Desempenho agrônômico e qualidade de bananas da cultivar Grand Naine e Prata Anã em função de diferentes reposições hídricas e adubação em gesso

Agronomic performance and banana quality of the cultivar Grand Naine and Prata Anã in function of different water replenishment and fertilization in gypsum.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; José Ricardo Peixoto^{II}, Marcio de Carvalho Pires^{III}; Michelle Souza Vilela^{IV}, Marcus Vinicius Santana^V.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{IV}Eng Agrônoma Dra., Professora, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: michellevilelaunb@gmail.com

^VEng Agrônomo Dr., Técnico, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br

RESUMO

A banana é um dos frutos mais consumidos mundialmente, em busca da redução com o custo de produção da bananeira, têm-se recomendando modificações no sistema de manejo. Desta forma, o presente trabalho objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos das cultivares Grand Naine e Prata Anã submetidas a diferentes condições de reposição hídrica por gotejamento e doses de gesso, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. O experimento foi instalado realizado na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL-UnB) de propriedade da Universidade de Brasília no período de dezembro de 2012 a junho de 2018. No ensaio, foram utilizadas mudas das variedades de banana Grand Naine e Prata Anã, foram clonadas das plantas já instaladas no pomar. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e as subparcelas formada por 5 doses de adubação em gesso, 0 – 1.250 – 2.500 – 3.750 – 5000 Kg.ha⁻¹ de gesso agrícola em aplicação única na instalação do pomar. A cultivar ‘Grand Naine’ apresentou produtividade média estimada por hectare de 8,14 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e a ‘Prata Anã’ apresentou 3,2 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Foi observado que o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos das cultivares Grand Naine e Prata Anã foram influenciadas pelas diferentes condições de reposição hídrica por

gotejamento e que as doses de gesso aplicadas influenciaram a produtividade estimada por hectare da cultivar 'Grand Naine', entretanto, não foi observado efeito da adubação na 'Prata Anã'.

Palavras-chaves: Banana; Produção; Adubação; Irrigação; Qualidade dos frutos.

ABSTRACT

The banana is one of the most consumed fruits worldwide, in search of the reduction with the cost of banana production, we have been recommending modifications in the management system. In this way, the present work aimed to evaluate the agronomic performance and the quality of the fruits of the cultivars Grand Naine and Prata Anã submitted to different conditions of drip water replacement and gypsum doses, for a period of 4 years, under the edaphoclimatic conditions of the District Federal. The experiment was carried out at the Água Limpa Experimental Farm (FAL-UnB) owned by the University of Brasília from December 2012 to June 2018. In the experiment, seedlings of the banana varieties Grand Naine and Prata Anã used cloned of the plants already installed in the orchard. The experimental arrangement was in subdivided plots, and the plots consisted of 5 volumes of water replenishment, equivalent to 1,190, 1,314, 1,566, 1,814 and 2,066 mm.year⁻¹ and the subplots formed by 5 doses of fertilization in plaster, 0 - 1,250 - 2,500 - 3,750 - 5000 Kg.ha⁻¹ of agricultural plaster in single application in the orchard installation. The 'Grand Naine' cultivar presented an estimated average productivity per hectare of 8.14 t.ha⁻¹.year⁻¹ and 'Anã' silver presented 3.2 t.ha⁻¹.year⁻¹. It observed that the agronomic performance and fruit quality of the cultivars Grand Naine and Prata Anã were influenced by the different conditions of drip irrigation and that the applied gypsum doses influenced the estimated yield per hectare of the 'Grand Naine' cultivar, however, no effect of fertilization was observed on 'Prata Anã'.

Keywords: Banana; Production; Fertilizing; Irrigation; Fruit quality.

5.1. INTRODUÇÃO

As cultivares de banana Prata e Nanica dominam as áreas de plantio e o mercado consumidor no Brasil. Dentre as Prata, a ‘Prata-Anã’ é a principal cultivar explorada comercialmente. Enquanto que a ‘Grand Naine’ é a principal cultivar do grupo Nanica no mercado nacional e mundial devido às suas boas características agrônômicas e sensoriais (NOMURA, 2016).

A bananeira necessita de manejo adequado que eleve a fertilidade do solo e melhore sua estrutura física (PEREIRA et al., 2012). A fruteira apresenta caule subterrâneo (rizoma), onde as raízes primárias emergem para a superfície externa do cilindro central, em grupos de dois ou quatro, totalizando 200 a 500 raízes, com espessura de 5,0 - 8,0 mm, brancas e tenras quando novas e saudáveis, tornando-se amarelas e endurecidas com o tempo (ROBINSON, GÁLAN-SAÚCO, 2011).

O sistema radicular é fasciculado, e atinge horizontalmente até 5,0 m; no entanto é mais comum de 1,0 - 2,0 m, dependendo da cultivar, das características do solo e do manejo nutricional, é também superficial, com cerca de 40% da biomassa encontrada na profundidade de 10 cm e de 60 - 85% concentrada na camada de 10 - 30 cm (ALVES et al., 1999; ROBINSON, GÁLAN-SAÚCO, 2011). Normalmente, em toda a extensão da superfície externa das raízes, existem abundantes radículas, que retiram a água do solo, juntamente com os elementos químicos necessários ao desenvolvimento da planta (MOREIRA, 1999; NOMURA et al., 2017).

Em solos onde a saturação de Al for maior que 20% ou o teor de cálcio menor que 0,5 cmolc o sistema radicular da planta tem seu desenvolvimento reduzido no subsolo, refletindo em menor volume de solo explorado, o que resulta em menor absorção de água e nutrientes. No caso de nutrientes, o principal é o nitrogênio na forma de nitrato, forma muito móvel, facilmente removida do perfil pela água que percola através do solo (RAIJ, 2008). Nestes casos a utilização do gesso torna-se necessária e a aplicação deve ser feita imediatamente antes ou depois da calagem (REIN, SOUSA, 2004).

O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ – sulfato de cálcio) é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados sua composição química média consiste em 17,7% de enxofre (S), 30,9% de CaO, 0,2% de Fluor (F) e 0,7% de superfosfato (P_2O_5). Este produto é indicado para correção de camadas subsuperficiais contendo alto teor de Al^{3+} e/ou baixo teor de Ca^{2+} , visando melhorar o ambiente radicular de plantas, como fonte de Ca e de S, para correção de solos sódicos e para reduzir as perdas de nitrogênio durante o processo de compostagem.

Sua atuação ocorre após a dissolução no solo, cuja acidez da camada superficial foi corrigida com calcário, e movimentação do sulfato para as camadas inferiores acompanhado por cátions, especialmente pelo Ca^{2+} . Com essa movimentação de cátions para a subsuperfície, os teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} aumentam, acarretando redução no teor tóxico de Al (NOVAIS et al., 2007) favorecendo assim o aprofundamento de raízes e permitindo às plantas superar sazonalidade na distribuição das precipitações pluviais e usar com eficiência os nutrientes aplicados ao solo (SOUZA et al., 2005).

Destaca-se como benefícios da gessagem, penetração com maior facilidade no perfil do solo, devido à alta solubilidade, fornecimento de cálcio em profundidade, redução da saturação de alumínio em subsuperfície, aprofundamento e aumento na distribuição do sistema radicular da bananeira, melhora da absorção de água e nutrientes e permite uma maior tolerância da planta a veranicos (NUERNBERG et al., 2002).

Para contrapor o déficit pluviométrico da região de instalação de um pomar de bananas a utilização da irrigação localizada tem sido preferida em decorrência das suas vantagens em relação aos demais sistemas, apesar do seu custo de implantação ser maior inicialmente (PINTO et al., 2010). Este sistema aumenta a eficiência da aplicação de água e para maximizar a produtividade de frutos, as irrigações devem ser realizadas quando a tensão de água no solo estiver entre 25 e 50 kPa, sendo o menor valor para os estádios mais críticos ao déficit hídrico e/ou para irrigação por sulcos. Na irrigação localizada por gotejamento as reposições hídricas devem ser realizadas em regime de maior frequência (10 a 20 kPa) (COELHO et al., 2003; PINTO et al., 2010).

Para promover uma irrigação racional, deve-se estar atento em como e quando irrigar, quanto de água aplicar e interação com os vários fatores ligados à cultura como solo, clima e ambiente (COSTA et al, 2008; GONÇALVES, 2018).

Nestas condições, é fundamental o desenvolvimento de estudos que permitam a definição de estratégias ótimas de adubação e irrigação, sobretudo com a utilização do gesso agrícola e dos recursos hídricos, para orientar o processo de planejamento e tomada de decisão para plantio e manejo da cultura. Desta forma, o trabalho avaliou o desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos das cultivares Grand Naine e Prata Anã submetidas a diferentes condições de reposição hídrica por gotejamento e doses de gesso.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O detalhamento de todas as etapas adotados encontram-se descritos no capítulo 1.

As especificidades dos ensaios de experimentação da cultivar ‘Grand Naine’ e ‘Prata Anã’ em diferentes condições de adubação em gesso são descritas a seguir.

5.2.1. Instalação do experimento

No ensaio, foi realizado a correção do solo com 200 gramas de calcário dolomítico por cova, e a adubação com 500 gramas de Superfosfato Simples, 200 gramas de Termofosfato Magnésiano (Yoorin®) e 50 gramas de FTE por cova.

As mudas utilizadas das cultivares Grand Naine e Prata Anã, foram clonadas das plantas já instaladas no pomar. Estas, inicialmente, foram transplantadas em sacos de polietileno, com capacidade de 3 litros de solo, sendo cultivadas em condições de viveiro telado. Durante esse período, as mudas foram irrigadas por aspersão com uma lâmina líquida de 3 mm por irrigação, com turno de rega de 2 dias. Após a aclimação, as mudas foram transplantadas em uma área onde foi instalado o pomar de experimentação em dezembro de 2014.

5.2.2. Delineamento

O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, 3,26 – 3,60 – 4,29 – 4,97 – 5,66mm, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e as subparcelas formada por 5 doses de adubação em gesso, 0 – 1.250 – 2.500 – 3.750 – 5000 Kg.ha⁻¹ de gesso agrícola em aplicação única na instalação do pomar. A subparcela foi representada por quatro covas uteis, totalizando 400 covas para cada cultivar. O gesso fornece 17,7% de enxofre (S), 30,9% de CaO, 0,2% de Fluor (F) e 0,7% de superfosfato (P₂O₅).

5.2.3. Avaliação do Desempenho Agrônômico e Qualidade dos Frutos

Para a avaliação do desempenho agrônômico da bananeira as operações de colheita ocorreram no período de 28 de julho de 2015 a 28 de junho 2018 com o intervalo semanal entre as colheitas, totalizando 152 colheitas. Foram realizadas colheitas dos cachos da planta-mãe, e posteriormente, da planta-filha quando os frutos atingiram o pleno desenvolvimento fisiológico, com base na redução e/ou desaparecimento das quinas ou angulosidades da superfície dos frutos, conforme sugerido por Alves et al. (2004).

As características avaliadas para obtenção de dados foram: produtividade total em kg, produtividade estimada por hectare (kg), número de frutos estimado por hectares, número de pencas por cacho, número de frutos por penca, número de frutos por cacho, peso médio por fruto (g), comprimento de fruto (cm), diâmetro do fruto (cm) e relação comprimento e diâmetro.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.3.1. Cultivar ‘Grand Naine’

A cultivar ‘Grand Naine’ sob condições de adubação em gesso apresentou produtividade média estimada por hectare de 8,14 t.ha⁻¹.ano⁻¹, entretanto, em condições de adubação nitrogenada o resultado foi de 16,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

O número médio de frutos por hectare de 6,43 mil frutos ha.ano⁻¹, o cacho formado por média de 7 pencas, cada penca com média de 12 frutos, logo 84 frutos por cacho e peso médio de 99,76 g/fruto. Outras medidas de qualidade foram comprimento médio de 11,9 cm e do diâmetro médio de 3,2 cm, o fruto apresenta-se 3,8 cm mais comprido do que largo. Não foi observada diferenças entre os aspectos de qualidade do fruto quando comparado com os resultados da cultivar em condições de adubação nitrogenada.

O valores encontram-se dentro do padrão exigido pelo PBMH e PIBrasil (2006), por esta norma de classificação de qualidade da banana, a classe garante a homogeneidade de tamanho entre os frutos e é determinada pelo comprimento. A classe 6 (maior que 6 até 9 cm), classe 9 (maior que 9 até 12 cm), classe 12 (maior que 12 até 15 cm), classe 15 (maior que 15 até 18 cm), classe 18 (maior que 18 até 22 cm), classe 22 (maior que 22 até 26 cm) e classe 26 (maior que 26 cm). O diametro (calibre mínimo) determina a categoria e tem-se que diâmetro mínimos por categoria: 2,3 cm categoria III, 2,5 cm categoria II, 3,0 cm categoria I e 3,2 cm para categoria extra. Por esta norma de classificação os frutos da banana ‘Grand Naine’ em condições de reposição hídrica e adubação em gesso seria classe 9 e categoria extra.

A Figura 1 apresenta os dados de produtividade em função dos tratamentos de reposição hídrica e adução em gesso, na cultivar ‘Grand Naine’. Verificou-se que os anos de 2016 e 2017 apresentaram maior produtividade.

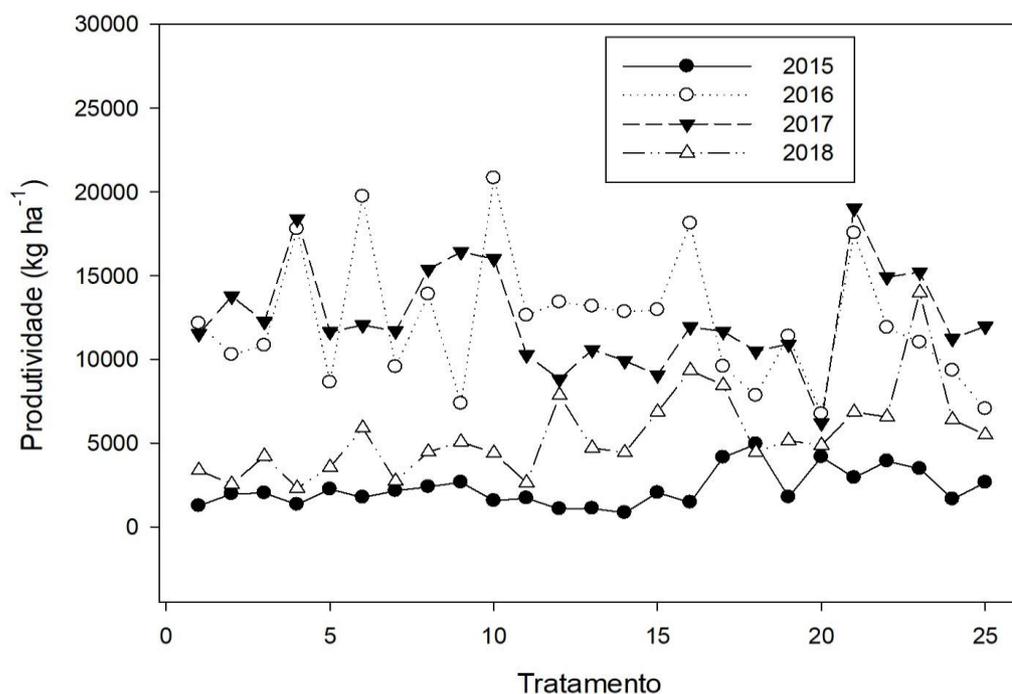


Figura 1. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Grand Naine’ com reposição hídrica e adubação em gesso, ao longo dos 5 anos de avaliação. **Legenda dos Tratamentos:** **1-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **2-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **3-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **4-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **5-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **6-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **7-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **8-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **9-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **10-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **11-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **12-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **13-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **14-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **15-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **16-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **17-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **18-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **19-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **20-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **21-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **22-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **23-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **24-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **25-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹. Brasília, DF, 2019.

Observou-se diferenças na produtividade em função dos tratamentos. A baixa produtividade do primeiro ano 2015 pode ser devido a não disponibilização dos nutrientes do gesso ao solo. Estudo de Albanaz et al. (2012) não observou diferenças estatísticas significativas sobre as variáveis de comprimento, diâmetro, número de folhas, área foliar total, com 120, 150, 180 dias após a aplicação do gesso da bananeira da cultivar Willians.

Novais et al. (2007) após a dissolução do gesso agrícola aplicado ao solo, o sulfato movimenta-se para as camadas inferiores acompanhado por cátions. Com essa movimentação de cátions para a subsuperfície, os teores de Ca²⁺ e de Mg²⁺ aumentam, acarretando redução no teor tóxico de Al e favorecendo o aprofundamento de raízes e permitindo às plantas superar veranicos e usar com eficiência os nutrientes aplicados ao solo (SOUZA et al., 2005).

A banana é uma planta monocotiledônea e herbácea, apresenta caule subterrâneo (rizoma), sendo o sistema radicular fasciculado podendo atingir até 1,5 m de profundidade, no entanto, 82 % das raízes concentram-se na camada de 0 - 50 cm (BORGES; SOUZA, 2004).

Logo, em condições de reposição hídrica não verifica-se a necessidade de aprofundamento das raízes, e assim a adubação em profundidade não promove incrementos na produtividade.

A análise de variância (Tabela 1) indicou efeito significativo da interação entre reposição hídrica e adubação em gesso apenas para a produtividade média estimada por hectare da variedade de banana ‘Grand Naine’. As características de qualidade, como peso, comprimento, diâmetro e relação comprimento diâmetro não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos.

Tabela 1. Resultado da análise de variância para características de produtividade estimada por hectare em (kg ha⁻¹) da cultivar ‘Grand Naine’ adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.

Fonte de Variação	G.L.	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
		F	P-valor
Blocos	3	1,62	0,234 ^{ns}
Água	4	4,58	0,017 [*]
Resíduo 1	12	-	-
Parcelas	19	-	-
Gesso	4	6,73	0,001
Água x Gesso	16	6,73	0,001
Resíduo 2	60	-	-
Total	99	-	-
C.V. (%) 1			9,27
C.V. (%) 2			13,48

* significativo no teste F a 5% de probabilidade.

^{ns} significativo no teste F a 5% de probabilidade.

A produtividade estimada por hectare da bananeira ‘Grand Naine’ foi influenciada de forma significativa pelos os volumes de água aplicados e pela adubação em gesso (Figura 2).

Pela interação do parâmetro água com adubação obteve-se o modelo de regressão representado pela equação $y = 28407,68 + 11,07x - 0,01x^2$, no volume de reposição hídrica de 1.190 mm.ano⁻¹ produtividade máxima estimada por hectare de 31.471,31 Kg.ha⁻¹. Resultado muito próximo ao obtido pela equação $y = 39548,43 - 43,84x + 0,039x^2$, no volume de 1.314 mm.ano⁻¹ produtividade estimada por hectare de 27.228,26 Kg.ha⁻¹, no volume de irrigação suplementar de 1.566 mm.ano⁻¹ (Figura 2A).

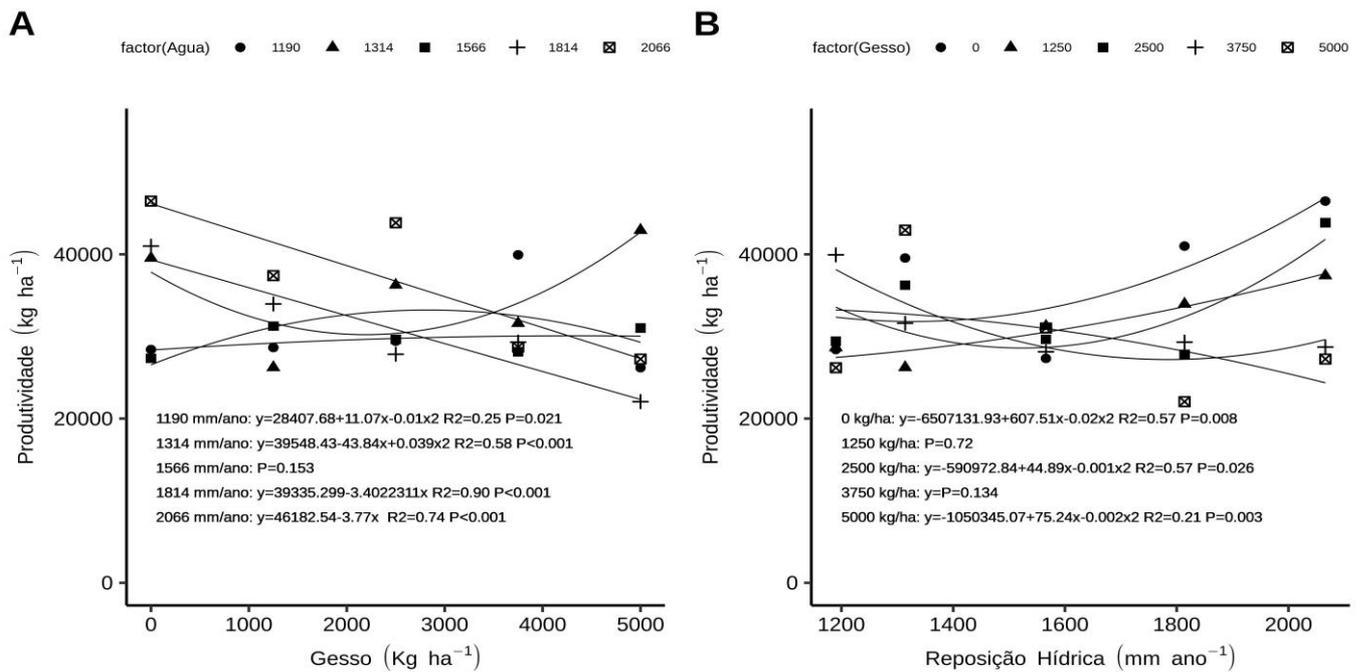


Figura 2. Efeito de interação de cinco volumes de reposição hídrica (1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹) e cinco níveis de adubação em gesso (0 – 1.250 – 2.500 – 3.750 – 5000 Kg.ha⁻¹) sobre a produtividade estimada por hectare (Kg.ha⁻¹), da bananeira ‘Grand Naine’, Brasília, DF, 2019.

A interação da adubação em gesso com a reposição hídrica apresentou significância com os níveis de adubação em 0 - 2.500 e 5.000 Kg.ha⁻¹, sobre a produtividade média estimada por hectare (Figura 2B). Melhores resultados de produtividade foram obtidos com reposição hídrica maiores que 1.600 mm.ano⁻¹. Verifica-se que com o aumento do volume de reposição hídrica e adubação em gesso de 2.500 Kg.ha⁻¹ e de 5.000 Kg.ha⁻¹ a produtividade estimada por hectare também aumenta.

Estudo de Albanaz et al. (2012) constatou que a aplicação de doses de gesso proporcionou efeito significativo na produtividade real, com resposta quadrática pela análise de regressão com a máxima produtividade real seria obtida com a dose de 3,1 t.ha⁻¹ de gesso em bananeira da cultivar Willians, na região do Vale do Ribeira, SP. Essa dose está em conformidade ao método proposto por Raij, (2008) para determinação de doses de gesso para culturas perenes, onde leva em consideração o teor de argila presente no solo, sendo a recomendação para a área experimental de 3,4 t.ha⁻¹.

A recomendação da Comissão de Fertilidade do Estado de Minas Gerais (1989) para a quantidade de gesso a ser aplicada baseia-se no teor de argila do solo, ou seja: teor de argila < 15% = 0,5 t.ha⁻¹, de 15 a 35% = 1,0 t.ha⁻¹, de 36 a 60% = 1,5 t.ha⁻¹ e > 61% = 2,0 t.ha⁻¹. Pela análise do solo da área do experimento (Tabela 1 – Capítulo 1) obteve-se o teor de argila foi de 60,2%, logo a recomendação seria de 1,5 t.ha⁻¹.

5.3.2. Cultivar ‘Prata Anã’

No cultivo de banana ‘Prata Anã’ em condições de diferentes volumes de reposição hídrica e níveis de adubação em gesso a produtividade média estimada por hectare foi de de 3,2 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Resultado inferior ao obtido com a cultivar em condições de adubação com fosforo e adubação geral em nitrogênio e potássio, em que a produtividade foi de 10,32 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

O número médio de frutos por hectare de 6,55 mil frutos ha.ano⁻¹, o cacho formado por uma média de 7 pencas, cada penca com média de 12 frutos, logo, 84 frutos por penca com peso médio de 58,13 g/fruto. Os resultados de comprimento médio foi de 9,1 cm e do diâmetro médio de 2,8 cm, o fruto apresenta-se 3,2 cm mais comprido do que largo, evidencia a qualidade comercial que justifica o cultivo da cultivar ‘Prata Anã’.

Pela norma de classificação de qualidade para a banana PBMH e PIBrasil (2006), a medida de 9,1 cm classificam os frutos, cultivar ‘Prata Anã’ em condições de adubação em gesso, como “Classe 9” (comprimentos de 9 a 12 cm), e pelo diâmetro seriam da categoria II (diâmetro mínimos por categoria: 2,3 cm categoria III, 2,5 cm categoria II, 3,0 cm categoria I e 3,2 cm para categoria extra).

A Figura 3 apresenta os dados de produtividade em função dos tratamentos de reposição hídrica e adição em gesso, para a cultivar ‘Prata Anã’. Verificou-se que ano de 2015 apresentou menor produtividade que os demais anos. Resultado semelhante ao obtido com a cultivar ‘Grand Naine’ com adubação em gesso. Não observa-se diferenças na produtividade em função da reposição hídrica e adubação em gesso.

Nuerneberg et al. (2002) verificaram respostas positivas de milho, somente no quarto ano, e de soja, no quinto ano, à adição de gesso em superfície, no sistema de plantio direto sob estiagem prolongada no Estado de Santa Catarina.

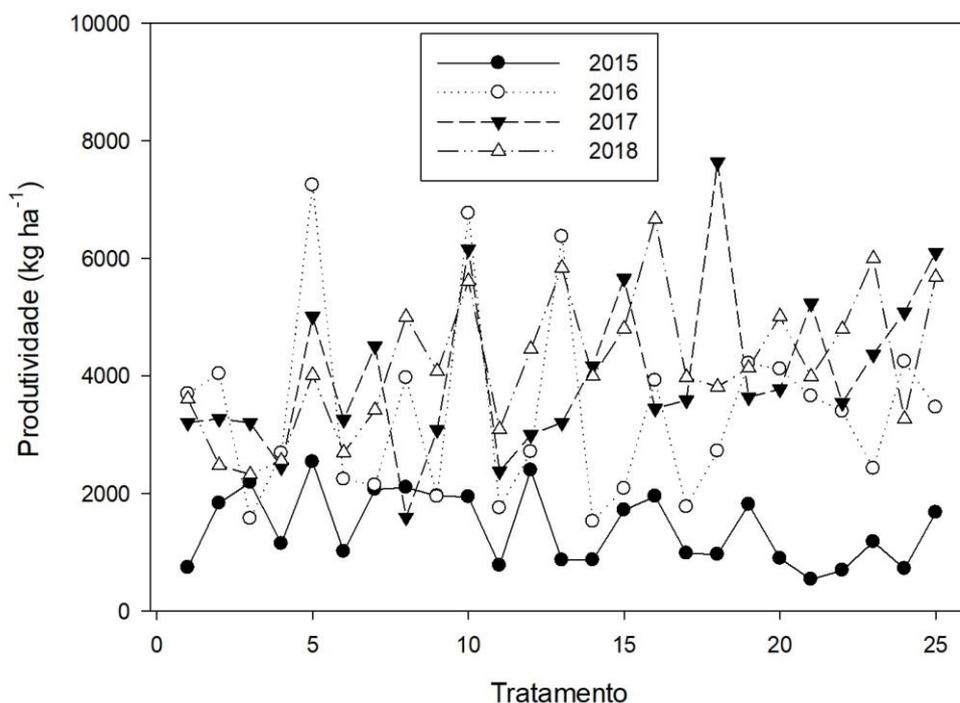


Figura 3. Produtividade estimada por hectare cultivar ‘Prata Anã’ com reposição hídrica e adubação em gesso, ao longo dos 5 anos de avaliação. **Legenda dos Tratamentos:** **1-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **2-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **3-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **4-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **5-** 1.190 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **6-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **7-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **8-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **9-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **10-** 1.314 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **11-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **12-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **13-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **14-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **15-** 1.566 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **16-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **17-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **18-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **19-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **20-** 1.814 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹; **21-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹; **22-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 1.250 Kg.ha⁻¹; **23-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 2.500 Kg.ha⁻¹; **24-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 3.750 Kg.ha⁻¹; **25-** 2.066 mm.ano⁻¹ e 5000 Kg.ha⁻¹. Brasília, DF, 2019.

Nos anos de 2017 e 2018 verificam-se produtividades mais elevadas na reposição hídrica superior a 1.566 mm.ano⁻¹ independente do nível de adubação. Verificou-se que o tratamento em condições de 1.566 mm.ano⁻¹ de reposição hídrica e 0 Kg.ha⁻¹ de adubação em gesso alcançou o menor valor de produtividade de 2,0 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e a maior foi obtido em condições de 1.190 e 1.314 mm.ano⁻¹ e 5.000 Kg.ha⁻¹, com 5,13 t.ha⁻¹.ano⁻¹, no total das 152 colheitas realizadas.

A análise de variância mostrou efeito, somente da reposição hídrica sobre o número de frutos por hectare e o número de frutos por penca. Não foi observado efeito significativo de interação entre reposição hídrica e níveis de adubação em gesso nas variáveis avaliadas da cultivar ‘Prata Anã’ (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise de variância para características de número de frutos por hectare e número de frutos por penca, da cultivar ‘Prata Anã’, adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.

Fonte de Variação	G.L.	Frutos ha ⁻¹		Frutos penca ⁻¹	
		F	P-valor	F	P-valor
Blocos	3	3,76	0,041*	1,53	0,255 ^{ns}
Água	4	10,83	0,001*	3,87	0,030*
Resíduo 1	12	-	-	-	-
Parcelas	19	-	-	-	-
Gesso	4	0,78	0,547 ^{ns}	0,31	0,872 ^{ns}
Água x Gesso	16	0,78	0,547 ^{ns}	0,31	0,872 ^{ns}
Resíduo 2	60	-	-	-	-
Total	99	-	-	-	-
C.V. (%) 1			3,73		3,93
C.V. (%) 2			12,46		11,72

* significativo no teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} significativo no teste F a 5% de probabilidade.

O número de frutos por hectare e número de frutos por penca foi afetado pela reposição hídrica, independentemente dos níveis de adubação em gesso. Estudo de Albanaz et al. (2012) as doses de gesso aplicadas não influenciaram significativamente nas características de crescimento e desenvolvimento da planta, e peso médio dos cachos. A aplicação de gesso aumentou a produtividade real de frutos e proporcionou um adiantamento na colheita dos cachos da bananeira da cultivar Willians.

O volume de água que proporcionou maior número de frutos por hectare foi 1.814 mm.ano⁻¹. A regressão polinomial quadrática ajusta os valores em função dos volumes de água e apontou ponto de máximo em 26,7 mil frutos.ha⁻¹ como observado na Figura 4.

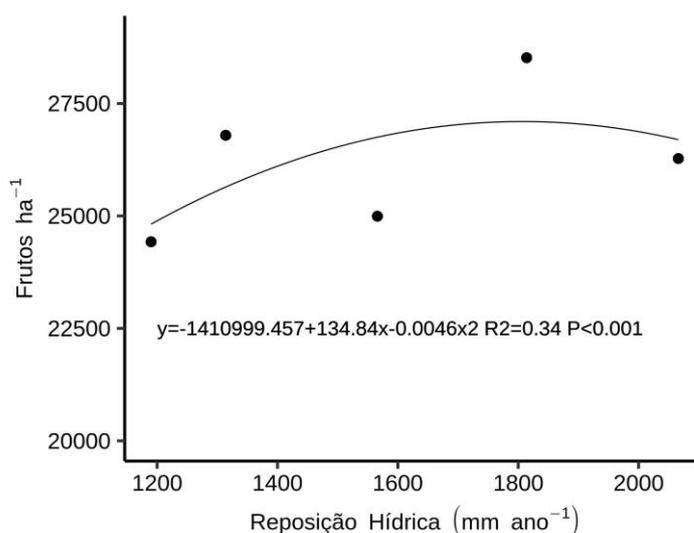


Figura 4. Efeito da reposição hídrica sobre o número frutos por hectare da cultivar ‘Prata Anã’, adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.

Foi observado que a reposição hídrica apresenta efeito estatisticamente significativo em relação ao parâmetro número de frutos por penca independente das doses de adubo em gesso. O resultado indica que um aumento nos volumes de água também promovem um aumento no número de frutos por penca (Figura 5).

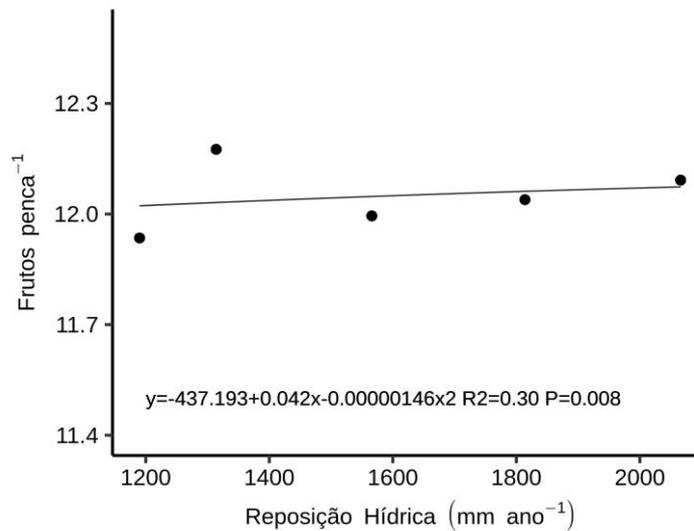


Figura 5. Efeito da reposição hídrica sobre o número frutos por penca da cultivar ‘Prata Anã’, adubação em gesso. Brasília, DF, 2019.

D’Albuquerque Junior et al. (2013), em estudo com diferentes lâminas de água para o cultivo da bananeira cv. FHIA18, do grupo Prata, também verificaram diferenças estatísticas para lâminas de água nas características de produtividade estimada ($t\ ha^{-1}$), peso de cacho, número de pencas por cacho, e peso médio de penca.

Gonçalves (2018), em avaliação do desempenho agrônômico de cultivares de bananeira sob diferentes reposições hídricas no cerrado constatou que diferentes reposições de água influenciaram nas respostas de desempenho agrônômico (peso do cacho, número de frutos por cacho, peso médio dos frutos, peso da penca, produtividade total e produtividade estimada por hectare).

5.4. CONCLUSÕES

- O desempenho agrônômico e a qualidade dos frutos das cultivares Grand Naine e Prata Anã foram influenciadas pelas diferentes condições de reposição hídrica por gotejamento;
- As doses de gesso aplicadas influenciaram significativamente a produtividade estimada por hectare da cultivar ‘Grand Naine’, entretanto, não foi observado efeito da adubação na ‘Prata Anã’.

5.5. REFERÊNCIAS

- ALBANAZ, A. A.; GODOY, L. J. G.; FRANÇA, F. G.; FEHR, R. M.; SOUZA, R. M., FELISBERTO, G. **Doses de gesso agrícola para cultura da banana no Vale do Ribeira: resultados preliminares.** XXXIII Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo, Uberlândia – MG, 2012.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 585p. 1999.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira.** 1º ed. Embrapa, Cruz das Almas, 2004
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; CARVALHO, G. C.; RIBEIRO, R.N. DA S.; AZEVEDO, N. F.; OLIVEIRA, P. M. **Irrigação da Bananeira.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Circular Técnica, 53. 2003.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 4a aproximação.** Lavras, 1989. 95p.
- D’ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S.; GOMES, E. R.; SOUZA, V. F.; SOUZA, A. P. Necessidade hídrica de irrigação da bananeira cv. FHIA-18 na região semiárida do Piauí. **Irriga**, v.18, n. 4, p.756-767, 2013.
- DIAS, L.E. **USO DE GESSO COMO INSUMO AGRÍCOLA.** Comunicado Técnico. CT/7, CNPBS, Maio, 1992, p.2.
- GONÇALVES, L. M. **Desempenho agrônômico de cultivares de bananeira sob diferentes reposições hídricas no cerrado.** Tese de Mestrado em Irrigação no Cerrado... Instituto Federal Goiano – *Campus Ceres/GO*, 2018.
- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** São Paulo: Fundação Cargill, 1999.
- NOMURA, E. S. **Desempenho agronomico e pós-colheita de cultivaas de bananeiras sob adução nitrogenada e potássica.** 2016. Tese de doutorado em Agronomia - Produção Vegetal apresentado á Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- NOMURA, E. S.; CUQUEL, F. L.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; BORGES, A. L. Adubação nitrogenada e potássica nas bananeiras ‘Grande Naine’, ‘FHIA 17’ e ‘Nanicão IAC 2001’ cultivadas no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Acta Sci., Agron.**, Maringá , v. 39, n. 4, p. 505-513, out. 2017 .
- NOVAIS, R. F., ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Fertilidade do solo.** Sociedade Brasileira de ciência do solo, Viçosa, MG, 2007.
- NUERNBERG N.J., RECH T.D.; BASSO C. **Usos do gesso agrícola.** Florianópolis, 2002.
- PBMH & PIF - Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. **Normas de Classificação de Banana.** São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).
- PEREIRA, J. C. R.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; GASPAROTTO, L. **Adubação com boro e zinco para bananeira cultivada nas condições edafoclimáticas da região central do Estado do Amazonas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 94. 28p. 2012.
- PINTO, J. M.; GALGARO, M.; FLORI, J. E.; BASTOS, D. C. **Manejo de água em cultivo orgânico de banana nanica.** 3 Seminario de Agroecologia de Mato Grosso do Sul – 2

Encontro de Produtores Agroecológicos de MS – Construindo um futuro sustentável e solidário. Corumbá, MS. Nov. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24495/1/Pinto-2010.pdf>> Acesso em: 29 nov. 2017.

RAIJ, B. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agrônomo. 233p. 2008.

REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G. Adubação com enxofre. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. ed. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 227-244. 2004.

ROBINSON, J. C.; GALÁN SAÚCO, V. **Bananas and plantains**. 2nd ed. Oxford: CAB International, Crop production science in horticulture series, 19. 311p. 2010.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos do Cerrado**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2005.

PARTE II - DIAGNOSE FOLIAR DAS CULTIVARES 'GRAND NAINÉ' E 'PRATA ANÃO'

CAPÍTULO 6 – Diagnose foliar das cultivares ‘Grand Naine’ e ‘Prata Anã’ em função de diferentes condições de reposição hídrica e adubação

Leaf diagnosis of 'Grand Naine' and 'Prata Anã' cultivars in function of different conditions of water replenishment and fertilization.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; José Ricardo Peixoto^{II}, Marcio de Carvalho Pires^{III}; Michelle Souza Vilela^{IV}, Renato Fernando Amabile^V, Francisco Marcos dos Santos Delvico^{VI}, Marcus Vinicius Santana^{VII}.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

^{IV}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^VEng Agrônomo Dr., Pesquisador, EMBRAPA Cerrados – Distrito Federal. E-mail: renato.amabile@embrapa.br

^{VI} Licenciatura em química, Dr., Analista, EMBRAPA Cerrados – Distrito Federal. E-mail: francisco.delvico@embrapa.br

^{VII}Eng Agrônomo Dr., Técnico, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus* Planaltina DF. E-mail: marcus.santana@ifb.edu.br

RESUMO

A bananeira é exigente em água e nutrientes para o seu desenvolvimento, o que torna fundamental o suprimento de suas exigências nutricionais. Para avaliação do estado nutricional da planta e adequado manejo da adubação torna-se necessário a realização do diagnóstico foliar. O experimento foi conduzido, no período de janeiro a agosto de 2017 na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL-UnB).

As análises de diagnose foliar realizadas em parceria com a EMBRAPA CERRADOS e o Instituto Federal de Brasília – IFB *Campus* Planaltina. O experimento com a cultivar Prata Anã foi formado por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ e 5 doses de adubação fosfatada (P), 0 – 50 – 100 – 150 – 200 g por cova, para adubação geral a dose de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) de 1.440 Kg.ha⁻¹/ano e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. A cultivar Grand Naine foi submetida a adubação nitrogenada (N), 40 – 165 – 290 – 415 – 540 g por cova e adubação geral a dose de fósforo (P₂O₅) e de potássio (K₂O) foi igual a 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹. Não foram observadas alterações significativamente válidas com relação aos tratamentos da cultivar ‘Grand Naine’

com adubação em ureia e 'Prata Anã' com adubação em superfosfato simples, nos diferentes níveis de reposição hídrica avaliadas, com relação aos teores foliares de macro e micro nutrientes. Foi verificada interação da reposição hídrica e da adubação em Nitrogênio apenas para o macro nutriente nitrogênio (N) na diagnose foliar da cultivar 'Grand Naine', os demais não apresentou efeito significativo. As plantas de ambas cultivares apresentam-se nutricionalmente adequadas com o manejo aplicado no experimento.

Palavras-chaves: Análise Foliar, Macronutriente, Micronutriente, Estado Nutricional.

ABSTRACT

The banana tree is demanding in water and nutrients for its development, which makes it fundamental to supply its nutritional requirements. In order to evaluate the nutritional status of the plant and adequate management of the fertilization it is necessary to perform the foliar diagnosis. The experiment was carried out from January to August of 2017 at the Experimental Água Limpa Farm (FAL-UnB). The foliar diagnosis analyzes were carried out in partnership with EMBRAPA CERRADOS and the Federal Institute of Brasília - IFB Campus Planaltina. The experiment with the cultivar Prata Anã was composed by 5 volumes of water replenishment, equivalent to 1,190, 1,314, 1,566, 1,814 and 2,066 mm.ano⁻¹ and 5 doses of phosphate fertilization (P), 0 - 50 - 100 - 150 - (N) and potassium (K₂O) dose of 1440 Kg.ha⁻¹ / year and 1320 Kg.ha⁻¹.an⁻¹, respectively. The cultivar Grand Naine was submitted to nitrogen fertilization (N), 40 - 165 - 290 - 415 - 540 g per pit and general fertilization the dose of phosphorus (P₂O₅) and of potassium (K₂O) was equal to 1320 Kg.ha⁻¹ .ane⁻¹ and 1320 Kg.ha⁻¹.an⁻¹. No significant changes were observed with respect to the treatments of 'Grand Naine' cultivar with urea fertilization and 'Prata Anã' with fertilization in single superphosphate, at different levels of water replenishment, in relation to macro and micro nutrient leaf contents. It was verified interaction of water replenishment and fertilization in Nitrogen only for the macro nutrient nitrogen (N) in the leaf diagnosis of 'Grand Naine' cultivar, the others did not present a significant effect. The plants of both cultivars are nutritionally adequate with the management applied in the experiment.

Keywords: Foliar Analysis, Macronutrient, Micronutrient, Nutritional Status.

6.1. INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais amplamente cultivadas e consumidas, considerada alimento básico da população e/ou principal fonte econômica para muitos países (MOHAPATRA et al., 2010). É uma planta de clima tropical, encontrando condições climáticas favoráveis para o seu cultivo no Brasil. A planta é exigente em água e nutrientes para o seu desenvolvimento, o que torna fundamental o suprimento de suas exigências nutricionais.

A análise foliar é um instrumento útil na determinação do estado nutricional das culturas e nas recomendações de adubação (WALSH; BEATON, 1973). É um método de avaliação do estado nutricional das culturas, em que se analisam determinadas folhas em período definido da vida da planta (MAIA, 2012). A avaliação do estado nutricional das culturas constitui um dos maiores desafios para pesquisadores em fertilidade do solo e nutrição de plantas, principalmente em países onde ocorrem limitações na produtividade das culturas decorrentes de desequilíbrios nutricionais (CARVALHO et al., 2002).

A diagnose nutricional, através da análise de tecidos vegetais, tem se mostrado um guia útil para o manejo dos nutrientes e é realizada com os seguintes objetivos: diagnosticar um problema nutricional não identificado visualmente, identificar causa de sintomas visuais observados no campo, mapear áreas que apresentam suprimento não adequado de nutrientes, avaliar se um determinado nutriente aplicado foi absorvido pela planta, identificar interações entre nutrientes, caracterizar a causa específica de um problema nutricional e juntamente com a análise de solo, orientar um programa racional de adubação e correção do solo (CARMO et al., 2000). Também permite comparar concentrações de nutrientes nas folhas com valores padrões, devendo-se considerar a relação entre as variedades e/ou espécies de alta produtividade e de bom desenvolvimento vegetativo (DIORIO, 2012).

MARTIN-PRÉVEL (1974) propôs padronizar a amostragem foliar de bananeira para que os dados de diferentes pesquisas pudessem ser comparados. Ele ressaltou a importância de se definir o momento de amostragem e o tipo de amostra, já que a composição mineral do tecido varia com a idade da planta, com a folha amostrada, entre as diversas partes da folha, ao que se somam as condições ecológicas, diferenças varietais e flutuações sazonais (RODRIGUES et al., 2009). O Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR) para bananeira permite o intercâmbio de informações.

O número de cultivares de bananeiras tradicionalmente utilizadas no Brasil é grande, no entanto, são poucos os que apresentam potencial agrônomo para exploração comercial com alta produtividade, tolerância às pragas, doenças, seca e frio, porte reduzido e menor ciclo de produção (BOLFARINI et al., 2014). As cultivares de banana Prata e Nanica

dominam as áreas de plantio e o mercado consumidor no Brasil. Dentre as Prata, a ‘Prata-Anã’ é a principal cultivar explorada comercialmente. Enquanto que a ‘Grande Naine’ é a principal cultivar do grupo Nanica no mercado nacional e mundial devido às suas boas características agronômicas e sensoriais (NOMURA, 2016).

As bananeiras necessitam de quantidades adequadas de água e nutrientes. Dentre eles, o nitrogênio (N) tem função estrutural na planta, fazendo parte de moléculas de aminoácidos e proteínas, além ser constituinte de bases nitrogenadas e de ácidos nucleicos. Participa direta e indiretamente de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 1997, NOMURA, 2016). O fosforo (P) corresponde ao menos exigido pela cultura, atua no desenvolvimento do sistema radicular, no processo de conversão da energia solar em aminoácidos e fibras, compõe as estruturas das células, como ácidos nucleicos e fosfolipídeos das biomembranas assim como em todos os processos que envolvem transferências de energia, por meio da adenosina trifosfato - ATP (GATIBONI, 2003; ZHANG et al., 2014)

Entretanto, o comportamento das cultivares e as exigências nutricionais de nitrogênio e fosforo para otimização da bananicultura nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal é pouco conhecido. Para Carmo et al., (2000) a utilização da análise foliar na avaliação nutricional das plantas pode revelar deficiências ou excessos de um ou mais nutrientes, permitindo que sejam realizadas as correções, evitando o comprometimento da produtividade e da qualidade dos produtos agrícolas.

Considerando os aspectos fundamentais da exigência nutricional da bananeira, o estudo realizou a diagnose foliar das cultivares Prata Anã sob diferentes doses de adubação em Fosforo (P) e Grand Naine com diferentes doses de adubação em Nitrogênio (N), ambas em diferentes condições de reposição hídrica.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1. Delineamento e Ensaio Experimental

O experimento foi conduzido, no período de janeiro a agosto de 2017 na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL-UnB) de propriedade da Universidade de Brasília. As análises de diagnose foliar realizadas em parceria com o Laboratório da Unidade EMBRAPA CERRADOS e Laboratório de Solos e Ecologia do Instituto Federal de Brasília – IFB *Campus* Planaltina. No período da realização das análises as plantas apresentavam 4 anos de idade.

O experimento com a cultivar Prata Anã foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹, e subparcelas formada por 5 doses de adubação fosfatada (P), 0 – 50 – 100 – 150 – 200 g por cova em 6 aplicações anuais, de superfosfato simples (P₂O₅). Para adubação geral a dose de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) de 1.440 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente.

Também foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com quatro blocos, constituindo as repetições, e 25 tratamentos para a cultivar Grand Naine. O arranjo experimental foi em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas por 5 volumes de reposição hídrica, equivalente a 1.190, 1.314, 1.566, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹, e as subparcelas por 5 doses de adubação nitrogenada (N), 40 – 165 – 290 – 415 – 540 g por cova em 6 aplicações anuais. Para adubação geral a dose de fósforo (P₂O₅) e de potássio (K₂O) foi igual a 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 1320 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente.

As subparcelas foram representadas por quatro covas uteis, totalizando 400 covas. Os fertilizantes utilizados como fonte de N, P e K foram a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Foram 6 adubações anuais realizadas nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro.

6.2.2. Amostragem Foliar

Conforme preconizado pelo Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR), coletou as amostras de folhas de plantas no início do florescimento, que vai desde o estágio de emissão da inflorescência (flor apontando) até a fase de no máximo três pencas abertas. A folha amostrada foi a terceira mais nova. Desta folha foram retiradas duas seções centrais. As duas seções compõem uma subamostra. A amostra para análise foi composta de 10 a 20 subamostras coletadas de diferentes plantas das subparcelas do ensaio de produtividade das cultivares Grand Naine e Prata Anã.

6.2.3. Preparo das Amostras

As amostras coletadas e identificadas foram embaladas em sacos de papel etiquetados e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperaturas variando de 65°C a 70°C até atingir peso constante. A temperatura não ultrapassou 70°C, para evitar a perda de nutrientes.

Posteriormente foi realizada a moagem em moinho tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável e com peneiras de 0,5 ou 1,0 mm de diâmetro (20 - 40 mesh), assegurando a homogeneização da amostra. Estas foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e levados ao laboratório para análise.

6.2.4. Análises Químicas

O método de solubilização da amostra foi realizado por digestão ácida Nitro-perclórica em bloco digestor. Pelo processo as amostras são solubilizadas com ácidos nítrico (65%) e perclórico (70%). Este método é realizado para determinação dos elementos P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, B, Al e Zn.

O procedimento consistiu em transferir 500mg de material vegetal seco e moído para tubo digestor, adicionar 4,0mL de ácido nítrico, deixar em repouso por aproximadamente 12 horas (digestão prévia), aquecer gradativamente até 120°C, permanecer nesta temperatura até cessar totalmente o desprendimento de NO₂ (vapor castanho). Nesta etapa, a matéria orgânica encontra-se parcialmente digerida e o volume do ácido nítrico reduzido à metade do volume inicial. Posteriormente adicionou-se 2,0 mL de ácido perclórico, aumentou-se a temperatura gradativamente para 180°C; evitou-se neste processo o aquecimento elevado para não haver perdas, principalmente, de fósforo e enxofre; colocou-se pequenos funis, tampando o tubo digestor, a fim de não só evitar possíveis perdas de HClO₄, como também a secagem do

extrato; manter a temperatura até se obter fumos brancos de HClO_4 e o extrato se apresentar incolor; esfriar; completar o volume para 25 mL com água destilada.

A determinação de nitrogênio ocorreu pelo método kjeldahl, apenas para as amostras foliares das bananeiras Grand Naine, pois o delineamento do tratamento desta cultivar apresentou adubação com diferentes doses de ureia (fonte de nitrogênio para a planta).

A base do processo de Kjeldahl consistiu no deslocamento do nitrogênio presente na amostra, transformando-se em sal amoniacal (sulfato de amônio, por meio de H_2SO_4). E posteriormente, desse sal obtido, desloca-se o amônio recebendo-se sobre a solução ácida (ácido bórico). Por titulação determina-se a quantidade de nitrogênio.

O procedimento consistiu em pesar 500 mg (200 a 700 mg dependendo da amostra) da amostra homogeneizada, colocar no tubo de digestão de proteína juntamente com 2,5 g de sulfato de sódio, verter 12 a 14 mL de solução sulfo-cúprica. Iniciou-se assim a etapa de digestão em equipamento de digestão de proteína, programado para temperatura de 420°C e realizou a digestão da amostra até não haver mais matéria a ser digerida, ficando a solução límpida transparente ou esverdeada (aprox 1h). Após completar o ciclo, retirou-se os tubos, e realizou-se a destilação. Nesta etapa colocou-se 12 mL de ácido bórico 4% em erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 40 mL de água destilada e 3 gotas de indicador Tashiro (coloração deverá ficar roxa). Colocou-se o erlenmeyer (contendo ácido bórico) na ponta de saída do destilador, de modo que a ponta fique submersa no líquido. Colocou-se o tubo com a amostra no equipamento de destilação de proteína (destilador). Através do funil introdutor do aparelho, adicionou-se 55 - 60 mL da solução de NaOH a 40%. Foi realizado o aquecimento até a ebulição e destilar com a ponteira mergulhada na solução indicadora até completar 125 mL recolhidos no Erlenmeyer. Após, emergir a ponteira e deixar até recolher mais 25 mL (completando 150 mL), a solução adquiriu a coloração verde. Finalmente foi realizada a etapa de titulação com ácido sulfúrico 0,1N até a virada da cor do destilado (de verde para roxo), anotou-se o volume de ácido sulfúrico gasto na titulação.

As determinações dos micronutrientes foram realizadas utilizando-se o Espectrofotômetro de plasma induzido iCP-OES. Trata-se de um equipamento que ioniza os elementos químicos quando submetidos à alta temperatura da chama. Sendo, portanto, especializado na análise de metais e semimetais, conseguindo detectar todos os elementos em uma única leitura, sem a necessidade da introdução das amostras para cada elemento.

A determinação dos elementos K, Ca, Mg, Al, Cu, Zn e Mn foi realizada em ICP OES simultâneo, Perkin Elmer, Optima 8300 DV. As condições de operação utilizadas foram as seguintes: modo de observação axial; potência de radiofrequência 1400 W; vazão do gás do plasma $9,0 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$; vazão do gás auxiliar $0,2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$; vazão do gás de nebulização $0,6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$.

¹; número de repetições 4; tempo de integração 5 s; comprimentos de onda para K (766,478 nm), Ca (317,933 nm), Mg (285,213 nm), Al (394,401 e 396,152 nm), Cu (327,396 nm), Zn (206,200 nm) e Mn (257,608 nm). Para o S foram utilizadas as seguintes condições de operação: modo de observação axial; potência de radiofrequência 1150 W; vazão do gás do plasma 11,0 L.min⁻¹; vazão do gás auxiliar 0,2 L.min⁻¹; vazão do gás de nebulização 0,49 L.min⁻¹; número de repetições 4; tempo de integração 4 s; comprimento de onda de 181,975 nm. Para determinação do B, foram utilizadas as seguintes condições de operação: modo de observação axial; potência de radiofrequência 1100 W; vazão do gás do plasma 10,0 L.min⁻¹; vazão do gás auxiliar 0,2 L.min⁻¹; vazão do gás de nebulização 0,65 L.min⁻¹; número de repetições 4; tempo de integração 5 s; comprimento de onda de 249,773 nm.

6.2.5. Análise estatística

Os dados coletados de todas as características foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Bem como a uma regressão, seguindo a equação polinomial completa, obtida a partir do ajuste de regressão dos dados analisados (Y) para ordem linear, quadrática e cúbica. Em seguida, determinou-se o grau de significância dos coeficientes relativos de cada termo do modelo proposto. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de nutrientes nas folhas das bananeiras ‘Grand Naine’ e ‘Prata Anã’ estão apresentados na Tabela 1. Os macro nutrientes na massa seca obedeceu a seguinte ordem N>K>Ca>Mg>S>P em ambas variedades com exceção do nitrogênio que não foi analisado na variedade Prata Anã. Os micro nutrientes apresentou-se na seguinte ordem Al>Fe>Mn>Zn>B>Cu, na cultivar ‘Grand Naine’ e Al>Mn>Fe>B>Zn>Cu na ‘Prata Anã’. Verifica-se diferenças entre as análises no manganês que apresentou-se maior que o ferro, e o boro que superou os teores de zinco na cultivar ‘Prata Anã’.

Para Borges et al. (2014) a ordem decrescente das quantidades de macronutrientes absorvidas pela bananeira é: potássio (K) > nitrogênio (N) > cálcio (Ca) > magnésio (Mg) > enxofre (S) > fósforo (P); e micronutrientes: cloro (Cl) > manganês (Mn) > ferro (Fe) > zinco (Zn) > boro (B) > cobre (Cu). Em média um bananal retira, por tonelada de frutos, 1,9 kg de N; 0,23 kg de P; 5,2 kg de K; 0,22 kg de Ca e 0,30 kg de Mg.

A Tabela 1 apresenta os resultados da diagnose foliar das bananeiras cultivares ‘Grand Naine’ submetida a diferentes volumes de reposição hídrica e doses de adubação nitrogenada (N) e ‘Prata Anã’ diferentes volumes de água suplementar e doses de adubação fosfatada (P).

Tabela 1. Teores médios de macro e micronutrientes em folhas de bananeira ‘Grand Naine’ em condições de adubação com ureia e cultivar ‘Prata Anã’ com adubação fosfórica. Brasília, DF, 2019.

		N	Ca	K	Mg	P	S	Zn	Al	B	Cu	Fe	Mn
		g.kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
Grand Naine	Média Geral	25,9	8,3	27,1	2,3	1,5	1,9	18,2	135,0	18,0	5,2	122,0	116,0
	Teste F	2,44 NS	0,92 NS	0,88 NS	0,32 NS	0,32 NS	0,19 NS	1,00 NS	1,30 NS	1,95 NS	0,69 NS	1,17 NS	1,75 NS
	CV (%)	1,2	19,4	14,3	25,3	11,1	9,7	7,9	13,5	29,6	17,12	16,36	24,85
Prata Anã	Média Geral	-	7,3	20,7	2,6	1,3	1,8	15,5	114,8	16,6	3,8	94,3	97,0
	Teste F	-	1,95 NS	1,17 NS	0,88 NS	1,76 NS	0,33 NS	0,19 NS	4,74 NS	1,31 NS	0,92 NS	0,69 NS	0,32 NS
	CV (%)	-	29,6	16,4	14,3	24,8	11,1	9,7	2,4	13,5	19,4	17,1	25,3

NS = não significativo;

Não foram observadas alteração significativamente válidas com relação aos tratamentos da cultivar ‘Grand Naine’ com adubação em ureia e ‘Prata Anã’ com adubação em superfosfato simples, nos diferentes níveis de reposição hídrica avaliadas, com relação aos teores foliares de macro e micro nutrientes. Resultados semelhantes foram obtidos por Fontes et al. (2003), os quais não observaram incremento nos teores foliares desses nutrientes em bananeira ‘Prata Anã’ em função da adubação nitrogenada.

Entretanto, era esperado que na diagnose da variedade Prata Anã houvesse incremento nos teores foliares de cálcio e enxofre em função da aplicação de fósforo no solo, pelo fato de ambos minerais fazerem parte da composição do superfosfato simples, de 18% de P₂O₅ (P), 16% de Cálcio (Ca) e 8% de Enxofre (S).

O resultado diverge da literatura pois Bolfarini (2014) verificou em seu trabalho com bananeira ‘FHIA 18’ que a adubação fosfatada alterou significativamente os teores foliares de cálcio (Ca), sendo o máximo teor alcançado com a aplicação de 69% da recomendação de fósforo.

Os níveis de adubação com ureia, concentração de 45% de N, na cultivar ‘Grand Naine’ influenciaram os teores foliares de Nitrogênio (Figura 1), o que confirma que o estado nutricional das bananeiras varia em função da aplicação de nitrogênio no solo, possivelmente devido à interação dos nutrientes no solo e no metabolismo da planta. Observa-se que na

interação do fator reposição hídrica e adubação foi obtida equação de regressão grau 3, para o volume de água de 1.314 mm.ano⁻¹.

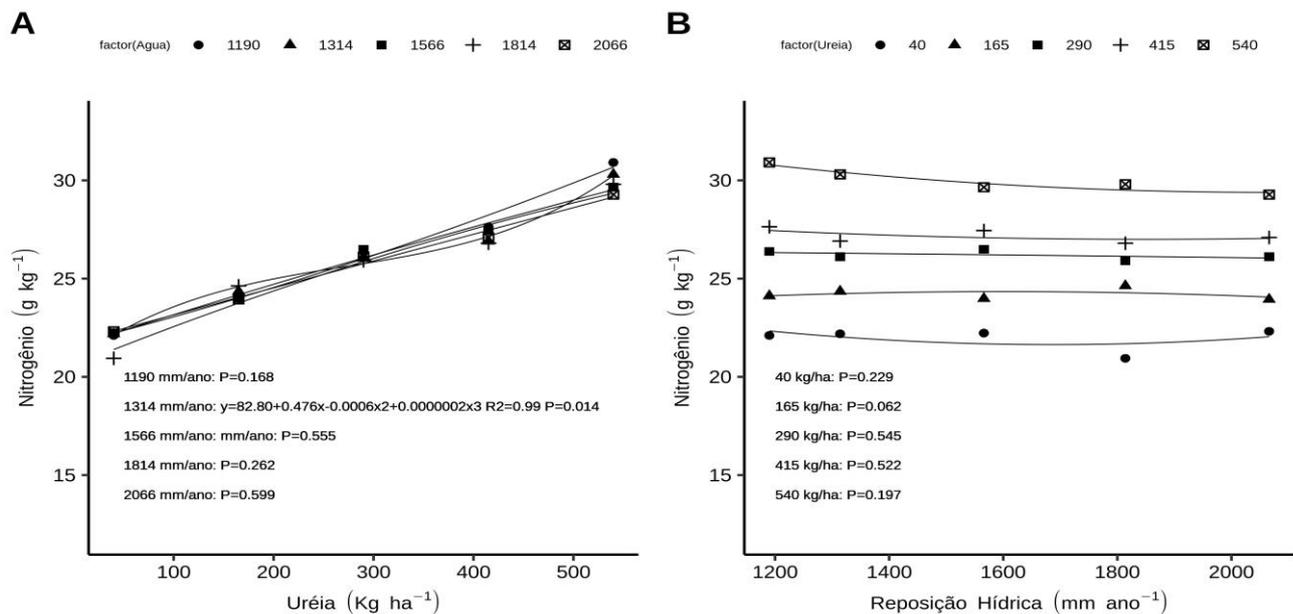


Figura 1. Efeito da interação de cinco níveis de reposição hídrica e cinco doses de adubação com ureia, sobre a quantidade de Nitrogênio foliar na cultura de bananeira Grand Naine. Brasília, DF, 2019.

Segundo Fontes et al. (2003), trabalhando com a avaliação de teores de N foliar, através amostragem foliar durante o florescimento do cultivar Prata-Anã com doses crescente de N em Itaocara-RJ, verificou que os teores de nitrato na matéria seca das folhas amostradas não foram influenciados pelas doses crescentes de N.

A cobertura do solo com a biomassa das bananeiras (folhas e pseudocaules) deve ser uma prática, pois aumenta os teores de nutrientes do solo, além de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos. As quantidades de nutrientes que retornam ao solo após a colheita são consideráveis em um plantio de banana, podendo atingir valores aproximados de 170 kg.ha⁻¹.ciclo⁻¹ de N; 9,6 kg.ha⁻¹.ciclo⁻¹ de P; 311 kg.ha⁻¹.ciclo⁻¹ de K; 126 kg.ha⁻¹.ciclo⁻¹ de Ca; 187 kg.ha⁻¹.ciclo⁻¹ de Mg e 21 kg.ha⁻¹.ciclo⁻¹ de S (BORGES et al., 2014).

Os teores de referência para os macro e micronutrientes adequados para cultivares de bananeiras encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de referência para macro e micronutrientes para cultivares de bananeiras

Bananeira	N	Ca	K	Mg	P	S	Zn	B	Cu	Fe	Mn
	g.kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Triploides (AAA)	24,8- 27,0	7,3- 9,9	23,8- 30,3	3,0- 3,8	1,4- 1,7	1,0- 2,2	15,7- 47,0	20- 35	6,3- 8,0	68- 128	118- 185

Fonte: Borges et al. (2006)

Comparando-se os resultados da diagnose foliar com os valores de referência verificou-se que todos os macro elementos evidenciam adequada nutrição de ambas cultivares. Com relação aos micronutrientes encontram-se ligeiramente abaixo do limite inferior aos valores de boro (B), cobre (Cu) e manganês (Mn) na variedade ‘Grand Naine’ e na cultivar ‘Prata Anã’ apenas o valor de manganês (Mn) encontra-se abaixo do valor base.

Nestas condições limítrofes sugere-se o diagnóstico visual de deficiência, avaliação realizada em folhas da bananeira, para o boro, cobre e manganês consiste na avaliação das folhas jovens, todas as idades e medianas, respectivamente. Os sintomas de deficiência de Boro consiste em listras perpendiculares às nervuras secundárias no limbo foliar e folhas deformadas, com limbos incompletos. A deficiência de cobre apresenta-se com a nervura principal dobrada. E quantidades insuficientes de manganês caracteriza-se por clorose em forma de pente nos bordos do limbo foliar e ocorrência do fungo *Deightonella torulosa*, que pode contaminar os frutos (BORGES, SOUZA, 2004).

Borges et al. (2014) apresenta a diagnose visual como uma das ferramentas para estabelecer as deficiências nutricionais em bananeira, devendo ser complementada pelas análises químicas de solos e folhas, que confirmarão ou não a deficiência nutricional. Damatto Júnior et al. (2005) sugerem que as faixas de nutrientes estabelecidas para a cultura devem ser ajustadas conforme o genótipo.

Numa análise comparativa dos macro e micronutrientes, entre os tratamentos com os níveis de reposição hídrica e adubação fosfatada na variedade ‘Prata Anã’ (Figura 2), observou-se que as condições de 1.814 mm.ano⁻¹, 50, 100 e 150 Kg.ha⁻¹ de superfosfato simples apresentou efeitos negativos sobre os teores de Ca, K, P e S. As condições de 1.190 mm.ano⁻¹, 100 e 150 Kg.ha⁻¹ proporcionou efeitos positivos com os micronutrientes Zn, B e Mn. Enquanto que reposição hídrica de 1.814 mm.ano⁻¹, 0 e 50 Kg.ha⁻¹ afetou os teores de Cu e Mg.

Na análise comparativa dos macro e micronutrientes, entre os tratamentos com os níveis de reposição hídrica e adubação nitrogenada na variedade ‘Grand Naine’ (Figura 3), observou-se que as condições de 1.314 mm.ano⁻¹ de reposição hídrica e 290, 415 e 540 Kg.ha⁻¹ de ureia apresentou efeitos negativos sobre os teores dos macronutrientes (K, P, Mg e S) e nos micronutrientes (Cu e Fe). E o tratamento nas condições de volume de reposição hídrica de 1.190, 1.814 e 2.066 mm.ano⁻¹ com 165, 290 e 540 Kg.ha⁻¹ em adubação nitrogenada apresentou os melhores resultados sobre os teores de N, Ca, Zn, B e Mn.

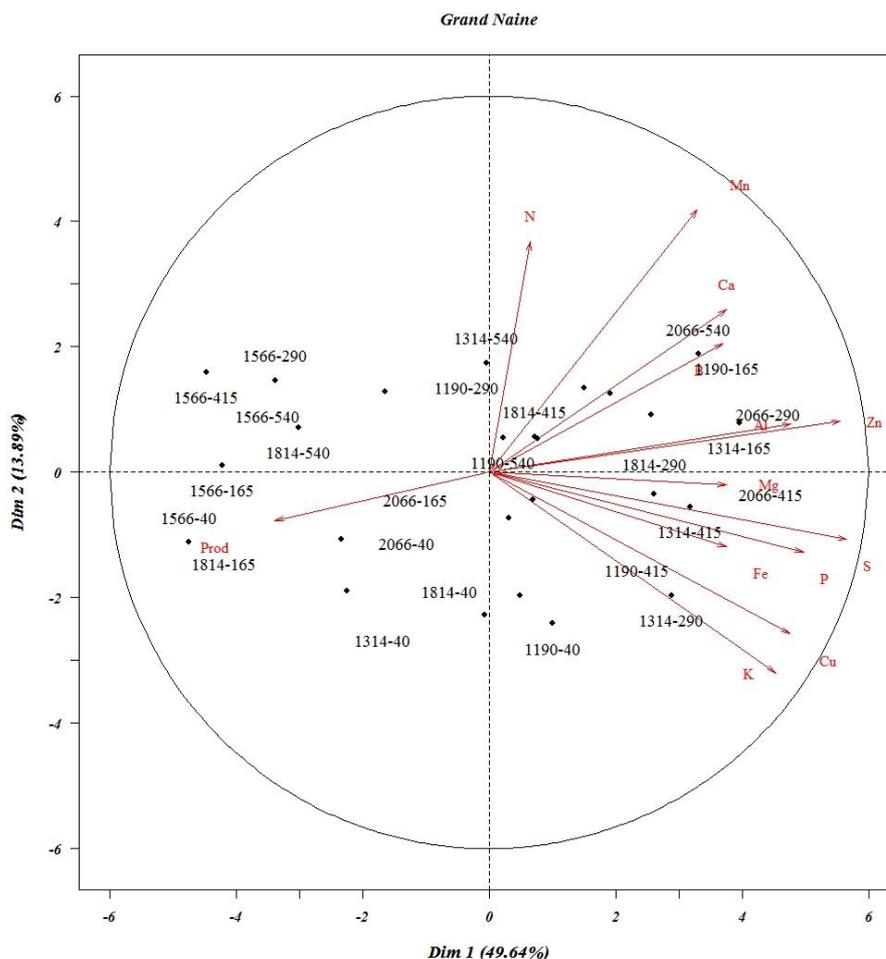


Figura 3. Análise de comparação descritiva da diagnose foliar da cultivar Prata Anã submetida a diferentes condições de reposição hídrica e doses de adubação Potássica, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. Brasília, DF, 2019.

Segundo Teixeira (2000), o primeiro ciclo da Prata-Anã submetida a diferentes doses de N, uma dose de aproximadamente 250 kg.ha⁻¹ de N para atingir o nível crítico para N foliar, que é de 26 g.kg⁻¹, segundo Lahav e Turner (1983). No estudo de Ratke (2008) a média dos teores de N foliar no primeiro ciclo da Prata-Anã foram maiores que o nível crítico de 26 g.kg⁻¹ em todas as doses combinadas de N e K. O nitrogênio absorvido no tratamento sem adição de N, pode ser absorvido devido à mineralização da matéria orgânica favorecida pela calagem feita na adubação de instalação do pomar e fornecimento de K na adubação geral.

6.4. CONCLUSÕES

- Conclui-se que para a cultivar ‘Prata Anã’ não foi obtida diferença estatisticamente significativas entre a interação das doses de adubação em Fosforo (P) e das diferentes condições de reposição hídrica, na composição dos macro e micro nutrientes da massa seca das folhas da planta.
- Foi verificada interação da reposição hídrica e da adubação em Nitrogênio apenas para o macro nutriente nitrogênio (N) na diagnose foliar da cultivar ‘Grand Naine’, os demais não apresentou efeito significativo.
- Também não foi obtida diferença estatisticamente significativas entre a interação das doses de adubação em Nitrogênio (N) e das diferentes condições de reposição hídrica, na composição dos micro nutrientes da massa seca das folhas das bananeiras cultivar ‘Grand Naine’.
- As plantas cultivares ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ apresentam-se nutricionalmente adequadas com o manejo aplicado no experimento.

6.5. REFERÊNCIAS

BOLFARINI, A. C. B.; JAVARA, F. S.; LEONEL, S.; LEONEL, M.. Crescimento, ciclo fenológico e produção de cinco cultivares de bananeira em condições subtropicais. **Rev. Raízes e Amidos Tropicais**, 10(1), 74-89, 2014.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. 1º ed. Embrapa, Cruz das Almas, 2004

BORGES, A.; SILVA, S.; CALDAS, R. C.; LEDO, C. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 314-318, 2006.

BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; FANCELLI, M.; COELHO, E. F.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; ALBUQUERQUE, A. F. A.; MEISSNER FILHO, P. E.; RITZINGER, C. H. S. P.; AMORIM, E. P. et al. Sistema de Produção de Banana para o Estado do Pará. Sistema de Produção, 9. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Amazônia Oriental, Versão Eletrônica, 2ª edição, Dec, 2014.

BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, A.; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2407-2414, 2000.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de Análises de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Circular Técnica n 6. 41p. 2000.

CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H.; MARTINS, D. P.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Rev.Sci. Agríc.**, v.59, n.1, p.121-127, 2002.

- DAMATTO JÚNIOR, E. R.; CAMPOS, A. J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Produção e caracterização de frutos de bananeira 'Prata-Anã'e 'Prata-Zulu'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 27, n. 3, p. 440-443, Dec. 2005 .
- DIORIO, C. A. **DRIS para a cultura da bananeira na Região Norte do Paraná**. 2012. 85f. Dissertação de Mestrado -Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2012.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 19 p. 1998.
- FONTES, P. S. F.; CARVALHO, A. J. C.; CEREJA, B. S. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira-prata-anã (Musa spp.) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 156-159, 2003.
- GATIBONI, C. L. **Disponibilidade de formas de Fósforo do solo às plantas**. 2003. 247f. Tese de Doutorado em Agronomia/Biodinâmica dos Solos apresentado à Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Banana nutrition**. Berna: IPI, 1983. 62 p.
- MAIA, C. E. Época de Amostragem Foliar para Diagnóstico Nutricional em Bananeira. **Rev. Bras. Ci. Solo**, p. 859-864, 2012.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. eds. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. rev. Piracicaba: POTAFOS, p.115-230. 1997.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. **Rev. Fruits**, Paris, v.29, n. 9, 1974. 583-588.
- MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SUTAR, N. Banana post harvest practices: current status and future prospects- a review. **Rev. Agricultural Research**, v.31, n.1, p.56-62, 2010.
- NOMURA, E. S. **Desempenho agronomico e pós-colheita de cultivaas de bananeiras sob adução nitrogenada e potássica**. 2016. Tese de doutorado em Agronomia- Produção Vegetal apresentado a Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- RATKE, R. F. **Adubação nitrogenada e potássica em três cultivares de bananeira**. 2008. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2008.
- RODRIGUES, M. G. V., PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 32, n. 1, p. 321-325, Mar. 2010 .
- TEIXEIRA, L. A. J. **Adubação nitrogenada e potássica em bananeira Nanicão (Musa AAA subgrupo Cavendish) sob duas condições de irrigação**. 2000. 145 f. (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal)–, UNESP, Jaboticabal, 2000.
- WALSH, L. M.; BEATON, J. D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: SSSA, 1973.
- ZHANG, M.; LI, C.; LI, Y. C.; HARRIS, W. G. Phosphate minerals and solubility in native and agricultural calcareous soils. **Rev. Geoderma**, 232-234, 164-171. 2014.

PARTE III - AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA, SEVERIDADE E INFESTÃO DE PRAGAS EM 4 CULTIVARES DE BANANAS EM FUNÇÃO DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

CAPÍTULO 7 - Avaliação da incidência e severidade de Sigatoka Amarela e infestação do moleque-da-bananeira em variedades de banana da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal.

Evaluation of the incidence and severity of sigatoka-yellow and infestation of moleque-da-bananeira in banana varieties of the Água Limpa Farm, Distrito Federal.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; Tiago Pessoa Alves^{II}; Marcio de Carvalho Pires^{III}; Renato Fernando Amabile^{IV}; José Ricardo Peixoto^V.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professora, Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II} Eng Agrônomo, Graduando, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: pessoa.tiago@hotmail.com

^{III}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{IV} Eng. Agrônomo Dr, Pesquisador, EMBRAPA CERRADOS – Distrito Federal. E-mail: amabile@embrapa.br

^VEng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

RESUMO

A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas mais consumidas no mundo. Apesar do grande número de variedades, poucas apresentam potencial agrônômico para o cultivo comercial, que aliem alta produtividade, porte reduzido, ciclo de produção menor, produção de frutos com boas características sensoriais e tolerância a pragas e doenças. O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a incidência e severidade de Sigatoka-amarela e infestação do Moleque-da-bananeira em variedades de bananas cultivadas na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Foram avaliados quatro cultivares de banana (Grand Naine, Prata Anã, Tropical e Conquista). Os quatro experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo de parcela subdividida, sendo as parcelas formadas por cinco doses de água e as subparcelas por cinco doses de adubo, totalizando 25 tratamentos e 100 parcelas. Avaliou-se a incidência, pela porcentagem de folhas sintomáticas, e a severidade foi baseada na estimativa da área foliar necrosada em todas as folhas da planta, a Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*, Leach). A avaliação de pragas, no caso a infestação do Moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) consistiu na utilização de iscas do tipo queijo. Os resultados indicaram que existe diferença estatisticamente significativa com relação a incidência da doença Sigatoka-amarela entre as quatro variedades avaliadas, sendo a variedade Tropical a mais resistente e a Grand Naine a mais susceptível. Também foi observado que a lâmina de água de irrigação também influencia significativamente a

incidência da doença sendo que os volumes (V4 e V12) os que apresentaram menores índices. Outro fator determinante para o aparecimento da doença consistiu na estação da seca onde a incidência foi menor quando comparada com a época das chuvas. Os resultados também indicaram diferença significativa entre as condições climáticas e a quantidade de insetos praga, sendo o mês de outubro o que apresentou maior média de insetos por isca. Pelos estudos conclui-se que as variedades tropical e conquista apresentaram menor incidência e severidade da doença Sigatoka-amarela e que a infestação do Moleque-da-bananeira não apresentou relação direta com a variedade. Ressalta-se assim, que as quatro variedades avaliadas apresentaram aptidão para o plantio na região do Distrito Federal, com boas condições de adaptabilidade e resistência a doença e a praga estudada.

Palavras-chaves: *Musa spp*, *Mycosphaerella musicola*; *Cosmopolites sordidus*, Irrigação, Nutrição.

ABSTRACT

Banana (*Musa spp.*) is one of the most consumed fruits in the world. In spite of the large number of varieties, few of them have agronomic potential for commercial cultivation, such as high productivity, reduced size, shorter production cycle, good sensory characteristics and tolerance to pests and diseases. Therefore, the objective of this study is to evaluate the incidence and severity of yellow-sigatoka and banana root borer infestation of banana varieties at Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Four banana varieties (Grand Naine, Prata Anã, Tropical and Conquista) were evaluated in the experiment. The experiments were conducted in randomized blocks, with four replications, in a subdivided parcel arrangement, the plots being composed of five water doses and the subplots by five doses of fertilizer, totaling 25 treatments and 100 plots. The incidence was evaluated by the percentage of symptomatic leaves and the severity was based on the estimate of necrotic leaf area in all leaves of the plant, the yellow-sigatoka disease (*Mycosphaerella musicola*, Leach). The evaluation of pests, in this case infestation of the banana root borer (*Cosmopolites sordidus*) consisted in the use of cheese-type baits. The results indicated that there is a statistically significant difference in relation to the incidence of yellow-sigatoka disease among the four evaluated varieties, the Tropical variety being the most resistant and Grand Naine the most susceptible. It was also observed that the irrigation water sheet also significantly influences the incidence of the disease, with the volumes (V4 and V12) showing the lowest rates. Another determining factor for the onset of the disease was the dry season, where the incidence was lower when compared to the rainy season. The results also indicated a

significant difference between the climatic conditions and the number of pest insects, being the month of October the one that presented the highest average of insects per bait. We concluded that the tropical and conquest varieties showed a lower incidence and severity of the yellow-sigatoka disease and that the infestation of the young banana tree was not directly related to the variety, but it is dependent on climatic conditions and irrigation. It should be emphasized that the four evaluated varieties showed suitability for planting in the Distrito Federal, with good conditions of adaptability and resistance to disease and pest studied.

Key words: *Musa spp*, *Mycosphaerella musicola*; *Cosmopolites sordidus*, Irrigation, Nutrition

7.1. INTRODUÇÃO

Dentre as frutas tropicais, a banana é uma das mais rentáveis no campo e para se manter competitivo, o ideal é que o produtor utilize variedades resistentes às principais pragas e adote sistemas de produção utilizando boas práticas agrícolas (ALBUQUERQUE et al., 2013).

A banana é um dos poucos produtos agrícolas que não têm períodos de safra e entressafra, sendo a produção distribuída o ano todo, apresentando algumas elevações decorrentes das condições climáticas e da entrada e saída dos diferentes estados produtores devido a acontecimentos regionais e as sazonalidades de produção que são questões essenciais para o setor por terem influência sobre o comportamento do mercado (CAMPOS; GONÇALVES, 2002). Dentre os problemas que acometem a cultura da banana, diminuindo significativamente a produção, está o aparecimento de doenças e o ataque de pragas.

A Sigatoka-amarela, uma doença também conhecida como o Mal-da-Sigatoka ou Cercosporiose, é considerada a responsável pelos maiores danos na produção de banana, em grande parte, por ser considerada uma doença endêmica no Brasil (CORDEIRO e MATOS, 2000). Os prejuízos causados pela Sigatoka-amarela são advindos da morte precoce das folhas e do enfraquecimento da planta, com reflexo imediato na produção. São observados como consequências da doença, diminuição do número de pencas, tamanho dos frutos e maturação precoce dos mesmos ainda no campo, além de perfilhamento lento (CORDEIRO e MATOS, 2005a).

Constitui-se um desafio o controle da Sigatoka-amarela, pois a alta incidência da doença impede completamente o desenvolvimento dos frutos, provocando perda total da produção. Apesar das condições de clima seco, chuvas escassas e baixa umidade,

características da região do cerrado, verifica-se o desenvolvimento da doença, principalmente pelos microclimas presentes na bananicultura irrigada. Nestas condições o controle pode ser realizado pela integração dos métodos culturais (desfolha), químicos (fungicidas), biológicos e genéticos (variedades resistentes) (RIOS et al., 2013).

Para o uso mais racional de defensivos químicos tem-se o sistema de pré-aviso biológico prevê a taxa de desenvolvimento da doença por meio de escalas de sintomas vistos nas folhas da bananeira (RIOS et al., 2013). Conforme Ferreira et al. (2003), o método de previsão se baseia na interação entre o estágio de desenvolvimento da folha vela e a severidade da doença nas folhas mais novas. Este sistema leva em consideração um valor de soma bruta que quantifica a severidade da doença, indicando o melhor momento para realização do controle químico.

Com relação ao ataque de pragas o *Cosmopolites sordidus* (GERMAR, 1824) (*Coleoptera: Curculionidae*), conhecido como broca-da-bananeira ou broca-do-rizoma ou moleque-da-bananeira representa um dos problemas mais frequentes. Este inseto-praga prejudica a bananeira, pois suas larvas por abrir galerias nos rizomas e parte inferior dos pseudocaulos, danificam os tecidos internos e acarretam o declínio e morte da planta, podendo causar o tombamento de plantas e servir de porta de entrada para patógenos (FANCELLI e ALVES, 2001).

Para amostragem de adultos do moleque-da-bananeira são utilizadas iscas confeccionadas com o pseudocaulo da bananeira que já produziu, estas iscas são fundamentais para o monitoramento da presença da praga na plantação e também representam a principal forma de controle, sendo considerado um método de controle comportamental, podendo ser associado ao controle químico e biológico.

Existem dois tipos de iscas mais comuns, conhecidas como “telha” e “queijo”. No primeiro tipo, pedaços de pseudocaulos, com aproximadamente 50 cm, são cortados longitudinalmente, ficando a parte seccionada voltada para o solo, ao lado das touceiras. A isca do tipo “queijo” consiste de um pedaço de pseudocaulo com altura entre 5 e 10 cm, cortado transversalmente e colocado sobre a base do pseudocaulo que permaneceu no solo e do qual a isca foi retirada. A isca tipo “queijo” atrai mais insetos, contudo sua disponibilidade é menor e a distribuição pode ser irregular. Para ambas as iscas, o pico de atratividade vai até os 15 dias. No período de excesso de chuva e altas temperaturas a vida útil da isca é menor. São utilizadas 20 a 30 iscas por hectare para monitoramento da população e cerca de 100 a 150 iscas tipo “telha” para controle. As avaliações são realizadas quinzenalmente e quando for encontrada a média de 5 adultos/isca deve ser iniciado o controle da praga (BATISTA FILHO et al., 2002).

Entre os métodos disponíveis destacam-se os meios culturais de combate à praga são baseados na destruição dos restos de cultura onde o besouro se abriga e alimenta. Durante a colheita os pseudocaules devem ser cortados o mais rente do solo e suas partes picadas e espalhadas na plantação. A procedência e o tratamento das mudas devem ser rigorosamente considerados para evitar a entrada do inseto na plantação. A utilização do controle químico pode se dar em duas situações: por ocasião do plantio, através de imersão de mudas em solução de inseticida, ou na cultura já instalada, quando se pode fazer a aplicação de inseticidas químicos nas covas ou aplicação em iscas do tipo “telha” e “queijo”. O controle biológico com o uso do fungo *Beauveria bassiana* tem-se mostrado viável no controle da broca, reduzindo a população do inseto abaixo do nível de controle (5 insetos/isca), o fungo também pode ser aplicado na forma natural, como foi cultivado sobre o arroz sem passar por processos de industrialização (SCARPARE FILHO et al., 2016, BATISTA FILHO et al., 2002).

A variedade Grand Naine não apresenta característica específica em relação à suscetibilidade à Sigatoka-amarela (*M. musicola*, Leach). A Prata Anã apresenta menor suscetibilidade a doença Sigatoka-amarela (ALBUQUERQUE et al., 2013).

A BRS tropical, um híbrido gerado na Embrapa, apresenta desenvolvimento e rendimento semelhante à da cultivar “Maçã”. No entanto, é bastante superior no que diz respeito à reação às doenças, sendo resistente à Sigatoka-amarela e tolerante ao Mal-do-Panamá. A bananeira BRS Tropical vem suprir a grande lacuna deixada pela banana maçã, cujo os cultivos foram dizimados em quase todo território nacional (SILVA et al., 2004).

A BRS Conquista é uma cultivar de banana que apresenta resistência à Sigatoka-negra, ao Mal-do-Panamá, à Sigatoka-amarela, e tolerância à nematoides. É uma variedade de bananeira obtida da variação somaclonal da cultivar Thap Maeo (PEREIRA e GASPAROTTO, 2008).

Desta forma o objetivo geral do trabalho foi avaliar a incidência e severidade de Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*, Leach) e infestação do Moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) em variedades de banana da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal.

7.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL-UnB) de propriedade da Universidade de Brasília. A classificação climática da região, pelo método de Köppen, é do tipo Cwa e apresenta duas estações climáticas bem definidas: a estação seca, que se inicia no final do mês de abril e se estende até setembro, e uma estação chuvosa, que se inicia em outubro e vai até meados do mês de abril. A temperatura média de setembro, mês mais quente, é superior a 22°C e a precipitação pluvial média é de 1195,6 mm anual. As avaliações foram realizadas nos meses de setembro, outubro e novembro de 2016 e janeiro de 2017.

O pomar apresenta 3 anos e as práticas culturais são realizadas, de acordo com as necessidades. A implantação do experimento agrônômico ocorreu da seguinte forma: Foram utilizadas mudas de quatro cultivares de banana (Grand Naine, Prata Anã, Tropical e Conquista). As mudas foram obtidas via cultura de tecidos. As plantas, inicialmente, foram plantadas em sacos de poliestireno, cuja capacidade foi de 3 litros de solo, e conduzidas em um viveiro na Fazenda Água Limpa-UnB (FAL). Durante esse período, as mudas foram irrigadas por aspersão com uma lâmina de 3 mm, com turno de rega de 2 dias.

Após a aclimação, as mudas foram transplantadas para uma área previamente preparada por meio de aração, gradagem e nivelamento. As covas foram abertas com o auxílio de uma retroescavadeira, utilizando o espaçamento de 3,0 m entre linhas e 3,0 m entre plantas e dimensões de 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m. Em seguida, foram utilizados no solo 200 gramas de calcário dolomítico por cova, e a adubação com 500 gramas de Superfosfato Simples, 200 gramas de Termofosfato Magnésiano (Yoorin®) e 50 gramas de FTE por cova.

Foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, constituído por conjunto de motobomba de 10 cv, uma linha principal de 50 mm de diâmetro, 1 filtro de discos, 8 linhas de derivação de 32 mm de diâmetro e 120 linhas laterais de 16 mm de diâmetro. Nas linhas laterais foram instaladas gotejadores, cujas vazões são de 2 litros por hora, 4 litros por hora, 8 litros por hora, 12 litros por hora e 16 litros por hora. As irrigações foram feitas em turno de rega de dois(2) dias por um período de 3 horas cada dia.

Não houve aplicação de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças, e para o controle de plantas daninhas, foram realizadas capinas manuais e foi feita aplicação de herbicidas posteriormente. As folhas em estágio de senescência são retiradas mensalmente, e o desbaste de perfilhos é realizado de acordo com a necessidade, mantendo três plantas por cova (mãe, filha e neta).

7.2.1. Condução e avaliação dos ensaios

Os quatro experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo de parcela subdividida, sendo as parcelas formadas por cinco doses de água e as subparcelas por cinco doses de adubo, totalizando 25 tratamentos e 100 parcelas. Cada parcela foi constituída por quatro covas úteis. A área útil dos quatro ensaios foi de 21.600 m² (2,16 ha) e área total de 25.000 m² (2,5 ha).

Na cultivar ‘Grand Naine’ foram utilizados cinco doses de nitrogênio (0, 110, 220, 330 e 440 g/cova de Ureia) e cinco doses de água, além da dose fixa de fósforo (220 g/cova de supersimples) e potássio (220 g/cova de KCL).

Na cultivar ‘Prata Anã’ utilizou-se cinco doses de fósforo (0, 110, 220, 330 e 440 g/cova de super simples) e cinco doses de água, além das doses fixas de nitrogênio (220 g/cova de ureia + 480 g/cova de (NH₄)₂SO₄) e potássio (220 g/cova de KCL).

Na cultivar ‘BRS Tropical’ foram utilizados cinco doses de potássio (0, 110, 220, 330, e 440 gramas/cova de KCl) e cinco doses de água, além das doses fixas de nitrogênio (220 g/cova de ureia + 480 g/cova de (NH₄)₂SO₄) e fósforo (220 g/cova de supersimples).

Na cultivar ‘BRS Conquista’ foram utilizadas cinco doses de magnésio (0, 110, 220, 330 e 440 g/cova de MgSO₄) e cinco doses de água, além das doses fixas de nitrogênio (220 g/cova de ureia + 480 g/cova de (NH₄)₂SO₄), fósforo (220 g/cova de supersimples) e potássio (220 g/cova de KCL).

Nos quatro ensaios experimentais as adubações foram realizadas de forma manual, em círculo e em volta de toda touceira, para possibilitar a uniformização e variação nas doses dos adubos, utilizando ureia, superfosfato simples, cloreto de potássio e sulfato de magnésio como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, respectivamente, além do gesso agrícola.

As irrigações foram feitas obedecendo o turno de irrigação de dois dias em períodos secos, conforme o Kc da cultura (**Tabela 2 – Capítulo1**). Quando necessário, fez-se aumento ou diminuição no tempo de irrigação para ajustar o volume de água aplicado com a demanda hídrica da cultura. No período chuvosos, foi feito o uso da irrigação quando a precipitação pluvial semanal foi menor que 30 mm, sendo que o controle da precipitação pluvial foi feito na estação agrometeorológica da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB).

7.2.2. Avaliação Fitossanitária - Incidência e severidade da Sigatoka-amarela, (*M. musicola*, Leach)

Avaliou-se a incidência e a severidade da Sigatoka-amarela (*M. musicola*, Leach) em todas as plantas, das quatro variedades de bananas, sobre 5 lamina de irrigação e 5 ensaios de adubação.

A incidência foi avaliada pela porcentagem de folhas sintomáticas (presença e ausência da doença em cada folha da planta) e utilizou-se a seguinte escala de notas: 1: planta sem sintomas; 2: traços nas folhas velhas; 3: poucas lesões nas folhas velhas; 4: muitas lesões apenas nas folhas velhas; 5: folhas velhas bastante atacadas com traços nas folhas novas; 6: folhas velhas bastante atacadas e com poucas lesões nas folhas novas; 7: folhas velhas e novas com muitas lesões; e 8: folhas velhas e novas com muitas lesões. São folhas jovens as três primeiras folhas. O índice de doença (ID) de cada variedade foi obtido pela média ponderada de plantas avaliadas. Desta forma, o ID = 7 representa alta incidência da doença e o menor ID = 1, representa alta resistência da planta ao patógeno (SIVIERO; LEDO, 2002).

A avaliação da severidade da doença, segundo STOVER (1971) modificado por GAUHL *et al.* (1993), foi baseada na estimativa da área foliar necrosada em todas as folhas da planta, indicada pela sigla IS (Índice de Severidade) e expressa em porcentagem. A estimativa da área necrosada de cada folha é realizada de acordo com a seguinte escala de notas, ilustrada na Figura 1, modificado por Gauhl *et al.* (1993).

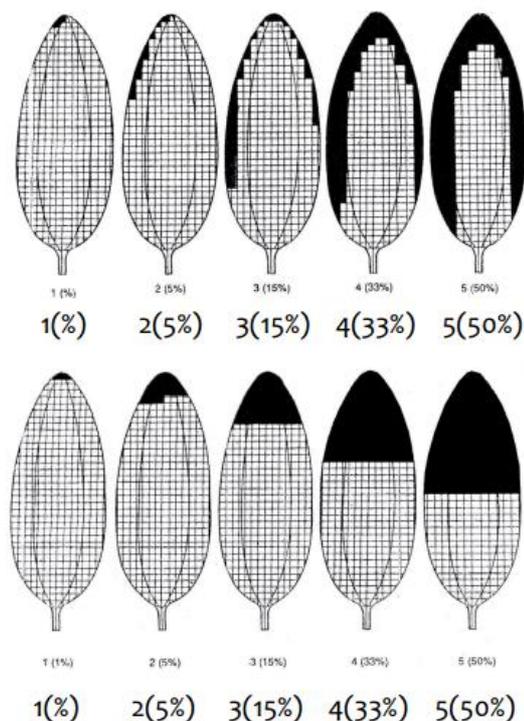


Figura 1 – Escala de severidade para Sigatoka proposta por Stover (1971). Modificado por Gauhl *et al.* (1993)

Escala de notas usada na estimativa da área de tecido necrosado das folhas, a fim de calcular o índice de severidade das plantas adaptada foi Nota 0: ausência de necrose. Nota 1: Menos de 1% de área de tecido necrosado. Nota 2: de 2 à 5% de área de tecido necrosado. Nota 3: de 6 à 15% de área de tecido necrosado. Nota 4: de 16 à 33% de área de tecido necrosado. Nota 5: de 34 à 50% de área de tecido necrosado. Nota 6: Mais de 51% de área de tecido necrosado. O índice de severidade (IS) de cada variedade foi obtido pela média ponderada de plantas avaliadas. Desta forma, o IS = 6 representa alta severidade da doença e o menor IS = 1, representa resistência da planta ao patógeno

7.2.3. Avaliação de Pragas - Infestação do Moleque-da-bananeira

Utilizou-se na no experimento, iscas do tipo “queijo”, provenientes de pseudocaules das bananeiras que formam a bordadura do pomar, as quais não são irrigadas ou tratadas com adubação. Foram cortadas longitudinalmente, medindo aproximadamente 10 cm, colocadas próximo das touceiras, em lugar limpo, com a parte seccionada voltada para baixo.

As iscas foram distribuídas, nas metades das linhas de plantio, sendo duas iscas em cada bloco de repetição, colocadas em todos os 4 materiais genéticos, cada uma com 4 repetições nos 5 diferentes tratamentos de adubação e com 5 diferentes laminas de água, perfazendo-se um total de 800 iscas em todo experimento. A contagem das brocas foi realizada sete dias após a instalação das iscas, não sendo diferenciado as brocas verdadeiras (*C. Sordidus*) das falsas (*Metamasius spp*).

7.2.4. Análise estatística

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se para o teste de F, o nível de 5% de probabilidade. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott(1974), ao nível de 5% de probabilidade. Sendo analisados por meio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7, 2016 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

A análise estatística para a infestação de brocas nas iscas foi realizada em função das variedades. Para a avaliação da incidência de *C. Sordidus* no bananal como um todo, foi calculado a quantidade de brocas por hectare para os valores dispare das médias, considerando o espaçamento entre covas de 3x3 metros (9 m²/cova), tem-se que o número total de plantas é de 1111,11 plantas por hectares (1000m²/9m²).

7.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.3.1. Incidência e severidade da Sigatoka-amarela

As cultivares avaliadas apresentaram níveis diferenciados de suscetibilidade à doença foliar Sigatoka-amarela. Verificou-se, pela análise estatística de comparação de média pelo teste de Tukey ao nível de significância de 1% de probabilidade, que as quatro variedades estudadas se diferenciam com relação ao índice de doença, que as alterações nas lâminas de água na irrigação influenciaram na doença e que as condições climáticas também foram determinantes. Também foram observadas diferenças estatisticamente entre as interações de variedades, aplicações das lâminas de irrigação e as condições climáticas no período das avaliações. Verificou-se que a variável de níveis de adubação não influenciou as avaliações realizadas com relação à Sigatoka-amarela.

Pela tabela 1 verifica-se que a variedade BRS Tropical demonstrou menor índice de doença (ID) de 1 %, caracterizando uma nota na qual a planta se encontra sem sintomas ou com traços nas folhas velhas, com 5 % tem-se a BRS Conquista apresentando traços da doença nas folhas velhas e poucas lesões nas folhas velhas. Em seguida, tem-se a variedade Prata Anã com 15 % representando poucas lesões nas folhas velhas e a Grand Naine foi a que apresentou maior incidência em termos numéricos com 15% e plantas com poucas a muitas lesões nas apenas nas folhas velhas.

Tabela 1. Índice de Doença (ID) (% de folhas sintomáticas) da Sigatoka-amarela nas cultivares de bananeira e as lâminas de irrigação. Brasília, DF, 2016.

Variedades	Lâminas de água de Irrigação				
	V2	V4	V8	V12	V16
Conquista	5% bA	5% bA	5% bA	5% bA	5% bA
Tropical	1% cA	1% cA	1% cA	1% cA	1% cA
Grand Naine	15% aB	15% aB	15% aB	15% aB	15% aB
Prata Anã	15% aB	5% bA	15% aB	5% bA	5% bA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Alves (1990) relata que a cultivar Prata Anã é altamente suscetível à Sigatoka-amarela e SILVA *et al.*, (2004), afirmaram que a cultivar BRS tropical é um híbrido que se apresenta bastante superior no que diz respeito à reação às doenças, sendo resistente à Sigatoka-amarela e tolerante ao Mal-do-Panamá. A BRS Conquista é uma cultivar de banana que apresenta resistência à Sigatoka-negra, ao Mal-do-Panamá, à Sigatoka-amarela, e tolerância à

nematoides. (PEREIRA; GASPAROTTO, 2008). Tais informações corroboram com os resultados obtidos no presente estudo.

Diferenças significativas foram observadas na interação variedades e lâminas de irrigação. A variedade Grand Naine apresentou maior incidência da doença não sendo verificada diferença significativa em relação aos tratamentos (V2, V4, V8, V12, e V16). Já a variedade Prata Anã quando submetida nas condições de aplicação de lâmina de água (V2 e V8) apresentou maior incidência da doença sendo que a grande maioria das lesões foi observada apenas nas folhas velhas, diferindo significativamente dos demais tratamentos.

As características climáticas de avaliação representaram outro fator relevante. As avaliações realizadas no mês de abril, caracterizavam-se por um ambiente de precipitação de 9,4mm, tendo apresentado no mês anterior 231,6mm de chuva e temperaturas médias variando de 21,2°C a 21,7°C. Nestas condições, a incidência da doença foi estatisticamente diferente a 1% de probabilidade pelo teste de comparação de médias de Tukey no mês de abril com índice de 3,3% se comparado com o mês de setembro que apresentou índice de 2,0%. O mês de setembro corresponde ao fim do período de seca na região do Distrito Federal, médias pluviométricas dos meses de agosto e setembro foram, 38,6mm e 23,8mm, respectivamente. As temperaturas médias nestes meses foram de 19,6°C e 22,1°C.

Associada à incidência da doença Sigatoka-amarela a avaliação do índice de severidade baseada no comprometimento da área foliar é fundamental para o rendimento agrônomo das bananeiras. Neste sentido foram verificadas diferenças significativas entre severidade da doença, aplicação de diferentes lâminas de irrigação e as condições climáticas dos meses de avaliação. (Tabela 2).

De forma semelhante ao índice de incidência da doença Sigatoka-amarela o índice de severidade também foi influenciado pelos fatores em estudo, como as variedades, lâminas de irrigação e condições climáticas nas datas de avaliação, a 1% de probabilidade pelo teste de agrupamento de médias. A tabela 2 apresenta a comparação entre as variedades e destaca-se a Tropical com índice de 15% apresentando-se com resistência a doença e a Grand Naine com 50% com média de severidade. A lâmina de água da irrigação também representa um fator de interação com a doença e verificou-se que a disponibilidade de água aumenta a severidade da doença dentro de cada variedade.

Tabela 2. Índice de Severidade (IS) (% da área foliar lesionada) da doença Sigatoka-amarela nas cultivares de bananeira e as lâminas de irrigação. Brasília, DF, 2016.

Variedades	Lâminas de água de Irrigação				
	V2	V4	V8	V12	V16
Conquista	15% aB	15% aB	15% aB	15% aB	15% aB
Tropical	5% aA	5% aA	5% aA	5% aA	5% cA
Grand Naine	33% aC	33% aC	33% aC	33% aC	33% aC
Prata Anã	33% bC	15% aB	33% bC	15% aB	15% aB

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se que a severidade no mês de abril foi maior e apresentou diferença significativa, quando comparado com o mês de setembro. Entre as variedades a severidade foi menor na variedade Tropical com 15%, seguida da Conquista com 33%, Prata anã com 33% e com maior índice a Grand Naine com 50%. Este índice indica que nestas condições a área foliar das folhas velhas da variedade Grand Naine apresenta-se com alta severidade e de 34% a 50% da área de tecido necrosado. Já a cultivar Tropical por outro lado apresenta condições de resistência da planta ao patógeno e área necrosada variando de 1% a 15% do tecido.

Devido as condições climáticas o índice de severidade no mês de setembro apresentou-se estatisticamente menor e índices variando agora de 1,0% a 15%, para a variedade Tropical e Grand Naine, respectivamente. A tabela 3 apresenta o resultado da avaliação estatística.

Tabela 3. Interação estatística índice de severidade (IS) (% da área foliar lesionada) entre variedades e meses de avaliação da doença Sigatoka-amarela nas cultivares de bananeira Prata-anã, Grand Naine, BRS Tropical e BRS Conquista. Brasília, DF, 2016.

Variedades	Março/16	Abril/16	Setembro/16	Janeiro/17
Conquista	5% aA	33% cB	15% bB	5% aA
Tropical	5% aA	15% bA	1% aA	5% aA
Grand Naine	15% bB	50% dC	15% bB	15% bB
Prata Anã	15% bB	33% cB	15% bB	15% bB

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Stover (1972) *apud* Rocha (2008), a resistência da Sigatoka-amarela pode ser explicada pelo maior período de incubação e menor número de manchas e esporulação nas folhas em cultivares resistentes, quando comparadas às cultivares suscetíveis. Com o aumento do nível de resistência, aumenta-se também o tempo de transição entre os estádios de evolução da doença. Em algumas cultivares resistentes, a evolução dos sintomas é interrompida nos primeiros estágios.

Nos cultivos comerciais, a resistência à Sigatoka-amarela tornou-se uma grande vantagem, pois parte significativa do custo total de produção está relacionada ao controle químico feito sistematicamente pelos produtores dessa fruta. Sendo assim, é importante que se considere os diferentes graus de resistência de cada cultivar (CORDEIRO; MATOS, 2000; ROCHA, 2008).

7.3.2. Infestação do Moleque-da-bananeira (*C. sordidus*)

Foram capturados um total de 110 exemplares de *C. sordidus* nas iscas. A variedade BRS Tropical apresentou maior número de insetos capturados, 44, seguida da variedade BRS Conquista com 32 insetos, na Prata Anã foram obtidos 20 insetos e a variedade Grand Naine neste estudo apresentou menor número de insetos, 14 insetos capturados ao longo dos 3 meses de avaliação. Pela tabela 4, observa-se que o mês de janeiro de 2017 correspondeu ao maior número de insetos com 97, posteriormente, seguido do mês de outubro com 59, novembro com 45 e setembro com apenas 6 insetos.

Tabela 4. População de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) número de insetos capturados ao longo dos meses. Brasília, DF, 2016.

Variedade	Meses				Total
	Setembro/16	Outubro/16	Novembro/16	Janeiro/17	
Número de Insetos					
Conquista	3 (50%)	17 (28,9%)	12 (26,6%)	24 (24,7%)	56 (27,1%)
Tropical	2 (33,3%)	24 (40,7%)	19 (42,3%)	30 (30,9%)	74 (35,7%)
Grand Naine	0 (0%)	8 (13,5%)	6 (13,4%)	19 (19,7%)	33 (15,9%)
Prata Anã	1 (16,7%)	10 (16,9%)	8 (17,7%)	24 (24,7%)	44 (21,3%)
Total	6 (100%)	59 (100%)	45 (100%)	97 (100%)	207 (100%)

Segundo Gallo *et al.* (2002), infestações de 12 larvas/planta podem afetar a produção entre 20 a 50%. Os danos causados à bananeira ocorrem, principalmente, quando a praga se encontra na fase larval, quando produz galerias nos rizomas e na parte inferior do pseudocaule, afetando o desenvolvimento e a produção, além de causar a queda das plantas pela ação dos ventos (BATISTA FILHO; *et al.*, 2002).

Com relação à média de insetos capturados por isca, os valores variaram de 0,06 a 1,50 insetos por isca na variedade BRS Tropical, 0,19 a 1,06 na variedade BRS Conquista, 0,13 a 0,63 na variedade Prata Anã e 0 a 0,5 correspondendo a menor média a variedade Grand Naine, conforme apresenta a tabela 5. Verifica-se que a média de insetos capturados por isca, está abaixo do nível de controle, que é de 2,5 à 5 insetos/isca (FANCELLI, 2004; FANCELLI; MESQUITA, 2000).

Tabela 5. Média de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) capturados por isca do tipo “queijo”. UnB, Brasília, DF, 2016.

Variedades	Meses Avaliados			
	Setembro/2016	Outubro/2016	Novembro/2016	Janeiro/2017
BRS Conquista	0,19 bA	1,06 aA	0,75 bA	1,50 aA
BRS Tropical	0,13 bA	1,50 aA	1,19 aA	1,95 cA
Grand Naine	0,00 bA	0,50 bA	0,38 bA	1,19 aA
Prata Anã	0,06 bA	0,63 bA	0,50 bA	1,50 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado da análise estatística de agrupamento das médias pelo teste de Scott Knott indicou que não existe diferença estatística entre as variedades com relação a população dos insetos *C. sordidus* capturados, nas condições da região do Distrito Federal. Também não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre a interação variedade e meses avaliados.

Mesquita *et al.* (1985) em estudos de susceptibilidade, avaliou o desenvolvimento, oviposição e preferência alimentar do Moleque-da-bananeira, e observou que cultivares do grupo Figo vermelho, ouro e subgrupo prata foram menos atrativas do que aquelas do Subgrupo Nanica e Leite, que pertencem ao subgrupo Cavendish, o mesmo subgrupo da variedade Grande Naine. Provavelmente a maior atratividade desse subgrupo deve-se a sua fermentação mais acelerada em campo.

No entanto, para a região do Distrito Federal, as variedades não apresentaram diferenças que podem ser justificadas pelas condições de manejo do pomar, pelas características dos genótipos e pelas condições climáticas.

As condições climáticas, sobretudo quanto a precipitação pluviométrica nos meses avaliados, afetaram diretamente a qualidade e atratividade das iscas. Desta forma, o resultado foi corroborado pela avaliação estatística, que indicou diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), com relação à média de insetos ao longo dos meses. O mês de setembro apresentou menor média em comparação com os meses de outubro e

novembro. Os dados de precipitação na Fazenda Água Limpa – FAL onde encontra-se o bananal indicou que no mês de setembro o índice foi de 23,8 mm o que caracteriza a estação de seca na região e com o início das chuvas outubro e novembro apresentaram índice de 84,4mm e 94,5mm, respectivamente.

Estudo realizado por Prestes *et al.*, (2006) constatou a relação entre a flutuação dos insetos adultos e a precipitação pluviométrica, indicando que nos períodos de maior incidência de chuvas, a isca absorvia muita água, tornando-se um ambiente desfavorável à permanência dos insetos. Neste estudo no período de junho a agosto de 2003, a média da precipitação foi de 76mm e neste mesmo período, observou-se a maior média de insetos nas iscas (6,0 adulto/isca) e de outubro a dezembro de 2003 a média da precipitação foi a mais alta (264,6mm) e a média de insetos nas iscas foi a mais baixa (3,6 adulto/isca).

7.4. CONCLUSÕES

- As variedades Tropical e Conquista apresentaram maior grau de resistência à doença Sigatoka-amarela, seguidas da Prata Anã e da Grand Naine nesta mesma ordem. Todas apresentaram resultado de incidência variando de planta sem sintomas a poucas lesões nas folhas velhas.
- Em condições de chuva a distribuição da Sigatoka-amarela para todas as variedades foi maior do que em período de estiagem.
- A aplicação de lâmina de água de irrigação influencia na incidência e severidade da doença.
- Os níveis de adubação não influenciaram de no aparecimento da doença.
- As condições climáticas influenciam na quantidade de insetos praga, sendo os meses de outubro e janeiro os que apresentaram maior média de insetos por isca.
- As variedades estudadas não apresentaram diferenças significativas com relação à atratividade e susceptibilidade.

7.5. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. F. A.; CORDEIRO, Z. J. M. ; BORGES, A. L. . Análise Comparativa de Rentabilidade: 'BRS Platina' e 'Prata Anã'. In: XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Banana e Plátano) - ACORBAT Brasil 2013, 2013, Fortaleza. **ANAIS...MEMORIAS/PROCEEDINGS/ACTES** Reunião Internacional ACORBAT / XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Banana e Plátano), p.3-320. 2013.
- ALVES, E. J. Principais cultivares de banana no Brasil. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v. 12, n. 3, p. 45-61, jan. 1990.
- BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; CARVALHO, A G. Brocas da bananeira. In: VI Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 2002, São Bento do Sapucaí-SP. **Anais do VI Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico**, v. 1. p. 1-16, 2002.
- BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; CARVALHO, A. G. Brocas da bananeira. In: VI Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 2002, São Bento do Sapucaí-SP. **Anais**. v. 1. p. 1-16, 2002.
- CAMPOS, R. T.; GONÇALVES, J. E. Panorama geral da fruticultura brasileira: desafios e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, Passo Fundo, 2002. Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: SOBER, 2002.
- CORDEIRO Z. J. M.; MATOS A. P. Expressão da resistência de variedades de banana à Sigatoka-amarela. **Rev. Fitopatologia Brasileira**. v. 30, n. 5. p. 532-534. 2005.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Doenças fungicas e bacterianas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (org). **Banana Fitossanidade**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, p. 36-65. 2000.
- FANCELLI, M.; ALVES, E. J. Principais pragas da cultura. In: ALVES, E. J. (Ed.). **Cultivo de bananeira tipo Terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.105-116. 2001.
- FANCELLI, M.; DIAS, A. B.; JESUS, S. C.; DELALIBERA JÚNIOR, I.; NASCIMENTO, A. S.; SILVA, S. O. **Controle biológico de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) pelo fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Comunicado Técnico, 102. 3p. 2004.
- FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M. Pragas. In: CORDEIRO, Z. J. M. ed. **Banana: fitossanidade**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.21-35. 2000.
- FERREIRA, D. M. V.; CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de. Sistema de pré-aviso para o controle da Sigatoka-amarela da bananeira no Recôncavo Baiano. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 25, p. 429-431, 2003.
- GALLO, D.; NAKANO, O; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. D.; ZUCCHI, R. A.; ALVES; S. G.; VENDRAMIN, J. D. MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Rev.Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.
- GAUHL, F.; PASBERG-GAUHL, C.; VUYLSTEKE, D.; ORTIZ, R. **Multilocal evaluation of black Sigatoka resistance in banana and plantain**. IITA research guide n.47. IITA, Ibadan Nigeria pp. 59, 1993.

MESQUITA, A. L. M. **Avaliação do ataque de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) em rizoma de bananeira.** Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, Pesquisa em andamento, 21. 2p. 1985.

PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L. **BRS Conquista: Nova cultivar de bananeira para o agronegócio da banana no Brasil.** Comunicado Técnico 60, EMBRAPA, 2008.

PRESTES, T. M. V.; ZANINI, A.; ALVES, L. F. A.; BATISTA FILHO, A.; ROHDE, C. Aspectos ecológicos da população de *Cosmopolites sordidus*, (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) em São Miguel do Iguaçú, PR. **Rev. Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 3. p. 333-350, 2006.

RIOS, S.; DIAS, M.; CORDEIRO, Z.; DE SOUZA, W.; SILVA, J.; BARBOSA, J.; DE PINHO, R.; ABREU, S.; SANTOS, L. Sistema de pré-aviso para controle de Sigatoka-amarela no norte de Minas Gerais. **Rev. Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 3, p. 109-115, abr. 2013. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2013v26n3p109/25306>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

ROCHA, H. S. **Epidemiologia da Sigatoka amarela, quantificação de fenóis em variedades de bananeiras e análise filogenética de isolados de *Mycosphaerella musicola* utilizando microssatélites.** 2008. 125f. Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Dourado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras, Lavras. Lavras-MG, 2008.

SCARPARE FILHO, J. A.; SILVA, S. R.; SANTOS, C. B. C.; NOVOLETTI, G. **Cultivo e Produção de Banana.** ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” 1ª Edição, Piracicaba 84p. 2016. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/flipbook/pb/pb87/assets/basic-html/index.html#1>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, Sept. 1974.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**. v. 11. n. 39. p. 3733-3740. 2016.

SILVA, S. de O.; SANTOS-SEREJO, J. A.; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004a.

SILVA, L. B.; NASCIMENTO, J. L. do.; NAVES, R. V.; FERREIRA, P. H. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Rev. Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 32, n. 2, p 93-98, 2004b.

SIVIERO, A.; LEDO, A. S. Avaliação de genótipos de banana à sigatoca-amarela na Amazônia ocidental. **Rev. Brasileira de Fruticultura**. v. 24, n. 3, p. 724-726. 2002.

STOVER, R. H. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*). **Rev. Tropical Agriculture**, v.48, n.3, p. 185-196. 1971. Apud ROCHA, H. S. Epidemiologia da Sigatoka amarela, quantificação de fenóis em variedades de bananeiras e análise filogenética de isolados de *Mycosphaerella musicola* utilizando microssatélites. 2008. 125f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

**PARTE IV - TECNOLOGIA PÓS COLHEITA, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E SENSORIAL DE VARIEDADES DE BANANAS CULTIVADAS
SOB DIFERENTES DOSES DE ÁGUA E ADUBO QUÍMICO, NO DISTRITO
FEDERAL.**

CAPÍTULO 8 - Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio

Bananas varieties of modified atmosphere storage conditions with potassium permanganate.

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; Andreia Oliveira Fonseca^{II}, Filipe Beserra da Silva^{III}; Josemar Gonçalves de Oliveira Filho^{IV}; Marcio de Carvalho Pires^V; Ernandes Rodrigues de Alencar^{VI}; José Ricardo Peixoto^{VII}.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professor Titular do Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II}Eng Agrônomo, Graduanda, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: andreia.fonseca@agronoma.eng.br

^{III} Tecnólogo em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: filipelegiao@yahoo.com.br

^{IV} Tecnólogo em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: josemar.gooliver@gmail.com

^VEng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{VI} Eng. Agrícola Dr, Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: ernandesalencar@unb.br

^{VII}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

Artigo publicado em: FALCÃO, H. A. S.; FONSECA, A. O.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 4, p. 1-7, out./dez. 2017. ISSN 2358-6303.

RESUMO

A banana (*Musa* spp), representa uma das principais frutas brasileiras com relação a produção e comercialização. Entretanto, as perdas pós-colheita têm sido bastante significativas. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de duas variedades de bananas armazenadas em sistema de atmosfera modificada com a utilização de absorvedor de etileno impregnado com solução de KMnO₄, com e sem refrigeração. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 2x2x2 com três repetições e seis períodos de armazenamento. Avaliou-se a qualidade dos frutos quanto à perda de massa fresca, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT. Os resultados indicaram que a combinação do uso da embalagem com o bloco de gesso com KMnO₄ resultou no retardamento do processo de maturação dos frutos. Foi observado que os frutos submetidos a embalagem com a atmosfera modificada e com absorvedores, independente das condições de temperatura, não apresentaram perdas de massa significativa, indicando que a

utilização de embalagem plástica de polipropileno é uma solução recomendada para evitar alterações no pós-colheita.

Palavras-chave: Pós-colheita, etileno, qualidade, fruta tropical

ABSTRACT

The banana (*Musa* spp), represents one of the main Brazilian fruits in relation to the production and commercialization. However, post-harvest losses have been quite significant. The objective of this work was to evaluate the quality of two banana varieties stored in a modified atmosphere system using ethylene absorber impregnated with KMnO₄ solution, with and without refrigeration. The experimental design was a randomized complete block design in factorial arrangement 2x2x2 with three replicates and six storage periods. Fruit quality was evaluated for fresh weight loss, soluble solids content (SS), titratable acidity (AT) and SS/AT ratio. The results indicated that the combination of the use of the package with the plaster block with KMnO₄ resulted in the delay of the fruit maturation process. It was observed that the fruits submitted to packaging with the modified atmosphere and with absorbers, independent of the temperature conditions, did not present significant losses of mass, indicating that the use of polypropylene plastic packaging is a recommended solution to avoid post-harvest changes.

Key-words: Post-harvest, ethylene, quality, tropical fruit.

8.1. INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo. Segundo a FAO (2011) em 2009, o consumo de banana por habitantes foi em média de 11 quilos. Uma das explicações pela alto índice de consumo é o elevado valor nutricional que a fruta possui e as expressivas quantidades de carboidratos (23%), proteínas (11%) e lipídeos (0,3%) (USDA, 2015).

Apesar do grande potencial de produção de alimentos, há um grande problema mundial em relação ao desperdício. Segundo dados da FAO (2013), 54% do desperdício de alimentos no mundo ocorre na fase inicial da produção, manipulação pós-colheita e armazenagem. Os restantes 46% ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo. Percebe-se então a necessidade de aumento de pesquisas na área a fim para redução do desperdício incluindo a etapa de pós-colheita.

A banana é um fruto climatérico, por isso possui um período de amadurecimento curto, o que significa menor tempo de conservação. Segundo Prill et al. (2012) isso ocorre pela alta taxa respiratória e produção de etileno que a fruta possui, fator que acelera o amadurecimento; também não suporta baixas temperaturas não podendo ser armazenada a 12-13°C mesmo com o uso de embalagens especiais as quais provêm uma atmosfera modificada (SILVA et al., 2007).

A atmosfera modificada reduz as trocas gasosas no que se refere à respiração do produto. Os baixos níveis de O₂ e a elevação de CO₂ no ambiente de atmosfera modificada colaboram para a redução do efeito de O₂ no metabolismo dos frutos. A diminuição de O₂ age como inibidor da cadeia respiratória, pois o O₂ é importante no processo oxidativo (SANTOS et al., 2006).

Para conservação de frutas e hortaliças é necessário o controle da concentração de etileno, porém, não há uma definição dos níveis que devem ser eliminados para obtenção de um resultado positivo no controle da maturação, por isso é de suma importância ter o conhecimento da concentração ideal pois quanto menor a concentração de etileno, maior deverá ser o efeito do absorvedor ou um maior período de absorção de etileno, gerando assim um maior custo de armazenamento (BRACKMANN; SAQUET, 1999). Segundo Amarante e Steffens (2009), o controle do teor de etileno e de sua ação na maturação podem ser alcançados com a colheita de frutos em estágios pré-climatérico e armazenamento em recintos com produtos removedores deste fitormônio.

Desta maneira, para prolongar o tempo de prateleira de diversas frutas e hortaliças tem-se utilizado embalagens produzidas com permanganato de potássio ou sachê de permanganato na parte interior das embalagens com a finalidade de absorver o etileno gerado

pelos frutos no período do amadurecimento (JERONIMO; KANESIRO, 2000; PFAFFENBACH et al., 2002).

A utilização de adsorvedores de etileno à base de permanganato de potássio (KMnO_4) tem sido eficiente na eliminação deste fitohormônio no armazenamento de frutas. O permanganato de potássio (KMnO_4) causa a oxidação do etileno, resultando em água, gás carbônico, dióxido de manganês e potássio (WILLS e WARTON, 2004; CAMPOS, et al., 2007). Estudos comprovaram que a eliminação deste gás, por meio dos absorvedores, mantém a conservação e proporciona menor perda de massa em mangabas (NASSER, et al., 2015)

O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos relativos à qualidade físico-química e conservação de duas variedades de bananas quando mantidas em sistema de atmosfera modificada com a utilização de absorvedor de etileno impregnado com solução de permanganato de potássio com e sem refrigeração.

8.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura da Estação Experimental de Biologia – EEB, Universidade de Brasília-UnB, situada em Brasília, Distrito Federal. Foram utilizadas bananas da variedade cv. Prata-Anã e cv. Grand Naine plantadas e colhidas manualmente no estádio de maturação 2 (casca verde com traços amarelos), no período de análise, na Fazenda Agua Limpa, localizada na região de Vargem Bonita.

O delineamento experimental empregado foi de blocos inteiramente casualizados, em arranjo fatorial ($2 \times 2 \times 2$), totalizando 8 tratamentos, sendo 2 variedades de bananas, 2 temperaturas (27°C e 13°C) e 2 condições de atmosfera (com e sem KMnO_4), com 3 repetições das análises sendo realizadas no dia da colheita (tempo zero), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias de armazenamento.

A produção dos bloquinhos consistiu na mistura de gesso e água e moldagem em formas de gelo. A solução consistiu na dissolução de 55g do permanganato de potássio em 500ml de água destilada; os bloquinhos de gesso foram mergulhados na solução por 30 segundos para completa absorção da solução.

As bananas foram despencadas e levadas para a sanitização inicial visando a retirada de restos florais e eliminação de látex, imersas em tanques de lavagem contendo água e detergente neutro (0,5 L de detergente para 8.000 L de água).

As amostras foram organizadas em grupos de 3 bananas para cada tratamento, com três repetições para cada. Em cada grupo das bananas cv. Prata-Anã foram colocados apenas um bloquinho com solução de permanganato de potássio e para as bananas variedades cv. Grand Naine adicionou-se dois bloquinhos. A determinação da quantidade de bloquinhos foi

determinada pela literatura que indicou a quantidade de sache na relação de 10g para cada 500g de fruto. As amostras foram colocadas nos sacos e vedados para criação da atmosfera modificada.

Para as condições de avaliação em temperatura controlada os frutos foram acondicionados em estufa DBO (TECNAL, TE391), calibrada para manutenção da temperatura de $27 \pm 0,2$ °C; para temperatura de refrigeração utilizou-se a câmara fria com temperatura de $13 \pm 1,0$ °C, com umidade relativa variável de 60 a 75 %.

As análises físico-químicas avaliadas foram: perda de massa fresca, proporção polpa/casca, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT.

A perda de massa fresca foi determinada em balança semi-analítica (URANO, US 15/5), considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e aquela obtida em cada intervalo da amostragem, sendo o resultado expresso em porcentagem (%).

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por leitura em refratômetro digital (ATAGO, Pocket Palm Perform) com escala variando de 0 até 30%, com compensação automática de temperatura. Para a banana verde, tomou-se 5 g de polpa e diluiu-se em 5,0 mL de água destilada, sendo posteriormente filtrado em papel filtro. Para a banana madura, após a trituração, tomou-se de duas a três gotas da amostra filtrada após homogeneização com um bastão de vidro. As leituras foram registradas com precisão de 0,1 a 25°C (AOAC, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem (°Brix).

A acidez total titulável, expressa em % de ácido málico, foi determinada em duplicata utilizando-se 5,0g da amostra da polpa adicionada de 100 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína alcoólica a 1,0%. Em seguida procedeu-se a titulação com solução de NaOH à 0,1 N, previamente padronizada. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido málico através da equação 1:

$$\% (v/p) = [V \times f \times \text{eq.g ácido} \times 100] / P \quad (1)$$

Onde, V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação; f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio; Eq.g ácido = equivalente grama do ácido expresso que corresponde aos equivalentes gramas de 1 mL de NaOH na normalidade utilizada, no caso do ácido málico o valor foi 67,05 e P = g ou mL da amostra usado na titulação.

A relação sólidos totais solúveis (SS) e acidez titulável (AT) foi determinada pelo quociente entre os dois constituintes. Os resultados foram expressos em valores absolutos. As médias dos resultados obtidos foram agrupados pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1995). Os cálculos referentes às análises estatísticas foram executados utilizando o software SISVAR (FERREIRA2008).

8.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a utilização da embalagem de polipropileno fechada cria um sistema de armazenamento com menor quantidade e contato com o oxigênio, atuando como barreira à perda de umidade para o ambiente. Um dos efeitos da modificação da atmosfera interna da embalagem parece ser também, sobre a síntese do etileno. Este regulador de crescimento desencadeia processos envolvidos no amadurecimento dos frutos, dentre eles, a elevação na taxa respiratória. Como sua síntese requer oxigênio, a diminuição dos níveis de O₂ do ar atmosférico afeta a produção endógena de etileno (LANA; FINGER, 2000).

A Tabela 1 apresenta os valores médios da vida útil das variedades de banana cv. Prata Anã e cv. Grand Nine sob diferentes condições de armazenamento. Os resultados indicam que a utilização da temperatura de refrigeração a 13°C aumenta em 10 dias o tempo de armazenamento para a variedade cv. Prata Anã (25 dias e 15 dias respectivamente) e a cv. Grand Naine (30 dias e 25 dias respectivamente). Em condições de temperatura ambiente 27°C e sob atmosfera modificada com os bloquinhos de gesso com permanganato de potássio observou-se aumento do tempo de armazenamento em 5 dias para as duas variedades analisadas.

Estudo realizado por Martins et al. (2007), verificou que bananas cv. Prata Anã foram armazenadas por 35 dias à temperaturas de 10 e 12°C sem a utilização de atmosfera modificada. Amarante e Steffens (2009) mostraram que o uso de sachês de KMnO₄ sob armazenamento refrigerado retardou o amadurecimento de maçãs 'Royal Gala'. O mesmo ocorreu em temperatura ambiente, sendo que o efeito foi observado em frutos colhidos em estádios menos avançados de maturação. Silva et al. (2010) concluem que o permanganato de potássio foi eficiente como absorvedor de etileno e manteve os mamões 'golden' verdes durante 15 dias de armazenamento a 20 °C, apresentando melhor aspecto externo em relação aos frutos não tratados com o absorvedor de etileno.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a perda de massa está intimamente associada à perda de água, minimizada no armazenamento sob atmosfera modificada devido ao aumento da umidade relativa no interior da embalagem, saturando a atmosfera ao redor do fruto, proporcionando a diminuição do déficit de pressão de vapor d'água em relação ao ambiente de armazenamento e minimizando a taxa de transpiração. A Tabela 2 registra a perda de massa fresca das variedades de banana cv. Prata Anã e cv. Grand Nine sob diferentes condições de armazenamento.

Tabela 2. Tempo de armazenamento de duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.

Variedades	Tempo de armazenamento			
	Temperatura X Absorvedor com KMnO ₄			
	Temperatura 27°C com KMnO ₄	Amb 27°C sem KMnO ₄	Temperatura 13°C com KMnO ₄	Refr. 13°C sem KMnO ₄
Prata Anã	20 bB	15 cB	30 aA	30 aA
Grand Naine	25 bA	20 cA	30 aA	30 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Perda de massa fresca em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.

Variedades	Perda de massa fresca - PMF			
	Temperatura X Absorvedor com KMnO ₄			
	Temperatura 27°C com KMnO ₄	Amb 27°C sem KMnO ₄	Temperatura 13°C com KMnO ₄	Refr. 13°C sem KMnO ₄
Prata Anã	2,5 aA	2,0 aA	1,3 aA	1,7 aA
Grand Naine	1,6 aA	1,03 aA	1,81 aA	1,50 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Com a utilização da embalagem nas condições de atmosfera modificada controlou-se a perda de massa ao longo do armazenamento. Pelos resultados não foi verificada variação estatística na porcentagem de perda de massa em nenhum dos tratamentos. A perda de massa para cv. Prata Anã foi de 2,5% aos 25 dias de armazenamento em temperatura ambiente sob condição de atmosfera modificada. Para cv. Grand Naine a maior perda de massa foi de 2,1% também aos 25 dias de armazenamento, sob temperatura de refrigeração e ausência de atmosfera modificada. Santos et al. (2006), estudando a influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana cv. Prata-Anã, encontraram valores de 10% de perda de massa para os frutos controle e 3,5%, em frutos armazenados a 12,5°C durante 40 dias submetidos aos tratamentos de atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio.

Não houve diferenças significativas na perda de massa fresca entre os frutos sob atmosfera modificada com e sem os absorvedores de etileno, nas condições de temperatura ambiente ou sob refrigeração. Constata-se assim, que a embalagem plástica dificulta a troca de umidade entre o ambiente e o produto, constituindo uma barreira contra a perda de umidade. Damatto Júnior et al. (2005), caracterizaram frutas de bananeira cv. Prata Anã durante 12 dias de armazenamento sem utilização de embalagens e armazenadas em

condições ambientais normais (temperatura e umidade) e verificaram aumento da perda de massa ao longo dos dias de 4,25 % para 20,4 %, do 3º dia para o 12º dia, respectivamente.

Destaca-se, que as condições de atmosfera modificada criada no trabalho resultam em uma maior qualidade no pós-colheita de frutas devido ao controle da perda de massa.

Sólidos solúveis indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa. São medidos em °Brix, sendo utilizados como uma medida indireta do teor de açúcares e aumentam com a maturação por meio de processos sintéticos ou pela degradação de polissacarídeos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A Tabela 3 apresenta o teor de sólidos solúveis totais das variedades de banana cv. Prata Anã e cv. Grand Nine sob diferentes condições de armazenamento. As variedades cv. Prata Anã e cv. Grand Naine, quando armazenadas em temperatura ambiente na presença de KMnO₄ apresentaram teor de SS de 14,2 e 9,7 °Brix e na ausência 9,6 e 9,8 °Brix, respectivamente. Os frutos refrigerados da variedade cv. Prata Anã apresentaram valores de 17,2 presença de KMnO₄ e 17,8 ausência e para variedade cv. Grand nine 10,4 e 12,3 °Brix, respectivamente.

Foram obtidos resultados ao final do tempo de armazenamento variando 9,6 a 17,8 °Brix, para os frutos da banana cv. Prata Anã e de 9,7 a 12,3°Brix para os frutos da variedade cv. Grand Naine no grau verde inicial e grau maduro, respectivamente.

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.

Variedades	Sólidos soluveis - SS			
	Temperatura X Absorvedor com KMnO ₄			
	Temperatura Amb 27°C com KMnO ₄	Temperatura Amb 27°C sem KMnO ₄	Temperatura Refr. 13°C com KMnO ₄	Temperatura Refr. 13°C sem KMnO ₄
Prata Anã	14,1aA	9,6aA	17,2aA	17,8aA
Grand Naine	9,7aA	9,8aA	10,4aA	12,3aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fernandes et al. (1979) verificaram o aumento no teor de sólidos solúveis na banana cv. Prata Anã armazenada na temperatura ambiente 23°C a 79,5% de umidade relativa. Os valores aumentaram de 3,40°Brix no estágio verde, para 26,0°Brix no estágio muito maduro.

O aumento no teor de sólidos solúveis durante a maturação dos frutos ocorre, principalmente, devido à conversão de amido em açúcares (TANADA-PALMU et al., 2002). Siqueira et al. (2010), estudando a conservação pós-colheita de genótipos de bananeiras resistentes à Sigatoka Negra sob atmosfera modificada (embalados em bandejas de poliestireno expandido), encontraram para os frutos de banana sem embalagem armazenadas a

25°C um acréscimo no teor de sólidos solúveis para valores próximos de 25,0°Brix; os tratamentos com embalagem atingiram valores em torno de 15,0°Brix, após 8 dias de armazenamento.

A Tabela 4, apresenta o teor acidez titulável das variedades de banana sob diferentes condições de armazenamento. As variedades cv. Prata Anã e cv. Grand Naine quando armazenadas em temperatura ambiente na presença de KMnO₄ apresentaram valores de 0,21 e 0,15% e na ausência 0,20 e 0,14%, respectivamente. Os frutos refrigerados da variedade cv. Prata Anã apresentaram valores de 0,47 presença de KMnO₄ e 0,44 % ausência; para variedade cv. Grand nine 0,17 presença de KMnO₄ e 0,16% ausência.

Tabela 4. Teor de acidez titulável em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.

Variedades	Acidez titulavel- AT			
	Temperatura X Absorvedor com KMnO ₄	Temperatura Amb 27°C com KMnO ₄	Temperatura Refr. 13°C com KMnO ₄	Temperatura Refr. 13°C sem KMnO ₄
Prata Anã	0,21aA	0,20aA	0,47bA	0,44bA
Grand Naine	0,15aA	0,14aA	0,17aA	0,16aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação aos valores de acidez titulável, verificou-se diferença significativa entre as variedades cv. Prata Anã e cv. Grand Naine, quando armazenadas sob refrigeração (Tabela 4). Os valores obtidos estão entre os valores encontrados na literatura variando de 0,17% a 0,67% para frutos de banana (DAMATTO JÚNIOR et al., 2005; PEREIRA, 2011).

Na temperatura ambiente os resultados de acidez (0,17%) foram menores quando comparados com a acidez (0,31%) dos frutos mantidos em condições de refrigeração (Tabela 2). Rinaldi et al. (2010) observaram valores de acidez titulável de 0,28% para a variedade Nanicão mantidos na temperatura ambiente e 0,49% em refrigeração; para a variedade cv. Prata Anã foi encontrado 0,39% em condições de temperatura ambiente e 0,54% em temperatura refrigerada, no final do período de armazenamento, similar ao verificado neste trabalho.

Nos resultados de acidez nas condições de atmosfera modificada com ou sem bloquinho absorvedor de etileno não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Ressaltando que a presença dos absorvedores não apresenta efeitos na alteração da acidez na polpa dos frutos.

A relação SS/AT é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da maturidade comercial de frutos, por refletir o balanço entre os açúcares e os ácidos, muito importante e desejável nos frutos; uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A Tabela 5 apresenta os resultados da relação SS/AT. Os frutos das variedades cv. Prata Anã e cv. Grand Naine quando armazenadas em temperatura ambiente na presença de KMnO₄ apresentaram valores de 53 e 40,2 e na ausência 26,3 e 46,7, respectivamente. Na condição refrigerada os frutos da variedade Prata Anã apresentaram valores de 34,0 na presença de KMnO₄ e 38,8 na ausência e para variedade cv. Grand Naine os valores médios corresponderam a 66,9 presença de KMnO₄ e 77,2 na ausência.

De acordo com os resultados obtidos não foi verificado diferença significativa entre os tratamentos armazenados em temperatura ambiente. No entanto, observou-se diferença significativa entre as variedades cv. Prata Anã e cv. Grand Naine, nas condições de temperatura de refrigeração a 13°C, com valores de 38,8 e 77,2 respectivamente (Tabela 5). Rinaldi et al. (2010), avaliando a conservação pós-colheita de banana cv. Nanicao e cv. Prata observaram valores médios de ratio para a cultivar Nanicao a temperatura ambiente de 70,6 e refrigerada de 38,7; para a cv. Prata 52,3 e 37,8 para temperatura ambiente e refrigerada, respectivamente.

Tabela 5. Relação SS/AT em duas variedades de bananas armazenadas sob condições de atmosfera modificada, com e sem refrigeração. Brasília, DF, 2015.

Variedades	Relação SS/AT			
	Temperatura X Absorvedor com KMnO ₄			
	Temperatura Amb 27°C com KMnO ₄	Temperatura Amb 27°C sem KMnO ₄	Temperatura Refr. 13°C com KMnO ₄	Temperatura Refr. 13°C sem KMnO ₄
Prata Anã	53,0aA	26,3aA	34,0bA	38,8bA
Grand Naine	40,2aA	46,7aA	66,9aA	77,2aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Cerqueira et al. (2002) observaram para o genótipo de banana cv. Nam valor da relação SS/AT de 109,21. Pereira (2011) observaram para as cultivares Prata, Maça e Nanica valores médios de 93,5, 83,8 e 91,7 respectivamente. Salles et al. (2006), observaram valores médios de 47, 83 e 61,91 para as cultivares Prata, Maça e Nanica, respectivamente, no mesmo estágio de maturação.

8.4. CONCLUSÕES

- A combinação do uso da embalagem plástica de polipropileno, do bloquinho de gesso com permanganato de potássio (KMnO₄) e da temperatura de refrigeração 13°C resultou no retardamento do processo de maturação e conseqüente aumento do tempo de conservação dos frutos de banana Prata Anã e Grand Naine, caracterizando-se como uma alternativa viável e econômica para criação da atmosfera modificada.
- A presença dos bloquinhos absorvedores de etileno não afetou as características de qualidade dos frutos durante o período de armazenamento.

8.5. REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. Sachês adsorvedores de etileno na pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'. **Rev. Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 71-77, 2009

AOAC. ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRAL - **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. ed. Washington: AOAC, 1115p. 1992.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal-SP: FUNEP, 247p. 1995.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Qualidade de maçã 'Gala' com rápido resfriamento e instalação da atmosfera controlada e eliminação do etileno da câmara. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.177-181, 1999.

CAMPOS, J. T.; HASEGAWA, P. N.; PURGATTO, E.; LAJOLO, F.; CORDENUSI, B. R. Qualidade pós colheita de nêspersas submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura e atmosfera modificada. **Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 27, n.2, p.787-792, 2007.

CERQUEIRA, R. C.; SILVA, S. O.; MEDINA, V. M. Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (Musa spp.) **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 3, p. 78-89, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras-MG: UFLA, 783 p. 2005.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 1, p. 188-190, 2005.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Desperdício de alimentos tem conseqüências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Washington: FAO, 2011. p. 156 (Nota Técnica n. 2). Disponível em: <<https://www.fao.org.br/daccatb.asp>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Desperdício de alimentos tem conseqüências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Washington: FAO, Nota

Técnica n. 1, p.213. 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/dacatb.asp>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

FERNANDES, K. M.; CARVALHO, V. D.; CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of silver bananas. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1 p. 1254, 1979.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras-MG: Editora Ufla, 662p. 2008.

JERONIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas Palmer. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília-DF: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, n. 1, 34 p. 2000.

MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; SANTOS, L. O. Armazenamento refrigerado de banana 'Prata Anã' proveniente de cachos com 16, 18 e 20 semanas. **Rev. Ciência Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 5, p. 1423-1429, 2007.

NASSER, F. A. C. M.; BOLIANI, A. C.; NASSER, M. D.; PAGLIARINI, M. K.; MENDONÇA, V. Z. Uso de sachê de permanganato de potássio na pós-colheita de mangabas. **Rev. Nativa**, Sinop-MT, v. 3, n. 4, p. 246-251, 2015.

PEREIRA, V. M. O. Qualidade pós-colheita de cultivares de bananas comercializadas em Pombal - pb. **Rev. verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Pombal - PB, v. 5, n. 1, p. 49-55, 2011.

PAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2002.

PRILL, M. A. S.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; CHAGAS, E. A. Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas 'Prata-Anã' cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 4, p. 990-1003, 2012.

RINALDI, M. M.; CARMO, N. R.; SALES, R. N. **Conservação pós-colheita de banana nanicao e prata**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, Boletim de pesquisa e desenvolvimento n 2. 28 p. 2010.

SALLES, J. R. J.; NETO, J. A. M.; GUSMÃO, L. L. Qualidade da banana 'Pacovan' comercializada no período maio-outubro de 2003 em São Luís-MA. **Rev. FZVA**, Recife, v. 13, n. 2, p. 190- 196, 2006.

SANTOS, C. M. S.; VILAS BOAS, E. V.; BOTREL, N.; PINHEIRO, A. C. M. Influência da Atmosfera Controlada Sobre a Vida Pós-Colheita e Qualidade de Banana Prata-Anã. **Rev. Ciência e Agrotecnologia**. Lavras-MG, v. 30, n. 2, p. 98-106, 2006.

SILVA, D. F. P.; SALMAO, L. C.C.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L. Efeito de absorvedor de etileno na conservação de mamão "Golden", armazenado à temperatura ambiente. **Rev. Ceres**, Viçosa-MG, v. 57, n. 6, p. 706-715, 2010.

SILVA, S. F.; DIONÍSIO, A. P.; WALDER, J. M. M. Efeitos da Radiação gama em banana "Nanica" (Musa sp., Grupo Aaa) irradiada na fase pré-climatérica. **Rev. Alimentação Nutrição**, Araraquara-SP, v. 18, n. 3, p. 331-337, 2007.

SIQUEIRA, C. L.; RODRIGUES, M. L. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SANTOS, P. G DOS; MOTA, W. F DA.; MIZOBUTSI, E. H.; OLIVEIRA, G. B. Características físico-químicas, análise sensorial e conservação de frutos de cultivares de bananeira resistentes à sigatoca-negra. **Rev. Ceres**, Viçosa-MG, v. 57, n. 5, p. 673-678, 2010.

TANADA-PALMU, P.; FAKHOURI, F. M.; GROSSO, C. R. F. Filmes biodegradáveis. **Rev. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília-DF, v. 26, n. 1, p. 12-17, 2002.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National Nutrient Database**. Washington: USDA, 159p. 2015. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl> Acesso em: 23 nov. 2015.

WILLS, R. B. H.; WARTON, M. A. Efficacy of potassium permanganate impregnated into alumina beads to reduce atmospheric ethylene. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.129, n.3, p.433- 438, maio 2004.

CAPÍTULO 9 - Active film incorporated with clove essential oil on storage of banana varieties

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; Josemar Gonçalves de Oliveira Filho^{II}; Edilsa Rosa da Silva^{III}, Dirceu Macagnan^{IV}; Marley Garcia Silva^V; Marcio de Carvalho Pires^{VI}; José Ricardo Peixoto^{VII}.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professor Titular do Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II} Tecnólogo em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: josemar.gooliver@gmail.com.

^{III}Economia Domestica, Dra, Professora, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: edilsa.rosa@ifb.edu.br

^{IV} Eng Agrônomo Dr., Professor, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: dirceu.macagnan@ifb.edu.br.

^VEng Químico Dr., Professor e Pró-reitor, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: marley.silva@ifb.edu.br

^{VI} Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: mcpires@unb.br

^{VII}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

Artigo publicado: Heloísa Alves de Figueiredo Sousa, Josemar Gonçalves de Oliveira Filho, Mariana Buranelo Egea, Edilsa Rosa da Silva, Dirceu Macagnan, Marcio Pires, José Peixoto, (2019) "Active film incorporated with clove essential oil on storage of banana varieties", *Nutrition & Food Science*, <https://doi.org/10.1108/NFS-09-2018-0262>

ABSTRACT

Purpose: Banana is an important tropical fruit with high demand in the market. The ripe fruits are less resistant to transport making logistics difficult. Too, as a climacteric fruit, it has a short post-harvest shelf-life. Edible coatings/films, including active substances, have been used as alternative for preserving fruits and vegetables during post-harvest period. The objective of this study was to evaluate the incorporating clove essential oil on the properties of cassava starch films and their effect on the post harvest quality of different banana varieties.

Design/methodology/approach: Cassava starch films incorporating clove essential oil were developed and the films were characterized with respect to moisture, thickness, solubility, water vapor permeability, biodegradability, color, and *in vitro* antifungal activity. Cultivars Prata Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista were coated with cassava starch, cassava starch film with clove essential oil (CSEO), and polyvinyl polychloride (PVC). The quality of fruits was monitored during eight storage days using mass loss, total soluble solids content (TSS), and titratable acidity (TTA).

Findings: Incorporation of clove essential oil significantly increased film thickness, reduced moisture content, solubility, and water vapor permeability (WVP) ($p < 0.05$) and did not affect the biodegradability and color of the films. The essential oil incorporated films showed antifungal activity against the fungi *Colletotrichum gloesporioides* and *Colletotrichum musae*, but not against the yeast *Saccharomyces burladii*. CSEO and PVC coating were more efficient in reducing the mass loss, SS content, and TTA of the coated fruits in all varieties studied. CSEO and PVC coatings improve the quality attributes TSS and TTA and reduced mass loss, of the banana varieties Prata Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista during storage.

Originality/value: The active film with essential oil showed antifungal activity and essential oil can be incorporated into other food systems. This study approaches a new possibility of film coating with essential oil for a banana that showed minimum weight loss and satisfactory quality and increased shelf life. This film coating demonstrates biodegradable characteristics that could be an eco-friendly and sustainable to consumers.

Keywords: *Syzygium aromaticum*, active coating, *Musa* sp.

9.1. INTRODUCTION

Banana is a popular tropical fruit with commercial value due to its taste, texture, nutritional value, and practicality for the consumer. However, the shelf life and quality of bananas have been a disadvantage to exporters because of their rapid deterioration during handling, transport, and storage. The problem results from the fruit ripening process, which leads to physiological aging, biochemical changes, and microbial deterioration (Soradech *et al.*, 2017).

The current trends to maintain quality and freshness of food include the development of packaging materials that interact with the product. One of several possibilities that has been extensively studied is the incorporation of active substances in the packaging material such as cassava starch-based films (Kechichian *et al.*, 2010; Ribeiro-Santos *et al.*, 2017). The starch-based coating provides many benefits, including cost effectiveness due to low use level, good flavor release, compatibility with a range of processes, and friendly labelling (Khatkar *et al.*, 2009).

Seeking to reduce the use of synthetic chemical additives in the food industry, recent interest in the use of natural food additives with antimicrobial and antioxidant properties, including essential oils, is growing. Essential oils are extracted from plants and spices and can exhibit antimicrobial and antioxidant properties, which makes them attractive additives for the

food industry (Calo *et al.*, 2015). In addition, most essential oils are classified as Generally Recognized as Safe (GRAS) (Alves-Silva *et al.*, 2013; Ruiz-Navajas *et al.*, 2013).

The essential oils represent an interesting ingredient for biodegradable food packaging, mainly due to their natural origin and functional properties (antioxidants/antimicrobials), providing active materials aiming to prolong the shelf life and add value to the product. However, their inclusion in edible/biodegradable films for food packaging may cause some impact on various system properties (such as optical, tensile ...) and in turn affect consumer acceptability (Atarés and Chiralt, 2016; Maisanaba *et al.*, 2016).

In this way, the objectives of this study were to evaluate the effect of clove essential oil on the properties of cassava starch films and the effect of these films on the post-harvest quality of different banana varieties.

9.2. MATERIAL AND METHODS

9.2.1. Material

The cassava starch (270 g kg⁻¹ amylose content, 145 g kg⁻¹ water content, 70.6 °C gelatinization temperature) and the clove flower buds were purchased from the local market (Planaltina, Brazil). Glycerol and the other reagents were of analytical standard.

9.2.2. Clove Essential Oil Extraction

The essential oil was extracted according to the Brazilian Pharmacopoeia (Brasil, 2010). Briefly, dried *Syzygium aromaticum* floral buds were hydrodistilled for 2 hours in a Clevenger apparatus. Anhydrous sodium sulphate was used to dry the residual water. The essential oil was stored in a closed bottle under refrigeration until use.

9.2.3. Film production

The films were produced by the casting technique according to methodology proposed by Thomas *et al.* (2016), with modifications. The cassava starch suspension in water (30%) was heated to 80 °C and stirred for 30 minutes. The solution was cooled to 40 °C and 0.8% w/v clove essential oil (concentration defined in previous tests) was incorporated by constant stirring for 15 minutes.

A control treatment (without essential oil) was utilized for comparison. The two treatments were placed into polystyrene plates and incubated in an oven with air circulation (35 °C) for approximately 24 hours. All films were kept at room temperature in desiccators at 50% relative humidity using saturated magnesium nitrate solutions for 2 days prior to use.

9.2.4. Thickness and moisture content of films

Film thickness was measured with a manual micrometer (0.01 mm precision) in ten repetitions and at random positions.

Film water content was measured using 2-cm² film samples of known mass and oven dried at 105 °C for 24 h.

9.2.5. Water vapor permeability (WVP)

Film WVP was measured gravimetrically as described by Casariego *et al.* (2009). The films were sealed in permeation cells containing 3 g of calcium sulfate to simulate the 0% RH storage condition. Cells were initially weighed and placed in a desiccator containing saturated potassium sulphate solution (97% RH at 25 °C). Film weight gain of permeation cells was determined at 2 hours intervals over 10 hours. The water vapor transmission rate (WVTR) (g/m² h) was determined from the slope of the regression analysis of the water weight gain (Δa) transferred through a film area (A) for a defined time (Δt) (Eq. (1)). The WVTR of the films was used to calculate the water vapor permeability coefficient (WVP) using Eq. (2).

$$WVTR = \frac{\Delta a}{A \Delta t} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$WVP = \frac{WVTR}{\Delta p} x \quad \text{Eq. (2)}$$

where WVP is the water permeability coefficient (g mm / m² h Pa), x is the film thickness (mm), A is the film area exposed ($19,625 \times 10^{-6}$ m²), and Δp is the partial water vapor pressure gradient between the inner (p_1) and outer (p_2) surfaces of the film in the chamber ($\Delta p = 3169$, Pa at 25 °C).

9.2.6. Solubility in water

Film water solubility was determined as described by Kavooosi *et al.* (2014), with modifications. To determine the initial dry mass, 2-cm² film samples were cut and dried at 100 ± 5 °C, for 24 hours. The samples were soaked in 50 ml of distilled water and after 24 hours at 23 ± 2 °C, they were dried again at 100 ± 5 °C for 24 hours to obtain the final dry mass. Film water solubility was calculated using Equation 3.

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{\text{initial dry mass} - \text{final dry mass}}{\text{initial dry mass}} * 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

9.2.7. Optical properties

Color of film samples was determined using a Color Quest II colorimeter (HunterLab, Reston, USA), with the color parameters CIELab: L* (lightness), a* (red-green), and b* (yellow-blue). The calculation of the chroma index (C*) considered the quantitative attribute of color (Equation 4) and the calculation of the hue angle (h°), in degrees, considered the qualitative attribute of color (Equation 5).

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Eq. (4)}$$

$$h^\circ = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad \text{Eq. (5)}$$

9.2.8. Antimicrobial activity

Antimicrobial activity was evaluated by the diffusion method in agar disc against the filamentous fungi *Colletotrichum gloesporioides* and *Colletotrichum musae* and the yeast *Saccharomyces boulardii*. Briefly, 200 µl of spore suspension (calibrated to 10⁵ spores for ml in a Neubauer's chamber) were spread on plates with Potato Dextrose Agar (PDA) medium. The films (10 mm diameter) were placed on the surface of the medium and then incubated at 25 °C for 72 hours. Inhibition zone diameters were measured using digital caliper (500-196-30B, Mitutoyo, Suzano, Brazil).

9.2.9. Biodegradability: Degradation by soil burial

The film degradation test was performed according to the methodology described by Stoll *et al.* (2017), with modifications. A natural organic soil contained in plastic boxes was used as the degradation environment. The film samples were cut into rectangles (2 cm x 3 cm), dried at 60 °C to constant mass (m₀), placed in a plastic mesh and buried to a depth of 5 cm below the soil surface. Every other day, the soil was watered to maintain moisture at approximately 40%. The rate of degradation of the films was determined after 10 days as mass loss (m₁₀) calculated by Equation 6.

$$WL(\%) = [m_{10} - m_0] / m_0 \times 100 \quad \text{Eq. (6)}$$

9.2.10. Use of film for coating banana

Fruits of four banana cultivars Prata Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista were provided by Água Limpa Farm, belonging to the University of Brasília - UnB. The fruits were harvested manually at the stage of physiological maturation 2 (green with a trace of yellow) (Sarmiento *et al.*, 2015). Banana clusters were selected (without disease symptoms or any mechanical damage) and immediately placed into a plastic box and taken to the Postharvest Laboratory of Campus Planaltina of the Federal Institute of Brasília. The bananas were individually washed (0.5 L of detergent to 8,000 L of water), dried at room temperature, packed in styrofoam trays, and then the treatments were carried out: control (uncoated), fruit coated with cassava starch, fruits coated with cassava starch and clove essential oil (CSEO), and fruits coated with polyvinylpyrrolidone (PVC) film.

The fruits were evaluated for fresh mass loss by the difference between the initial fruit mass and the mass at each sampling interval and expressed as percentage (%); the soluble solids content by digital refractometer (ATAGO, Pocket Palm Perform) reading of green banana crushed in water (1: 1) filtered on filter paper and the ripened banana crushed in the same way; and the titratable acidity was determined by titration with 0.1 N NaOH solution from the sample containing 5.0 g of the crushed pulp in 100 ml of distilled water and three drops of 1.0% alcohol phenolphthalein.

9.2.11. Statistical analysis

The experiment was completely randomized, in a 4 x 4 x 5 factorial design, with 3 replicates, 4 cultivars, 4 treatments, and 5 storage periods (0, 2, 4, 6, and 8 days). Each plot was composed of 2 fruits.

The results were expressed as absolute values. The means of the results were grouped by the Scott Knott test at the 5% probability level. The statistical analyses were performed using the SISVAR software (Ferreira, 2008).

9.3. RESULTS AND DISCUSSION

In this work, the films formulated were characterized and the results were compared with those obtained for the film without essential oil (pure cassava starch film) and with results reported in the literature since the incorporation of active agents can influence their properties. All films were homogeneous, flexible, with no brittle areas, and no bubbles.

Table 1 shows of the properties of the cassava starch film and starch films with clove essential oil. The incorporation of essential oil increased the thickness of the films

significantly ($p < 0.05$). This result can be attributed to an increase in the size and distribution of clove essential oil in the matrix, causing an increase in the free volume of the film. This behavior was also observed by Han *et al.* (2018), when the cinnamon essential oil was incorporated into sodium alginate/carboxymethylcellulose films.

Table 1. Characterization of cassava starch films and cassava starch films with clove essential oil (CSEO)

Parameters	Cassava starch films	CSEO films
Thickness (mm)	0.043±0.008 ^b	0.051±0.005 ^a
Moisture (%)	18.30±1.13 ^b	16.24±0.50 ^a
WVP (g mm/m ² h Pa)	0.37±0.04	0.30±0.03
Solubility in water (%)	5.45±0.23 ^a	4.32±0.54 ^b
Biodegradability (%)	97.04±2.45 ^a	96.87±2.39 ^a
L*	89.72±0.03 ^a	89.73±0.05 ^a
a*	-2.61±0.06 ^a	-2.60±0.03 ^a
b*	2.32±0.15 ^a	2.33±0.10 ^a
h°	138.00±0.9 ^a	137.30±0.12 ^a
C*	3.49±0.32 ^a	3.51±0.72 ^a

Notes: The table shows physical characteristics and color parameters (L*, a*, b*, h° and C*) of cassava starch film and cassava starch films with clove essential oil. WVP: water vapor permeability coefficient. Means followed by different small letters between are significant different by Student's t test at the 5% level (n=3).

Table 1 shows that the incorporation of the essential oil into the cassava starch film also significantly reduced ($p < 0.05$) the moisture, the water vapor permeability, and the solubility of the films. This decrease probably occurred because the affinity of the water molecules with the film that was hampered by the hydrophobicity of the essential oil (Ma *et al.*, 2016). Generally, the effects of the additives on the solubility, moisture, and WVP of films depend on the type of compounds, concentrations, and their inherent indices of hydrophilicity and hydrophobicity. It is expected that hydrophilic compounds increase the solubility, moisture, and WVP of the films, while hydrophobic compounds should decrease them (Kavoosi *et al.*, 2013), as also observed in the present studies.

Similar behavior was observed by Hashemi and Khaneghah (2017) with basil-seed gum films incorporated with essential oil of oregano, where the presence of essential oil reduced the moisture content, solubility, and WVP of the films. Likewise, a significant decrease in the water vapor permeability rate was observed when *Carum copticum* essential oil was incorporated into chiton films (Jahed *et al.*, 2017).

The incorporation of essential oil to cassava starch film had no significant effect on film biodegradability ($p > 0.05$) (Table 1), and they lost from 96.87% to 97.04% of their initial mass. These results suggest their susceptibility to the rapid action of microorganisms in the biodegradation process. Results similar to this study were described by Stoll *et al.* (2017), for

cassava starch film containing encapsulated anthocyanins with biodegradability of 96.27% in 10 days.

Film color was also not significantly ($p>0.05$) affected by essential oil incorporation. Chroma a^* showed only negative values, indicative of the green component; chroma b^* data, on the other hand, showed positive values indicative of the yellow component. Values of a^* and b^* were very close to zero, which can be considered that the films had a slightly grayish color. No effect on color parameters was reported for chitosan-carboxymethyl cellulose films with essential oil of Cinnamon and ginger (Noshirvani *et al.*, 2017). Otherwise, the essential oil color tends to have a strong effect on film color, as is the case with lemon. Song *et al.* (2018) formulated corn and wheat starch films with lemon essential oil and found a slight yellowing of the films.

The antimicrobial effect of the films against the filamentous fungi *C. gloeosporioides*, *C. musae*, and the yeast *S. bournadii* are presented in Table 2.

Table 2. *In vitro* antifungal activity of films of cassava starch and cassava starch with clove essential oil (CSEO)

Microorganism	Zone of inhibition (mm)	
	Cassava starch films	CSEO films
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	-	27.03±2.50
<i>Colletotrichum musae</i>	-	24.04±1.32
<i>Saccharomyces bournadii</i>	-	-

Notes: (n=10).

Colletotrichum gloeosporioides and *Colletotrichum musae* are fungi that are important phytopathogenic agents that cause diseases in the tropical and subtropical fruits. *Saccharomyces bournadii* is a yeast known for its probiotic effect. The cassava starch films showed no antifungal activity, the statistical analysis was not performed.

The pure cassava starch film was used as control to investigate the potential antifungal effect of cassava starch. The control film showed no inhibition against the three fungi, indicating that cassava starch has no antifungal properties against the three fungi tested.

The films incorporated with clove essential oil showed inhibition against the filamentous fungi *C. gloeosporioides* and *C. musae*. Deans and Ritchie (1987) tested the *in vitro* antimicrobial activity of fifty essential oils against more than 25 microorganisms and the clove essential oil proved to be one of the most effective against a larger number of microorganisms. The main inhibitory components of clove oil are eugenol, β -caryophyllene, and acetogaugenol (Pulikottil and Nath, 2015). In general, the active components of essential oil inhibit microorganisms by disrupting their cytoplasmic membranes, disrupting proton motive force, electron flow, active transport, and inhibiting protein synthesis (Burt, 2004).

The filamentous fungi *C. gloeosporioides* and *C. musae*, which were inhibited by the active film in this study, are important phytopathogenic agents that cause diseases in the tropical and subtropical regions of the world. *C. gloeosporioides* causes pre-harvest and post-harvest diseases in flowers, fruits, stems, and leaves of various fruit species such as avocado, mango, papaya, passion fruit, guava, and melon (Sarkar, 2016, Lakshmi *et al.*, 2011) and *C. musae* is an important post-harvest pathogen of banana and causes severe loss of global crops (Maqbool *et al.*, 2010). This genus was recently chosen as the eighth most important group of phytopathogenic fungi in the world, based on the perceived scientific and economic importance (Dean *et al.*, 2012). In this way, our results represent a potential application of the active film developed for the control of anthracnose of fruits during post-harvest. Shao *et al.* (2015) reported an inhibitory effect of chitosan film incorporated with clove essential oil against the fungus *Penicillium digitatum*, which is the causative agent of citrus green mold.

Growth of yeast *S. boulardii* was not inhibited at the concentrations tested (Table 1). According to Bléhaut *et al.* (1989) and Boddy *et al.* (1991) the yeast *S. boulardii* is insensitive to the action of digestive juices and antimicrobials. We suggest that this is the reason why the film was able to inhibit its growth. This result is important because the yeast *S. boulardii* is considered part of the normal human intestinal microbiota. *S. boulardii*, a subtype of *Saccharomyces cerevisiae*, has been used as a probiotic for the prevention and treatment of antibiotic-associated diarrhea (Martin *et al.*, 2017). In this way, once ingested, the active CSEO film will possibly not inhibit this probiotic microorganism.

9.3.1. Effect of coatings on quality parameters of banana varieties

Bananas are highly susceptible to mass loss during storage, mainly because water migrate from the fruit to the environment by the relative humidity (Vilaplana *et al.*, 2018). Fruit mass loss increased throughout the storage period (Figure 1) for all varieties and treatments evaluated, ranging from 4.82-6.95%; 4.44-6.71%; 4.42-6.90% and 4.32-7.37% for cultivars Prata Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista, respectively, reaching maximum loss after 8 days. The fruits coated only with CSEO and PVC had the lowest mass loss percentages, with means of 5.08%, 4.54%, 4.38%, and 4.55 (for Prata Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquest, respectively), approximately 24.52%, 33.08%, 33.73%, and 34.72% lower than the treatments cassava starch and control.

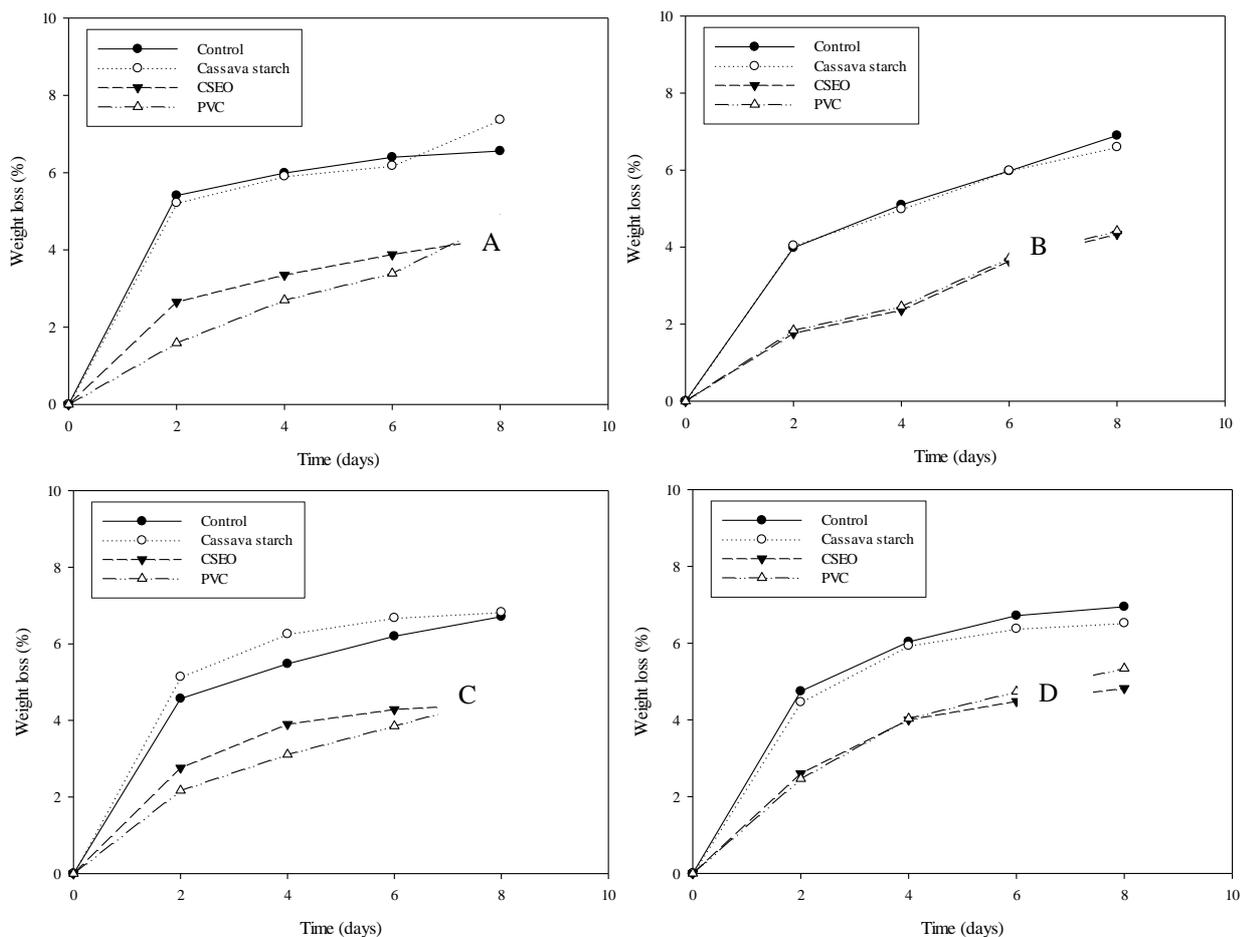


Figure 1. Mass loss (FML) in fresh matter of coated banana and control of different varieties (A: Prata Anã, B: Grand Nine, C: BRS Tropical, D: BRS: Conquista) over the storage period. CSEO (cassava starch film with clove essential oil), and PVC (Polyvinyl polychloride). **Notes:** (n= 6). The banana weight loss, regardless of the variety, has increased with storage time.

Sarmiento *et al.* (2015) observed similar results to that found in this study for the control, cassava starch (3%), and PVC treatments for fruits of cultivar Prata Catarina, which showed greater mass loss when coated with the cassava starch film and control and less mass loss for those coated with PVC film, 15.82, 15.5, and 2.56%, respectively.

Mass loss occurs mainly as a function of moisture loss by transpiration. Cassava starch is not considered efficient in moisture retention because of the starch chain structure, which in some cases can act as a hydrophilic substance, removing moisture from fruits (Freitas *et al.*, 2017). The incorporation of clove essential oil, positively affected the properties of the cassava starch coating due to its lipidic nature, allowing a greater moisture barrier and consequent reduction of the mass loss of banana compared with pure cassava starch coating.

Atarés and Chiralt (2016) points out that the incorporation of hydrophobic essential oil into hydrophilic polymer matrices may result in the improvement of their water vapor barrier

properties. This tendency was observed by Pires *et al.* (2013) in fish protein films with different essential oils and by Atarés *et al.* (2010), who incorporated cinnamon and ginger essential oils into sodium caseinate films.

The positive effect of PVC packaging is associated with a protective barrier that separates fruits from direct contact with the environment, keeping them free from the action of microorganisms and reducing the oxygen content inside the packaging, in addition to maintaining low levels of mass loss (Agostini *et al.*, 2014, Debiagi *et al.*, 2014). In this study, the results found for the CSEO coating were similar to those observed for PVC in relation to mass loss, indicating that the CSEO coating has potential for application in bananas and may reduce fruit mass loss.

Coating types, banana cultivars, and storage times showed a significant interaction with total soluble solids (TSS) and total titratable acidity (TTA).

Table 3 shows TSS of banana cultivars (Prata-Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista) coated with cassava starch, CSEO, PVC and control evaluated in the storage times. Fruits of Grand Nine and BRS Conquista initially presented TSS (12.0-12.1 and 12.0-12.1, respectively) significantly ($p > 0.05$) higher than the cultivars Prata-Anã and BRS Tropical (7.9-8.2, 8.9-9.2, respectively). Over the storage time, there was a significant increase ($p > 0.05$) in TSS in all treatments. At the end of the storage period (eight days), the fruits showed TSS between 20.3-25.2; 19.0-24.2; 17.6-24.8, and 18.3-22.2 for the cultivars Prata-Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista, respectively. Jesus *et al.* (2004), studied different banana genotypes, reported TSS varying from 19.8 to 27.4 °Brix in ripe fruit, corroborating the findings of the present work.

Table 3. Total soluble solids (°Brix) of banana varieties coated and control over the storage period.

Time (days)	Varieties	Treatment (films)			
		Control	Cassava starch	CSEO	PVC
0	Prata-Anã	8.2 ^{Aa}	8.1 ^{Aa}	7.9 ^{Aa}	8.0 ^{Aa}
	Grand Nine	12.0 ^{Ba}	12.0 ^{Ba}	12.1 ^{Ba}	12.0 ^{Ba}
	BRS Tropical	9.2 ^{Aa}	9.0 ^{Aa}	8.9 ^{Aa}	9.0 ^{Aa}
	BRS Conquista	12.0 ^{Ba}	12.0 ^{Ba}	12.1 ^{Ba}	12.0 ^{Ba}
2	Prata-Anã	12.2 ^{Ab}	14.4 ^{Ac}	10.4 ^{Aa}	11.0 ^{Aa}
	Grand Nine	15.0 ^{Bb}	14.3 ^{Aa}	15.3 ^{Bb}	13.4 ^{Ba}
	BRS Tropical	15.0 ^{Bb}	16.7 ^{Bc}	10.0 ^{Aa}	11.1 ^{Aa}
	BRS Conquista	15.5 ^{Bb}	15.1 ^{Ab}	14.2 ^{Ba}	13.8 ^{Ba}
4	Prata-Anã	20.3 ^{Bc}	21.2 ^{Ac}	15.3 ^{Aa}	17.0 ^{Bb}
	Grand Nine	16.2 ^{Aa}	16.3 ^{Ba}	16.2 ^{Aa}	15.5 ^{Ba}
	BRS Tropical	16.8 ^{Ab}	19.2 ^{Ac}	16.0 ^{Ab}	13.6 ^{Aa}
	BRS Conquista	19.3 ^{Bb}	20.0 ^{Ab}	14.7 ^{Aa}	15.8 ^{Ba}
6	Prata-Anã	22.8 ^{Bc}	23.0 ^{Bc}	19.4 ^{Ca}	21.5 ^{Cb}
	Grand Nine	20.0 ^{Ab}	19.7 ^{Ab}	17.2 ^{Aa}	17.7 ^{Ba}
	BRS Tropical	22.3 ^{Bc}	21.9 ^{Bc}	18.0 ^{Bb}	15.1 ^{Aa}
	BRS Conquista	21.5 ^{Bb}	20.4 ^{Ab}	16.4 ^{Aa}	17.0 ^{Ba}
8	Prata-Anã	25.2 ^{Bb}	24.2 ^{Bb}	22.0 ^{Da}	20.3 ^{Ca}
	Grand Nine	24.2 ^{Bb}	23.5 ^{Bb}	19.0 ^{Ba}	20.3 ^{Ba}
	BRS Tropical	24.8 ^{Bb}	23.5 ^{Bb}	17.6 ^{Aa}	21.0 ^{Ba}
	BRS Conquista	22.2 ^{Ab}	22.0 ^{Ab}	20.1 ^{Ca}	18.3 ^{Aa}

Notes: CSEO (cassava starch coating with clove essential oil) and PVC (Polyvinyl polychloride). Means followed by the same capital letters (effect of cultivars) in the columns and small letters (effect of treatment) in the rows are not significantly different by the Scott-Knott's test at 5% probability (n=6).

Significant difference ($p > 0.05$) was found for the coating effect between the treatments for all the cultivars studied during the storage period. After two days of storage, the effect of the treatments varied with the variety. However, CSEO and PVC coated bananas most of the time had the lowest TSS. At the end of the storage period (eight days), the fruits of the control and cassava starch-coated treatments showed significantly higher ($P > 0.05$) TSS (22.2-25.0 and 22.0-24.2, respectively) than the fruits coated with CSEO and PVC (17.6-22.0 and 18.3-21.0, respectively).

According to Vilas Boas *et al.* (2004), TSS is a parameter used as an indicator of maturity and also determines the fruit quality, playing an important role in flavor. Considering that the TSS increase is a process of ripening, its decrease in the fruits coated with CSEO and PVC compared with the fruits coated with cassava starch and control, indicate that the CSEO and PVC were effective in delaying fruit ripening. Therefore, the incorporation of clove essential oil into the cassava starch film improved the coating properties, allowing a greater efficiency in delaying fruit maturation.

Similar behavior was observed by Maqbool *et al.* (2010) when Berangan banana was coated with gum arabic (10%) and lemon balm essential oil (0.05%), gum arabic (10%) and cinnamon essential oil (0.4%) showed lower TSS than fruits coated with gum arabic (10%) and control (uncoated).

Table 4 shows the titratable acidity of cultivars Prata-Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista coated with cassava starch, CSEO, PVC, and control evaluated at different storage times.

In relation to TTA, there was initially a significant difference between all the cultivars, fruits of the cultivar BRS Tropical showed the lowest TTA (0.18%) and cultivar BRS Conquista showed the highest TTA (0.32%). Over the storage time, there was a significant increase ($p>0.05$) in TTA for all treatments. At the end of the storage period (eight days), the fruits had TTA values ranging from 0.42-0.47; 0.47-0.54; 0.40-0.48, and 0.40-0.46 for the cultivars Prata-Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista, respectively. TTA found for the cultivars are within the range reported in the literature, ranging from 0.17% to 0.67% for banana (Damatto Júnior *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2011).

Similar to TSS, there was significant difference ($p>0.05$) between treatments for all cultivars studied over the storage period in relation to the coating effect. After two days of storage, the effect of the treatments varied as a function of the variety. However, the bananas coated with CSEO and PVC most of the time showed the lowest TTA values. At the end of the storage period (eight days), the fruits of the control and cassava starch-coated treatments had TTA values (0.46-0.56 and 0.46-0.54, respectively) significantly ($p> 0.05$) greater than the fruits coated with CSEO and PVC (0.40-0.47 and 0.41-0.48, respectively).

Table 4. Total titratable acidity (g malic acid/100g sample) of banana varieties coated and control over the storage period.

Time (days)	Variety	Treatments (films)			
		Control	Cassava starch	CSEO	PVC
0	Prata-Anã	0.25 ^{Ba}	0.26 ^{Ba}	0.25 ^{Ba}	0.26 ^{Ba}
	Grand Nine	0.31 ^{Ca}	0.31 ^{Ca}	0.31 ^{Ca}	0.31 ^{Ca}
	BRS Tropical	0.18 ^{Aa}	0.18 ^{Aa}	0.18 ^{Aa}	0.18 ^{Aa}
	BRS Conquista	0.32 ^{Ca}	0.32 ^{Ca}	0.32 ^{Ca}	0.32 ^{Ca}
2	Prata-Anã	0.30 ^{Aa}	0.31 ^{Aa}	0.29 ^{Ba}	0.30 ^{Ba}
	Grand Nine	0.40 ^{Ca}	0.42 ^{Ca}	0.35 ^{Cb}	0.36 ^{Cb}
	BRS Tropical	0.36 ^{Bc}	0.37 ^{Bc}	0.23 ^{Aa}	0.26 ^{Ab}
	BRS Conquista	0.37 ^{Bb}	0.37 ^{bB}	0.34 ^{Ca}	0.34 ^{Ca}
4	Prata-Anã	0.37 ^{Ab}	0.37 ^{Ab}	0.33 ^{Aa}	0.32 ^{Aa}
	Grand Nine	0.43 ^{Bb}	0.44 ^{Bb}	0.38 ^{Ca}	0.40 ^{Ba}
	BRS Tropical	0.37 ^{Abc}	0.39 ^{Ac}	0.36 ^{Bb}	0.33 ^{Aa}
	BRS Conquista	0.42 ^{Bc}	0.43 ^{Bc}	0.36 ^{Ba}	0.39 ^{Ba}
6	Prata-Anã	0.43 ^{Ab}	0.43 ^{Ab}	0.38 ^{Aa}	0.37 ^{Aa}
	Grand Nine	0.48 ^{Bb}	0.49 ^{Bb}	0.45 ^{Ba}	0.44 ^{Ca}
	BRS Tropical	0.44 ^{Ac}	0.42 ^{Ac}	0.38 ^{Ab}	0.35 ^{Aa}
	BRS Conquista	0.45 ^{Ab}	0.43 ^{Ab}	0.40 ^{Aa}	0.41 ^{Ba}
8	Prata-Anã	0.47 ^{Ab}	0.46 ^{Ab}	0.42 ^{Aa}	0.43 ^{Aa}
	Grand Nine	0.53 ^{Cb}	0.54 ^{Bb}	0.47 ^{Ba}	0.48 ^{Ba}
	BRS Tropical	0.48 ^{Bb}	0.46 ^{Ab}	0.40 ^{Aa}	0.41 ^{Aa}
	BRS Conquista	0.46 ^{Bb}	0.46 ^{Ab}	0.40 ^{Aa}	0.42 ^{Aa}

Notes: CSEO (cassava starch coating with clove essential oil) and PVC (Polyvinyl polychloride). Means followed by the same capital letters (effect of cultivars) in the columns and small letters (effect of treatment) in the rows are not significantly different by the Scott-Knott's test at 5% probability (n=6).

The acidity increases as the banana fruits ripen, reaching its maximum when the peel is completely yellow. During the respiratory process, organic acids are produced that can accumulate in the fruit, causing an increase in acidity (Paliyath *et al.*, 2008). The results lead us to believe that the fruits coated with CSEO and PVC induced metabolic deceleration, delaying the synthesis of organic acids in comparison with the fruits coated with casaba starch and control, indicating the efficiency of CSEO and PVC in delaying the process of fruit ripening. This behavior mirrors that observed for TSS, indicating that the incorporation of the clove essential oil in the cassava starch coating improved the coating properties, allowing a greater efficiency in delaying fruit ripening. Sarmiento *et al.* (2000) also observed the ripening delay of bananas packed with the PVC film, showing lower TSS, TTA, and higher pulp firmness.

9.4. CONCLUSIONS

1. The properties of the cassava starch films were influenced by the incorporation of clove essential oil. This study demonstrated that clove essential oil can be incorporated into the matrix of cassava starch films to provide excellent antifungal activity against *C. gloeosporioides* and *C. musae*.
2. The presence of clove essential oil led to increased film thickness and decreased moisture content, solubility, and water vapor permeability, and had no effect on the color and biodegradability of the films.
3. In addition, CSEO and PVC coatings reduced mass loss, TSS, and ATT in bananas of the varieties Prata Anã, Grand Nine, BRS Tropical, and BRS Conquista during storage, improving quality and extending banana shelf-life.
4. In conclusion, the antifungal film of cassava starch containing clove essential oil is promising as packaging material for preserving banana fruits.

9.5. REFERENCES

- AGOSTINI, J. S.; SCALON, S. D. P. Q.; LESCANO, C. H.; DA SILVA, K. E.; GARCETE, G. J. "Post harvest conservation of 'Champagne' oranges (*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*)", **Brazilian Journal of Food Technology**, Vol. 17 n 2, p. 177-184. 2014.
- ALVES-SILVA, J. M.; DOS SANTOS, S. M. D.; PINTADO, M. E.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical composition and in vitro antimicrobial, antifungal and antioxidant properties of essential oils obtained from some herbs widely used in Portugal. **Food Control**, Vol. 32 n 2, p. 371-378. 2013.
- ATARÉS, L.; CHIRALT, A. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. **Trends in Food Science & Technology**, Vol 48, p. 51-62. 2016.
- ATARÉS, L.; DE JESÚS, C.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. **Journal of Food Engineering**, Vol. 99 n 3, p. 384-391. 2010.
- BLEHAUT, H.; MASSOT, J.. ELMER, G.W.; LEVY, R. H. Disposition kinetics of *Saccharomyces boulardii* in man and rat. **Pharmaceutical research**, Vol. 10 n 4, p. 353-364. 1989.
- BODDY, A. V.; ELMER, G. W.; MCFARLAND, L. V.; LEVY, R. H. "Influence of antibiotics on the recovery and kinetics of *Saccharomyces boulardii* in rats", **Pharmaceutical research**, Vol. 8 n 6, p. 796-800. 1991.
- BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, Brazil. 2010.
- BURT, S. "Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review", **International journal of food microbiology**, Vol. 94 n 3, p. 223-253. 2004.

- CALO, J. R.; CRANDALL, P. G.; O'BRYAN, C.; RICKE, S. C. Essential oils as antimicrobials in food systems – A review. **Food Control**, Vol. 54, p. 111-119. 2015.
- CASARIEGO, A. B. W. S.; SOUZA, B. W. S.; CERQUEIRA, M. A.; TEIXEIRA, J. A.; CRUZ, L.; DÍAZ, R.; VICENTE, A. A. Chitosan/clay films' properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticles' concentrations. **Food Hydrocolloids**, Vol. 23 n 7, p. 1895-1902. 2009.
- DAMATTO JÚNIOR, E. R.; CAMPOS, A. J. D.; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Production and characterization of 'Prata Anã' and 'Prata Zulu' banana fruits. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Vol. 27 n 3, p. 440-443. 2005.
- DEAN, R.; VAN KAN, J. A.; PRETORIUS, Z. A.; HAMMOND-KOSACK, K. E.; DI PIETRO, A.; SPANU, P.D.; RUDD, J. J.; DICKMAN, M.; KAHMANN, M.; ELLIS, J.; FOSTER, G. D. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **Molecular plant pathology**, Vol. 13 n 4, p. 414-430. 2012.
- DEANS, S. G.; RITCHIE, G. Antibacterial properties of plant essential oils. **International Journal of Food Microbiology**, Vol. 5 n 2, p. 165-180. 1987.
- DEBIAGI, F.; KOBAYASHI, R. K.; NAKAZATO, G.; PANAGIO, L. A.; MALI, S. Biodegradable active packaging based on cassava bagasse, polyvinyl alcohol and essential oils. **Industrial Crops and Products**, Vol. 52, p. 664-670. 2014.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Rev. Symposium**, Vol. 6 n 2, p. 36-41. 2008.
- FREITAS, R. V. D. S.; SOUZA, P. A. D.; COELHO, E. L.; SOUZA, F. X. D.; BESERRA, H. N. B. R. Storage of mombin fruits coated with cassava starch and PVC Film. **Rev. Caatinga**, Vol. 30 n 1, p. 244-249. 2017.
- HAN, Y.; YU, M.; WANG, L. Physical and antimicrobial properties of sodium alginate/carboxymethyl cellulose films incorporated with cinnamon essential oil. **Food Packaging and Shelf Life**, Vol. 15, p. 35-42. 2018.
- HASHEMI, S. M. B.; KHANEGHAH, A. M. Characterization of novel basil-seed gum active edible films and coatings containing oregano essential oil. **Progress in Organic Coatings**, Vol. 110, 35-41. 2017.
- JAHEDE, E.; KHALEDABAD, M. A.; ALMASI, H.; HASANZADEH, R. Physicochemical properties of *Carum copticum* essential oil loaded chitosan films containing organic nanoreinforcements. **Carbohydrate polymers**, Vol. 164, p. 325-338. 2017.
- JESUS, S. C. D.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; FOLEGATTI, M. I. D. S. Physical and chemical characterization of fruits of different banana genotypes. **Rev. Bragantia**, Vol. 63 n 3, p. 315-323. 2004.
- KAVOOSI, G.; DADFAR, S. M. M.; PURFARD, A. M. Mechanical, physical, antioxidant, and antimicrobial properties of gelatin films incorporated with thymol for potential use as nano wound dressing. **Journal of Food Science**, Vol. 78 n 2, p. 244-250. 2013.
- KAVOOSI, G.; RAHMATOLLAHI, A.; DADFAR, S. M. M.; PURFARD, A. M. Effects of essential oil on the water binding capacity, physico-mechanical properties, antioxidant and antibacterial activity of gelatin films. **LWT-Food Science and Technology**, Vol. 57 n 2, p. 556-561. 2014.
- KECHICHIAN, V.; DITCHFIELD, C.; VEIGA-SANTOS, P.; TADINI, C. C. Natural antimicrobial ingredients incorporated in biodegradable films based on cassava starch. **LWT-Food Science and Technology**, Vol. 43 n 7, p. 1088-1094. 2010.

- KHATKAR, B. S.; PANGHAL, A.; SINGH, U. Applications of cereal starches in food processing. **Indian Food Industry**, Vol. 28 n. 2, p. 37-44. 2009.
- MA, Q.; ZHANG, Y.; CRITZER, F.; DAVIDSON, P. M.; ZIVANOVIC, S.; ZHONG, Q. Physical, mechanical, and antimicrobial properties of chitosan films with microemulsions of cinnamon bark oil and soybean oil. **Food Hydrocolloids**, Vol. 52, p. 533-542. 2016.
- MAISANABA, S.; LLAN-RUIZ-CABELLO, M.; GUTIÉRREZ-PRAENA, D.; PICHARDO, S.; PUERTO M.; PRIETO, A. I.; JOS, A.; CAMEÁN, A. M. New advances in active packaging incorporated with essential oils or their main components for food preservation. **Journal Food Reviews International**, Vol. 33, n. 5, p. 447-515. 2016.
- MAQBOOL, M.; ALI, A.; RAMACHANDRAN, S.; SMITH, D. R.; ALDERSON, P. G. Control of postharvest anthracnose of banana using a new edible composite coating. **Crop Protection**, Vol. 29 n. 10, p. 1136-1141. 2010.
- MARTIN, I. W.; TONNER, R.; TRIVEDI, J.; MILLER, H.; LEE, R.; LIANG, X.; ZHANG, S. X. *Saccharomyces boulardii* probiotic-associated fungemia: questioning the safety of this preventive probiotic's use. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, Vol. 87 n 3, p. 286-288. 2017.
- NOSHIRVANI, N.; GHANBARZADEH, B.; GARDRAT, C.; REZAEI, M. R.; HASHEMI, M.; LE COZ, C.; COMA, V. Cinnamon and ginger essential oils to improve antifungal, physical and mechanical properties of chitosan-carboxymethyl cellulose films. **Food Hydrocolloids**, Vol. 70, p. 36-45. 2017.
- PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers**. John Wiley & Sons, Wiley-Blackwell, 2008.
- PEREIRA, V. D. O.; MORAIS, P.; AMBRÓSIO, M.; WANDERLEY, J.; SOUSA, J. Post-harvest quality of banana cultivars marketed in Pombal-PB. **Rev. Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Vol. 5 n 1, p. 49-55. 2011.
- PIRES, C.; RAMOS, C.; TEIXEIRA, B.; BATISTA, I.; NUNES, M. L.; MARQUES, A. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: Physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. **Food Hydrocolloids**, Vol. 30 n 1, p. 224-231. 2013.
- PULIKOTTIL, S. J.; NATH, S. Potential of clove of *Syzygium aromaticum* in development of a therapeutic agent for periodontal disease: A review. **South African Dental Journal**, Vol. 70 n. 3, p. 108-115. 2015.
- RIBEIRO-SANTOS, R.; ANDRADE, M.; MELO, N. R.; SANCHES-SILVA, A. Use of essential oils in active food packaging: recent advances and future trends. **Trends in Food Science & Technology**, Vol. 61, p. 132-140. 2017.
- RUIZ-NAVAJAS, Y.; VIUDA-MARTOS, M.; SENDRA, E.; PEREZ-ALVAREZ, J. A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils. **Food Control**, Vol. 30 n 2, p. 386-392. 2013.
- SARKAR, A. K. Anthracnose diseases of some common medicinally important fruit plants. **Journal of Medicinal Plants Studies**, Vol. 4 n 3, p. 233-236. 2016.
- SARMENTO, D. H. A.; DE SOUZA, P. A.; SARMENTO, J. D. A.; DA SILVA FREITAS, R. V.; SALGADO FILHO, M. Storage of banana 'Prata Catarina' under room temperature coated with cassava starch and pvc. **Rev. Caatinga**, Vol. 28 n 2, p. 235-241. 2015.
- SHAO, X.; CAO, B.; XU, F.; XIE, S.; YU, D.; WANG, H. Effect of postharvest application of chitosan combined with clove oil against citrus green mold. **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 99, p. 37-43. 2015.

- SONG, X.; ZUO, G.; CHEN, F. Effect of essential oil and surfactant on the physical and antimicrobial properties of corn and wheat starch films. **International Journal of Biological Macromolecules**, Vol. 107, p. 1302-1309. 2018.
- SORADECH, S.; NUNTHANID, J.; LIMMATVAPIRAT, S.; LUANGTANA-ANAN, M. Utilization of shellac and gelatin composite film for coating to extend the shelf life of banana. **Food Control**, Vol. 73, p. 1310-1317. 2017.
- STOLL, L.; SILVA, A. M. D.; IAHNKE, A. O. E. S.; COSTA, T. M. H.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. D. O. Active biodegradable film with encapsulated anthocyanins: Effect on the quality attributes of extra-virgin olive oil during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, Vol. 41 n 6, p.13218. 2017.
- THOMAS, A. B.; NASSUR, R. D. C. M. R.; BOAS, A. C. V.; LIMA, L. C. D. O. Cassava starch edible coating incorporated with propolis on bioactive compounds in strawberries. **Rev. Ciência e Agrotecnologia**, Vol. 40 n 1, p. 87-96. 2016.
- VILAPLANA, R.; PAZMINO, L.; VALENCIA-CHAMORRO, S. Control of anthracnose, caused by *Colletotrichum musae*, on postharvest organic banana by thyme oil. **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 138, p. 56-63. 2018.
- VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. D. O.; BOAS, E. V. D. B. V.; COELHO, A. H. R. Quality evaluation of minimally processed tomy atkins sleeves. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Vol. 26 n 3, p. 540-543. 2004.

CAPÍTULO 10 - Caracterização bromatológica de bananas de 4 cultivares e aceitação sensorial da fruta *in natura* e desidratada.

Physical-chemical characterization and sensorial acceptance of varieties of banana *in natura* and dehydrated.

Heloise Alves de Figueiredo Sousa^I; Elizarda Francisco Maciel^{II}; Paula Geissica Ferreira da Silva^{III}; Josemar Gonçalves de Oliveira Filho^{IV}; Edilsa Rosa da Silva^V, Vinícius Machado dos Santos^{VI}; José Ricardo Peixoto^{VII}.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professor Titular do Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloise.falcao@ifb.edu.br

^{II} Tecnóloga em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: elisa.sater@gmail.com.

^{III} Tecnóloga em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: paulageissicaf@gmail.com.

^{IV} Tecnólogo em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: josemar.gooliver@gmail.com.

^VEconomia Domestica, Dra, Professora, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: edilsa.rosa@ifb.edu.br

^{VI}Zootecnista Dr., Professor, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: vinicius.santos@ifb.edu.br.

^{VII}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi determinar a composição bromatológica e avaliar a aceitabilidade de bananas nas formas *in natura* e desidratadas das quatro variedades: ‘Grand Naine’, ‘Prata Anã’, ‘BRS Tropical’ e ‘BRS Conquista’ cultivadas na região do Distrito Federal. Foram amostradas frutos de cada cultivar, mantidas em temperatura ambiente até o ponto de maturação, para produção da fruta desidratada e para avaliação sensorial *in natura* e da fruta desidratada. A análise bromatológica consistiu na determinação de umidade, energia, proteína, gordura, carboidratos e cinzas, a avaliação sensorial consistiu na aplicação do teste de aceitação, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, com 60 provadores não treinados, com frutos servidos na forma de rodela *in natura* e com as bananas desidratadas. O processo de secagem realizado em desidratador do tipo cabine. Os resultados da análise bromatológica evidenciou que a composição nutricional de proteínas, carboidratos e cinzas varia conforme as características genéticas de cada cultivar e a regionalidade do plantio. Pela análise sensorial observou-se que as frutas na forma *in natura* das variedades ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ apresentaram maior aceitabilidade do que as variedades ‘BRS Tropical’ e ‘BRS Conquista’. No entanto, mais de 70% dos provadores avaliaram as variedades de bananas na faixa entre o gostei ligeiramente e gostei extremamente, indicando que a banana é

uma fruta com elevada aceitabilidade. Com relação a banana desidratada a aceitabilidade de todas as quatro variedades de bananas avaliadas foram na faixa do gostei moderadamente e gostei extremamente, indicando assim viabilidade tecnológica e sensorial. E pelo teste de aceitabilidade a banana desidratada apresentou grau de aceitação maior do que das frutas *in natura*. Conclui-se que existe qualidade nutricional e elevada aceitabilidade para recomendação de consumo da fruta *in natura* ou de seus produtos desidratados.

Palavras-chave: *Musa spp*, Pós-colheita, Tecnologia de Alimentos.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the bromatological composition and evaluate the acceptability of bananas in the *in natura* and dehydrated forms of the four banana varieties: 'Grand Naine', 'Prata Anã', 'BRS Tropical' and 'BRS Conquista' grown in the region of Federal District. Fruits were sampled from each cultivar, kept at room temperature until maturation, for the production of dehydrated fruit and for sensory evaluation *in natura* and dehydrated fruit. The bromatological analysis consisted in the determination of moisture, energy, protein, fat, carbohydrates and ashes. The sensorial evaluation consisted of the application of the acceptance test using a hedonic scale of 9 points, with 60 untrained tasters, with fruits served in the form of slices *in natura* and with dehydrated bananas. The drying process performed in cabin-type dehydrator. The results of the bromatological analysis showed that the nutritional composition of proteins, carbohydrates and ashes varies according to the genetic characteristics of each cultivar and the regionality of the planting. Sensory analysis showed that fruits in the *in natura* form of 'Prata Anã' and 'Grand Naine' varieties showed greater acceptability than 'BRS Tropical' and 'BRS Conquista' varieties. However, more than 70% of the tasters evaluated the banana varieties in the range between the slightly liked and extremely liked, indicating that the banana is a fruit with high acceptability. Regarding dehydrated banana, the acceptability of all four varieties of bananas evaluated was in the moderately liked and extremely liked range, thus indicating technological and sensorial viability. And by the test of acceptability, the dehydrated banana presented a higher degree of acceptance than the fruits *in natura*. In concluded that there is nutritional quality and high acceptability for recommending consumption of fresh fruit or its dehydrated products.

Keywords: *Musa spp*, Post-harvest, Food Technology.

10.1. INTRODUÇÃO

Praticamente toda a produção brasileira de banana é consumida *in natura* e somente uma pequena parcela é submetida a algum processo de industrialização (FASOLIN et al., 2007). Esta fruta atrai consumidores pelas suas propriedades nutricionais, praticidade de consumo, pois a casca da banana constitui-se em uma “embalagem” individual, de fácil remoção e dispensa o uso de utensílio cortante, higiênica e prática, ausência de suco na polpa e de sementes duras. A sua disponibilidade durante o ano todo também contribuem para a sua boa aceitação no mercado, podendo ser consumida *in natura*, assada, frita, cozida e processada, na forma de doce, purê ou passa (LICHTEMBERG, 1999; NOMURA, 2016).

Devido ao elevado consumo, a caracterização bromatologia da banana *in natura* se faz necessária para permitir a avaliação da ingestão de nutrientes e energia de forma correta, possibilitando uma recomendação nutricional mais adequada. A banana em razão da sua composição química; constituindo-se fonte de calorias, vitaminas e minerais, principalmente potássio (DAMATTO JÚNIOR et al., 2005). Entretanto, observa-se que as principais fontes de dados de composição mais utilizadas são antigas e desatualizadas (RIBEIRO et al., 2003), além de não apresentarem resultados para diferentes variedades.

Além disso, a caracterização dos frutos da banana permite identificar diferenças relativas de cada cultivar, possibilitando obter informações que possam nortear a colheita, o transporte interno e externo e as embalagens, com base na suscetibilidade a danos mecânicos, facilidade de despencamento, tamanho dos frutos, coloração, forma de apresentação e sabor, direcionando-os de acordo com as exigências do mercado (CASTRICINI et al., 2015, NOMURA, 2016). No mercado brasileiro, as bananas dos subgrupos Cavendish, Prata e Maçã são as mais comercializadas (SARAIVA et al., 2013).

A qualidade dos frutos alcançada no momento da colheita e a manutenção dessa na pós-colheita é muito importante. A banana é colhida antes do completo amadurecimento, porém, no ponto de maturidade fisiológica, por ser uma fruta de padrão respiratório climatérico (BORGES, SOUZA, 2004).

Durante o amadurecimento da banana, ocorrem transformações e mudanças nos teores, principalmente do amido, dos açúcares, da acidez e dos taninos (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Parte do amido contido na banana é convertida em açúcares, ocorrendo principalmente o acúmulo de sacarose, glicose e frutose na polpa do fruto. Isto torna os frutos mais doces e apreciados pelos consumidores, sendo um dos atributos de pós-colheita mais importante na qualidade da banana (VILAS BOAS et al., 2001). Com o aumento nos teores de açúcares simples, ocorre diminuição nos teores de ácidos simples e orgânicos e de compostos

fenólicos, acarretando em redução da adstringência e acidez, além da liberação de substâncias voláteis, fatores responsáveis pelo aroma e sabor, que são características fundamentais para a aceitação da fruta (SOTO-BALLESTERO, 2008). Além disso, o acúmulo de açúcares solúveis, precursores dos ácidos orgânicos, com predominância do ácido málico, promove a diminuição do pH ao longo do amadurecimento. Ao contrário de outras frutas, no início do amadurecimento da banana, a acidez titulável é baixa, e vai aumentando durante o processo de amadurecimento e decrescer na senescência da fruta (NASCIMENTO JR. et al., 2008; NOMURA, 2016).

Na banana verde, sensorialmente, se percebe uma forte adstringência determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. Contudo, conforme amadurece ocorre a polimerização desses compostos, com conseqüente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez (VILAS BOAS et al., 2001).

A cultivar Prata Anã apresenta pseudocaule vigoroso de cor verde-clara, brilhante, com poucas manchas escuras próximas á roseta foliar. O porte varia de 2,0 a 3,5 m e o diâmetro do pseudocaule é de aproximadamente 50 cm. A coloração do pecíolo e das nervuras principais é também verde-claro-brilhante. A roseta é compacta. As pencas são mais juntas e as bananas, mais curtas e mais roliças que as da 'Prata'. Apresenta bom potencial de produtividade sob condições de irrigação, podendo atingir 30-35 t/há/ciclo (ALVES, 1999).

A cultivar Grand Naine apresenta porte intermediário entre a Nanica e a Nanicão, cresce até uma altura variável entre 2,0 e 3,0 metros. Comparada com a Nanica, apresenta uma roseta foliar menos compacta; a cor do pseudocaule, entretanto, é idêntica. O cacho apresenta forma ligeiramente cônica. Pesa de 31 kg a 40 kg, possui de 9 a 11 pencas, com 12 a 31 dedos cada uma. O número total de frutos por cacho oscila entre 145 e 197. O fruto tem porte entre mediano e grande (comprimento cinco vezes maior que o diâmetro), mede de 16 cm a 25 cm e pesa de 95 g a 260 g. Apresenta ápices arredondados e pedicelos curtos. O sabor da polpa madura é idêntico ao da Nanica (SILVA et al., 1999).

A cultivar BRS tropical é um híbrido gerado na Embrapa. Apresenta a maioria de seu desenvolvimento quanto de rendimento, semelhantes às da cultivar "Maçã". No entanto, é bastante superior a esta variedade no que diz respeito à reação às doenças, sendo resistente à sigatoka amarela e tolerante ao mal-do-panamá. A bananeira Tropical vem suprir a grande lacuna deixada pela banana maçã, cujo os cultivos foram dizimados em quase todo território nacional. O agradável sabor dos frutos da Tropical, bastante semelhante ao da banana "Maçã", e sua reação negativa ao mal-do-panamá, levam a crer na grande possibilidade de sua utilização pelos bananicultores na sua aceitabilidade pelos consumidores (SILVA et al., 2004).

Outra cultivar obtida de programa de melhoramento consiste na variedade conquista. A BRS Conquista é uma cultivar de banana que apresenta resistência à sigatoka-negra, ao mal-do-panamá, à sigatoka-amarela, e tolerância à nematoídes. Apresenta produtividade alta podendo atingir 48 toneladas por hectare ao ano. É uma variedade de bananeira obtida da variação somaclonal da cultivar Thap Maeo. Os frutos maduros apresentam casca de coloração amarelo-clara, polpa de coloração creme, bom equilíbrio entre açúcares/ácidos e aroma agradável, bastante marcante, e, sobretudo, rendimento elevado em função da alta relação polpa/casca. Outra importante característica de qualidade consiste no fato de que os frutos não despencam do cacho facilmente com o manuseio e o amadurecimento (PEREIRA, GASPAROTTO, 2008).

Com relação a industrialização, a desidratação parece ser uma alternativa interessante para retardar a perda na pós-colheita da banana. Uma das técnicas de preservação de alimentos mais antigas consiste na remoção de umidade dos alimentos pelo processo de secagem. A remoção de umidade provoca diminuição da atividade de água do produto, inibindo o desenvolvimento de microrganismos e retardando deteriorações de origem físico-química (CANO-CHAUCA et al., 2004).

A fruta desidratada é o produto obtido pela perda parcial da água da fruta madura inteira ou em pedaços, atingindo-se um teor de umidade final que varia entre 15 e 25%. Nesse processo, normalmente ocorrem mudanças significativas na cor, sabor e textura do produto desidratado, quando comparado com a fruta fresca da qual se originam (MOTA, 2005). Dentre as vantagens da secagem destacam-se o método simples, menor custo em relação a outros processos e obtenção de produtos com maior vida de prateleira. É um processo de fácil aplicação que, além de prolongar a vida de prateleira, diminui o peso do produto para o transporte e o espaço necessário para o armazenamento (AGUIRRE, 2004).

Tendo em vista que, a qualidade de um produto alimentício é determinada por um conjunto de atributos ou propriedades sensoriais e nutricionais desejáveis (CHITARRA, CHITARRA, 1990), torna-se de grande importância avaliar o grau de aceitação por parte dos consumidores.

As análises sensoriais, físico-químicas e bromatológicas de cultivares de bananas apontam o potencial destas tanto para o consumo *in natura* quanto para uso industrial. Desta forma o trabalho teve como objetivo determinar a composição bromatológica das quatro cultivares de banana e avaliar a aceitabilidade de bananas nas formas *in natura* e desidratadas.

10.2. MATERIAL E MÉTODOS

10.2.1. Caracterização bromatologia da bananas *in natura*

Os frutos de banana utilizados foram obtidos de quatro variedades (Prata Anã, Grand Naine, Tropical e Conquista), produzidas na Fazenda Água Limpa-UnB (FAL). As bananas foram colhidas e conduzidas até o Laboratório de Análise de Alimentos da Unidade da Agroindústria do IFB *Campus* Planaltina. O experimento foi realizado no período de agosto a outubro 2016.

A umidade foi determinada por método gravimétrico utilizando balança determinadora de umidade que utiliza sistema de aquecimento halogeno, até peso constante. O teor de lipídeos foi obtido em extrator de gordura, utilizando-se como solvente o éter de petróleo pelo método direto em Soxhlet, segundo o Instituto Adolfo Lutz - IAL (BRASIL, 2008). A proteína foi determinada pelo método Kjeldahl, de acordo com AOAC, 1984. A matéria mineral (cinzas) foi determinada pela calcinação da amostra em forno mufla, à temperatura de 550°C, até peso constante, segundo o Instituto Adolfo Lutz - IAL (BRASIL, 2008). O carboidrato total foi calculado pela diferença (100 - soma das demais frações da composição centesimal). As análises foram realizadas em triplicata, conforme o predisposto pelo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008).

10.2.2. Desidratação das Bananas

O processo de desidratação pelo método de secagem em cabine foi realizado no Laboratório de Processamento de Alimentos da Unidade da Agroindústria do IFB *Campus* Planaltina.

Os experimentos foram conduzidos em 4 blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, em arranjo de parcela subdividida, usando 4 variedades (Prata Anã, Grand Naine, Tropical e Conquista), 2 avaliações (*in natura*, desidratada), 60 provadores não treinados, onde foram analisados 01 caixa de bananas de cada variedade, sendo para a variedade Prata Anã o total de 9,8Kg, Grand Naine 13Kg, Tropical 8,9Kg e Conquista 10Kg por caixa.

As bananas foram despencadas e lavadas visando a retirada de restos florais e eliminação de látex, na qual foram imersas em tanques de lavagem contendo água e detergente neutro (0,5 L de detergente para 8.000 L de água). As amostras foram armazenadas em temperatura ambiente até a fase de amadurecimento, onde foram preparadas para as avaliações e para a produção da banana passa.

O método de secagem utilizado consistiu na secagem artificial utilizando o secador de bandeja. Conforme Celestino (2010) em um secador de bandeja, o alimento sólido é espalhado uniformemente sobre uma bandeja com fundo tipo tela (de metal ou plástico) a uma espessura de 10 mm a 100 mm. A circulação de ar no secador é feita por um ventilador situado atrás de resistências elétricas usadas para o aquecimento do ar de entrada. O controle da temperatura é por meio de um termostato. Após a secagem, o secador é aberto e as bandejas descarregadas.

O processamento consistiu no descascamento das bananas, com posterior lavagem em água corrente, sanitização com solução clorada 5 ppm de Hipoclorito por 15 minutos, para a retirada dos restos florais e eliminação do látex das frutas. Em seguida as bananas foram colocadas em um escorredor para retirada do excesso de água.

Após esta etapa foram cortadas no formato de cilindros e no tamanho aproximadamente de 5 cm e organizadas nas bandejas tipo tela de plástico. Em seguida, foram colocadas no secador de cabine na temperatura de 60°C por 24 horas. Decorrido o tempo, as bananas desidratadas foram retiradas da bandeja e embaladas em embalagem plástica de polipropileno para posterior análises (Figura 1).

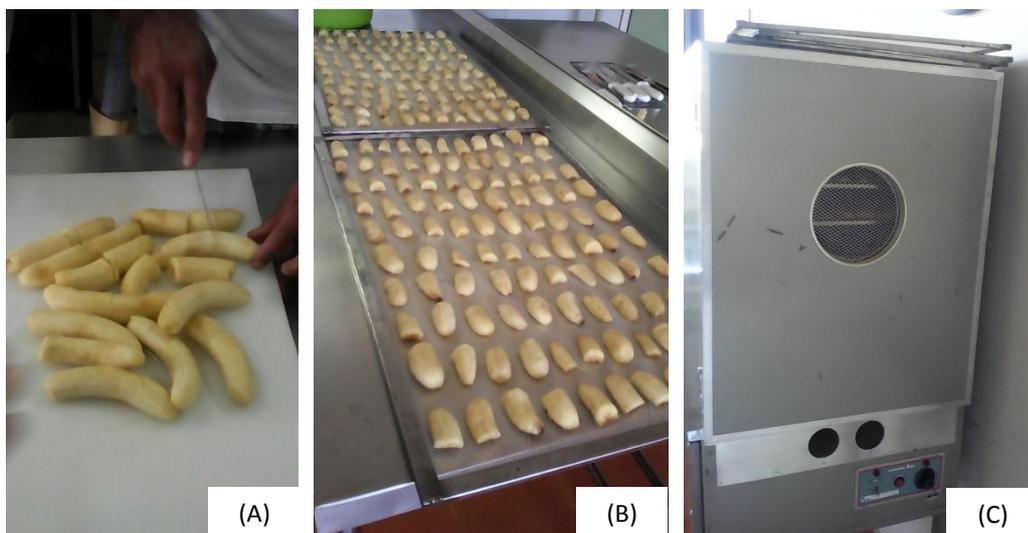


Figura 1. Processamento da banana desidratada em laboratório. A) banana *in natura*, B) amostras para desidratação, C) secador tipo cabine. Brasília, DF, 2016.

10.2.3. Caracterização físico-química das bananas desidratadas

As análises físico química avaliadas foram teores de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT.

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado por leitura em refratômetro digital (Marca ATAGO, modelo Pocket Palm Perform) com escala variando de 0 até 30%, com compensação automática de temperatura. Para a banana verde, tomou-se 5 g de polpa e

diluiu-se em 5,0 mL de água destilada, sendo posteriormente filtrado em papel filtro. Para a banana madura, após a trituração, tomou-se de duas a três gotas da amostra filtrada após homogeneização com um bastão de vidro. As leituras foram registradas com precisão de 0,1 a 25°C (AOAC, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem (°Brix).

A acidez total titulável, expressa em % de ácido málico, foi determinada em duplicata usando-se 5,0g da amostra da polpa, ao qual adicionou-se 100 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína alcoólica à 1,0%. Em seguida procedeu-se a titulação com solução de NaOH à 0,1 N, previamente padronizada. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido málico. Para o cálculo de acidez, em ácido málico, utilizou-se a seguinte equação: % (v/p) = $[V \times f \times \text{eq.g ácido} \times 100] / P$, onde, V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação; f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio P = g ou mL da amostra usado na titulação Eq.g ácido = equivalente grama do ácido expresso que corresponde aos equivalentes gramas de 1 mL de NaOH na normalidade utilizada, no caso do ácido málico o valor foi 67,05.

A relação sólidos totais solúveis (SS) e acidez titulável (AT) foi determinada pelo quociente entre os dois constituintes. Os resultados foram expressos em valores absolutos.

10.2.4. Análise Sensorial das Bananas *in natura* e desidratadas

A avaliação sensorial das formulações de bananas *in natura* e desidratadas foram realizada por meio da aplicação dos testes de aceitação por escala hedônica de 9 pontos, onde o 1 é desgostei extremamente, 5 é indiferente e 9 é gostei extremamente, utilizando 60 provadores não treinados, de forma inteiramente casualizada, utilizando a ficha de avaliação sensorial.

A análise sensorial das amostras *in natura* os frutos foram servidos na quantidade de duas rodela de cada cultivar, por provador, cuja espessura foi de 1,5 cm (evitando-se as extremidades dos dedos), em pratos plásticos pequenos (descartáveis) devidamente codificados com três dígitos. Da mesma forma, foram ofertadas duas amostras de banana desidratada aos provadores de cada cultivar. Os testes foram realizados em cabines individuais com iluminação adequada. A cada provador foi explicada a pesquisa e solicitado que assinem o Termo de Consentimento Esclarecido.

10.2.5. Análise Estatística

As médias dos resultados obtidos foram agrupados pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1995). Os cálculos referentes às análises estatísticas foram executados, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

10.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

10.3.1. Composição Bromatológica das bananas *in natura*

A análise bromatológica, presente na Tabela 1, evidenciou teores de umidade das cultivares variando de 74,5 a 78,6%, energia foi de 88 a 106 Kcal e carboidratos variou de 17,8 a 23,9 g sendo ‘Grand Naine’ com menores valores e ‘BRS Tropical’ maiores quantidades. Devido a esta composição a banana é um alimento altamente energético.

Estas calorias encontram-se principalmente sob a forma de frutose e amido. Estes nutrientes são rapidamente convertidos em energia, dado que os hidratos de carbono da banana são facilmente assimiláveis (ANGELIS, 2009).

Os valores obtidos para proteína foram de 3,8 g para ‘Grand Naine’, 4,0 g para ‘Prata Anã’, 2,3 g para ‘BRS Tropical’ e 1,9 g para ‘BRS Conquista’ as variações evidenciam que o teor de proteínas é característica determinada geneticamente conforme a cultivar. A quantidade de lipídeos foi de 0,2 g para todas as cultivares avaliadas. A quantidade de minerais totais (cinzas) apresentou-se entre 0,9 a 1,6 g, para as cultivares ‘BRS Conquista’ e ‘Grand Naine’ respectivamente.

Tabela 1. Composição bromatológica das variedades de bananas analisadas e valores de referência da Tabela de Composição de Alimentos Brasileira. Brasília, DF, 2019.

Cultivar	Composição Bromatológica Analisada						
	Umidade %	Energia Kcal	Energia KJ	Proteínas g	Lipídeos g	Carboidratos g	Cinzas g
Grand Naine	74,5	88	369	3,8	0,2	17,8	1,6
Prata Anã	78,6	101	424	4,0	0,2	21,1	0,9
BRS Tropical	78,4	106	444	2,3	0,2	23,9	1,1
BRS Conquista	76,6	94	394	1,9	0,2	21,2	0,9
Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TBCA							
Nanica	75,9	92	386	1,3	0,2	21,9	0,8
Prata	72,0	107	453	1,1	0,3	26,0	0,8
Maçã	71,3	109	461	1,5	0,3	26,3	0,7
Composição Bromatológica Tabela de Composição Brasileira - TACO							
Nanica	73,8	92	383	1,4	0,1	23,8	0,8
Prata	71,9	98	411	1,3	0,1	26,0	0,8
Maçã	75,2	87	363	1,8	0,1	22,3	0,6

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). 2017; Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 2006.

A principal fonte de consulta para cálculo de informações nutricionais e recomendações de ingestão de alimentos consiste na tabela de composição, entretanto, observa-se pelas informações da Tabela 1 que existe variações na composição em virtude da

cultivar analisada e das características regionais do local de produção, pois as amostras que compõe a tabela TACO foram de bananas comercializadas na Central de Abastecimento CEASA – Campinas, São Paulo e as amostras que compõe a TBCA alimentos adquiridos em mercados da cidade de São Paulo. As principais variações observadas foram nos teores de proteínas, carboidratos e conseqüentemente no teor de energia.

Para Nomura (2016) diante das mudanças na composição química da banana conforme as cultivares, os consumidores brasileiros tem maior preferência pelo consumo *in natura* das bananas do tipo Prata ou Nanica, e se caracterizam por apresentar diferenças entre elas. A cultivar ‘Grand Naine’ apresenta o sabor da polpa madura é idêntico ao da Nanica (SILVA et al., 1997). A bananeira cultivar ‘Prata Anã’ apresenta seus frutos típicos do subgrupo Prata Comum, com relação à forma e ao sabor, porém um pouco mais curtos e roliços (MOREIRA, 1999). Os frutos da ‘BRS Tropical’ apresentam casca amarela, polpa esbranquiçada e sabor doce, com baixa acidez, confundida com a da banana maçã (SAES et al. 2005). Na ‘BRS Conquista’ os frutos maduros apresentam casca de coloração amarelo-clara, polpa de coloração creme, bom equilíbrio entre açúcares/ácidos e aroma agradável, bastante marcante (PEREIRA, GASPAROTTO, 2008).

10.3.2. Caracterização físico-química fruta *in natura* e desidratada

Na Tabela 2, são apresentados os valores físico-químicos da banana *in natura*, cujos valores apresentados se referem à média aritmética. A caracterização das variedades das bananas desidratadas também está representada nesta tabela. Verifica-se que ocorre uma concentração nos teores de sólidos solúveis e acidez analisada, como conseqüência da perda de água do alimento.

Tabela 2. Composição físico-química das variedades de bananas *in natura* e desidratadas. Brasília, DF, 2016.

VARIÉDADAS	Composição físico-química das variedades de bananas <i>in natura</i> e desidratadas					
	Sólidos solúveis totais (°Brix)		Acidez Titulável (%)		Ratio SST/ATT	
	<i>in natura</i>	Desidratada	<i>in natura</i>	Desidratada	<i>in natura</i>	Desidratada
Prata Anã	22,7 aA	32,5 bA	0,26 aA	0,37 bA	87,3 aA	87,8 aA
Grand Naine	18,8 aA	29,4 bA	0,21 aA	0,33 bA	89,5 aA	89,1 aA
Tropical	19,7 aA	31,7 bA	0,23 aA	0,37 bA	85,6 aA	85,7 aA
Conquista	20,5 aA	32,0 bA	0,22 aA	0,33 bA	93,2 aB	97,0 aB

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos sólidos solúveis totais da fruta in natura, foi observado que não houve diferença significativa entre as variedades de bananas analisadas. Os valores apresentados foi de 18,8°Brix para a variedade de banana Grand Naine, 19,7°Brix para a Tropical, 20,5°Brix para a Conquista e 22,7°Brix para a Prata Anã. De acordo com Vilas Boas *et al.* (2004) os sólidos solúveis são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor.

Os valores obtidos estão em conformidade com trabalho realizado por Jesus *et al.* (2004) que encontraram resultado indicando que as frutas dos genótipos Pacovan e seus híbridos PV03-44 e PV03-76; Prata Anã e seus híbridos FHIA-18, Pioneira e Prata Graúda; Caipira, Nanica e Thap Maeo apresentaram teores de sólidos solúveis variando de 19,8% a 27,4%.

Verificou-se que para a acidez titulável também não foi observada diferença significativa entre as variedades. Sendo que a variedade Prata Anã apresentou 0,26%, a Gand Naine 0,21%, a Tropical 0,23% e a Conquista 0,22%. Logo os valores de acidez encontrados para as cultivares se encontravam entre 0,21% a 0,26%, que caracterizam valores dentro da faixa indicada na literatura, que variam de 0,17% a 0,67% para frutos de banana (DAMATTO JÚNIOR *et al.*, 2005; PEREIRA *et al.*, 2011).

A relação SS/AT é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da maturidade comercial de frutos, por refletir o balanço entre os açúcares e os ácidos, sendo muito importante e desejável nos frutos como uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Nas avaliações realizadas os valores de ratio obtidos foram de 87,3 para variedade Prata Anã, 89,5 para Grand Naine, 85,6 para Tropical e 93,2 para Conquista. Segundo Machado *et al.* (2003) esta razão é também um parâmetro utilizado para determinação da palatabilidade dos frutos, e normalmente, quanto maior o valor do ratio, mais agradável ao paladar é o suco ou polpa de fruta, uma vez que o teor de sólidos solúveis totais é alto e/ou acidez total é baixa. Cerqueira (2000), avaliando diferentes genótipos de banana observou uma relação SS/AT de 33,7 a 109,2.

Foi observado que os produtos desidratados das diferentes variedades não apresentaram diferenças significativas com relação aos teores de sólidos solúveis e acidez titulável. Foi obtido valores variando de 29,4°Brix a 32,5°Brix e com relação a acidez a faixa de variação foi menor sendo que as variedades Gand Naine e Conquista apresentou o valor de 0,33% e as variedades Prata Anã e Tropical o valor de 0,37% de acidez titulável. Com relação ao Ratio as variedades Conquista e Tropical apresentaram valores maiores respectivamente, 97 e 89,1, enquanto que a Prata Anã apresentou 87,8 e a Tropical 85,7.

10.3.3. Avaliação Sensorial das bananas *in natura* e desidratadas

No desenvolvimento de um produto, a determinação da aceitação pelo consumidor é fundamental. Os resultados da avaliação sensorial indicaram que a porcentagem de aceitação das variedades de banana Prata Anã e Grand Naine foi de 81% e 85%, respectivamente, e 77% para a Tropical e 73% para a variedade Conquista.

E verificou-se com relação à aceitação global que a fruta *in natura* é amplamente aceita com avaliações da fruta entre o gostei moderadamente ao gostei extremamente. Matsuura et al., (2002) também obtiveram boa aceitação sensorial avaliando a banana Pacovan e dois híbridos desta cultivar, os quais apresentaram, aceitação de 60 a 70%.

Os resultados da análise sensorial das frutas desidratadas indicaram que a porcentagem de aceitação das variedades de banana prata e conquista foi de 97%. Para as variedades nanica e tropical foi de 95% e 90%, respectivamente.

Observou-se que a aceitabilidade das bananas na forma desidratada aumentou consideravelmente quando comparada com a fruta *in natura*. Após o processo de desidratação houve um aumento da aceitação de 24 e 16% para as variedades conquista e prata, respectivamente. E de 10% para a variedade nanica e 13% para a tropical.

Com relação a aceitação global, verificou-se que a fruta na forma desidratada foi amplamente aceita com avaliações entre gostei moderadamente ao gostei extremamente. Pontes et al., 2007, ao analisarem sensorialmente fatias de banana da terra desidratadas osmoticamente com soluções de sacarose, obtiveram médias para a aceitação na estíma de 60%. O mesmo comportamento foi observado por Brandão et al. (2003) ao estudarem a aceitação de frutos de manga, submetidos à desidratação osmótica, com médias variando de 60 a 70%. Tais valores são abaixo ao encontrado por este trabalho.

Pela análise estatística Tabela 3, verificou-se que pelo teste de aceitabilidade não existe diferença estatística entre as variedades Grand Naine e Prata Anã na forma *in natura* sendo que os provadores avaliaram como gostei moderadamente (7), e entre a Conquista e Tropical que foi avaliada como gostei ligeiramente (6). Já a fruta desidratada verificou-se diferença estatística entre a Grand Naine e as demais variedades, sendo esta avaliada como gostei muito (8), enquanto as outras como gostei moderadamente (7).

Tabela 3. Resultado da Análise Estatística do Teste Sensorial por escala hedônica de 9 pontos para bananas in natura e desidratadas. Brasília, DF, 2016.

Variedades	Escala de Avaliação Sensorial	
	<i>In Natura</i>	Desidratada
Grand Naine	7,01 aA	8,16 bC
Prata Anã	7,06 aA	7,86 bB
Conquista	6,51 aB	7,81 bB
Tropical	6,70 aB	7,48 bB

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre a fruta in natura e desidratada, para todas as variedades. Os resultados indicam que o produto obtido com o processo de desidratação foi melhor avaliado quando comparado com a forma in natura.

Damatto Júnior et al. (2005), avaliando a aceitação sensorial dos cultivares Prata Anã e Prata Zulu, verificaram que os provadores tiveram preferência pelo cultivar Prata Anã. Segundo os autores, essa preferência se deve ao fato dos consumidores já estarem habituados ao consumo desta cultivar. Essa afirmação pode justificar a maior preferência por parte dos avaliadores pelas variedades nanica e prata que são amplamente consumidas e comercializadas na região do estudo. Enquanto, as variedades tropical e conquista por serem novas e não serem comercializadas na região, os consumidores ainda não estão habituados ao consumo.

O aumento na aceitação da variedade Conquista após o processo de desidratação pode estar relacionado com o teor de SST/AT que o maior entre as variedades estudadas. Segundo Machado et al. (2003) esta razão é também um parâmetro utilizado para determinação da palatabilidade dos frutos, e normalmente, quanto maior o valor do ratio, mais agradável ao paladar a fruta se torna.

O resultado da avaliação sensorial confirma os dados obtidos com a caracterização físico-química na qual não se verificou diferenças entre as variedades analisadas. No entanto, como o processo de secagem promoveu uma maior concentração dos nutrientes em virtude da perda de água, logo ocorreu um aumento nos valores de sólidos solúveis e acidez titulável melhorando assim as características de sabor e conseqüente aceitação do produto.

10.4. CONCLUSÕES

- O teste de aceitabilidade para as quatro variedades de bananas avaliadas, Prata Anã, Grand Naine, Tropical e Conquista indicou que o produto desidratado apresentou aceitação maior do que as frutas *in natura*.
- Foi verificada diferenças na aceitação entre as variedades, no entanto, entre os frutos desidratados todas apresentam aptidão e aceitabilidade com a utilização do método de secagem em cabine como tecnologia para aumentar a conservação, promover a geração de renda e, sobretudo evitar o desperdício.
- A desidratação promove uma concentração dos nutrientes em virtude da perda de água, aumenta os valores de sólidos solúveis e acidez titulável melhorando assim as características de sabor e consequente aceitação do produto.

10.5. REFERÊNCIAS

AGUIRRE, J. M. **Produção de tomate parcialmente desidratado e marinado**. Campinas: ITAL. Material Técnico Curso de Desidratação de Frutas e Hortaliças ITAL/FRUTHOTEC, 24p. 2004.

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 585p. 1999.

ANGELIS, B. S.; SILVA, M. A. A. P.; NETO, F. M. **Caracterização química, perfil sensorial e aceitabilidade de novas variedades de banana (*musa ssp*) resistente a Sigatoka-Negra**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

AOAC - Association of Oficial Analytical Chemistral. **Official Methods of Analysis**. 14 ed. Arlington, 1141p. 1984.

AOAC - Association of Oficial Analytical Chemistral. **Official methods of Analysis**. 11. ed. Washington: AOAC, 1115p. 1992.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal : FUNEP, 247p. 1995.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. ed. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas - BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 279p. 2004.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T; SOUSA, P. H. M. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótica-solar. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25n1, p.38-41, 2003.

CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, P. I. **Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos - B.CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 121-132, jan./jun. 2004.

- CASTRICINI, A.; SANTOS, L. O.; DELIZA, R.; COELHO, E. F.; RODRIGUES, M. G. V. Caracterização pós-colheita e sensorial de genótipos de bananeiras tipo prata. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.37, n. 1, 2015.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 51p. 2010.
- CERQUEIRA, R. C.; SILVA, S. O.; MEDINA, V. M. Característica da maturação pós-colheita e resistência ao despençamento de genótipos de bananeira (*Musa* spp). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF/EMBRAPA, p.119. 2000.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 785p. 2005.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras, MG: Escola Superior de Agricultura de Lavras - FAEPE, 1990.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; CAMPOS, A. J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G. C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Produção e caracterização de frutos de bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Prata Zulu’. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v.27, n. 3, p.440-443, set./dez. 2005.
- FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial, **Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(3): 524-529, jul.-set. 2007
- FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora Ufla, 662p. 2008.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 1. ed. São Paulo, 1020p. digital v. 1, p. 98-9, 103-4, 105-6, 116-17-18,122-23-24, 127-28,133-37, 652,670-71-72. 2008.
- JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Rev. Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.315-323, 2004.
- LICHTEMBERG, L. A. **Colheita e Pós-colheita da Banana**. Informe Agropecuário, v. 20, p.73-90, 1999.
- MACHADO, S. S.; CARDOSO, R. L.; MATSUURA, C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara – Bahia. **Rev. Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. Especial Fruticultura, 2003.
- MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; RIBEIRO, D. E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar Pacovan. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.263-266, 2002.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill – 2ª edição, 335p. 1999.
- MOTA R. V. Avaliação da Qualidade de Banana Passa Elaborada a Partir de Seis Cultivares. **Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 25, p. 560-563, 2005.
- NASCIMENTO JUNIOR, B. B.; OZORIO, L. P.; REZENDE, C. M.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.649-658, 2008.
- NOMURA, E. S. **Desempenho agronomico e pós-colheita de cultivaas de bananeiras sob adução nitrogenada e potássica**. 2016. Tese de doutorado em Agronomia- Produção Vegetal apresentado a Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L. **BRS Conquista: Nova Cultivar de Bananeira para o Agronegócio da Bananeira no Brasil**. Comunicado Técnico, 60. EMBRAPA Transferência de Tecnologia, Manaus, AM. 2008.

PEREIRA, V. D. O.; MORAIS, P.; AMBRÓSIO, M.; WANDERLEY, J.; SOUSA, J. Post-harvest quality of banana cultivars marketed in Pombal-PB. **Rev. Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Vol. 5 n 1, p. 49-55. 2011.

PONTES, S. F.; BONOMO O. R. C. F.; PONTES, L. V.; RIBEIRO, A. C.; CARNEIRO, J. C. S. Secagem e avaliação sensorial de banana da terra. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.9, n.2, p.143-148, 2007.

RIBEIRO, P.; MORAIS, T. B.; COLUGNATI, F. A. B.; SIGULEM, D. M. Tabelas de composição química de alimentos: análise comparativa com resultados laboratoriais. **Rev. de Saúde Pública**, 37(2), 216-225, 2003.

SAES, L.A.; NOMURA, E.S.; GARCIA, V.A. Cultivares resistentes de bananeira. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 13., 2005, Registro. Anais. Registro: APTA, 2005. p.51-58.

SARAIVA, L. de A.; CASTELAN, F. P.; SHITAKUBO, R.; HASSIMOTO, N. M. A.; PURGATO, E.; CHILLET, M.; CORDENUNSI, B. R. Black leaf streak disease affects starch metabolism in banana fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, n. 61, p. 5582–5589, 2013.

SILVA, S. de O. E., ALVES, E. J., SHEPHERD, K., DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (org.) **A Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 85-105. 1999.

SILVA, S. de O. e; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1997. 585 p.

SILVA, S. de O. E; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. eds. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, p. 45-58. 2004.

SOTO-BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. 3.ed. San José: Litografía e Imprenta Lil, 2008.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Versão 2 – Segunda Edição. Campinas – SP. 2006.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 6.0. São Paulo, 2017. [Acesso em: xxxx]. Disponível em:

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 26, n. 3, p. 540-543, 2004.

VILAS BOAS, E. V. B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. Características da fruta. In: _____. **Banana pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, p. 15-19. 2001.

CAPÍTULO 11 - Caracterização físico-química da polpa das variedades de banana BRS

Tropical e BRS Conquista desidratadas pelo processo *foam mat drying*

Physicochemical characterization of the pulp of BRS Tropical and BRS Conquista banana varieties dehydrated by the foam mat drying process

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa^I; Isac Ricardo Rodrigues da Silva^{II}; Laís Fernandes Almeida^{III}, Josemar Gonçalves de Oliveira Filho^{IV}; Edilsa Rosa da Silva^V, Vinícius Machado dos Santos^{VI}; José Ricardo Peixoto^{VII}.

^IEng. Alimentos M. Sc., Professor Titular do Instituto Federal de Brasília IFB – *Campus Planaltina* DF. E-mail: heloisa.falcao@ifb.edu.br

^{II} Técnico em Agroindústria, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: isactabares@gmail.com

^{III} Tecnóloga em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail:

^{IV} Tecnólogo em Agroecologia, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: josemar.gooliver@gmail.com.

^VEconomia Domestica, Dra, Professora, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: edilsa.rosa@ifb.edu.br

^{VI}Zootecnista Dr., Professor, Instituto Federal de Brasília – IFB - Distrito Federal. E-mail: vinicius.santos@ifb.edu.br.

^{VII}Eng Agrônomo Dr., Professor, Universidade de Brasília - UnB – Faculdade de Agronomia – Distrito Federal. E-mail: peixoto@unb.br

RESUMO

A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) é uma das técnicas empregadas para a obtenção de produtos alimentícios em pó destacando-se por ser um método em que alimentos líquidos ou semilíquidos são transformados em espumas estáveis, através de vigorosa agitação e incorporação de agentes espumantes para, posteriormente, serem desidratados. Desta forma, objetivou-se avaliar as características da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista secas em pó pelo processo de camada de espuma. As polpas das bananas foram desidratadas em estufa de circulação de ar forçada, a temperatura de 70 °C, através da formação de espuma com auxílio do agente espumante emustab. As bananas em pó foram analisadas quanto ao pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis (SST), solubilidade em água e análise cromática pelas coordenadas L*, a* e b*. A variedade BRS Tropical apresentou teor de pH de 4,03 e SST 31,7°Brix, enquanto a BRS Conquista apresentou valor inferior para pH 3, 96 (com diferença significativa) e superior para SST 32°Brix (sem diferença significativa). Com relação a solubilidade em água, não houve diferença significativa entre as variedades e o percentual de solubilidade foi 63,50% para BRS Conquista e 55,86% para BRS Tropical. Os resultados para análise cromática indicaram que houve diferença significativa para todos os parâmetros avaliados. A variedade BRS Conquista

apresentou maior valor para o parâmetro L* 69,73 e menores valores para os parâmetros a* 6,77 e b* 23,44 e a variedade BRS Tropical apresentou valores para L* 53,71, a* 13,34 e b* 32,36. Conclui-se que a técnica é adequada para secagem da polpa de banana produzindo um produto final com boas características.

Palavras-chave: *Musa* spp, Tecnologia de Alimentos, Pós-colheita.

ABSTRACT

Foam-mat drying is one of the techniques used to obtain powdered food products. It stands out as a method in which liquid or semi-liquid foods are transformed into stable foams by vigorous stirring and incorporation of foaming agents to subsequently be dehydrated. In this way, the objective was to evaluate the characteristics of the banana pulp of the BRS Tropical and BRS Conquista dried powder varieties. The banana pulps were dehydrated in a forced air circulation oven, at a temperature of 70 ° C, through the formation of foam with the aid of the emustab foaming agent. The powdered bananas were analyzed for pH, soluble solids content (SST), water solubility and color analysis by the L*, a* and b* coordinates. The BRS Tropical variety presented a pH of 4.03 and SST 31.7 ° Brix, while the BRS Conquista presented a lower value for pH 3,96 (with significant difference) and higher for 32 ° Brix SST (without significant difference). Regarding water solubility, there was no significant difference between the varieties and the percentage of solubility was 63.50% for BRS Conquista and 55.86% for BRS Tropical. The results for chromatic analysis indicated that there was a significant difference for all parameters evaluated. The BRS Conquista variety presented higher value for the parameter L * 69.73 and lower values for the parameters a* 6,77 and b * 23,44 and the BRS Tropical variety presented values for L * 53,71, a * 13,34 e b* 32.36. It is concluded that the technique is suitable for drying the banana pulp producing a final product with good characteristics.

Keywords: *Musa* spp, Food Technology, Post Harvest.

11.1. INTRODUÇÃO

A produção de banana está em todo o território brasileiro, segundo o IBGE (2017) dentre os principais estados produtores destacam: São Paulo (16,25%), Bahia (13%), Santa Catarina (10,69%), Minas Gerais (10,27%), Pará (7,70%) e Goiás (3,13%). Foram produzidas cerca de 6.764.324 toneladas de banana, em uma área de 469.711 hectares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

Apesar do grande potencial de produção observa-se elevadas perdas pós-colheita na fruticultura. Segundo dados da FAO (2013), 54% do desperdício de alimentos no mundo ocorre na fase inicial da produção, manipulação pós-colheita e armazenagem. Os restantes 46% ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo. Percebe-se então a necessidade de aumento de pesquisas na área a fim da redução do desperdício, incluindo a área de pós-colheita.

Uma das técnicas de preservação de alimentos mais antigas utilizadas pelo homem consiste na remoção de umidade dos alimentos pelo processo de secagem. A umidade é o principal fator para os processos microbiológicos, como o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias, e também para o desenvolvimento de insetos (PARK; ANTÔNIO, 2006). A remoção de umidade provoca diminuição da atividade de água do produto, inibindo o desenvolvimento de micro-organismos e retardando deteriorações de origem físico-química (CANO-CHAUCA et al., 2004).

Entre os processos estudados para secagem destaca-se a desidratação em camada de espuma (*foam-mat drying*), que tem como característica a rápida secagem de alimentos líquidos e pastosos como sucos, purê e polpas de frutas (MARQUES, 2009). A secagem em *Foam-mat Drying* é um método em que alimentos líquidos ou semilíquidos são transformados em espumas estáveis através de vigorosa agitação e incorporação de agentes espumantes para posteriormente serem desidratados (KARIN; WAI, 1999; SILVA et al., 2008). A secagem em camada de espuma quando comparada com outros métodos, se mostra vantajosa por utilizar baixas temperaturas e tempos curtos de secagem (JAKUBCZYK et al., 2010), remoção mais rápida da água presente no produto e obtenção de um produto poroso facilmente reidratável (DANTAS, 2010). Essas vantagens podem ser atribuídas à maior área de superfície exposta pelo alimento ao ar aquecido, o que favorece ao processo de remoção da umidade (KARIN; WAI, 1999). Vários autores (CAMARGO et al., 2008; SILVA et al., 2005) recomendam a sua aplicação em função da preservação da qualidade e estabilidade dos produtos.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar as características físico-químicas da polpa das variedades de banana BRS Tropical e BRS Conquista secas pelo processo de camada de espuma.

11.2. MATERIAL E MÉTODOS

11.2.1. Obtenção das Variedades de Bananas

As bananas das cultivares de banana BRS Tropical e BRS Conquista foram obtidas do pomar instalado na Fazenda Água Limpa-UnB (FAL). As bananas foram despencadas, e levadas para a sanitização inicial, visando a retirada de restos florais e eliminação de látex, na qual foram imersas em tanques de lavagem contendo água e detergente neutro (0,5 L de detergente para 8.000 L de água). As amostras foram organizadas conforme a variedade até a fase de amadurecimento com aparecimento da coloração amarela e áreas marrons da casca, onde foram preparadas para as avaliações e para secagem pelo método de camada de espuma.

11.2.2. Caracterização físico-química da polpa

A determinação de acidez titulável foi realizada por titulação com solução de NaOH(0,01N) e indicador fenoftaleína, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). O teor de SS, expresso em °Brix, foi determinado pelo método proposto pela AOAC (1984). Sendo utilizado um refratômetro manual com escala de 0 a 30°Brix e precisão 1°Brix. A relação SST/AT foi obtida através da divisão dos resultados dos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e da acidez titulável (% ácido cítrico).

11.2.3. Secagem da polpa das bananas pelo método de camada de espuma

Para a preparação da espuma para a secagem foram misturados em uma batedeira doméstica (MARCA, PAIS) 300g da polpa de banana de cada uma das variedades (BRS Tropical e BRS Conquista) e os aditivos alimentícios: emustab 45 g e ácido cítrico 1g, a mistura permaneceu em agitação por aproximadamente, 30 minutos para a formação de uma espuma porosa e estável. A secagem foi realizada na temperatura 70°C em secador de cabine (MARCA, PAIS). O método de secagem utilizado consistiu na secagem artificial utilizando o secador de bandeja. Conforme Celestino (2010) em um secador de bandeja, o alimento sólido é espalhado uniformemente sobre uma bandeja com fundo tipo tela (de metal ou plástico) a uma espessura de 10 mm a 100 mm.

11.2.3.1. Análises de acidez titulável e sólidos solúveis do pó

A determinação de acidez titulável foi realizada por titulação com solução de NaOH(0,01N) e indicador fenoftaleína, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). O teor de SS, expresso em °Brix, foi determinado pelo método proposto pela AOAC (1984). Sendo utilizado um refratômetro manual com escala de 0 a 30°Brix e precisão 1°Brix.

11.2.3.2 Coloração

A coloração foi determinada por meio de um colorímetro Konica Minolta CR-410, com a determinação no modo CIE L*a*b*, segundo metodologia descrita no manual técnico do equipamento AACC nº 14-22, aprovado em 1976.

11.2.3.3 Solubilidade

A solubilidade das amostras foi determinada pelo método descrito por Cano-Chauca et al. (2004), onde amostras de 1 g de pó foram diluídas por adição de 100 mL de água destilada em um béquer (250 mL) sob agitação a 2500 rpm por 5 minutos. As soluções foram transferidas para tubos de centrifugas e centrifugadas a 2500 rpm por 5 minutos. Alíquotas de 20 mL do sobrenadante foram transferidas para placas de alumínio, previamente submetidas em estufa a 105 °C por 2 horas. O percentual de solubilidade foi calculado a partir da diferença entre a massa final e a inicial do material na placa conforme a Equação (Eq. 1):

$$S(\%)=100x((Mseca)/Mincial) \quad (1)$$

Em que:

S = Solubilidade percentual (%);

Mseca = massa de amostra após secagem em estufa (g);

Minicial = massa de amostra pesada inicialmente (g).

11.2.4. Análise Estatística

Os resultados das análises da polpa fresca e da desidratada foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo teste de *t student* ($p < 0,05$).

11.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

11.3.1 Caracterização fruta *in natura*

A caracterização físico-química da matéria-prima é necessária, uma vez que podem relacionar tais características com a qualidade do produto final processado. Na Tabela 1, são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos da banana *in natura*, cujos valores apresentados se referem à média aritmética.

Tabela 1. Composição físico-química das variedades de bananas BRS Tropical e BRS Conquista *in natura*, Brasília, DF, 2018.

Parâmetros	Cultivares	
	BRS Tropical	BRS Conquista
Sólidos solúveis totais (°Brix)	26 ^a	25 ^a
Acidez Titulável (%)	0,23 ^a	0,22 ^a
Ratio SST/ATT	113,0 ^a	113,6 ^a

Os resultados para os teores de sólidos solúveis e acidez titulável são compatíveis com aqueles descritos por Sousa et al. (2019) para variedades de banana BRS Tropical e BRS Conquista.

11.3.2. Caracterização da polpa das bananas desidratadas em pó

A Figura 1 apresenta o teor de sólidos solúveis do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. A variedade BRS Tropical apresentou teor de SST de 31,7°Brix, enquanto a BRS Conquista apresentou 32°Brix (sem diferença significativa).

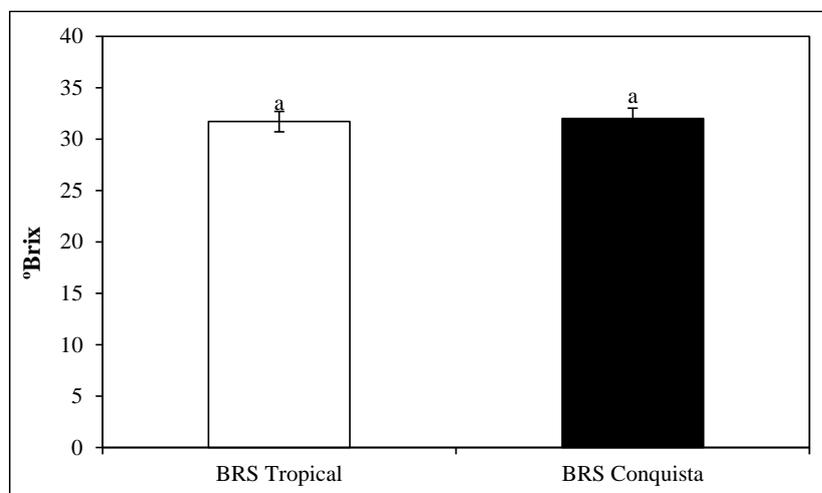


Figura 1. Teor de sólidos solúveis do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.

O processo de desidratação por camada de espuma provocou aumento de 5,7 °Brix para a variedade BRS Tropical e 7 °Brix para a variedade BRS Conquista no teor de sólidos solúveis quando comparado às polpas *in natura* Tabela 1. O aumento no teor de sólidos solúveis também foi relatado para a secagem em camada de espuma em frutos de *Spondias mombin* L. quando usado o aditivo emustab (FREITAS et al., 2018). Essa característica se

deve a adição do agente espumante que provoca concentração de substâncias sólidas conforme a umidade diminui.

Os valores de acidez titulável da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma são apresentados na Figura 2. A acidez titulável apresentou não apresentou diferenças significativas entre as variedades de banana (Figura 2). O pó da variedade BRS tropical apresentou acidez de 0,63 g/100 g de ácido málico enquanto a BRS Conquista 0,65 g/100 g de ácido cítrico.

O processo de desidratação por camada de espuma provocou aumento no teor de acidez titulável quando comparado às polpas *in natura* (Tabela 1) para as duas variedades analisadas. Essa característica se deve a adição do ácido cítrico e do agente emustab que provoca concentração de íons H^+ conforme a umidade diminui. Comportamento semelhante foi observado por Silva et al., (2008) e Freitas et al., (2019), para polpa de tamarindo e cajazinho amarelo (*Spondias mombin* L.), respectivamente.

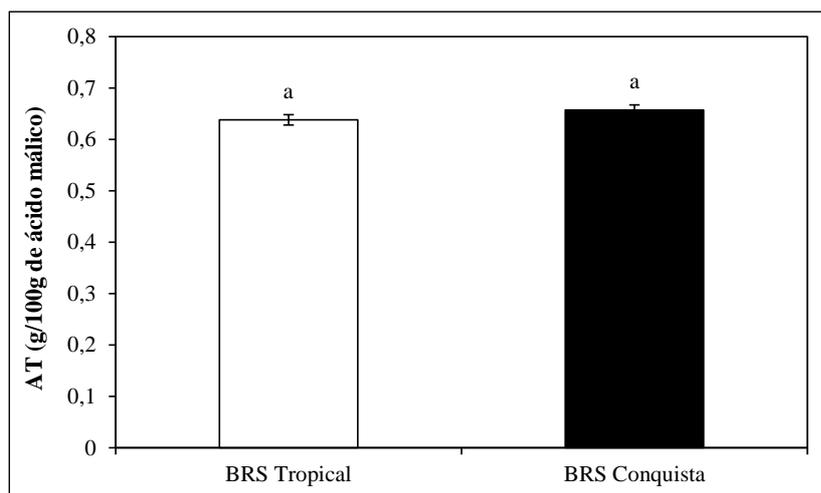


Figura 2. Acidez titulável (AT) do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.

O teor de pH do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma é apresentado na Figura 3.

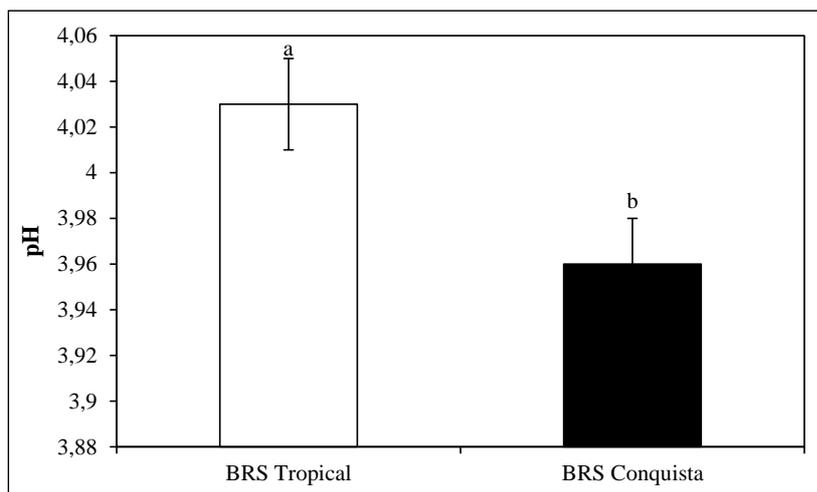


Figura 3. Teor de pH do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.

O pó da polpa (Figura 1) da variedade BRS Tropical apresentou valor de pH de 4,03, enquanto a BRS Conquista apresentou valor inferior para pH 3,96 (com diferença significativa), entretanto, ambos são considerados de média acidez.

O índice de solubilidade em água do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma é apresentado na Figura 4. Não houve diferença significativa entre as variedades com relação ao percentual de solubilidade em água que foi 63,50% para BRS Conquista e 55,86% para BRS Tropical.

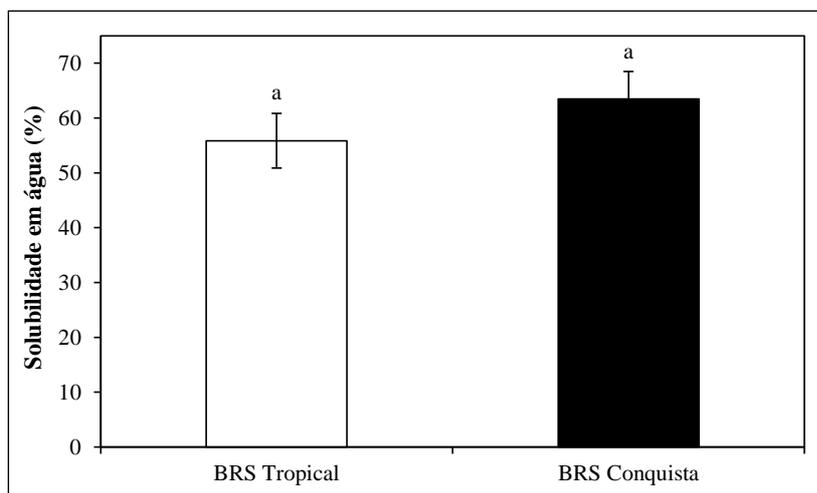


Figura 4. Solubilidade em água (%) do pó da polpa de banana das variedades BRS Tropical e BRS Conquista, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.

Valores comparáveis com os observados neste estudo foram descritos por Severo (2016), que verificou índice de solubilidade em água para a banana prata em pó de 76,18%. A tendência a aglomeração das partículas durante o teste de solubilidade para a secagem por

camada de espuma analisada por Queck et al. (2007) contribuiu para que os sumos de melancia secos em menores temperaturas tivessem maior taxa de solubilidade em água. Conforme Nadeem et al. (2011) quanto mais estável for o processo de secagem mais bolhas serão formadas na camada de espuma o que contribui para a porosidade e aumento da solubilidade do pó em água.

A solubilidade é o critério mais confiável para avaliar o comportamento do pó em solução aquosa. A adição de emulsificantes em combinação com secagem de camada de espuma faz com que ocorra a porosidade das amostras em consequência da incorporação de ar durante a etapa de mistura e formação da espuma (CRUZ, 2013).

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise cromática da polpa de frutos de banana em pó, após processo de secagem pelo método de camada de espuma.

Tabela 2. Análise cromática da polpa de frutos de banana em pó, após processo de secagem pelo método de camada de espuma. Brasília, DF, 2018.

Cultivar	Parâmetros			Fotografia
	L*	a*	b*	
BRS Tropical	53,71B	13,34A	32,36A	
BRS Conquista	69,73A	6,77B	23,44B	

Os resultados para análise cromática indicaram que houve diferença significativa para todos os parâmetros avaliados. A variedade BRS Conquista apresentou maior valor para o parâmetro L* 69,73 e menores valores para os parâmetros a* 6,77 e b* 23,44 e a variedade BRS Tropical apresentou valores para L* 53,71, a* 13,34 e b* 32,36.

A característica da cor verde (valores negativos) ao vermelho (valores positivos), representada pela coordenada de a*, mostra que o pó das variedades estudadas apresentam valores positivos revelando tendência para coloração vermelha, entretanto, observou-se que a variedade BRS Tropical apresenta maior tendência (com diferença significativa) para a coloração vermelha (13,34) que a variedade BRS Conquista (6,77). Fato relatado por Medeiros, (2007), na secagem por camada de espuma da mangaba, onde os valores de intensificação de vermelho foi de acordo com o aumento da temperatura. Essa diferença pode ser resultado da formação de compostos com coloração próxima a cor marrom (REIS et al., 2006).

Para a coordenada de b* variando da cor azul (valores negativos) ao amarelo (valores positivos), observou-se que o pó das variedades estudadas apresentam valores positivos revelando tendência para coloração amarela, entretanto, observou-se que a variedade BRS

Tropical apresenta maior tendência (com diferença significativa) para a coloração amarela (32,36) que a variedade BRS Conquista (23,44), comportamento semelhante ao observado para a coordenada a*.

A coordenada L*, que numa escala de 0 a 100 varia desde o preto (0) ao branco (100), apresentou diferença significativa entre as variedades estudadas. Observou-se que a luminosidade foi menor no pó da variedade BRS Tropical (53,71), ou seja, apresentou coloração mais escura que o pó da variedade BRS Conquista (69,73), conforme pode ser observado pela Tabela 2.

11.4. CONCLUSÃO

A secagem da polpa das bananas das variedades BRS Tropical e BRS Conquista pelo método de camada de espuma provocou aumento no teor de SST e AT.

O pó obtido após o processo de secagem apresentou elevada solubilidade indicando potencial para aplicação no desenvolvimento de produtos instantâneos, ou ingredientes que necessitam de ingredientes com maior solubilidade.

Concluiu-se que a produção do pó obtido utilizando o processo de secagem em camada de espuma a partir da polpa das variedades de bananas BRS Tropical e BRS Conquista apresenta viabilidade tecnológica e que a técnica é adequada para produção de um produto final com boas características físico-químicas, que apresenta potencial para ser utilizado no desenvolvimento de produtos com maior valor agregado.

11.5. REFERÊNCIAS

ALVES DE FIGUEIREDO SOUSA, Heloísa et al. Active film incorporated with clove essential oil on storage of banana varieties. *Nutrition & Food Science*, 2019.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 88p. 2018.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC international. Food composition, additives, natural contaminants, 18 ed., v.2, Gaithersburg: AOAC International, 2006.

CAMPOS, R.P; VALENTE, J.P; PEREIRA, W.E. Conservação pós-colheita de banana cv. ‘Nanicão’ climatizada e comercializada em Cuiabá – MT e região. Jaboticabal, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p. 172-174, abr. 2003.

CANO-CHAUCA, M., RAMOS, A.M., STRINGHETA, P.C., MARQUES, J.A., SILVA, P.I. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 121-132, jan./jun. 2004

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, n. 1, p. 420-428, 2005.

CRUZ, W. F. **Obtenção da polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem de espuma**. Universidade Federal de Viçosa . Dissertação de mestrado, 2013.93p.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; CAMPOS, A. J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G.C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R.M. Produção e caracterização de frutos de bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Prata Zulu’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n. 3, p.440-443, set./dez. 2005.

DANTAS, S. C. DE M. **Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Dissertação de Mestrado, 2010. 100p.

DE FREITAS, B.S.M, CAVALCANTE, M. D., CAGNIN, C., SILVA, R. M. D., PLÁCIDO, G. R., DE OLIVEIRA, D. E. Physical-chemical characterization of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) foam-mat drying at different temperatures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 430-435, 2018.

FAO – Organização das Nações Unidas para alimentação e a agricultura. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Nota Técnica. 2013 – disponível em: <https://www.fao.org.br/daccatb.asp>, consultado: 29/11/2015.

FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.9-14, 2010.

KARIM, A. A.; WAI, C. C.. Characteristics of foam prepared from starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree by using methyl cellulose. **Food Hydrocolloids**, v.13, n.3, p.203–210. 1999b.

KARIM, A. A; WAI, C. C. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**. v.64, n.3, p. 337 –343, 1999a.

MARQUES, G. M. R. **Secagem de caldo de cana em leite de espuma e avaliação sensorial do produto**. 2009. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga-BA.

NADEEM, H. S.; TORUN, M.; ÖZDEMIR, F. Spray drying of the mountain tea (*Sideritis stricta*) water extract by using different hydrocolloid carriers. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, p. 1626-1635, 2011.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C. **Análises de materiais biológicos**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006. 21 f.

PINTO, E. G. **Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leite de espuma**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga - BA, 2009.

PINTO, M. R. M. R. **Obtenção de extratos de carotenoides de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encapsulados pelo método de secagem em camada de espuma**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2012.

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, p. 386-392, 2007.

- RAJKUMAR, P., KAILAPPAN, R., VISWANATHAN, R., RAGHAVAN, G.S.V. Drying characteristic of foamed Alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. **Journal of Food Engineering** . v.79, p. 1452-1459, 2007.
- REIS, R.C.; RAMOS, A.M.; REGAZZI, A.J.; MINIM, V.P.R.; STRINGUETA, P.C. Almacenamiento de mango secado: análisis fisicoquímico, microbiológico, color y sensorial. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, v.5, n.3, p.214-225, 2006.
- SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. DE O.; ALMEIDA, F. DE A. C.; BRUNO, R. L. A.; PEREIRA, W. E. Desidratação de polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1899-1905, 2008.
- SILVA, C.S; PEROSA, J. M. Y; RUA, P. S; ABREU, C. L. M; PÂNTANO, S. C; VIEIRA, C. R. Y. I; BRIZOLA, R. M. O. Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 229-234, 2004.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.
- SILVA, J.S. Pré-processamento de produtos agrícolas. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 1995. 250p. SILVA, F. A. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, set./out. 2010.
- SILVA, L. M. M., et al. Estudo experimental da secagem de polpa de achachairu em camada fina. **Gaia Scientia**. V. 9, n. 1, p. 151-155, 2015.
- SILVA, M. B.L; RAMOS, A.M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, set/out, 2009.
- SILVA, S. de O. e et al. **Cultivares**. In: ALVES, E. J. (Org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. rev. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1999. p. 85-105.
- SILVA, S. de. O. e; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; PEREIRA, C. F.; RODRIGUEZ, M. A. D. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 919 –931, set. 2013.
- SILVA, S. de. O. e; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; PEREIRA, C. F.; RODRIGUEZ, M. A. D. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 919 –931, set. 2013.
- SOARES, E. C. **Caracterização de aditivos para secagem de araçá-boi (Eugenia stipitata Mc Vaugh) em leite de espuma**. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Dissertação Mestrado, 2009. 88p.
- SOARES, E. C.; OLIVEIRA, J. S. F.; MAIA3, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA JR., A.; FILHO, M. S. S. Desidratação da polpa de acerola (Malpighia emarginata d.c.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p.164-170, maio-ago. 2001.
- JAKUBCZYCK, E.; OSTROWSKA-LIGEZA, E.; GONDEK, E. Moisture sorption characteristics and glass transition temperature of apple puree powder. **International Journal**

of Food Science and Technology, v. 45, p. 2515-2523, 2010.

