



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

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE BANANAS DAS CULTIVARES  
‘GRAND NAINÉ’ E ‘BRS TROPICAL’ EM FUNÇÃO DE IRRIGAÇÃO E  
ADUBAÇÃO NA REGIÃO DISTRITO FEDERAL.**

**DOUGLAS RAMOS LORENA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**  
**JUNHO DE 2015**



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

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE BANANAS DAS CULTIVARES  
'GRAND NAINÉ' E 'BRS TROPICAL' EM FUNÇÃO DE IRRIGAÇÃO E  
ADUBAÇÃO NA REGIÃO DISTRITO FEDERAL.**

**DOUGLAS RAMOS LORENA**

**ORIENTADOR: CÍCERO LOPES DA SILVA**  
**CO-ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**  
**94/2015**

**BRASÍLIA/DF**  
**JUNHO DE 2015**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE BANANAS DAS CULTIVARES  
‘GRAND NAINÉ’ E ‘BRS TROPICAL’ EM FUNÇÃO DE IRRIGAÇÃO E  
ADUBAÇÃO NA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL.**

**DOUGLAS RAMOS LORENA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

**APROVADO POR:**

---

**CÍCERO LOPES DA SILVA**, Eng. Agrícola, Doutor, Professor. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília – UnB. CPF: 261.510.306/72. E-mail: [cicero@unb.br](mailto:cicero@unb.br) (Orientador).

---

**MARCIO DE CARVALHO PIRES**, Eng. Agrônomo, Doutor, PNPd/CAPES. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília – UnB. CPF: 844.256.601-53. E-mail: [mcpires@unb.br](mailto:mcpires@unb.br) (Examinador interno).

---

**OMAR CRUZ ROCHA**, Eng. Agrônomo Doutor, Pesquisador. Embrapa Cerrados, Planaltina- DF. CPF: 579.134.475-91. E-mail: [omar.rocha@embrapa.br](mailto:omar.rocha@embrapa.br) (Examinador externo).

**Brasília/DF, 16 de junho de 2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Lorena, Douglas Ramos

Produtividade e qualidade de bananas das cultivares ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ em função de irrigação e adubação na região do Distrito Federal./Douglas Ramos Lorena orientação Cícero Lopes da Silva e José Ricardo Peixoto – Brasília, 2015.

118 p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

1. Produtividade. 2. Bananeira. 3. Grand Naine. 4. BRS Tropical.

I. Cícero Lopes da Silva, José Ricardo Peixoto. II. Produtividade, III. Título

CDD ou CDU  
Agris/FAO

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 118p. Dissertação de Mestrado.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Douglas Ramos Lorena

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Produtividade e qualidade de bananas das cultivares ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ em função de irrigação e adubação na região do Distrito Federal.

GRAU: Mestre em Agronomia ANO: 2015

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

-----  
Nome: Douglas Ramos Lorena

CPF: 027824011-90

Endereço: Quadra 04 Norte Lote: 102 “A” – Brazlândia/DF

Tel. (61) 9606 – 2414

Email: [douglasramoslorena@gmail.com](mailto:douglasramoslorena@gmail.com)

Dedico esse trabalho a Deus e aos meus familiares  
por sempre me incentivar.  
Muito Obrigado!!!

## **Agradecimentos**

Aos meus pais Edilson Magalhães Lorena e Francineide Ramos Bezerra pelo apoio, carinho, compreensão, amor e dedicação por todos esses anos.

À minha irmã Sarah, que mesmo sendo a caçula estava sempre com um sorrisinho no rosto e mesmo sem querer era um motivo de descontração. À Dayanne Cristina por caminhar sempre ao meu lado desde ensino fundamental, sempre tendo uma palavra amiga nos momentos mais difíceis.

À minha namorada Ana Carlyne por toda a companhia, dedicação e por proporcionar os momentos mais felizes da minha vida.

À toda a minha família, tios, primos, avó e avô por me incentivarem a prosseguir nessa caminhada.

À minha segunda família, Dona Jô, Seu Neto, Ju, Tony e João e Duda por me fazerem sentir em casa quando não estava.

Ao Engenheiro agrônomo Gustavo Pires pela companhia, conselhos e por tornar esta jornada muito mais agradável.

Ao meu orientador Dr. Cícero Lopes da Silva pelo conhecimento compartilhado, pelo auxílio e pela paciência em ensinar, não medindo esforços para conclusão deste trabalho.

Aos professores da Faculdade de Agronomia pelo entusiasmo demonstrado em sala de aula, exercendo a profissão sempre com amor e dedicação e aos servidores e técnicos pelo trabalho que muitas vezes não é percebido, mas é imprescindível.

À toda equipe de funcionários de setor de fruticultura da FAL pelo auxílio para a realização desse trabalho.

## RESUMO

A bananeira é uma planta que exige uma alta demanda hídrica e nutricional para alcançar elevados rendimentos. Para avaliar essas demandas, realizou-se um experimento na Fazenda Água Limpa – UnB, nos anos de 2013 a 2014, para observar a resposta da bananeira aos tratamentos propostos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar aspectos quantitativos e qualitativos da produtividade inicial das bananeiras ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ sob diferentes doses de adubação e diferentes volumes de irrigação suplementar no Distrito Federal. Os ensaios foram dispostos em quatro blocos inteiramente casualizados, que consistiram nas repetições, em um esquema fatorial 5x5, em parcelas subdivididas. As parcelas foram formadas por cinco volumes de irrigação suplementar e as subparcelas pelas cinco doses de adubação. As unidades experimentais foram formadas por quatro covas, com o espaçamento de 3x3 metros, totalizando 400 covas por experimento. Foram avaliados produtividade, número de cachos, número de pencas por cacho, número de bananas por cacho, número de bananas por penca, peso médio do fruto, comprimento, diâmetro do fruto, a relação entre comprimento e diâmetro e a firmeza da polpa. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão, seguindo a equação polinomial completa. No primeiro ensaio, utilizou-se a cultivar de bananeira ‘Grand Naine’ com os volumes de irrigação suplementar de 1.090 – 2.177 – 4.300 – 6.540 – 8.720 litros.cova<sup>-1</sup> e doses de nitrogênio de 40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup>. Houve interação significativa entre os volumes de irrigação suplementar e a adubação nitrogenada para a firmeza da polpa. De forma independente, os volumes de irrigação suplementar afetaram de maneira significativa o peso médio do fruto, e a produtividade, sendo que a menor produtividade observada foi de 9.611,85 Kg.ha<sup>-1</sup> com a aplicação de um volume de irrigação de 1.090 litros.cova<sup>-1</sup>. Por outro lado, a maior produtividade observada foi de 27.865 Kg.ha<sup>-1</sup> com a aplicação de um volume de irrigação suplementar de 6.540 litros.cova<sup>-1</sup>. O número de cachos foi influenciado tanto pela adubação nitrogenada quanto pelo uso da irrigação suplementar. A irrigação suplementar favoreceu a produção e a qualidade do fruto da bananeira ‘Grand Naine’. No segundo experimento, utilizou-se o híbrido de bananeira ‘BRS Tropical’ com os volumes de irrigação suplementar de 1.090 – 2.177 – 4.300 – 6.540 – 8.720 litros.cova<sup>-1</sup> e doses de potássio de 0 – 167 – 344 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>. Houve interação significativa entre os volumes de irrigação suplementar e as doses de adubação potássica para o número de bananas por cacho e o comprimento do fruto. De maneira independente, a adubação potássica afetou significativamente o número de cachos, o peso médio do fruto e o diâmetro do fruto. O número de pencas por cacho, o número de bananas por penca e a produtividade foram influenciadas tanto pela adubação potássica quanto pelos volumes de irrigação suplementar. A produtividade mínima observada da bananeira ‘BRS Tropical’ foi de 1.195,4 Kg.ha<sup>-1</sup> obtida com a dose zero de adubação potássica e o volume de irrigação suplementar de 1.090 litros.cova<sup>-1</sup>. Por outro lado, a maior produtividade observada foi de 11.752,4 Kg.ha<sup>-1</sup> utilizando a dose de potássio de 500 Kg.ha<sup>-1</sup> e o volume de irrigação suplementar igual a 6.540 litros.cova<sup>-1</sup>. O potássio promoveu incrementos na produtividade da bananeira ‘BRS Tropical’.

Palavras-chave: *Musa* spp, irrigação suplementar, adubação nitrogenada, adubação potássica.

## ABSTRACT

The banana is a plant that requires a big demand of water and nutrients to achieve high yields. To achieve this high yields an experiment was realized at the Fazenda Água Limpa- UnB in the years 2013/2014, to evaluate the response of the banana's tree to the proposed treatments. The objective of this work was evaluate quantitative and qualitative aspects of the initial productivity of banana 'Grand Naine' e 'BRS Tropical' under different doses of fertilization and under different volumes of supplemental irrigation in Distrito Federal. The tests were arranged in four randomized blocks, which were consisted in a 5x5 factorial design, in split plot. Five volumes of supplementary irrigation formed the plots and the subplots were formed by five fertilization doses. The experimental units were composed of four pits with 3x3 meters of spacing, totaling 400 pits for experiment. The productivity; the number of bunches, hands and finger productivity per bunches; the number of finger per hand; the median fruit weight; the median length and diameter of the banana; the relation between diameter and length and the median consistency pulp were evaluated. The collected data were submitted to a variance analysis and to a regression analysis, following the complete polynomial equation. In the first test, was used the banana 'Grand Naine' under a treatment of five different volumes of supplemental irrigation, 1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 liters.pit<sup>-1</sup> and five levels of nitrogen fertilization, 40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup>. There was a significant interaction between the volumes of the supplemental irrigation and the nitrogen fertilization only for the median fruit consistency. In an independent way, the volume of supplemental irrigation affected significantly the medium fruit weight and the productivity, wherein the low productivity observed was of 9.611,85 Kg.ha<sup>-1</sup> with an application of irrigation volume equal to 1090 litros.cova<sup>-1</sup>. In the other side the highest productivity observed was of 27.865 Kg.ha<sup>-1</sup>, with an irrigation volume used equal to 6540 litros.pit<sup>-1</sup>. The variable "number of bunches" was influenced for the use of nitrogen fertilizer as for the use of supplemental irrigation. The supplemental irrigation increased the production and quality of the banana Grand Naine'. In the second test, the hybrid banana 'BRS Tropical' was used with the supplementary irrigation volumes of 1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 liters.pit<sup>-1</sup>, and five levels of potassium fertilization, 0 – 167 – 344 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>. There was a significant interaction between the volumes of supplemental irrigation and the potassium fertilization doses for the number of banana for brunch and median fruit weight. The number of hands for brunches, the number of banana per hand and the productivity were influenced both by potassium fertilization as the volumes of supplemental irrigation. The minimum productivity observed for the banana 'BRS Tropical' was equal to 1.195,4 Kg.ha<sup>-1</sup> obtained without the potassium fertilization and the supplemental irrigation volume equal to 1090 litros.pit<sup>-1</sup>. For the other side, the highest productivity observed was 11.752,4 Kg.ha<sup>-1</sup> using potassium fertilization of 500 Kg.ha<sup>-1</sup> and the volume of supplemental irrigation equal to 6540 litros.pit<sup>-1</sup>. The application Potassium improved the productivity of banana 'BRS Tropical'.

Key words: *Musa* ssp, supplemental irrigation, nitrogen fertilization, potassium fertilization

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	13
<b>HIPÓTESES</b> .....	13
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	13
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	14
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>IMPORTÂNCIA ECONÔMICA</b> .....	15
<b>ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA</b> .....	15
<b>ESTRUTURA DA PLANTA</b> .....	16
<b>Sistema radicular</b> .....	17
<b>Rizoma</b> .....	17
<b>Rebentos</b> .....	17
<b>Sistema foliar</b> .....	18
<b>Inflorescência</b> .....	18
<b>EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS</b> .....	19
<b>Temperatura</b> .....	19
<b>Precipitação</b> .....	20
<b>Umidade relativa</b> .....	20
<b>Luminosidade</b> .....	20
<b>Solo</b> .....	21
<b>RECURSOS GENÉTICOS</b> .....	22
<b>Grand Naine</b> .....	23
<b>Tropical</b> .....	23
<b>ADUBAÇÃO</b> .....	23
<b>Nitrogênio</b> .....	24
<b>Potássio</b> .....	24
<b>IRRIGAÇÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28
<b>CAPÍTULO I</b> .....	32
<b>RESUMO</b> .....	33
<b>ABSTRACT</b> .....	34

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	35
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	38
INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	38
DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	40
AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	45
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
PRODUTIVIDADE E SEUS COMPONENTES.....	52
QUALIDADE DO FRUTO.....	56
<b>CONCLUSÕES</b> .....	61
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	62
<b>CAPÍTULO II</b> .....	66
<b>RESUMO</b> .....	67
<b>ABSTRACT</b> .....	68
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	69
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	72
INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	72
DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	74
AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	79
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	81
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	83
PRODUTIVIDADE E SEUS COMPONENTES.....	86
QUALIDADE DO FRUTO.....	96
<b>CONCLUSÕES</b> .....	101
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	102
<b>ANEXOS</b> .....	105

## INTRODUÇÃO GERAL

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais consumidas do mundo, e no Brasil, seu consumo chega a 31 Kg por habitante ano (FAO, 2013). Para Perrier et al. (2011), a banana, juntamente com o trigo, arroz e o milho são considerados as principais fontes de alimento do mundo. Atualmente, a Índia é o maior produtor mundial da fruta, e o Brasil fica na 4º posição, tendo produzido mais de 6,8 milhões de toneladas em 2013. Entretanto, a produtividade brasileira ainda é baixa, em torno de 14 toneladas por hectare, o que o torna o 57º no ranking mundial de produtividade (FAO, 2013). Em relação ao mercado de frutas frescas, a banana possui o maior mercado do mundo, com um valor de 3 bilhões de dólares ao ano (MATSSURA et al., 2004).

Aproximadamente 97% da produção brasileira de bananas é consumida internamente, propiciando uma pequena participação do Brasil no mercado externo. Atribui-se esta pequena parcela aos altos índices de perdas, à incidência de pragas e doenças na cultura, à precária estrutura de comercialização e do 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).

Como o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da bananeira variam com o solo, clima, nível de manejo e genótipo. Para um genótipo expressar o seu potencial genético em produtividade, necessita-se de manejo tecnológico e ambiente propício (ROBINSON & GALÁN SAÚCO, 2010).

As bananeiras são plantas muito sensíveis ao estresse hídrico, quando comparadas a outras fruteiras tropicais irrigadas. Por possuírem um elevado índice de área foliar, resulta em uma alta taxa de transpiração; além disso, apresenta um sistema radicular superficial o que a torna uma espécie que apresenta considerável resposta fisiológica à escassez de água (VOSSELEN et al., 2005). Em condições de clima semiárido, tropical úmido ou subtropical, a bananeira exige irrigação suplementar às chuvas. Isso ocorre devido ao fato da demanda evapotranspirativa frequentemente exceder a capacidade da bananeira em extrair água do solo (ROBISON & GALÁN SAÚCO, 2010).

Devido à distribuição das chuvas ser sazonal na região dos cerrados brasileiro, a produção de banana é irregular durante o ano, aumentando ou diminuindo em função das

precipitações sazonais. Para alcançar uma maior rentabilidade desses bananais, é necessário buscar alternativas para incrementar os indicadores de produtividade e da qualidade da fruta. A adoção da irrigação é essencial em regiões onde ocorre sazonalidade na distribuição das chuvas (SILVA et al., 2004). Segundo Paull & Duarte (2011), a irrigação é crucial para a obtenção de altos rendimentos em bananeira.

Considerando os diversos fatores que influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produção da bananeira, a nutrição é decisiva para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidade elevadas de nutrientes (HOFFMANN et al., 2007; SOARES et al., 2008). De acordo com Hoffmann et al. (2010), os nutrientes mais absorvidos pela bananeira são: Potássio (K) > Nitrogênio (N) > Enxofre (S) > Magnésio (Mg) > Cálcio (Ca) > Fósforo (P).

Segundo Ganeshamurthy et al. (2011), o Potássio (K) é considerado o nutriente com maior relevância na cultura da bananeira. Mesmo ele não tendo um papel direto estrutural na planta, o K participa nas reações catabólicas importantes como a respiração, formação da clorofila, fotossíntese e regulação hídrica. Devido ao fato do K ter relação direta com a síntese, o transporte e o acúmulo de açúcares, ele possibilita o crescimento do fruto e promove uma maior qualidade do mesmo.

O Nitrogênio (N) é importante no início da emissão das folhas até a emissão da inflorescência. Porém, logo após esse período, há uma diminuição da absorção de N pela planta até a colheita (BORGES et al., 2002). Segundo Silva et al. (2012), o N 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 nucleicos, além de participar nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração e diferenciação celular.

Segundo Teixeira et al. (2011), somente os gastos com N e K para uma produção de 40 toneladas por hectare de banana chegou a R\$ 2.300,00 em São Paulo, no ano de 2010. Pois, as bananeiras são muito exigentes em adubação quando comparadas a outras fruteiras, principalmente em N e K, devido ao seu rápido desenvolvimento, sua grande área foliar e sua produção (BORGES et al., 1997; BRASIL et al., 2000; ALVAREZ, 2001).

Tendo em vista o que foi abordado anteriormente, estudos que busquem minimizar o custo de insumos aliando sustentabilidade econômica e ambiental são importantes para o

desenvolvimento da cadeia produtiva para agregação de valor ao produto, e para a garantia da rentabilidade em todos os elos envolvidos na produção de bananas.

## **JUSTIFICATIVA**

O Distrito Federal carece de estudos que possam subsidiar a escolha da cultivar de banana mais apropriada para a região, conseqüentemente, a produtividade fica aquém do potencial da cultura e do potencial da região para o cultivo da bananeira irrigada.

Além disso, o cultivo da banana no Distrito Federal e no Brasil ainda 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.

## **HIPÓTESES**

1. É possível obter elevado rendimento na cultura da banana com o uso racional da adubação nitrogenada e manejo adequado da irrigação suplementar.
2. É possível obter frutos de bananas com boa qualidade com o uso racional da adubação nitrogenada e manejo adequado da irrigação suplementar
3. É possível obter elevado rendimento da cultura da banana com o uso racional da adubação potássica e manejo adequado da irrigação suplementar.
4. É possível obter frutos de bananas com boa qualidade com uso racional da adubação potássica e manejo adequado da irrigação suplementar.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Avaliação da produtividade inicial dos cultivares de banana ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ sob diferentes doses de adubação e lâminas de irrigação, em situação de campo, no Distrito Federal.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a produtividade de cultivares de banana ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ sob diferentes volumes de irrigação suplementar.
2. Avaliar a produtividade de cultivares de banana ‘Grand Naine’ sob diferentes doses de adubação de nitrogenada.
3. Avaliar a produtividade de cultivares de banana ‘BRS Tropical’ sob diferentes doses de adubação potássica.
4. Avaliar a qualidade do fruto da banana ‘Grand Naine’ produzido sob diferentes volumes de irrigação suplementar e doses de adubação nitrogenada.
5. Avaliar a qualidade do fruto da banana ‘BRS Tropical’ sob diferentes volumes de irrigação suplementar e doses de adubação potássica.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

No mundo, a área colhida com banana foi de 5.079.009,22 ha com uma produção de 106.714.204,76 toneladas, resultando em uma produtividade média de 21.010,83 Kg/ha em 2013. O maior produtor mundial da fruta é a Índia, com uma produção de 27.575.000 toneladas, seguido pela China, 12.075.238 toneladas, e Filipinas, 8.645.749 toneladas. O Brasil aparece como 4º produtor mundial, com a produção de 6.893.633 toneladas da fruta no ano de 2013. Entretanto, os maiores exportadores mundiais são o Equador, Filipinas, Costa Rica, Colômbia e Guatemala. Por outro lado, os principais importadores são a União Europeia e os Estados Unidos (FAO, 2013).

A produção brasileira de banana foi de 7,1 milhões de toneladas em 2014, tendo um aumento na produção de 2,7% em relação ao ano de 2013. A área destinada ao cultivo da bananeira foi de 523.797 ha no ano de 2014, o que representa um aumento de 0,5% na área cultivada quando comparado ao ano de 2013. A produtividade média obtida foi de 14.631 Kg/ha em 2014, estando 2,3% superior ao ano anterior. A fruta é cultivada em todos os estados brasileiros, sendo que os principais produtores são: São Paulo, com 57.834 ha, Bahia, 77.078 ha, Minas Gerais, 44.386 ha e Santa Catarina, com 29.915 ha, totalizando 51% da produção nacional. O Distrito Federal apresenta uma área plantada de 192 ha e uma produção de 3.652 toneladas, o que representa 0,1% da produção brasileira (IBGE, 2014).

### ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

A maioria dos cultivares de banana originou-se do Continente Asiático, embora existam centros secundários de origem na África Oriental e nas ilhas do Pacífico, além de um importante centro de diversidade na África Ocidental (ALVES, 1997). Segundo Reynolds (1951); Simmonds (1959) os primeiros registros do cultivo de banana provem da Índia. Referências indiscutíveis sobre a banana estão contidas nos cânone budistas em língua páli a 500-600 A.C.

Estudos indicam que há possibilidade de que as bananeiras tivessem uma distribuição da Malásia às orlas ocidentais do Pacífico. Os polinésios foram responsáveis pela introdução da banana nas ilhas do Pacífico. A história da introdução da bananeira na África é incerta.

Supõe-se ter sido introduzida na África Ocidental, via Madagascar, por intermédio de comerciantes árabes, mais ou menos em 500 D.C., espalhando-se, posteriormente, através do centro tropical desse continente, às costas ocidentais (MEDINA et.al., 1990).

Em relação ao clima a bananeira é uma planta tipicamente tropical, exigindo calor constante e elevada umidade para seu bom desenvolvimento. Essas condições favoráveis são registradas na faixa compreendida entre os paralelos de 30° de Latitude Norte e Sul, nas regiões onde as temperaturas de situam entre os limites de 10°C e 40°C. Entretanto, existe a possibilidade de seu cultivo em latitudes acima de 30° (até 45°), desde que a temperatura seja adequada (INIBAP, 1985; MOREIRA, 1987; ALVES, 1997).

Conforme a sistemática botânica de classificação hierárquica, as bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, onde se encontram as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Esta última, além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*, constituído por quatro séries ou seções: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys e (Eu-)Musa (SIMMONDS, 1973; ALVES, 1997).

A seção (Eu-)Musa (ou simplesmente *Musa*), com 10 espécies de distribuição geográfica mais ampla que as outras seções, é a que mais interessa ao estudo, pois a ela estão vinculadas todas as cultivares de frutos partenocárpicas de importância econômica que se conhece no mundo. Esta seção tem uma considerável variabilidade, especialmente através de numerosas subespécies de *acuminata*. Por isso, das espécies desta seção, a mais importante é, sem dúvida, a *Musa acuminata* Colla, porque foi dela a origem de todas as bananeiras de frutos comestíveis, quer sozinha, quer com a participação de outra espécie dessa seção, que é a *Musa balbisiana* Colla, originando híbridos dessas espécies. Todas as bananeiras atualmente cultivadas são derivadas dessas duas espécies selvagens que possuem os genomas AA e BB, respectivamente. Essas duas espécies férteis cruzaram-se no estado selvagem (AB). Partenocarpia e esterilidade resultaram de mutações diversas e a ausência de meiose ao nível dos gametas femininos provocou a formação de triploides (AAA; AAB; ABB) e mesmo de tetraploides (AAAA; AAAB; AABB; ABBB) (MEDINA et al, 1990).

## ESTRUTURA DA PLANTA

A bananeira é uma planta herbácea, caracterizada pela exuberância de suas formas e dimensões das folhas. Possui tronco curto e subterrâneo, denominado de rizoma, que constitui um órgão de reserva, onde se inserem as raízes adventícias e fibrosas. O pseudocaule, resultante

da união das bainhas foliares, termina com uma copa de folhas longas e largas, com nervura central desenvolvida. Do centro da copa emerge a inflorescência com brácteas ovaladas de coloração normalmente roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. Cada grupo de flores reunidas forma uma penca (mão) com um número variável de frutos (dedos) originados por partenocarpia. Os frutos inicialmente são verdes, tornando-se amarelos com a maturação e posteriormente começam a escurecer, nesse estágio diz-se que a planta morreu. Entretanto, durante o desenvolvimento há formação de rebentos (filhos), que surgem na base da planta, possibilitando a constante renovação e a vida permanente dos bananais (ALVES, 1997).

### **Sistema radicular**

A bananeira durante seu crescimento possui número variável de raízes, que são relacionadas com o cultivar, vigor vegetativo da planta, volume do rizoma, tipo de muda (chifre, chifrinho, chifrão ou mudas oriundas de micropropagação), fatores edafoclimáticos, estado fitossanitário e tratos culturais. A radícula embrionária da bananeira originada da semente morre logo, e é mediatamente substituída por um sistema radicular adventício. Nas plantas oriundas de mudas, o sistema radicular é genuinamente adventício. A maioria das raízes originam-se da parte superior do rizoma e aparecem ligeiramente abaixo do meristema central, crescem através da zona cortical, saem ao exterior e estendem-se na camada superficial do solo. As raízes primárias da bananeira são em forma de corda, brancas, carnosas e tenras quando novas. Quando envelhecidas tornam-se amarelas, suberosas e endurecem. O diâmetro depende da cultivar e varia entre 5 e 8 mm, com um comprimento de 3 a 4 metros em solos profundos. Estas raízes secundárias possuem numerosas radicelas providas de pêlos absorventes responsáveis pela absorção de água e nutrientes. (SUMMERVILLE, 1984).

### **Rizoma**

O rizoma apresenta-se geralmente com um diâmetro superior a 30 cm onde todos os órgãos da planta estão inseridos: raízes, gemas, rebentos, pseudocaulo, folhas e frutos. O rizoma é constituído por uma parte externa carnosa e aquosa denominada córtex e internamente é fibroso denominado cilindro central (SIMMONDS, 1973; MOREIRA, 1975).

### **Rebentos**

O rizoma de uma planta adulta possui um número variável de gemas. Estas gemas possuem uma parte saliente, na forma de um calo, formada por escamas triangulares fortemente unidas (CHAMPION, 1975). A gema inicialmente desenvolve-se lateralmente, quase

perpendicular à superfície do rizoma e antes da emergência endireita-se por geotropismo negativo (GALAN SAUCO et al., 1984). A bananeira apresenta, geralmente, gemas laterais em relação as folhas geradas (SOTO BALLSTERO, 1992). Quando o diâmetro da gema atinge entre 6 e 8 cm, o rebento já está quase estruturado separando-se da zona cortical por uma zona estreita onde o cilindro central do rebento une-se ao cilindro central do rizoma principal. Com o aumento das reservas do rizoma principal causado pelo desenvolvimento vegetativo, partes destas reservas passam para o novo rebento que por sua vez aumenta o crescimento vegetativo e passa por alongamento do pseudocaule (MANICA, 1997).

### **Sistema foliar**

As folhas da bananeira são formadas por bainha foliar, pseudopecíolos, nervura e limbo foliar. Na parte superior do rizoma está implantado o pseudocaule (falso tronco da bananeira), formado pelas bainhas das folhas que sobrepostas concêntricamente dão o aspecto cilíndrico deste órgão. Numa determinada altura, a bainha se afasta do pseudocaule e assume o formato da letra “U” no qual recebe o nome de pseudopecíolo da folha (CHAMPION, 1967). O prolongamento do pseudopecíolo origina a nervura central foliar sem ponto de transição entre os dois. O limbo da folha da bananeira é composto por duas metades denominadas semi-limbos separados pela nervura central. O limbo possui coloração verde intenso na face superior e verde mais claro na parte abaxial, onde encontram-se geralmente o maior número de estômatos (SKUTCH, 1930). O intervalo de emissão de folhas varia com condições edafoclimáticas e com a cultivar. Uma planta de banana pode emitir entre 30 e 70 folhas característica também determinada pela genética e por condições de solo e clima (CHAMPION, 1975; MOREIRA, 1987). A produção de folhas cessa completamente quando iniciado o processo de diferenciação floral (SIMMONDS, 1973). A diferenciação floral é determinada por fatores como superfície foliar funcional e desenvolvimento do rizoma. O número de folhas presentes no pseudocaule, no momento da iniciação floral é regularmente constante sob várias condições (STOVER & SIMMONDS, 1987).

### **Inflorescência**

A inflorescência é uma espécie de espiga simples, terminal, que emerge do centro das bainhas foliares, protegida por uma grande bráctea (MOREIRA, 1987). A inflorescência e posteriormente cacho é formada por pedúnculo (engajo), ráquis, pencas ou mãos (flores femininas), frutos ou dedos (flores femininas desenvolvidas) e botão floral (coração). O engajo ou pedúnculo é o alongamento do cilindro central do rizoma, inicia-se no ponto de fixação da

última folha e termina na inserção da primeira penca. A continuação do engaço é denominada de ráquis, onde estão inseridas flores. A ráquis inicia no ponto de inserção da primeira penca e termina no coração (MEDINA, 1990). A penca é o conjunto de frutos reunidos pelos seus pedúnculos, com uma estrutura chamada de almofada, constituída de duas fileiras paralelas (MOREIRA, 1987). Os frutos partenocárpicos são bagas alongadas e triloculares. O pericarpo corresponde à casca e o mesocarpo é polpa comestível. Existe uma grande variedade de tamanhos, número e formatos de frutos que dependem da cultivar e das condições vegetativas da planta. Existem frutos retos e curvos, que podem alcançar até 50 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. A casca pode apresentar coloração creme-palha a quase preta, além de verde clara, amarela e vermelha. A coloração da polpa varia entre branca, creme, amarela e rósea (MOREIRA, 1987).

## EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

### **Temperatura**

A banana é uma planta tipicamente tropical exige calor constante, precipitações bem distribuídas ao longo do ano e elevada umidade para o bom desenvolvimento vegetativo e produtivo. Os principais componentes climáticos são: temperatura, precipitação, umidade relativa e luminosidade influenciam no estabelecimento e desenvolvimento da cultura. A faixa de temperatura ótima para desenvolvimento da cultura situa-se entre 28-30°C, mas pode ser cultivada em regiões com temperatura variando de 15 a 35°C. Temperatura muito baixa em período curto danifica as raízes da bananeira, dificulta a nutrição, reduz ou paralisa o metabolismo e queima a superfície foliar diminuindo a fotossíntese diminuindo de uma maneira geral a capacidade vegetativa e produtiva da planta (CHAMPION, 1975). Temperaturas inferiores a 12°C causam o distúrbio fisiológico conhecido como “chilling” ou “friagem” que afetam os tecidos dos frutos, principalmente os da casca. O “chilling” acontece quando a temperatura mínima noturna atinge a faixa de 4,5 a 10°C, provocando o fechamento de estômatos e coagulação da seiva que prejudica o processo de maturação. Este distúrbio também pode acontecer durante o transporte dos cachos ou na câmara de climatização. Já em temperaturas acima da faixa ideal podem ocasionar desidratação dos tecidos principalmente em cultivos em que não se usa nenhum método de irrigação (BORGES, 2004).

## **Precipitação**

Para o desenvolvimento pleno, quando dentro da faixa de temperatura ideal, a bananeira necessita do fornecimento constante de água. A quantidade que o pomar precisa depende do estágio de desenvolvimento da planta, número de mudas por hectare, tipo de solo, época do ano, tratamentos culturais e do componente genético que são os cultivares. Trabalhos experimentais em todo mundo indicam a quantidade de 1800 a 2800 mm por ano. No Brasil boas produtividades estão associadas a um fornecimento hídrico total de 1900 mm bem distribuída no ano, ou seja, contabilizando 160 mm/mês e 5 mm/dia (COLOMBIA, 1974; BORGES, 2004). A falta de água para planta pode determinar o fechamento dos estômatos ocasionando uma menor taxa fotossintética. Com menor acúmulo de fotoassimilados a planta forma um menor número de folhas resultando em diminuição de órgãos florais, cachos e frutos, além de tornar a planta tardia (MANICA, 1998). A deficiência hídrica é mais grave no período de diferenciação floral e frutificação. Com severa restrição de água no solo, a roseta foliar se comprime dificultando ou impedindo o lançamento da inflorescência (CHAMPION, 1975). O suprimento hídrico está intimamente relacionado com o tipo de solo. Em solos profundos com boa capacidade de retenção de umidade o limite de precipitação de 100 mm por mês já seria suficiente. Em solos com menor capacidade de retenção este limite pode chegar a 180 mm/mês (SOTO BALLESTERO, 1992). O ideal seria que o solo disponibilizasse uma quantidade de água que não fosse menor que 75% de sua capacidade de retenção e não maior que 75% para não provocar saturação o que seria prejudicial à aeração. Em condições naturais de chuva isso raramente ocorre, porém devem-se tomar precauções com o uso da irrigação (POSSIDIO, 1984).

## **Umidade relativa**

A bananeira, por ser uma espécie típica de regiões tropicais úmidas, apresenta desenvolvimento favorável onde a umidade relativa anual média situa-se acima de 80%. A alta umidade favorece a emissão de folhas, prolonga a longevidade foliar, induz o lançamento da inflorescência e uniformiza a coloração dos frutos. Porém, em conjunto com chuvas e variações de temperatura, aumenta a incidência de doenças fúngicas, principalmente, a sigatoka-amarela (Moreira, 1987).

## **Luminosidade**

A bananeira é uma planta que requer alta luminosidade e o fotoperíodo não influencia no seu crescimento e frutificação (CHAMPION, 1975). Com o plantio feito em local de baixa

luminosidade as bainhas foliares aumentam o tamanho, os pseudocaulés são mais desenvolvidos em comprimento, os cachos são mais longos, menos resistentes ao transporte e a planta é mais tardia para produzir (ARSCOTT, 1965). De uma forma geral, em regiões onde há alta luminosidade, o cacho chega em ponto de colheita com 85 dias após emissão floral em média. Em regiões de baixa luminosidade ou períodos de baixa luminosidade essa média sobe para algo em torno dos 100 dias após emissão floral. A atividade fotossintética é acelerada quando a iluminação se encontra na faixa entre 2000 a 10000 lux, e é reduzida quando se encontra na faixa de 10000 a 30000 lux que foi o limite superior da intensidade estudada (CHAMPION, 1975). Valores inferiores a 1000 lux são insuficientes para o bom desenvolvimento das bananeiras. Valores muito além da faixa ótima para o desenvolvimento podem provocar queima das folhas novas e da inflorescência. Quando cultivada em condições ideais de luminosidade a planta acelera seu desenvolvimento e conseqüentemente reduz o ciclo produtivo (MOREIRA, 1987).

### **Solo**

A Bananeira é cultivada em solos das mais diversas origens geológicas e com ampla diversidade em condições químicas e físicas. A quantidade de nutrientes presentes em determinados solos não é fator limitante para o cultivo, pois deficiências podem ser corrigidas com o uso de adubações. As características físicas são muito importantes porque dificilmente podem ser corrigidas e quando feitas são muito onerosas. Geralmente requerem-se apenas uma exigência em qualquer solo: que seja boa a drenagem no horizonte onde se desenvolve o sistema radicular absorvente que é relativamente superficial. O ideal do pH do solo para a bananeira é 6,5, porém as terras cultivadas com banana no Brasil apresentam acidez acentuada com pH muito baixo, portanto a correção dos solos ácidos é uma medida necessária para melhor aproveitamento dos nutrientes. Solos arenosos devem ser manejados com maior rigor, pois apresentam baixa fertilidade natural, baixo poder de retenção de água, além de favorecerem a disseminação de nematoides (ITAL, 1990). A matéria orgânica é importante na estrutura do solo pois proporciona boa granulação e aumenta a capacidade de armazenamento de água e a capacidade de troca de nutrientes. Solos com maiores porcentagens de matéria orgânica proporcionam um melhor desenvolvimento do sistema radicular, aumentam o diâmetro e altura do pseudocaulé e produzem folhas vigorosas. A cobertura do solo ajuda a controlar as plantas daninhas, diminui o ataque por nematóides e auxilia no controle da erosão. Essa matéria orgânica no solo pode apresentar um efeito semelhante ao da calagem corrigindo a acidez e neutralizando níveis tóxicos de alumínio (Al). A matéria orgânica no solo exerce excelente

armazenamento de nitrogênio (N), pois as formas minerais estão sujeitas às perdas por volatilização (amoniacal) ou lavagem (nítrica). As realizações dos tratamentos culturais de forma adequada e na época correta são também de grande importância para o bom desenvolvimento e produção dos pomares. Dentre as principais atividades de manejo estão: coroamento das plantas, roçagem das entrelinhas ou aplicação de herbicidas para eliminação das plantas invasoras e manejo fitossanitário do pomar (MANICA, 1997).

## RECURSOS GENÉTICOS

No melhoramento genético da bananeira alguns objetivos devem ser visados para obtenção de cultivares mais adaptados. São citados: resistência à sigatoka-negra; sigatoka-amarela; Mal-do-Panamá; aos diversos vírus; à tolerância ao ataque dos nematoides; à broca-da-bananeira; originar plantas do tipo anã ou semi-anã que facilitam os tratamentos culturais e a colheita; plantas vigorosas de alto potencial de produção e grande potencial de adaptabilidade. Espera-se que as novas variedades possuam frutos grandes em tamanho e frutos menores, em relação ao grau de curvatura, bem formados, dedos compridos, resistentes ao amassamento durante a colheita e transporte. De uma maneira geral existe preferência por plantas com menor ciclo de produção, maior número de pencas, maior número de frutos por pencas e maior peso de cacho, ou seja, características que resultem em maior produtividade (MANICA, 1997). 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 à tolerância a pragas e doenças, ao porte reduzido, à um ciclo de produção menor e à produção de frutos com boas características sensoriais e de vida útil pós-colheita (Ramos et al., 2009). As cultivares de banana mais plantadas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola pertencentes ao grupo AAB e utilizadas unicamente para o mercado interno. As bananas do grupo genômico AAA: Nanica, Nanicão e Grande Naine são usadas, em sua maioria, para exportação e são utilizadas na industrialização. Em menor escala, também são plantadas a Ouro (AA), Figo Cinza e Figo Vermelho (ABB), Caru Verde e Caru Roxa (AAA). Dentre estas variedades Prata, Prata Anã e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (Embrapa Semiárido, 2009). As cultivares são reunidas em subgrupos de acordo com grupo genômico em que estão inseridas. São citadas as principais cultivares plantadas no Brasil: Nanica, Nanicão e Grand Naine pertencem ao subgrupo Cavendish. As cultivares Prata, Branca, Pacovan e Prata-anã pertencem ao subgrupo prata. As cultivares Terra e D'Angola pertencem ao subgrupo Terra. As cultivares

Prata-anã, Nanica, Nanicão e Grande Naine apresentam porte médio-baixo. Os espaçamentos simples recomendados variam de 2,5 x 2,5 m a 3,0 x 3,0 m para todas cultivares. As cultivares do subgrupo Cavendish apresentam média capacidade de perfilhamento comparadas ao grupo prata que apresenta boa capacidade prolífica. A cultivar Prata anã e as cultivares do subgrupo Cavendish são mais precoces completando um ciclo vegetativo por volta de 285 dias. Em relação às principais pragas e doenças que atacam os pomares de banana, todas cultivares são suscetíveis ao moko. Com exceção das cultivares Maçã, Mysore, Terra e D'Angola todas outras cultivares são suscetíveis a sigatoka-amarela. As cultivares Mysore e Ouro são moderadamente resistentes à sigatoka-negra. As cultivares do grupo Prata são suscetíveis ao Mal-do-Panamá, por outro lado apresentam boa resistência à nematóides e a broca do rizoma (ALVES, 1999).

### **Grand Naine**

Pertence ao grupo AAA, do subgrupo Cavendish e é considerado semelhante ao cultivar Nanicão, apesar de apresenta plantas de menor porte. Forma uma extensa área foliar e um vigoroso pseudocaule que lhe confere grande resistência aos ventos. É resistente ao mal-do-Panamá, entretanto é suscetível à Sigatoka-amarela e negra. (MANICA, 1998). Apresenta também uma alta produtividade sob condições ideais de cultivo ou sob irrigação, podendo atingir 50-60 t/ha/ciclo (SILVA et al., 1999).

### **Tropical**

É um híbrido tetraploide do grupo AAAB, de porte médio a alto, criado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA. Os frutos são maiores, mais grossos e com sabor semelhante aos da variedade Maçã. A 'Tropical', além de resistene à Sigatoka-amarela, é também tolerante ao mal-do-Panamá. Todavia, não é resistente à Sigatoka-negra. Seu plantio é indicado as regiões produtoras de banana 'Maçã' (SILVA et al., 2004).

### **ADUBAÇÃO**

A cultura bananeira precisa de fertilização abundante devido as quantidades de elementos exportados pelos frutos serem elevadas e pela condição da maioria dos solos das regiões produtoras que são pobres em nutrientes e apresentam acidez elevada. A produtividade da cultura vem aumentando significativamente nos últimos anos com o emprego de mudas de cultivares selecionados, plantios mais densos, desbastes, prática da irrigação, controle de doenças com maior rigor e uso abundante de fertilizantes. O mercado exige frutos de alta

qualidade, o produtor precisa aumentar produtividade para baixar custos, o solo geralmente não possui condições de atender as necessidades da cultura tornando obrigatória a prática rotineira de adubação (ALVES, 1999).

Experimentos com a cultura da bananeira constataram ser pequena a absorção de macronutrientes até o quarto mês após o plantio em função do lento crescimento da planta. Do quarto mês até o florescimento o crescimento é bastante elevado, com grande acúmulo de matéria seca e de nutrientes. Após o florescimento até a colheita é estável a absorção de nutrientes (MONTAGUT & MARTIN-PRÉVEL, 1965).

### **Nitrogênio**

O nitrogênio (N) tem função estrutural na planta sendo ligado diretamente ao crescimento da bananeira. Esse nutriente é requerido continuamente para produção de moléculas de aminoácidos e proteínas e é integrante de grande importância de bases nitrogenadas e ácidos nucléicos (MALAVOLTA et al., 1989; ALVES, 1999). É também importante para o crescimento vegetativo, sobre tudo nos três primeiros meses iniciais, quando a planta está em desenvolvimento dos perfilhos, além de aumentar a quantidade de matéria seca. A falta desse nutriente reduz o número de folhas, aumenta o número de dias para a emissão de uma folha, os cachos ficam raquíticos e o número de pencas diminui. A deficiência de N leva a clorose generalizada das folhas e ocorre, normalmente, em solos com baixo teor de matéria orgânica, bem como em solos com alta lixiviação e onde existe seca prolongada (BORGES, 2004). Entretanto, o uso de elevadas doses de adubos nitrogenados acarreta em um aumento dos custos de produção e potencializam os riscos de contaminação das águas do lençol freático pela lixiviação de nitrato, principalmente quando utiliza-se laminas de irrigação superiores a demanda da cultura ou após a ocorrência de elevadas precipitações. (ZHU et al., 2005).

### **Potássio**

O potássio (K) está presente na planta na forma iônica de  $K^+$ . 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, 2006). O potássio é o nutriente mais absorvido pela bananeira, apesar de não fazer parte de compostos na planta. É um nutriente importante na translocação dos fotossintatos, no balanço hídrico e na produção de frutos, aumentando a resistência deste ao transporte e sua qualidade, pelo aumento de sólidos solúveis totais e açúcares e decréscimo da acidez da polpa. A deficiência de K caracteriza-se

pelo amarelecimento rápido e murchamento precoce das folhas mais velhas, além de o limbo dobra-se na ponta da folha, aparentando aspecto encarquilhado e seco. O cacho é a parte da planta mais afetada pela falta de K, pois, com o baixo suprimento de K, a translocação de carboidratos das folhas para os frutos diminui, e mesmo quando os açúcares atingem os frutos, sua conversão em amido é restrita, produzindo frutos pequenos e cachos impróprios para comercialização, com maturação irregular e polpa pouco saborosa. A deficiência ocorre em solos pobres no nutriente, com lixiviação intensa e com aplicação excessiva de calcário, devido ao antagonismo Ca e K (BORGES, 2004).

## IRRIGAÇÃO

A água faz parte da constituição da bananeira e é elemento essencial para sua manutenção, desenvolvimento e produção. A quantidade de água que a planta precisa depende do seu estágio de desenvolvimento, da cultivar e das condições de solo e clima onde está sendo cultivada. A bananeira é muito sensível as condições de umidade na zona radicular e sua atividade fisiológica normal depende de uma estreita faixa de água disponível no solo. As raízes dependem diretamente da porcentagem de água no solo sendo muito sensíveis ao excesso ou falta de água. A bananeira é uma planta que mantém ritmo de crescimento e desenvolvimento contínuo, em clima tropical e com água suficientemente disponível, pode emitir uma folha em intervalos de 5 a 8 dias, portanto necessita de um fornecimento hídrico permanente seja por chuva ou irrigação. 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. Apesar da bananeira possuir um teor de água em torno de 90% de sua constituição, suas reservas são mínimas e podem ser consumidas em poucas horas de transpiração normal. A planta é obrigada a equilibrar constantemente as perdas nas folhas com os ganhos renovados pela absorção das raízes. A perda de água somente por transpiração pode variar em um dia de 3 a 4 mm dependendo de condições climáticas como velocidade do vento, grau de insolação e umidade relativa. Uma plantação de bananeiras pode consumir de 900 a 1800 mm de água do crescimento até a colheita do cacho (MANICA, 1997).

A irrigação tem como objetivo principal suprir as necessidades hídricas da planta. Funciona integrada a outras práticas agrícolas para beneficiar a cultura, a sociedade de maneira

geral e particularmente o produtor. Faz-se necessária onde os níveis pluviométricos naturais não atendem às necessidades das plantas durante seu ciclo ou parte dele (ALVES, 1999). Em regiões áridas, onde o fator limitante é a água, pesquisas são desenvolvidas visando planejar irrigações para se alcançar a máxima produção por unidade de água aplicada. No conceito moderno, a irrigação passou da simples aplicação de água na agricultura para um instrumento no aumento da produtividade e rentabilidade. Para tanto é preciso fazer uso de sistemas de irrigação que possibilitem alta eficiência de uso da água. Alguns princípios devem ser seguidos para alcançar este nível de eficiência. Deve-se selecionar culturas e práticas culturais que visem o aumento da produtividade e a diminuição do ciclo vegetativo aumentando a eficiência de uso da água. É ainda essencial considerar os fatores tipo de solo, clima, planta e suprimento de água; visando sempre à obtenção da melhor função econômica (BERNARDO, 2013).

A escolha correta do método de irrigação é de muita importância, dele vai depender a viabilidade econômica do investimento. Na cultura da bananeira não há restrições quanto aos métodos de irrigação de uso corrente, a escolha depende do local de cultivo, tipo de solo, tipo de clima, custo de implantação e custo de operação do sistema.

Entre os diferentes métodos de irrigação localizada está o sistema de irrigação por gotejamento, que é o sistema em que a água é aplicada diretamente na região radicular em pequenas intensidades (baixa vazão) e alta frequência (turno de rega pequeno) mantendo esse solo próximo à capacidade de campo. A aplicação da água é feita por tubos perfurados com orifícios de pequeno diâmetro ou por gotejadores denominados emissores encontrados de diferentes tipos e modelos. Neste sistema as vazões aplicadas variam de 1 a 20 L/h por emissor, e o sistema trabalha com pressões variando de 5 a 25 mca, porém a pressão de serviço da maioria dos gotejadores é em torno de 10 mca. No gotejamento a aplicação de água é na forma de “ponto fonte”, a superfície do solo fica com uma área molhada de formato circular e seu volume molhado com forma de bulbo. Com os pontos de gotejamento muito próximos uns dos outros se forma uma faixa molhada contínua. Esse tipo de irrigação é usado em sistemas fixos constituídos de tantas linhas laterais para suprir a demanda de toda a área, não havendo movimentação das linhas laterais. Entretanto somente um determinado número de linhas funciona por vez, com finalidade de minimizar a capacidade do cabeçal de controle (BERNARDO, 2013). Esse sistema é caracterizado por: possibilidade de controle rigoroso da quantidade de água fornecida às plantas, grande economia de água e energia, redução da incidência de pragas e doenças e do desenvolvimento de plantas daninhas, possibilidade de cultivo em áreas com afloramentos rochosos e, ou, com declividades acentuadas e excelente

uniformidade de aplicação de água (MANTOVANI, 2012). A irrigação por gotejamento não molha a parte aérea da bananeira, portanto não cria um ambiente favorável ao desenvolvimento de patógenos e permite maior produtividade, visto que a irrigação localizada, por ser fixa, permite uma frequência elevada de aplicação de água resultando em menores variações nos níveis de umidade do solo. No caso da bananeira, além de maiores produtividades, os frutos desenvolvem-se mais uniformemente, resultando em melhor qualidade (OLIVEIRA, 2000). No caso do gotejamento as principais limitações são: entupimento dos emissores, causado geralmente pelo uso de água contendo partículas minerais ou orgânicas; concentração da distribuição do sistema radicular provocado pela manutenção constante de um bulbo úmido onde as raízes tendem a permanecer com isso há diminuição da estabilidade de árvores podendo ocorrer tombamentos (BERNARDO, 2013).

Para o correto planejamento e manejo de um sistema de irrigação o cálculo da quantidade de água necessária a uma cultura é o parâmetro mais importante. Na determinação da quantidade de irrigação necessária, a evapotranspiração e a precipitação efetiva são os parâmetros mais importantes. Em regiões onde a precipitação efetiva é pouco expressiva ou os cultivos são realizados em épocas secas a quantidade de irrigação necessária é baseada unicamente na evapotranspiração. A evapotranspiração é a soma dos componentes de transpiração e evaporação durante determinado período. Sua aferição é de grande importância, pois torna visualizável o consumo de água pelas plantas e conseqüentemente a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema (MANTOVANI, 2012).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, Valencia, v. 56, p. 17-26, 2001.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília, DF: Embrapa – SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF. 2. ed revisada. 1999.
- ARSCOTT, T.; BHANGOO, M.S. & KARON, M.L. Irrigation Investigations of the Giant Cavendishi Banana – A note on the Relationship Between Bunch Weight and Quantity of Supplemental Irrigation. **Tropical Agriculture**, **42** p. 367-68, 1965.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A. & MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. v. 1, p 630.
- 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**, Jaboticabal, 19, n. 2, p. 179-184, 1997.
- BORGES, A. L.; SILVA, T. O. da; CALDAS R. C. & ALMEIDA, I. E.de. Adubação nitrogenada para bananeira “Terra” (*Musa sp.* AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 01, p.189-193, 2002.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Exigências climáticas. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (ed.). **O cultivo da bananeira. Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas, BA. 2004. p. 15-22.
- 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.
- CHAMPION, J. **El plátano**. Barcelona, BLUME, p 1975. 247.
- CHAMPION, J. Les bananiers et leur culture. I. Botanique et génétique. Paris: SETCO, 1967. 214 p.
- COLOMBIA. **Cultive bien el plátano**. Bogotá, F.N.C.C.,1974. 40 p. (Boletim de extension n° 49).
- Embrapa Semiárido. Sistema de Produção de Banana Irrigada. **Sistemas de Produção**, **4**. ISSN 1807-0027. Versão eletrônica jul 2009. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrigada/cultivares.htm>. Acessado em: 29 de janeiro de 2015.
- FAO. FAOSTAT. **Comércio: bananas**. Disponível em: <<http://www.appsfao.org>>. Acesso em: 21out. 2013.
- FERNANDES, L. A.; RAMOS, S. J.; VALADARES S. V.; LOPES P. S. N. & FAQUIN V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília- DF, v.43, n.11, p.1575-1581, 2008.

GALAN SAUCO, V.; SAMARIM, J. G. & CARBONELL, E. **Estudio de La práctica del deshijado y la fenología de la platanera em la isla de Tenerife.** I- Introducción y revisión bibliográfica. *Fruits*, Paris, v.39, n.7, p.453-458, 1984.

GANESHAMURTHY, N.; SATISHA, G. & PRAKASH PATIL, P. Potassium Nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.24, n.1, p.29-38, 2011.

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.

HOFFMANN, R.B; OLIVEIRA, F.H.T; SOUZA, A.P; GHEYI, H.R & SOUZA JÚNIOR, R.F. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 32:268-275, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2014). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistemático\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201412.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201412.pdf). Acesso em: 07 de fevereiro de 2015.

ITAL. **Banana: cultura, matéria prima, aspectos econômicos.** 3 ed. Campinas: ITAL, 1990. 302p. (ITAL. Frutas Tropicais, 3).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p

MANICA, I. **Bananas: do plantio ao amadurecimento.** Porto Alegre: Cinco continentes, 99 p, 1998.

MANICA, I. **Fruticultura Tropical 4, Banana.** Editora Cinco Continentes. Porto Alegre. 485 p. 1997.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S. & PALARETTI, L. F. **Irrigação - Princípios e Métodos.** 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. v. 1, p 355.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P. & FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 1, p. 48-52, Abr. 2004.

MEDINA, J.C. Cultura. In: ITAL (Campinas, SP). **Banana: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** 2 ed. Campinas: 1990. p 1-131. (ITAL. Série Frutas Tropicais 3).

MONTAGUT, G.; MARTIN-PREVEL, P. Besoins en engrains des bananeraies antillaises. *Fruits*, Paris; v.20,n.6, p. 265-273,1965.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** Campinas, SP: fundação Cargill, 1987. 335 p.

MOREIRA, R. S. **Curso de bananicultura.** São Gonçalo. Minter, 1975. 95 p.

OLIVEIRA, S. Irrigação e Fertirrigação. In: ZILTON, J. M. C. (Org.). **Banana. Produção: aspectos técnicos.** 1ed.Brasília, DF: Embrapa, 2000, v. 1, p. 60-73.

- PAULL, R.E.; DUARTE, O. Tropical fruits. 2nd ed. Oxford:CAB International, 2011. v.1, 400p.(Crop production science in horticulturae series, 20).
- PERRIER, X.; LANGHEB, E. De.; DONOHUEC, M.; LENTFERD, C.; YRYDAGHS, L.; BAKRY, F.; CARREEL, F; HIPPOLVTE, I.; HORRY, J. P.; JENNY C.; LEBOT; V.; RISTERUCCI, A. M.; TOMKPE. K.; DOUTRELEPONT, H.; BALI, T.; MANWARING, J.; MARET, P. & DENHAM T. **Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa spp.*) domestication**. PNAS Early Edition, Panamá, v. 108, n. 28, p.11311-11318, 2011.
- PINHEIRO, A. C. M.; *et al.* Amadurecimento de bananas ‘maçã’ submetidas ao 1-meilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29. n.1. Jaboticabal, SP. 2007. p.1-4.
- POSSIDIO, E.L. **Demanda de água em bananeira**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1984.36p. (Embrapa-CPATSA. Documentos, 5).
- RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M. M. & DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31. n. 4. Jaboticabal, SP. 2009. p. 1092-1101.
- RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C. & TONET, R. M. **Cultura da banana**. 2. ed. Campinas, SP: CATI, 2002, p. 91.
- REYNOLDS, P. K. Earliest evidence of banana culture. **J. Amer. oriental Soc. Suppl.** 12. pp 28, 1951.
- ROBINSON, J.C.; GALÁN SAÚCO, V. Bananas and plantains. **Crop production science in horticulturae series, 19**. 2 ed. Oxford: CAB International. 2010. 311p.
- SILVA, J. T. A. da.; PEREIRA, R. D. & RODRIGUES, M. G. V. Adubação da bananeira ‘Prata anã’ com diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 12, p 1314-2012, 2012.
- SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L. & MALBURG, J.L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. Informe Agropecuário, v.20, p.21-36, 1999.
- SILVA, L.B.; NASCIMENTO, J. L. do.; NAVES, R. V. & FERREIRA, P. H. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 32, n. 2, p 93-98, 2004.
- SILVA, S. de O. e; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K. & DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, DF: Embrapa – SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF. 2. ed revisada. 1999. p. 85-104.
- SILVA, S. de O.; CARVALHO, P. C. L. de; SHEPHERD, K.; ALVES, E. J.; OLIVEIRA, C. A. P. de & CARVALHO, J. A. B. S. Catalago de germoplasma de bananeira (*Musa spp.*). **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, 1999. 100p.
- SIMMONDS, N. W. **Los platanos**. Barcelona: Blume, p. 1973. 539.
- SIMMONDS, N.W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. **The journal of the Linnean Society of London**, London, v 55, p.302-312, 1955.
- SKUTCH, A. F. On development and morphology of the leaf of the banana. **American Journal of Botany**, Ames, n.17, p. 252-271, 1930.

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”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2054-2058, 2008.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2 ed. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL, 1992. 674 p.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 3. Ed. Englad: Longman Scientific & Technical, 1987. p. 1-50.

SUMMERVILLE, W. A. Studies on nutrition as qualified by development in Musa Cavendish L. **The Queensland Agric. Sci.** 1:1-149, 1984.

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

TEIXEIRA, L.A.J.; QUAGGIO, J.A.& MELLIS, E.V. Ganhos de eficiência fertilizante em bananeira sob irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 1, p. 272-278, 2011.

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

ZHU, A.; ZHANG, J.; ZHAO, B.; CHENG, Z. & LI, L. Water balance and nitrate leaching losses under intensive crop production with Ochric Aquic Cambosols in North China Plain. **Environment International**, v.31, p.904-912, 2005.

## **CAPÍTULO I**

### **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA BANANEIRA ‘GRAND NAINÉ’ SOB DIFERENTES VOLUMES DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA E EM CONDIÇÕES DE CHILLING**

## RESUMO

A bananeira é uma planta exigente na adequada demanda da suplementação hídrica e nutricional para alcançar elevados rendimentos. Portanto, objetivou-se, no presente trabalho, 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. O ensaio foi disposto em quatro blocos inteiramente casualizados, que consistiram nas repetições, em um esquema fatorial 5x5, em parcelas subdivididas. As parcelas foram formadas por cinco volumes de irrigação suplementar, 1.090 – 2.177 – 4.300 – 6.540 – 8.720 litros.cova<sup>-1</sup>, e as subparcelas por cinco doses de adubação nitrogenada, 40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup>. As variáveis resposta avaliadas foram produtividade, número de total de cachos, número de pencas por cacho, número de bananas por cacho, número de bananas por penca, peso médio do fruto, comprimento, diâmetro do fruto, relação entre comprimento e diâmetro e a firmeza média da polpa. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão, seguindo a equação polinomial completa. Houve interação significativa entre os volumes de irrigação suplementar e a adubação nitrogenada apenas para a firmeza média da polpa. De forma independente, os volumes de irrigação suplementar afetaram de maneira significativa o peso médio do fruto e a produtividade, sendo que a menor produtividade observada foi de 9.611,8 Kg.ha<sup>-1</sup> com a utilização do volume de irrigação suplementar igual a 1.090 litros.cova<sup>-1</sup>, por outro lado a maior produtividade observada foi de 27.865 Kg.ha<sup>-1</sup> com o uso do volume de irrigação suplementar igual a 6.540 litros.cova<sup>-1</sup>. O número total de cachos foi influenciado tanto pelo uso da adubação nitrogenada quanto pelos volumes de irrigação suplementar. A irrigação suplementar favoreceu a produção e a qualidade do fruto da bananeira ‘Grand Naine’.

Palavras-chave: *Musa* spp., volume de água, fertilização nitrogenada.

## ABSTRACT

The banana is a plant that requires the proper demand of water and nutritional supplementation to achieve high yields. Therefore, the objective of the present work was to evaluate quantitative and qualitative aspects of the first cycle of productivity of banana 'Grans Naine' under different levels of nitrogen fertilization and different volumes of supplemental irrigation in Distrito Federal. The tests were arranged in four randomized blocks, which were consisted in a 5x5 factorial design, in split plot. The plots were formed by five volumes of supplementary irrigation and the subplots were formed by five fertilization doses, 1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 liters.pit<sup>-1</sup> and five levels of nitrogen fertilization, 40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup>. The variables analyzed was the productivity; the number of bunches, hands and finger productivity per bunches; the number of finger per hand; the median fruit weight; the median length and diameter of the banana; the relation between diameter and length and the median consistency pulp. The collected data were submitted to a variance analysis and to a regression analysis, following the complete polynomial equation. There was a significant interaction between the volumes of the supplemental irrigation and the fertilization only for the median fruit consistency. In an independent way, the volume of supplemental irrigation affected significantly the medium fruit weight and the productivity, wherein the minimum productivity observed was equal to 9.611,8 Kg.ha<sup>-1</sup> with an irrigation volume used equal to 1090 litros.cova<sup>-1</sup>. In the other side the highest productivity observed was of 27.865 Kg.ha<sup>-1</sup>, with an irrigation volume used equal to 6540 litros.pit<sup>-1</sup>. The number of bunches was influenced for both, the use of nitrogen fertilizer as for the use of supplemental irrigation. The supplemental irrigation increased the production and quality of the banana 'Grand Naine'.

Key words: *Musa* ssp., water volume, nitrogen fertilization.

## INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas mais consumidas no mundo, e o consumo médio dos brasileiros é de 31 Kg por ano (FAO, 2013). Atualmente, a Índia é o maior produtor mundial da fruta e o Brasil aparece na 4º posição com uma produção de 6,8 milhões de toneladas em 2013. Contudo, a produtividade brasileira é baixa, em torno de 14 toneladas por hectare, o que resulta na 57º posição no ranking mundial de produtividade (FAO, 2013).

O Brasil tem uma pequena participação no mercado mundial de banana, tendo em vista que cerca de 97% da produção é consumida pelo mercado interno. Esta pequena participação no mercado externo pode ser atribuída aos altos índices de perdas, aos ataques de pragas e doenças, à precária estrutura de escoamento e comercialização, 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).

Atualmente existem diversas cultivares de bananeiras a serem exploradas por produtores brasileiros, e é de conhecimento geral que o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da bananeira são influenciados pelo solo, clima, genótipo e nível de manejo. Infere-se que para um genótipo expressar o seu potencial em produtividade, necessita-se de manejo tecnológico e ambiente propício (ROBINSON & GALÁN SAÚCO, 2010).

A bananeira ‘Grand Naine’ é um triploide (AAA) pertencente ao grupo Cavendish. É uma planta suscetível à Sigatoka-amarela, negra, ao moko e à nematoides, contudo é resistente ao Mal-do-Panamá. A referida cultivar apresenta frutos com comprimento longo, encurvados, polpa doce e delgada, e a casca apresenta uma coloração amarelo-esverdeada ao amadurecer. De maneira geral, os frutos são destinados ao mercado externo (SILVA et al., 2004). Segundo Silva (2000), esta cultivar apresenta uma das maiores produtividades, quando comparada a outras cultivares, além de apresentar resistência ao acamamento provocado por ventos.

As bananeiras são plantas muito sensíveis ao estresse hídrico, quando comparadas a outras fruteiras tropicais. Por terem um elevado índice de área foliar, resulta em uma alta taxa de transpiração; além disso, apresentam um sistema radicular superficial o que a torna uma espécie com uma considerável resposta fisiológica à escassez de água (VOSSELEN et al., 2005). De acordo com Coelho et al., (2006), a bananeira é uma planta exigente em relação a

água, pois a sua falta reduz a clorofila das folhas afetando negativamente o crescimento e por fim afetando a produção.

Devido à distribuição das chuvas ocorrer de forma sazonal na região Centro-oeste do Brasil, a produção de bananas é irregular durante o ano, oscilando em função das precipitações anuais (SILVA et al., 2004). De acordo com Fernandes et al. (2008) e Paull & Duarte (2011), nas regiões onde as precipitações não suprem a demanda hídrica da bananeira, o uso da irrigação para obter boas produtividades é essencial.

Entre os diferentes métodos de irrigação, a irrigação por gotejamento destaca-se pela aplicação de água diretamente na região radicular em pequenas vazões e alta frequência, mantendo o solo próximo a capacidade de campo (BERNARDO et al., 2009). Como na irrigação por gotejamento a parte aérea da bananeira não é molhada, o ambiente para o desenvolvimento de patógenos torna-se desfavorável o que resulta em uma maior produtividade, além de possibilitar um desenvolvimento uniforme dos frutos (OLIVEIRA, 2000).

A importância do uso da irrigação na bananeira foi descrita por Coelho, et al., (2006) que observaram a máxima produtividade da cultivar 'Grand Naine' com aplicação de uma lâmina de irrigação igual a 441 mm para as condições climáticas do recôncavo baiano. Albuquerque Júnior, et al., (2013), conduzindo um ensaio no estado do Piauí, verificaram uma produtividade máxima da bananeira FHIA-18 de 29.376 Kg.ha<sup>-1</sup> com o uso da lâmina de irrigação igual a 812 mm. Azevedo & Bezerra (2008), nas condições climáticas do Ceará, e Costa, et al., (2012), trabalhando no semiárido paraibano, verificaram que a produtividade da bananeira aumentou de forma linear com incrementos nas lâminas de irrigação.

Considerando que plantas de bananeira apresentam um rápido crescimento e acumulam grandes quantidades de nutrientes, a nutrição destaca-se de forma decisiva para obtenção de altos rendimentos (HOFFMAN et al., 2007; SOARES et al., 2008). De acordo com Hoffmann et al., (2010) o Nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais absorvido pela bananeira, mostrando assim a sua importância para a cultura. Destaca a relevância da absorção de N desde do início da emissão das folhas até a emissão da inflorescência, segundo Borges et al., (2002), contudo, depois desse período, a taxa de absorção decresce. No que diz respeito ao processo de fotossíntese o N exerce um papel crucial, segundo Silva et al., (2012), e isso se dá pelo fato de o N ser indispensável para a formação da molécula de clorofila.

Como o suprimento nutricional adequado é um fator decisivo para obter-se elevadas produtividades, Moreira, et al., (2009) e Melo, et al., (2006) verificaram que a adubação nitrogenada afetou a produtividade de maneira quadrática das cultivares ‘Thap Maeo’ e ‘Grand Naine’, respectivamente. Por outro lado, Brasil, et al., (2000) observaram uma resposta linear da produtividade da bananeira ‘Pioneira’ em função dos níveis de nitrogênio utilizados.

Tendo em vista o que foi abordado anteriormente, o objetivo do presente trabalho foi avaliar aspectos quantitativos e qualitativos da produtividade, relativos ao primeiro ciclo de produção, da bananeira ‘Gran Naine’ sob diferentes doses de adubação nitrogenada e sob diferentes níveis de volumes de irrigação no Distrito Federal.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido, no período de dezembro de 2012 a dezembro de 2014, 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 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. O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho- Amarelo de relevo suave com 4% de declividade.

No ensaio, foram utilizadas mudas da variedade de banana Grand Naine, oriunda de cultura de tecidos. Estas, inicialmente, foram transplantadas em sacos de polietileno, com capacidade de 2 litros de solo, sendo cultivadas em condições de viveiro telado. Durante esse período, as mudas foram, quando necessário, irrigadas por aspersão convencional 3 vezes por semana com uma lâmina líquida de 3 mm por irrigação, totalizando uma lâmina total de irrigação de 9 mm. Além disso, foram desbastadas as folhas com sintomas de doenças e amareladas.

Após a aclimação, 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. Na oportunidade, foram coletadas amostras de solo para análise físico-química nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997). As características físico-química do solo utilizado no experimento, estão apresentadas na Tabela 1. De acordo com os resultados da análise de solo, foi realizada a correção do solo com 200 gramas de calcário dolomítico por cova e a adubação de plantio com 500 gramas de Superfosfato Simples, 200 gramas de Termofosfato Magnésiano e 50 gramas de FTE por cova.

De acordo com a análise físico-química, o solo apresentou um elevado teor de argila (602,3 g.Kg<sup>-1</sup> de solo), sendo classificado como um solo argiloso (LEMOS & SANTOS, 1984). Contudo, segundo Campos et al., (2010), esse Latossolo apresenta uma condutividade

hidráulica saturada ( $K_s$ ) de  $12,7 \text{ cm.h}^{-1}$ , o que caracteriza como um solo de uma velocidade de infiltração básica (VIB) muito alto ( $VIB > 3,0 \text{ cm.h}^{-1}$ ), conforme Bernardo et al., 2009.

Tabela 1: Resultado da análise físico-química do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado na instalação de pomar de banana. Brasília, 2014.

Prof.	pH	pH	H+Al	Al	P	K	Ca	Mg	M.O
cm	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	me/100cm <sup>3</sup>						%
-----mg.L <sup>-1</sup> -----									
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 <sup>-1</sup> -----									
277,35			120,29			602,30			

Após o plantio das mudas no campo em dezembro de 2012, foi instalado o sistema de irrigação composto por quadro unidades operacionais. 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.

Foram partes integrantes do sistema uma linha principal, um cabeçal de controle e um conjunto moto-bomba. Na linha principal, foram utilizados tubos soldáveis de PVC com diâmetro interno de 50 mm. O cabeçal de controle era composto por um filtro de discos de 120 mesh e capacidade de filtragem de  $12 \text{ m}^3 \cdot \text{hora}^{-1}$ , quatro curvas de  $90^\circ$  com diâmetro de 50 mm e dois registros de gaveta. O conjunto moto-bomba foi construído por um motor trifásico de 10 CV e uma bomba centrífuga. Também faz parte desse conjunto, uma válvula de pé com crivo, um mangote de sucção com diâmetro interno de 62 mm, uma curva de  $90^\circ$ , um registro de gaveta e uma válvula de retenção.

Os tratos culturais e o controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com a recomendação existente na literatura (ALVES; et., al, 2004).

## DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

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 a parcela formada por cinco volumes de irrigação suplementar (W) e as subparcelas formadas por cinco níveis de adubação nitrogenada (N). A subparcela foi representada por quatro covas uteis, totalizando 400 covas (ANEXO 1A).

Os níveis de N, em  $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , utilizados no presente experimento foram iguais a 40 – 165 – 290 – 415 – 540. A dose de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) foi igual a 167  $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  e 415  $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 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  $\text{P}_2\text{O}_5$  utilizado ser o superfosfato simples granulado que contem 4% de N na sua formulação.

As adubações foram fracionadas em dez aplicações distribuídas de forma manual a uma distância de 50 cm do pseudocaule da planta. Após as aplicações, os fertilizantes foram incorporados no solo com o auxílio de uma enxada. Os fertilizantes utilizados como fonte de N, P e K foram a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

O manejo da irrigação teve início logo após o final do período chuvoso e estendido até o início da estação chuvosa de cada ano. Em 2013, as irrigações foram realizadas de 01 de julho

a 10 de outubro. Já em 2014, as irrigações foram de 01 de maio a 30 de novembro. O período de irrigação foi de dois dias permanecendo constante em ambos os anos. Apenas o tempo de irrigação foi variável e adaptado ao desenvolvimento da cultura.

O número total de irrigação, o tempo de irrigação, bem como os volumes de água aplicados nos anos de 2013 e 2014 estão descritos na Tabela 2. O aumento no tempo da irrigação visou o ajuste dos volumes de água aplicados na bananeira de acordo com o coeficiente da cultura ( $K_c$ ) e na tentativa de obter-se volumes deficientes, adequados e em excesso com relação à demanda hídrica da cultura.

As irrigações realizadas no período chuvoso ocorreram com intuito de promover a suplementação hídrica nos diversos veranicos que aconteceram no período estudado. Decidia-se irrigar sempre que a precipitação total na semana anterior fosse 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. Logo, seis irrigações foram realizadas no mês de janeiro de 2014 e duas irrigações no mês de fevereiro de 2014, conforme descrito na Tabela 2. O controle da precipitação pluvial foi de acordo com a estação de agrometeorologia da FAL-UnB localizada próxima à área experimental.

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

$$LIA = \frac{VAA}{A_t \times K_L} \quad (1)$$

em que:

VAA: Volume de água aplicado (litros);

$A_t$ : Área ocupada pela planta (9 m<sup>2</sup>);

$K_L$ : 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 ( $ET_0$ ), utilizando-se os dados climatológicos diários da Estação de Agroclimatologia localizada na própria FAL – UnB, sendo a variável  $ET_0$  calculada pela equação de Penman-Monteith-FAO proposta por Allen et al., (2006).

Tabela 2: Volumes de irrigação utilizados, em função da vazão aplicada por cova, do número total de irrigações, tempo de irrigação e evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) nos períodos irrigação para Brasília nos anos de 2013 e 2014.

Mês/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
				Volumes aplicados por cova em litros				
Jul/2013	16	79,89	1,00	64	128	256	384	512
Ago/2013	15	103,19	1,25	75	150	300	450	600
Set/2013	15	107,87	1,50	90	180	360	540	720
Out/2013	6	25,87	1,75	42	84	168	252	336
Jan/2014	6	85,49	1,75	42	84	168	252	336
Fev/2014	2	73,12	1,75	14	28	56	84	112
Mai/2014	16	79,09	1,75	112	224	448	672	896
Jun/2014	15	66,26	1,75	105	210	420	630	840
Jul/2014	16	71,23	1,75	112	224	448	672	896
Ago/2014	15	98,84	1,75	105	210	420	630	840
Set/2014	16	113,64	1,75	112	224	448	672	896
Out/2014	15	117,67	1,75	105	210	420	630	840
Nov/2014	16	93,67	1,75	112	224	448	672	896
Total	-	1117,83	-	1090	2177	4300	6540	8720

O fator de ajuste (K<sub>L</sub>) foi calculado de acordo com a proposta de Fereres de 1981, conforme descrito por Bernardo et al., (2009).

$$\text{Se } P \geq 65\% \rightarrow K_L = 1; \quad (2)$$

$$\text{Se } 20\% < P < 65\% \rightarrow K_L = 1,09 \frac{P}{100} + 0,30; \quad (3)$$

$$\text{Se } P \leq 20\% \rightarrow K_L = 1,94 \frac{P}{100} + 0,1; \quad (4)$$

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

O coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) foi utilizado para ajustar os valores da ET<sub>0</sub> para se obter a demanda hídrica da cultura. Os valores de K<sub>c</sub>, para a bananeira, variam de acordo com o seu estágio de desenvolvimento e as condições climáticas locais (BERNARDO et al., 2009). Segundo Allen et al., (2006), os valores de K<sub>c</sub> para a planta de banana no início do ciclo é de

0,50, no máximo desenvolvimento 1,10 e no final de ciclo 1,00. Foram ajustados os valores de  $K_c$  iguais a 0,75; 0,85; 1,00 e 1,10, respectivamente para os meses de julho/2013, agosto/2013, setembro/2013 e outubro/2013. A partir de outubro/2013, o valor de  $K_c$  foi igual a 1,10 e constante para os demais meses até novembro de 2014.

Considerando os fatores supracitados anteriormente a  $ET_L$  foi calculada pela equação:

$$ET_L = ET_0 \times K_c \times K_L \quad (5)$$

em que:

$ET_L$ : Evapotranspiração em sistemas de irrigação localizada (mm);

$ET_0$ : Evapotranspiração de referência (mm)

$K_c$ : Coeficiente da cultura;

$K_L$ : Fator de ajuste.

O valor P observado foi obtido pela divisão da área molhada ( $A_m$ ) pela área total (9 m<sup>2</sup>). Para a determinação da área molhada foram medidos os dois maiores diâmetros do bulbo molhado formado ao final do tempo de irrigação, no intuito de se obter a média dos diâmetros molhados.

Os valores de P calculados, em função das vazões dos gotejadores utilizados (2, 4 e 8 L.h-1), foram obtidos pela seguinte equação:

$$P = \frac{P_1 \times S_1 + P_2 \times S_2}{S_f} \times \frac{S_{G \text{ rec}}}{S_{G \text{ uti}}} \quad (6)$$

em que:

$P_1$ : proporção 1, para o valor de  $S_1$ ;

$S_1$ : maior espaçamento entre as linhas laterais que resulta em  $P_1$  (m);

$P_2$ : proporção 2, para o valor de  $S_2$ ;

$S_2$ : espaçamento entre pares de laterais ( $S_2 = S_f - S_1$ ) (m);

$S_f$ : espaçamento entre fileiras de plantas (3 metros);

$S_{g \text{ rec}}$ : espaçamento entre gotejadores recomendado (m);

$S_{g \text{ uti}}$ : espaçamento entre gotejadores utilizado (m).

Os valores de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $S_2$  e  $S_{g\text{ rec}}$  utilizados foram propostos por Keller & kamelli (1975). O espaçamento entre as linhas laterais ( $S_1$ ) foi de 1,2 metros. O uso da expressão  $\left(\frac{S_{G\text{ rec}}}{S_{G\text{ uti}}}\right)$  foi para ajustar o valor de P, já que o valor recomendado entre os gotejadores ( $S_{g\text{ rec}}$ ) diferiu do espaçamento entre gotejadores utilizados ( $S_{g\text{ uti}}$ ).

Ressalta-se que o valor de P calculado para o tratamento com a vazão de 24 L.h<sup>-1</sup>, composto por dois gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> e dois gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup>, foi obtido pela média dos valores de P calculados para os gotejadores com vazões de 4 e 8 L.h<sup>-1</sup>.

Como os valores de  $K_L$ , dados pelas equações 1, 2 e 3, são dependentes apenas de P, encontrou-se diversos valores de  $K_L$ , tendo em vista que os valores de P calculados foram em função das vazões dos gotejadores utilizados. Em função desse fato, diversos valores de lâminas foram calculados para satisfazer a demanda evapotranspirométrica da cultura.

A partir dos valores obtidos para  $ET_L$ ,  $K_c$  e  $K_L$ , foi possível calcular as lâminas de irrigação necessária para satisfazer a demanda evapotranspirométrica da cultura. Com isso, as lâminas de irrigação totais necessárias, em mm, (LTN), em um determinado mês, foram calculadas, para cada tratamento, pela seguinte expressão:

$$LNT = \frac{ET_0 \times K_C \times K_L}{CUC} \quad (7)$$

em que:

$ET_0$ : Evapotranspiração de referência (mm)

$K_c$ : Coeficiente da cultura;

$K_L$ : Fator de ajuste.

CUC: Coeficiente de uniformidade de Christiansen

O CUC foi obtido a partir da mensuração das vazões dos gotejadores utilizados pelo sistema de irrigação instalado no campo, obtendo, assim um CUC médio de 94%, no entanto as vazões médias para cada categoria de gotejador praticamente não variaram em relação a vazão nominal dada pelo fabricante.

A obtenção dos volumes totais necessários por cova (VTN), em litros, considerando as LTN correspondente a cada tratamento, foi calculado pela seguinte fórmula:

$$VTN = LTN \times A_t \quad (8)$$

em que:

LTN: lâmina total necessária (mm);

A<sub>c</sub>: área ocupada pela planta (9 m<sup>2</sup>).

## AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a avaliação do desempenho agrônomico da bananeira cv. Grand Naine sob diferentes volumes de irrigação suplementar e doses de adubação 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 quinhas ou angulosidades da superfície dos frutos, conforme sugerido por Alves et al., (2004). As operações de colheita ocorreram no período de 1 de julho de 2014 a 30 de dezembro de 2014 com o intervalo semanal entre as colheitas, totalizando 27 colheitas. 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.

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 (FIGURA 1).

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 comprimento do fruto foi medido, no sentido longitudinal, com o auxílio de um paquímetro digital. Quando o fruto teve um comprimento maior que a escala do paquímetro (150 mm), o fruto era medido com uma régua graduada. O diâmetro do fruto foi obtido medindo o diâmetro da região central do fruto, com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 2).

Para avaliar a firmeza da polpa, 10 frutos da penca média foram acondicionados em uma caixa plástica – sendo que cada caixa comportou cinco pencas devidamente identificados com a etiqueta do cacho correspondente. As caixas foram cobertas com uma lona plástica, com o objetivo de facilitar o amadurecimento dos frutos. As pencas, cujos frutos estavam maduros, foram retiradas e avaliadas após uma semana. Os frutos foram descascados e perfurados com um penetrômetro analógico de ponteira de 11 mm em sua porção central (Figura 3).



**Figura 1:** Acondicionamento de pencas de banana, em caixas plásticas, evidenciando a primeira penca, a penca média e penúltima penca. Brasília, 2014.

A produtividade (PD), 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 (NTC), por hectare, foi obtido pela multiplicação da soma do número de cachos colhidos por parcela pelo número de parcelas contidas no hectare.

O número de pencas por cacho (NPC) foi obtido pela média de pencas obtidas nos cachos colhidos na parcela. A variável número de bananas por cacho (NBC) foi obtida pela média da quantidade de bananas obtidas em cada cacho colhido na parcela. A partir da divisão do NBC pelo NPC determinou-se a variável número de bananas por penca (NBP).



**Figura 2:** A esquerda: avaliação do comprimento da banana com o auxílio de um paquímetro digital. À direita: avaliação do diâmetro do fruto, na região central, com o auxílio de um paquímetro digital. Brasília, 2014.



**Figura 3:** À esquerda: pencas de bananas com frutos madurados a serem avaliadas pelo penetrômetro. À direita: penetrômetro utilizado na avaliação da firmeza da polpa da banana. Brasília, 2014.

O peso médio por fruto (PMF), expresso em gramas, foi obtido pela relação entre o peso do cacho (PC) e total de bananas produzidas no cacho (BP). A relação entre o comprimento e o diâmetro (CD) foi obtida dividindo o comprimento médio pelo diâmetro médio do fruto obtidos na parcela.

### 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 cubica. 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).

O modelo de regressão utilizado seguiu o modelo proposto por Oliveira Júnior et al., (2010) e Boschini et al., (2011), descrito pela seguinte expressão:

$$Y = b_0 + b_1W + b_2N + b_3W^2 + b_4N^2 + b_5W.N + \epsilon \quad (9)$$

em que:

Y: Variável resposta analisada em função da dose de nitrogênio (N) e do volume de água (W) aplicado nas irrigações suplementares;

W: Volume de água aplicada por irrigação suplementar (Litros.cova<sup>-1</sup>);

N: Dose de nitrogênio (N) aplicado ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ );

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$  e  $b_5$ : Coeficientes relativos aos termos da regressão;

$\varepsilon$ : erro inerente ao modelo.

Ressalta-se que Y no presente trabalho assume as variáveis produtividade (PD), número total de cachos (NTC), número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC), número de bananas por penca (NBP), peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação comprimento diâmetro (CD) e firmeza média da polpa (FMP).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo onde o experimento foi implantado apresenta um alto teor de argila, porém comporta-se como um solo arenoso devido ao fato de possuir uma elevada condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ). Sendo dessa forma justificados os valores de (P) observados serem aquém dos valores de P calculados, conforme a (Tabela 3).

Na Tabela 3, estão apresentados os valores de  $K_c$ , considerando o estágio de desenvolvimento da cultura; de P calculados ( $P_s$ ) e seus respectivos  $K_L$  calculados ( $K_{L_s}$ ); de P observados ( $P_o$ ) e seus respectivos  $K_L$  observados ( $K_{L_o}$ ). Os valores de  $P_s$ , em função dos tratamentos utilizados, diferiram entre si, sendo que o menor  $P_s$  foi de 13% para o tratamento de 4 L.h<sup>-1</sup> e o maior foi de 81,50% para o tratamento de 32 L.h<sup>-1</sup>. Observando os valores de  $P_s$  e  $P_o$ , notou-se que os  $P_s$  foram superiores a todos os  $P_o$ . Consequentemente, os valores de  $K_{L_s}$  foram superiores aos  $K_{L_o}$ , tendo em vista que  $K_L$  é dependente exclusivamente de P. Os valores idênticos de  $K_L$  calculados, para os tratamentos Q 24 e Q 32, justifica-se pelo fato de P calculado apresentar um valor superior a 65%, e com isso, foi considerado  $K_L$  igual a 1, conforme a equação 2. O fato dos  $K_L$  observados serem idênticos nos tratamentos Q16 e Q24 explica-se devido as variáveis (P) observadas estarem muito próximas entre si.

**Tabela 3:** Percentual de área molhada calculada ( $P_s$ ) e observada ( $P_o$ ) e coeficiente de ajuste da evapotranspiração da cultura para irrigação localizada de acordo com  $P_s$  ( $K_{L_s}$ ) e  $P_o$  ( $K_{L_o}$ ).

Vazões utilizadas (Litros.hora <sup>-1</sup> )	$P_s$ (%)	$K_{L_s}$	$P_o$ (%)	$K_{L_o}$
4	13,00	0,35	4,07	0,18
8	26,00	0,58	8,95	0,27
16	54,60	0,89	22,18	0,54
24	68,00	1,00	23,33	0,54
32	81,50	1,00	38,86	0,72

Considerando as lâminas necessárias calculadas notou-se que seus valores foram inferiores às das lâminas aplicadas. Isso ocorre em função dos valores de  $K_{L_s}$  serem superiores aos valores de  $K_{L_o}$ . As lâminas calculadas para os tratamentos Q24 e Q32 foram idênticas devido ao fato dos valores de  $K_L$  desses tratamentos serem iguais ( $K_L = 1$ ). As lâminas aplicadas nos tratamentos Q8 e Q16 foram semelhantes para essas vazões já que Q16 equivale ao dobro de Q8 e o valor de P para Q16 ser o dobro de P relativo ao tratamento Q8, apesar da diferença existente entre as vazões nesses tratamentos. Contudo, os volumes de água necessários calculados foram superiores a todos os volumes de água aplicados. Além disso, os volumes de água aplicados foram todos distintos entre si, com o intervalo de 1090 a 8720 litros.cova<sup>-1</sup>

(Tabela 4). Pelas razões expostas, decidiu-se apresentar os resultados e discutir o presente trabalho em função dos volumes de água aplicados.

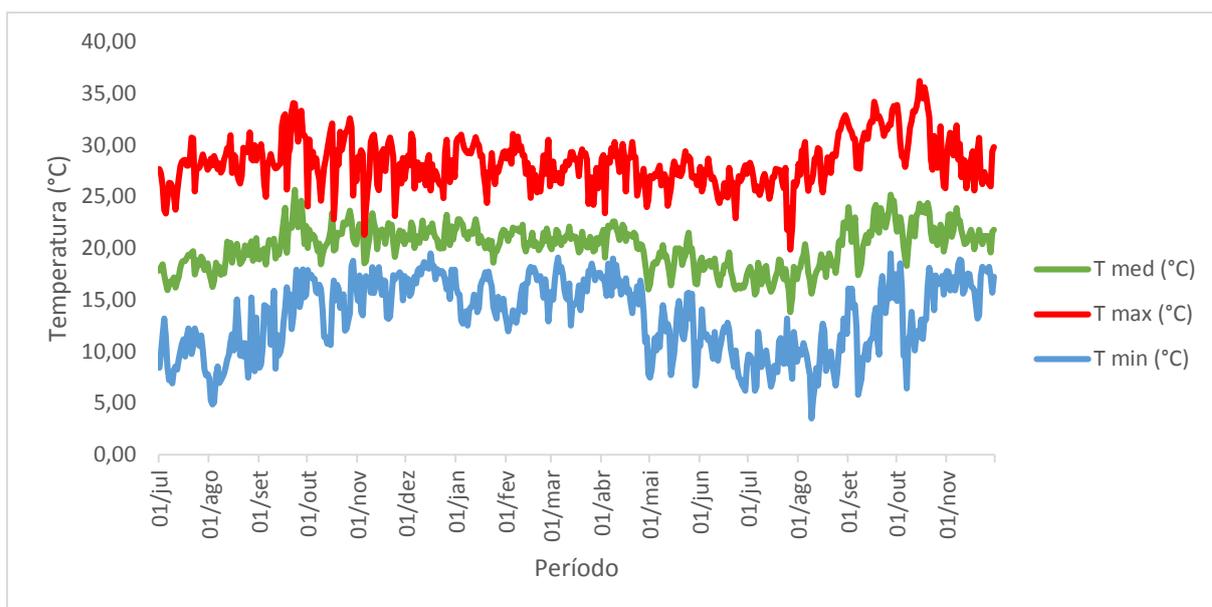
A utilização de uma análise de regressão em vez do teste de média é justificada pelo fato que a análise de variância (ANOVA) aplicada para os testes de médias pressupõe a independência dos tratamentos envolvidos, e ou do efeito destes, o que não ocorre para os casos de tratamentos de níveis crescentes, como no presente trabalho. Com isso, é possível determinar uma correspondência funcional entre os valores dos tratamentos aos dados analisados que é denominada equação de regressão (BANZATTO & KRONKA, 2006). Cabe ainda ressaltar que para uma equação de regressão seja significativa não é necessário que todos os coeficientes do modelo proposto sejam significativos (ALVAREZ & ALVAREZ, 2003). Teste de regressão por meio da ANOVA e significância dos coeficientes da regressão obtida explicam a influência de cada tratamento na variável resposta.

**Tabela 4:** Volumes e lâminas de água necessários em função do  $K_{Lc}$  e Volumes e lâminas de água aplicados, em função da vazão utilizada no referido experimento.

Mês/ano	Vazões utilizadas (Litros/hora)					Vazões utilizadas (Litros/hora)					Vazões utilizadas (Litros/hora)					Vazões utilizadas (Litros/hora)				
	4	8	16	24	32	4	8	16	24	32	4	8	16	24	32	4	8	16	24	32
	Volumes de água calculados (L)					Lâminas de água calculadas (mm)					Volumes de água aplicados (L)					Lâminas de água aplicadas (mm)				
Jul/2013	188	312	479	535	535	20,9	34,7	53,2	59,5	59,5	64	128	256	384	512	39,7	51,9	52,5	77,0	78,68
Ago/2013	296	490	752	840	840	32,8	54,4	83,5	93,3	93,3	75	150	300	450	600	46,5	60,8	61,5	90,2	92,21
Set/2013	364	602	924	1033	1033	40,4	66,9	102,7	114,8	114,8	90	180	360	540	720	55,9	73,0	73,8	108,3	110,65
Out/2013	96	159	244	272	272	10,7	17,6	27,1	30,3	30,3	42	84	168	252	336	26,1	34,1	34,4	50,5	51,64
Jan/2014	317	525	806	900	900	35,2	58,3	89,5	100,0	100,0	42	84	168	252	336	26,1	34,1	34,4	50,5	51,64
Fev/2014	271	449	689	770	770	30,1	49,9	76,6	85,6	85,6	14	28	56	84	112	8,7	11,3	11,5	16,8	17,21
Mai/2014	293	486	746	833	833	32,6	54,0	82,8	92,6	92,6	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Jun/2014	246	407	625	698	698	27,3	45,2	69,4	77,5	77,5	105	210	420	630	840	65,2	83,2	86,1	126,3	129,09
Jul/2014	264	437	671	750	750	29,3	48,6	74,6	83,4	83,4	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Ago/2014	366	607	932	1041	1041	40,7	67,4	103,5	115,7	115,7	105	210	420	630	840	65,2	83,2	86,1	126,3	129,09
Set/2014	421	698	1071	1197	1197	46,8	77,5	119,0	133,0	133,0	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Out/2014	436	723	1109	1239	1239	48,5	80,3	123,2	137,7	137,7	105	210	420	630	840	65,2	83,2	86,1	126,5	129,09
Nov/2014	347	575	883	987	987	38,6	63,9	98,1	109,6	109,6	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Total	3906	6469	9931	11096	11096	434,0	718,7	1103,4	1232,8	1232,8	1090	2177	4300	6540	8720	676,6	882,8	881,5	1311,7	1340,0

## PRODUTIVIDADE E SEUS COMPONENTES

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. Foi possível notar, a partir dos dados climatológicos obtidos pela estação localizada próxima ao experimento, que ocorreram 192 temperaturas mínimas abaixo de 12 °C no período estudado. No ano de 2013, as baixas temperaturas concentraram-se nos meses de julho a agosto, porém, de forma esporádica, foi possível observar temperaturas noturnas abaixo de 12 °C no mês de setembro. Já em 2014, as baixas temperaturas tiveram as suas primeiras ocorrências em maio, concentrando-se nos meses de junho, julho e agosto. As últimas ocorrências foram observadas no mês de setembro (Figura 4).



**Figura 4:** Temperaturas mínimas (T min), temperaturas médias (T med) e temperaturas máximas (T max), em °C, registradas no período de condução de experimento de bananas no Distrito Federal. 01 de julho de 2013 a 30 de novembro de 2014.

Através da análise de variância observou-se que entre as variáveis volume de irrigação suplementar (W) e adubação nitrogenada (N) não existiu interação (WxN) significativa para nenhuma das variáveis respostas produtividade (PD), número total de cachos (NTC), número pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e no número de bananas por pencas (NBP). Entretanto, de forma independente, a variável W afetou significativamente as variáveis resposta PD e NTC, e por outro lado, a variável N afetou de forma independente e significativa o NTC (ANEXO 2A).

A produtividade (PD) da bananeira ‘Grand Naine’ foi influenciada de forma significativa pelos os volumes de água aplicados. De acordo com a Tabela 5, as produtividades observadas oscilaram no intervalo de 9.611,85 a 27.865 kg.ha<sup>-1</sup>. A menor produtividade observada foi encontrada com um volume de 1090 litros.cova<sup>-1</sup> e uma dose de N de 40 Kg.ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, o volume de irrigação suplementar de 6540 litros.cova<sup>-1</sup> e a dose de N de 540 Kg.ha<sup>-1</sup> propiciaram a maior produtividade observada.

Tabela 5: Produtividade observada (Kg.ha<sup>-1</sup>) da bananeira ‘Grand Naine’ em função dos níveis de adubação nitrogenada e volumes de irrigação suplementar. Brasília, 2014.

Doses de nitrogênio (Kg.ha <sup>-1</sup> )	Volumes de irrigação suplementar (Litros.cova <sup>-1</sup> )					Média da produtividade
	1090	2177	4300	6540	8720	
40	9.611,8	10.675,2	13.879,1	18.626,0	17.326,3	14.023,7
167	13.976,4	14.282,2	20.245,3	18.876,2	21.746,5	17.825,4
290	18.306,3	14.706,2	17.812,8	22.629,2	16.589,6	18.008,8
415	16.881,5	13.774,9	22.865,5	20.266,2	21.677,0	19.105,5
540	17.507,0	13.774,9	16.082,3	27.445,5	17.896,2	18.541,2
Média da produtividade	15.256,6	13.455,2	18.177,0	21.568,6	19.047,2	17.500,9

Considerando o efeito exercido pela água nos valores médios da produtividade, observou-se um efeito linear crescente na PD com incrementos na variável W. Com isso, a menor PD estimada foi de 14.673,5 Kg.ha<sup>-1</sup>. A PD foi crescente com uma taxa de 0,81 Kg de banana para cada litro de água aplicado. Logo, para um volume de irrigação suplementar igual a 8720 litros.cova<sup>-1</sup> a produtividade estimada foi de 20.880,9 Kg.ha<sup>-1</sup> (ANEXO 3A).

A partir do modelo fatorial completo e aceitando os coeficientes da regressão com grau de significância de até 30%, obteve-se a Equação 10 que descreve a produtividade em função dos volumes de irrigação suplementar e níveis de adubação nitrogenada (ANEXO 4A):

$$PD = 7.036,85 + 2,33^*W + 28,66^*N - 0,00016^{oo}W^2 - 0,035^{oo}N^2 \quad (10)$$

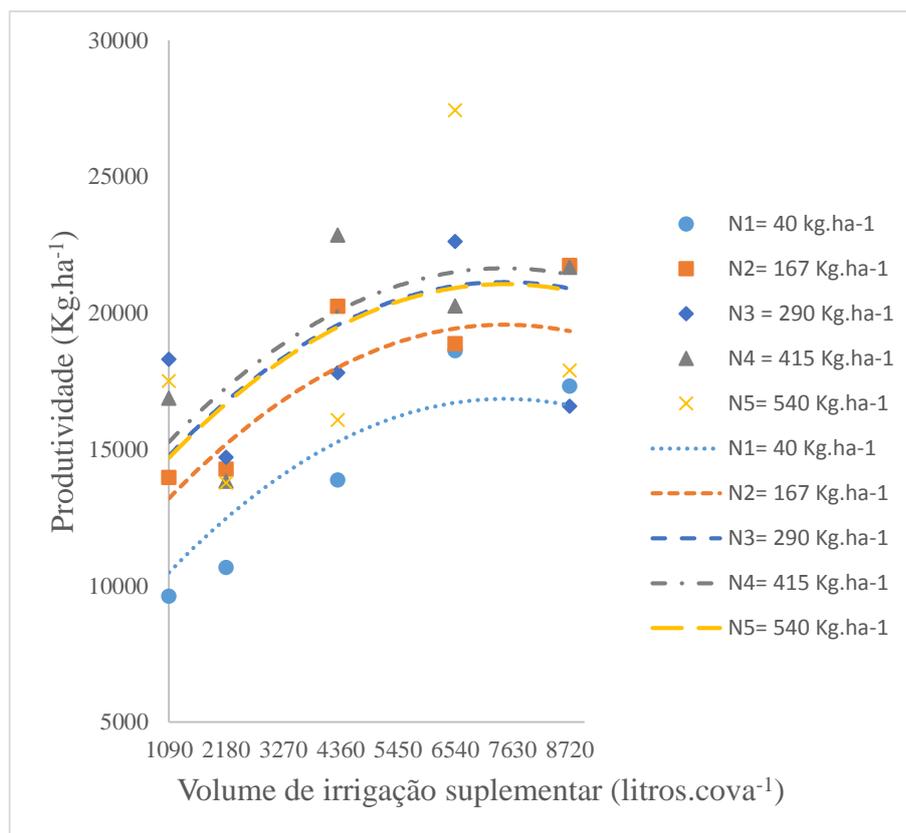
Significativo a: \*  $\alpha \leq 5\%$        $^{oo} \alpha \leq 20\%$ ,  $R^2 = 57,67\%$

Com base na Equação 10 e visualizado por meio da Figura 5, foi possível perceber um efeito quadrático tanto para a variável N quanto para a variável W, possibilitando maximizar a produtividade em função das variáveis influenciadoras. É oportuno salientar que ocorreu uma

dependência entre os fatores em questão, o que proporcionou um maior valor de PD simulado, quando comparado aos rendimentos simulados com os fatores de forma isolada. A partir do volume otimizado de irrigação equivalente a 7.281 litros.cova<sup>-1</sup> foi possível obter as produtividades ajustadas de 16.848,4 – 19.570,9 – 21.134,5 – 21.641,6 – 21.058,0 Kg.ha<sup>-1</sup>, para os níveis de adubação nitrogenada de 40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Como a produtividade comportou-se de forma quadrática em função da variável N, a mesma apresentou incrementos decrescentes com as elevações nos níveis de nitrogênio. Com isso, a produtividade máxima ajustada foi de 21.642,2 Kg.ha<sup>-1</sup> com um volume de irrigação suplementar igual a 7.281 litros.cova<sup>-1</sup> e uma adubação igual a 409 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

Ressalta-se aqui que os níveis de significância dos coeficientes relativos a variável W poderiam ser melhores se não ocorresse uma precipitação total durante o período de janeiro de 2013 a novembro de 2014 igual a 3.131,8 mm.

Em concordância com o observado no presente trabalho, Coelho et al., (2006), em um trabalho conduzido 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. Por outro lado, Azevedo & Bezerra (2008) que 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. 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. Estudos realizados por Figueiredo et al., (2006), mostraram que 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.



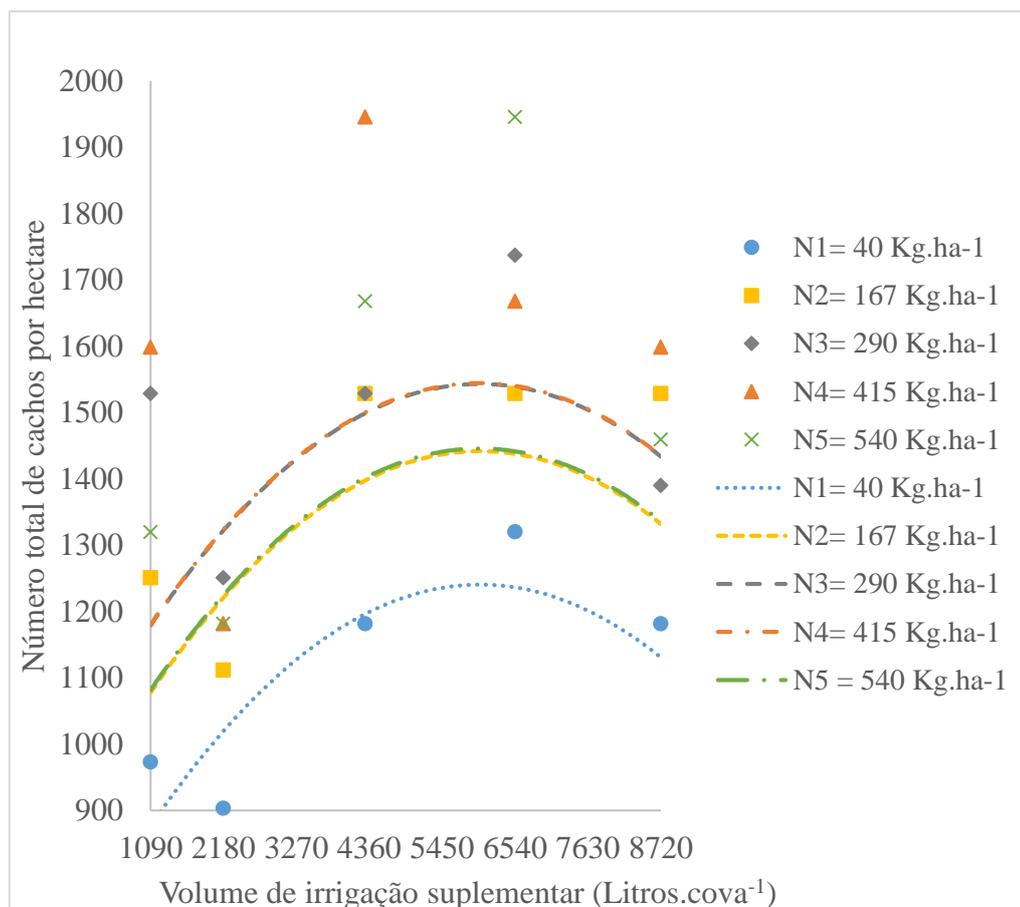
**Figura 5:** Produtividade observada (pontos) e ajustada (linhas), em Kg.ha<sup>-1</sup>, da bananeira ‘Grand Naine’ em função de cinco níveis de adubação nitrogenada (N1 – N2 – N3 – N4 – N5) e cinco volumes de irrigação suplementar (1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.

Considerando o modelo de regressão proposto e aceitando os coeficientes com grau de significância de até 30%, a Equação 11 descreveu o número total de cachos (NTC) em função do volume de irrigação suplementar e adubação nitrogenada (ANEXO 4A):

$$NTC = 612,04 + 0,18^{**}W + 2,67^{**}N - 0,000015^{*}W^2 - 0,0032^{*}N^2 \quad (11)$$

Significativo a: \*\*  $\alpha \leq 1\%$       \*  $\alpha \leq 5\%$ , R<sup>2</sup>= 65%

Com base na Figura 6, foi possível observar uma dependência entre a variável W e a variável N, o que proporcionou um maior rendimento no NTC, quando comparados aos rendimentos obtidos com as variáveis de forma independente. Essa dependência comportou-se de forma quadrática tanto para a variável W quanto para a variável N, ocasionando incrementos decrescentes com o aumento dos volumes de irrigação suplementar e dos níveis de adubação nitrogenada. O máximo estimado para o número de cachos foi de 1.544 cachos.ha<sup>-1</sup>, para a variável W igual a 6.017 litros.cova<sup>-1</sup> e para a variável N igual a 417 Kg.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 6:** Número de cachos observado (pontos) e ajustado (linhas), por hectare, da bananeira ‘Grand Naine’ em função de cinco níveis de adubação nitrogenada (N1 – N2 – N3 – N4 – N5) e cinco volumes de irrigação suplementar (1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.

## QUALIDADE DO FRUTO

Através da análise de variância, observou-se que entre as variáveis volume de irrigação suplementar (W) e adubação nitrogenada (N) existiu interação (WxN) significativa apenas para a variável firmeza média da polpa (FMP). Por outro lado, a variável volume de irrigação suplementar afetou de forma significativa o peso médio do fruto (PMF) (ANEXO 5A).

Analisando essa variável observou-se um efeito linear crescente exercido por W, com um aumento no peso do fruto à uma taxa de 0,0021 gramas.fruto<sup>-1</sup> para cada litro de água aplicado por cova. Tendo o menor PMF estimado de 103,78 gramas com um volume de água aplicada de 1090 litros.cova<sup>-1</sup>. Já o maior PMF estimado foi de 120,10 gramas para W igual a 8720 litros.cova<sup>-1</sup> (ANEXO 7A).

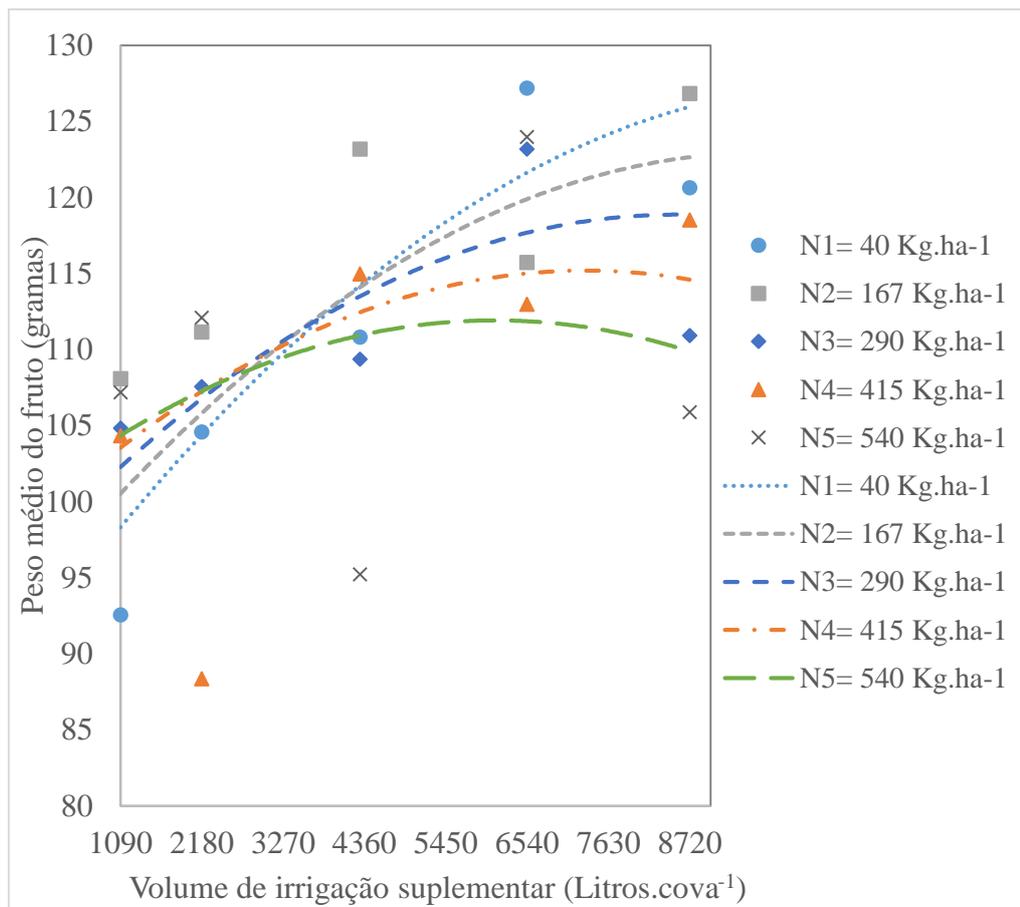
Pela análise de regressão e considerando as variáveis influenciadoras com uma significância menor ou igual a 30%, foi possível estabelecer a Equação 12. As estimativas do peso médio do fruto (PMF) levam em conta a interação entre os volumes de água aplicados e as doses de nitrogênio (WxN), da forma a seguir (ANEXO 8A):

$$\text{PMF} = 90,46 + 0,007^*W + 0,03^{\circ}N - 0,0000003^{\dagger}W^2 - 0,000015^{\circ}N^2 - 0,0000058^{\circ}(W \times N) \quad (12)$$

Significativo a: \*  $\alpha \leq 5\%$        $\circ \alpha \leq 10\%$        $\dagger \alpha \leq 30\%$ ,  $R^2 = 50\%$ .

Apesar da análise de variância não apontar interação entre as variáveis (WxN), o coeficiente relativo a essa interação apresentou um grau de significância menor que 10%, permanecendo no modelo. Contudo, os coeficientes referentes à variável N e N<sup>2</sup> apresentaram um nível de significância maior que 30% e os mesmos foram mantidos no modelo, pois a retirada dos termos implicariam numa redução no coeficiente de determinação da Equação 12, além de reduzir os níveis de significância dos demais coeficientes do modelo de regressão.

Os volumes de irrigação suplementar otimizado, por meio da Equação 12, para cada nível de N (40, 165, 290, 415, 540 Kg.ha<sup>-1</sup>), foram respectivamente 10.947 – 9.738 – 8.530 – 7.322 – 6.113 litros.cova<sup>-1</sup>, resultando em pesos otimizados de 127 – 123 – 119 – 115 – 112 gramas.fruto<sup>-1</sup>. Notou-se que o incremento na adubação nitrogenada possibilita a diminuição no uso de água necessário para obter-se o peso máximo do fruto. Entretanto, pela equação 12, verifica-se que o aumento nos níveis de N provocou uma diminuição da variável resposta PMF (Figura 7). Albuquerque Júnior et al., (2013), em experimento realizado na região semiárida do Piauí, apontaram um comportamento quadrático para o peso médio da banana FHIA – 18 no 2º ciclo de produção, na qual uma lâmina de água acumulada de 994,8 mm resultou num peso de 135 gramas para o fruto.



**Figura 7:** Peso médio do fruto observado (pontos) e ajustados (linhas), em gramas, da bananeira ‘Grand Naine’ em função de cinco doses de adubação nitrogenada (N1 – N2 – N3 – N4 – N5) e de cinco volumes de irrigação suplementar (1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.

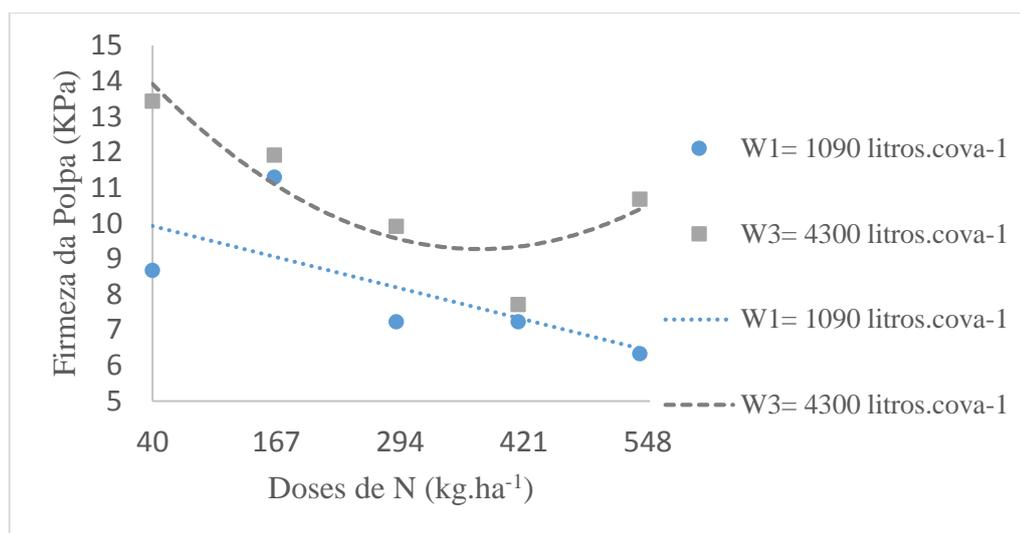
Com relação à firmeza média da polpa (FMP) observou-se, para os desdobramentos N:W<sub>1</sub> e N:W<sub>3</sub>, um decréscimo linear, em relação ao desdobramento N:W<sub>1</sub>, já para N:W<sub>3</sub>, obteve-se um comportamento quadrático com o aumento dos níveis de N. A partir desses desdobramentos, notou-se que ocorreu uma diminuição da firmeza da polpa com os incrementos nos níveis de adubação nitrogenada. O desdobramento N:W<sub>1</sub> apresentou a menor firmeza estimada de 6,41KPa, (com uma taxa de - 0,007 KPa por Kg de N aplicado por ha), para uma adubação nitrogenada igual a 540 Kg.ha<sup>-1</sup>, conforme a Equação 13. Essa FMP obtida no desdobramento N:W<sub>1</sub> foi menor quando comparado ao desdobramento N:W<sub>3</sub>, que apresentou uma firmeza mínima estimada de 9,45 KPa, para um nível de adubação de 375 Kg.ha<sup>-1</sup>, dado pela Equação 14 (Figura 8). Apesar do efeito deletério exercido pela variável N, a variável influenciadora W exerceu um efeito positivo na FMP, tornando-a mais firme com o aumento nos volumes de irrigação suplementar aplicados (ANEXO 6A).

$$FMP = 10,12 - 0,007^*N \quad (13)$$

Significativo a: \*  $\alpha \leq 5\%$ ,  $R^2 = 50,24\%$

$$FMP = 15,1 - 0,03^{**}N + 0,000041^*N^2 \quad (14)$$

Significativo a: \*\*  $\alpha \leq 1\%$       \*  $\alpha \leq 5\%$ ,  $R^2 = 80,97\%$



**Figura 8:** Firmeza média da polpa observada (pontos) e ajustada (linhas), em KPa, da bananeira ‘Grand Naine’ em função de cinco níveis de adubação nitrogenada (40 – 167 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup>) para os volumes de irrigação suplementar (W1 e W3). Brasília, 2014.

Considerando o modelo de regressão fatorial completo e aceitando apenas os coeficientes com grau de significância de até 30%, estabeleceu-se a Equação 15 que descreveu a FMP em função dos volumes de irrigação suplementar e níveis de adubação nitrogenada (ANEXO 8A):

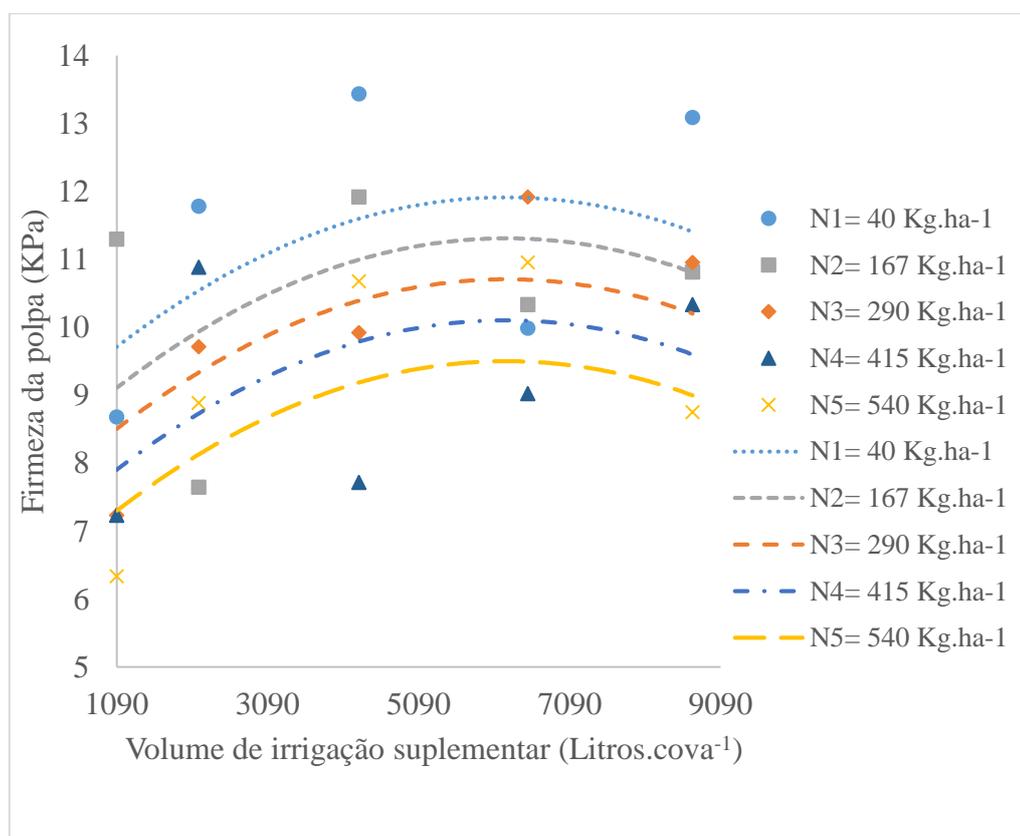
$$FMP = 8,89 + 0,001^*W - 0,05^{\circ}N - 0,000000083^{\circ}W^2 \quad (15)$$

Significativo a: \*  $\alpha \leq 5\%$        $\alpha \leq 10\%$ ,  $R^2 = 47,97\%$

Apesar da análise de variância apontar interação entre as variáveis (WxN), o coeficiente de regressão da variável (WxN) apresentou um grau de significância maior que 30%, sendo excluído do modelo. Pela Figura 9, observou-se o efeito deletério da adubação nitrogenada sobre a FMP, onde as maiores resistências foram estimadas com a utilização de menores doses de N. Por outro lado, a variável influenciadora W exerceu um efeito quadrático sobre a FMP, sendo que o volume otimizado de irrigação suplementar onde se observou o maior valor da variável FMP foi igual a 6250 litros.cova<sup>-1</sup>. Considerando o nível de nitrogênio igual a 40

Kg.ha<sup>-1</sup> e o volume otimizado de irrigação suplementar de 6250 litros.cova<sup>-1</sup> foi possível obter a FMP máxima estimada igual a 11,92 KPa.

Os níveis de N usados no presente estudo, diferiram nos usados por Crisostomo et al., (2009) e Weber et al., (2006), em ensaios realizados no Ceará, que não observaram efeito do nitrogênio na firmeza da polpa. Como a firmeza da polpa está relacionada ao déficit hídrico, Costtricine et al., (2012), conduzindo experimentos no norte de Minas Gerais, revelaram que a maior firmeza da polpa está relacionada ao suprimento adequado de água na fase entre a floração e a colheita.



**Figura 9:** Firmeza média da polpa observada (pontos) e ajustados (linhas), em KPa, da bananeira ‘Grand Naine’ em função de cinco volumes de irrigação suplementar (1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>) e cinco níveis de adubação nitrogenada (N1 – N2 – N3 – N4 – N5). Brasília, 2014.

## CONCLUSÕES

1. A irrigação suplementar favoreceu a produção e qualidade do fruto da bananeira Grand Naine;
2. O aumento da adubação nitrogenada prejudicou a qualidade do fruto da bananeira Grand Naine, quanto ao quesito firmeza média da polpa;
3. Volumes excessivos de água quanto elevados níveis de adubação nitrogenada foram prejudiciais aos parâmetros de produtividade da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE JUNIOR, B. S.; GOMES, E. R. & SOUSA, A. de P.; Necessidade Hídrica e lâminas de irrigação da bananeira CV. FHIA- 18 na região semiárida do Piauí. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 756-767. 2013.
- 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, 301 p. 2006.
- ALVAREZ, V.H.V & ALVAREZ, G.A.M. apresentação de equações de regressão e suas interpretações. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 28-32, 2003. (Boletim Informativo).
- 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. 2004. p. 107-130.
- 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.
- BANZATTO, A. D.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4ª. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A. & MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. v. 1, p 630.
- BORGES, A. L.; SILVA, T. O. da; CALDAS R. C. & ALMEIDA, I. E.de. Adubação nitrogenada para bananeira “Terra” (*Musa sp.* AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 01, p.189-193, 2002.
- BOSCHINI, A.P.M.; SILVA, C.L.da.; OLIVEIRA, C.A.da.S.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.P.de.; MIRANDA, M.Z.de.; FAGIOLI, M. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Rev. Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v. 15, n. 5, p. 450-457, 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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 155-162. 2011.
- 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. 2000.
- CAMPOS, P. M; LACERDA, M. P. C; SILVA, C. L. da; SÁ, M. A. C. de; SOUSA, D. M. G. de. Drenagem interna como fator de diferenciação de Latossolos no Distrito Federal. **Pesq. Agrop. Bras**, Brasília, v.45, n.3. p 306-314. 2010.
- 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, 2004. 128 p.

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, 1998. 359 p.

CFSG – COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª aproximação.** Goiânia. UFG/EMGOPA, 1988. 101 p. (Informativo Técnico, 1).

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da; LEDO, C. A. da S. & SILVA, S de O. e. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘prata anã’ e ‘Grand Naine’ no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal, v. 28, n. 3, p.435-438. 2006.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da; LEDO, C. A. da S. & SILVA, S de O. e. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘prata anã’ e ‘Grand Naine’ sob irrigação no terceiro ciclo no norte de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p.460-468. 2006.

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. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 25, n. 24, p. 26-33. 2012.

COSTTRICINI, A; COELHO, E. F.; RODRIGUES, M. G. V. & COUTINHO, R.C. Concretização pós-colheita de frutos de bananeira ‘BRS Platina’ de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, p. 1013-1021. 2012.

CRISOSTOMO, L. A.; MONTENEGRO, A. A. T.; SOUZA NETO, J. de & LIMA, R. N. de; Influência da adubação NPK sobre a produção e qualidade dos frutos da bananeira. cv. ‘Pacovan’. **Rev. Ciên. Agron.** Fortaleza, v. 39, m. 01, p. 45-52. 2008.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 2ed. rev. e atual. 1997.212p.

FAO. FAOSTAT. **Comércio: bananas.** Disponível em: <<http://www.appsfao.org>>. Acesso em: 21out. 2013.

FERNANDES, L. A.; RAMOS, S. J.; VALADARES S. V.; LOPES P. S. N. & FAQUIN V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília- DF, v.43, n.11, p.1575-1581, 2008.

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

FIGUEIREDO, F. P. de; MANTAVANI, E. C.; SOATES, 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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p.798-803. 2006.

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.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design.** Glendora, California: Rain Bird Sprinkler. 1975. 133p.

- LEMOS, 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, 1984. 46p.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RIBEIRO, V. Q. Crescimento e produção de frutos de bananeira cultivar ‘Grand Naine’ relacionados à adubação química. **Rev. ciênc. Agron.** Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 246-249. 2006.
- MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R.; FREITAS, A. R de. Nitrogênio e potássio na produtividade e qualidade da bananeira ‘Thap Maeo’. **Bragantia**. Campinas, v. 68, n. 22, p. 483-491. 2009.
- OLIVEIRA JÚNIOR, M. P. de.; SILVA, C. L.da.; OLEIVEIRA, C. A. da S. Rendimento físico e econômico da aveia preta no Distrito Federal. **Rev. Bras. Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 14-24, 2010.
- OLIVEIRA, S. Irrigação e Fertirrigação. In: ZILTON, J. M. C. (Org.). **Banana. Produção: aspectos técnicos**. 1ed.Brasília, DF: Embrapa, 2000, v. 1, p. 60-73.
- PAULL, R.E.; DUARTE, O. Tropical fruits. 2nd ed. Oxford: CAB International, 2011. v.1, 400p. (Crop production science in horticulture series, 20).
- PINHEIRO, A. C. M.; *et al.* Amadurecimento de bananas ‘maçã’ submetidas ao 1-meilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29. n.1. Jaboticabal, SP. 2007. p.1-4.
- RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C.; TONET, R. M. **Cultura da banana**. 2. ed. Campinas, SP: CATI, 2002, 91 p.
- ROBINSON, J.C.; GALÁN SAÚCO, V. Bananas and plantains. **Crop production science in horticulture series**, 19. 2 ed. Oxford: CAB Internacional. 2010. 311p.
- SILVA, J. T. A. da.; PEREIRA, R. D. & RODRIGUES, M. G. V. Adubação da bananeira ‘Prata anã’ com diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 12, p 1314-2012, 2012.
- SILVA, L.B.; NASCIMENTO, J. L. do.; NAVES, R. V. & FERREIRA, P. H. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 32, n. 2, p 93-98, 2004.
- SILVA, S. de O. e. Cultivares de banana para exportação. **Banana. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília. p 29-39, 2000.
- SILVA, S. de O. e; SANTOS-SEREJO, J. A. dos. & CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **O cultivo da bananeira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. 2004. p. 45-58.
- 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”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2054-2058, 2008.
- VOSSELEN, V. A.; VERPLANCKE, H.; RANST, V. E. Assessing water consumption of banana: Traditional versus modelling approach. **Agricultural Water Management**, v.74, p.201-218, 2005.

WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T; SILVA, I. M. N. & SOARES, J. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Pacovan’ (*Musa* AAB, subgrupo Prata) na chapada do Apodi, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.1, p. 154-157. 2006.

## **CAPÍTULO II**

### **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA BANANEIRA ‘BRS TROPICAL’ SOB DIFERENTES VOLUMES DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA E EM CONDIÇÕES DE CHILLING**

## RESUMO

A bananeira é uma planta muito exigente com relação à adequada suplementação hídrica e nutricional para alcançar elevados rendimentos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar aspectos quantitativos e qualitativos da produtividade, relativos ao primeiro ciclo, da bananeira 'BRS Tropical' sob diferentes níveis de adubação potássica e volumes de irrigação suplementar no Distrito Federal. O ensaio foi disposto em quatro blocos inteiramente casualizados, que consistiram nas repetições, em um esquema fatorial 5x5, em parcelas subdivididas. As parcelas foram formadas por cinco volumes de irrigação suplementar, 1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>, e as subparcelas por cinco níveis de adubação potássica 0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>. As variáveis respostas analisadas foram produtividade, número total de cachos, número de pencas por cacho, número de bananas por cacho, número de bananas por penca, peso médio do fruto, comprimento, diâmetro médio do fruto, relação entre o comprimento e diâmetro e a firmeza média da polpa. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão, seguindo a equação polinomial completa. Houve interação significativa entre as variáveis volume de irrigação suplementar e adubação potássica para as variáveis resposta número de bananas por cacho e o comprimento médio do fruto. De maneira independente, a adubação potássica influenciou nas variáveis número total de cachos, peso médio do fruto e diâmetro médio do fruto. As variáveis resposta número pencas por cacho, número de bananas por penca e a produtividade total foram influenciadas tanto pela adubação potássica quanto pelos volumes de irrigação suplementar. A produtividade mínima observada da bananeira 'BRS Tropical' foi de 1.195,4 Kg.ha<sup>-1</sup> obtida sem a utilização da adubação potássica e com o volume de irrigação suplementar igual a 1090 litros.cova<sup>-1</sup>. Por outro lado, a maior produtividade observada foi de 11.752,4 Kg.ha<sup>-1</sup> utilizando a dose de adubação potássica igual a 500 Kg.ha<sup>-1</sup> e o volume de irrigação suplementar igual a 6540 litros.cova<sup>-1</sup>. A aplicação da adubação potássica requer cautela, pois doses excessivas desse adubo foi prejudicial à produtividade e à qualidade do fruto.

Palavras-chave: *Musa* spp., volume de água, fertilização potássica.

## ABSTRACT

The banana is a plant that requires the proper demand of water and nutritional supplementation to achieve high yields. Therefore, the objective of the present work was to evaluate quantitative and qualitative aspects of the initial productivity of banana 'BRS Tropical' under different levels of potassium fertilization and different volumes of supplemental irrigation in Distrito Federal. The tests were arranged in four randomized blocks, which consisted in a 5x5 factorial design, in split plot. The plots were formed by five volumes of supplementary irrigation and the subplots were formed by five fertilization doses, 1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 liters.pit<sup>-1</sup> and five levels of potassium fertilization, 0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>. The variables analyzed were the productivity; the number of bunches, hands and finger productivity per bunches; the number of fingers per hand; the median fruit weight; the median length and diameter of the banana; the relation between diameter and length and the median consistency pulp. The collected data were submitted to a variance analysis and to a regression analysis, following the complete polynomial equation. There was a significant interaction between the variable volume of supplemental irrigation and potassium fertilization for the analyzed variables number of banana for bunch and median fruit weight. In an independent way, the potassium fertilization affects significantly the number of bunches, the median weight of the fruit and the diameter of the fruit. The variables analyzed number of hands for bunch, number of bananas for hand and productivity were influenced for both, the potassium fertilization as for the volumes of supplemental irrigation. The minimum productivity observed of the banana 'BRS Tropical' was equal to 1.195,4 Kg.ha<sup>-1</sup> obtained without the potassium fertilization and with a supplemental irrigation volume equal to 1090 liters.pit<sup>-1</sup>. For the other side, the highest productivity observed was 11.752,4 Kg.ha<sup>-1</sup> using potassium fertilization equal to 500 Kg.ha<sup>-1</sup> and the supplemental irrigation equal to 6540 liters.pit<sup>-1</sup>. The application of the potassium fertilization requires caution, because excessive doses of the fertilizer were harmful to the productivity and quality of the fruit.

**Key words:** *Musa* spp., water volume, potassium fertilization.

## INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais consumidas no mundo, no Brasil seu consumo chega a 31 Kg por habitante ano (FAO, 2013). Atualmente, a Índia é o maior produtor mundial, com uma produção de 27,6 milhões de toneladas. O Brasil aparece como o 4º produtor mundial, produzindo 6,9 milhões de toneladas. Apesar da produção brasileira ser elevada, a produtividade do país é baixa, em torno de 14 toneladas por hectare, o que torna o Brasil o 57º no ranking mundial de produtividade (FAO, 2013).

Como o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da bananeira são influenciados pelo solo, clima, genótipo e nível de manejo, infere-se que para um genótipo expressar o seu potencial em produtividade, necessita-se de manejo tecnológico e um ambiente propício (ROBINSON & GALÁN SAÚCO, 2010).

O cultivo da banana ‘maçã’ garante uma boa remuneração ao produtor. Segundo Leonel & Damatto Júnior (2007) a ocorrência do Mal-do-Panamá inviabiliza e impossibilita a produção de banana ‘maçã’ por vários ciclos em regiões produtoras. Outro fato que possibilita ganhos ao produtor é boa aceitação pelo mercado consumidor, sendo considerada uma das variedades mais saborosas para o consumo *in natura* (GOLDING, et al., 1998).

A bananeira ‘BRS Tropical’ é um híbrido tetraploide, pertencente ao grupo genótipo AAAB, sendo considerado uma banana do tipo maçã. É um material desenvolvido pelo programa de melhoramento genético da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura a partir do cruzamento da variedade Yangambi nº2 com o híbrido diploide (AA) M53. É uma planta de porte médio a alto, apresentando frutos grandes e grossos, com um sabor similar ao da banana-maçã. Esse híbrido é resistente à Sigatoka-amarela e tolerante ao Mal-do-Panamá. Contudo, é suscetível à Sigatoka-negra. Por apresentar tolerância ao Mal-do-Panamá, o seu plantio é recomendado às regiões produtoras da ‘Banana-maçã’ (SILVA, et al., 2004).

A irrigação é um fator bastante relevante para produção da banana, visto que se comparadas a outras plantas tropicais, as bananeiras são consideradas significativamente sensíveis ao déficit hídrico (VOSSELEN et al., 2005). Na sua maioria dos casos, essas plantas necessitam de água além da provida pela chuva, pois a evapotranspiração da planta é maior, em alguns períodos, do que a quantidade de água fornecida pelas chuvas (ROBINSON & GALÁN SAÚCO, 2010). Pela instabilidade das chuvas no cerrado brasileiro, há uma instabilidade da produção de banana no decorrer do ano em pomares sob sequeiro, por esse motivo é necessário

a utilização da irrigação a fim de incrementar a produção e a renda dos produtores de banana (SILVA, et al., 2004). Paull & Duarte (2011) afirmam que para a obtenção de bons rendimentos na bananeira, o uso da irrigação é indispensável.

A importância do uso da irrigação na bananeira foi descrita por Coelho, et al., (2006) que observaram a máxima produtividade da cultivar 'Grand Naine' foi alcançada com a lâmina de irrigação igual a 441 mm para as condições climáticas do recôncavo baiano. Albuquerque Júnior, et al., (2013), conduzindo um ensaio no estado do Piauí, verificaram uma produtividade máxima da bananeira FHIA-18 de 29.376 Kg.ha<sup>-1</sup> com o uso da lâmina de irrigação igual a 812 mm. Para Azevedo & Bezerra (2008), para as condições climáticas do Ceará, e Costa, et al., (2012), trabalhando no semiárido paraibano, verificaram que a produtividade da bananeira aumentou de forma linear com incrementos nas lâminas de irrigação.

A nutrição é um fator decisivo no que diz respeito ao crescimento, desenvolvimento e produção da bananeira, já que o crescimento acelerado das plantas leva a uma elevada demanda por nutrientes, e assim uma boa produtividade pode ser alcançada. Com relação à nutrição da bananeira os elementos que têm a maior absorção, segundo Hoffmann et al. (2010), são: Potássio (K) > Nitrogênio (N) > Enxofre (S) > Magnésio (Mg) > Cálcio (Ca) > Fósforo (P).

Assim como Hoffmann et al. (2010), Ganeshamurthy et al. (2011) apontam a importância do Potássio por ser o elemento de maior absorção pela bananeira. Ganeshamurthy et al. (2011) explicam a importância do nutriente por sua participação nas reações catabólicas essenciais para a planta como a respiração, formação de clorofila, fotossíntese e regulação hídrica, apesar de o Potássio não participar diretamente na estrutura da bananeira.

O uso da adubação potássica foi observado por Silva, et al., (2003), Sousa, et al., (2004) e Santos, et al., (2009). Esses autores verificaram um comportamento quadrático da produtividade em função das doses de potássio. Os níveis de potássio otimizados encontrados por esses autores foram de 962,5 Kg.ha<sup>-1</sup>; 635 Kg.ha<sup>-1</sup> e 470 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Por outro lado, Costa, et al., (2009) verificaram um aumento da produtividade com incrementos nas doses de potássio. Sendo assim, Weber, et al., (2006) recomenda uma adubação de cobertura utilizando 55 Kg de K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> para as condições da Chapada do Apodi.

Tendo em vista o que foi abordado anteriormente, o objetivo do presente trabalho foi avaliar aspectos quantitativos e qualitativos da produtividade inicial, referentes ao primeiro

ciclo de produção, da bananeira ‘BRS Tropical’ sob diferentes doses de adubação potássica e níveis de volumes de irrigação suplementar no Distrito Federal.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido, no período de dezembro de 2012 a dezembro de 2014, 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 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. O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho- Amarelo de relevo suave com 4% de declividade.

No ensaio, foram utilizadas mudas do híbrido de banana BRS Tropical, oriunda de cultura de tecidos. Estas, inicialmente, foram plantadas em sacos de polietileno, com capacidade de 2 litros de solo, e conduzidas sob um viveiro telado. Durante esse período, as mudas foram, quando necessário, irrigadas por aspersão convencional 3 vezes por semana com uma lâmina líquida de 3 mm por irrigação, totalizando uma lâmina total de irrigação de 9 mm. Além disso, foram desbastadas folhas com sintomas de doenças e amareladas.

Após a aclimação, as mudas foram transplantadas em uma onde foi instalado o pomar. Essa área previamente preparada por meio de 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. Na oportunidade, foram coletadas amostras de solo, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, que seguiram para análise físico-químico do solo. Essas análises foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997). As características físico-química do solo utilizado no experimento, estão apresentadas na Tabela 1. De acordo com os resultados da análise de solo foi realizada a correção do solo com 200 gramas de calcário dolomítico por cova e a adubação de plantio com 500 gramas de Superfosfato Simples, 200 gramas de Termofosfato Magnésiano e 50 gramas de FTE por cova.

De acordo com a análise físico-química, o solo apresentou um elevado teor de argila (602,3 g.Kg<sup>-1</sup> de solo), sendo classificado como um solo argiloso (LEMOS & SANTOS 1984). Contudo, segundo Campos et al (2010), esse latossolo apresenta uma condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ) de 12,7 cm.h<sup>-1</sup>, o que caracteriza como um solo de uma velocidade de infiltração básica (VIB) muito alta (VIB > 3,0 cm.h<sup>-1</sup>), de acordo com Bernardo et al., (2009).

**Tabela 1:** Resultado da análise físico-químico do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado na instalação de pomar de banana. Brasília, 2014.

Prof.	pH	pH	H+Al	Al	P	K	Ca	Mg	M.O
cm	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	me/100cm <sup>3</sup>		-----mg.L <sup>-1</sup> -----				%
0-20	6,02	5,91	5,12	1,26	2,36	50,00	645,00	216,00	1,81
20-40	6,21	5,06	2,45	0,54	2,31	40,00	489,00	155,00	1,30
Granulometria									
Areia			Silte			Argila			
-----g.Kg <sup>-1</sup> -----									
277,35			120,29			602,30			

Após o plantio das mudas no campo em dezembro de 2012, foi instalado o sistema de irrigação composto por quadro unidades operacionais. 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, após sorteio, foram inseridos gotejadores com as seguintes vazões de 2, 4 e 8 litros por hora (L.h<sup>-1</sup>). Esses gotejadores foram dispostos para possibilitar linhas laterais fornecendo de 4, 8, 16, 24 e 32 L.h<sup>-1</sup>. Nas linhas de derivação foram utilizados tubos de PVC soldável com o diâmetro interno de 32 mm.

A vazão de 4 L.h<sup>-1</sup> foi formada utilizando um gotejador de 2 L.h<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> foi obtida a partir da utilização de dois gotejadores de 2 L.h<sup>-1</sup> por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. A vazão de 16 L.h<sup>-1</sup> foi obtida utilizando dois gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. Já a vazão de 24 L.h<sup>-1</sup> foi formada utilizando um gotejador de 4 L.h<sup>-1</sup> e um gotejador de 8 L.h<sup>-1</sup> por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. Por fim, a vazão de 32 L.h<sup>-1</sup> foi obtida a partir da utilização de dois gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup> por linha lateral, totalizando quatro gotejadores por cova. Nos tratamentos de 4, 16, 24 e 32 L.h<sup>-1</sup>, 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.

Foram são partes integrantes do sistema uma linha principal, um cabeçal de controle e um conjunto moto-bomba. Na linha principal, foram utilizados tubos soldáveis de PVC com

diâmetro interno de 50 mm. O cabeçal de controle era composto por um filtro de discos de 120 mesh e capacidade de filtragem de  $12 \text{ m}^3.\text{hora}^{-1}$ , quatro curvas de  $90^\circ$  com diâmetro de 50 mm e dois registros de gaveta. O conjunto moto-bomba foi constituído por um motor trifásico de 10 cavalo-vapor, uma bomba centrífuga. Também fazem parte desse conjunto, uma válvula de pé com crivo, um mangote de sucção de diâmetro interno de 62 mm, uma curva de  $90^\circ$ , um registro de gaveta e uma válvula de retenção.

Os tratos culturais e o controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com as recomendações existente na literatura (ALVES; et al., 2004).

## DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

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 a parcela formada por cinco volumes de irrigação de irrigação suplementar (W) e as subparcelas formadas por cinco níveis de adubação potássica (K). A subparcela foi representada por quatro covas uteis, totalizando 400 covas (ANEXO 9A).

As doses de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), utilizados no presente experimento, foram equivalentes a 0 – 167 – 334 – 500 – 667  $\text{Kg}.\text{ha}^{-1}$ . A dose de fosforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e nitrogênio (N), independente da dose de potássio utilizada, foi equivalente a 167  $\text{Kg}.\text{ha}^{-1}$  e 172  $\text{Kg}.\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. As doses de adubação utilizadas foram obtidas a partir das médias das recomendações de adubação para bananeira cultivadas nas regiões de Goiás (CFSG, 1988), Minas Gerais (CFSEMG, 1998), Santa Catarina (CFS, 2004) e São Paulo (RAIJ, et al., 1996). A dose de nitrogênio foi ajustada considerando os 4% de N contido na formulação do superfosfato simples granulado.

As adubações foram fracionadas em 10 aplicações distribuídas de forma manual a uma distância de 50 cm do pseudocaule da planta. Após as aplicações, os fertilizantes foram incorporados no solo com o auxílio de uma enxada. Os fertilizantes utilizados como fonte de N, P e K foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

O manejo da irrigação teve início logo após o final do período chuvoso sendo estendido até o início da estação chuvosa. Em 2013, as irrigações foram realizadas de 01 de julho a 10 de outubro. Já em 2014, foram de 01 de maio a 30 de novembro. O período de irrigação foi de dois dias constante em ambos os anos. Apenas o tempo de irrigação foi variável e adaptado ao desenvolvimento da cultura.

O número total de irrigação, o tempo de irrigação, bem como os volumes de água aplicados nos anos de 2013 e 2014 estão descritos na Tabela 2. O aumento no tempo de irrigação visou o ajuste dos volumes de água aplicados na bananeira de acordo com o coeficiente da cultura ( $K_c$ ) e na tentativa de obter-se volumes deficientes, adequados e em excesso com relação à demanda hídrica da cultura.

As irrigações realizadas no período chuvoso ocorreram com intuito de promover a suplementação hídrica nos diversos veranicos que aconteceram no período estudado. Decidia-se irrigar sempre que a precipitação total na semana anterior fosse menor que 30 mm, correspondente, na maior parte dos veranicos, ao total evapotranspirado em uma semana. Considerando-se ainda a possibilidade de não ocorrência de chuva na semana em questão, em função da visualização de dias claros e com elevadas temperaturas. Logo, seis irrigações foram realizadas no mês de janeiro e duas irrigações no mês de fevereiro de 2014, conforme descrito na Tabela 2. O controle da precipitação pluvial foi de acordo a estação de agrometeorologia da FAL-UnB localizada próxima à área experimental.

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

$$LIA = \frac{VAA}{A_t \times K_L} \quad (1)$$

em que:

VAA: Volume de água aplicado em litros;

$A_t$ : Área total ocupada por cova– 9 m<sup>2</sup>;

$K_L$ : Fator de ajuste devido à irrigação localizada.

O manejo previsto para irrigação foi realizado para suprir a demanda evapotranspirométrica da cultura. Para isso, foi calculada a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), utilizando-se os dados climatológicos da Estação de Agroclimatologia localizada na própria FAL – UnB, sendo a  $ET_0$  calculada pela equação de Penman-Monteith-FAO proposta por Allen et al., (2006).

**Tabela 2:** Volumes de irrigação utilizados, em função da vazão aplicada por cova, do número total de irrigações, tempo de irrigação e evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) nos períodos irrigação para Brasília nos anos de 2013 e 2014.

Mês/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
				Volumes aplicados por cova em litros				
Jul/2013	16	79,89	1,00	64	128	256	384	512
Ago/2013	15	103,19	1,25	75	150	300	450	600
Set/2013	15	107,87	1,50	90	180	360	540	720
Out/2013	6	25,87	1,75	42	84	168	252	336
Jan/2014	6	85,49	1,75	42	84	168	252	336
Fev/2014	2	73,12	1,75	14	28	56	84	112
Mai/2014	16	79,09	1,75	112	224	448	672	896
Jun/2014	15	66,26	1,75	105	210	420	630	840
Jul/2014	16	71,23	1,75	112	224	448	672	896
Ago/2014	15	98,84	1,75	105	210	420	630	840
Set/2014	16	113,64	1,75	112	224	448	672	896
Out/2014	15	117,67	1,75	105	210	420	630	840
Nov/2014	16	93,67	1,75	112	224	448	672	896
<b>Total</b>	-	1117,83	-	1090	2177	4300	6540	8720

O fator de ajuste (K<sub>L</sub>) foi calculado de acordo com a proposta de Fereres de 1981, conforme descrito por Bernardo et al., (2009).

$$\text{Se } P \geq 65\% \rightarrow K_L = 1 \quad (2)$$

$$\text{Se } 20\% < P < 65\% \rightarrow K_L = 1,09 \frac{P}{100} + 0,30 \quad (3)$$

$$\text{Se } P \leq 20\% \rightarrow K_L = 1,94 \frac{P}{100} + 0,1 \quad (4)$$

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

O coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) foi utilizado para converter os valores da ET<sub>0</sub> na demanda hídrica da cultura. Os valores de K<sub>c</sub>, para a bananeira, variam de acordo com o seu estágio de desenvolvimento e as condições climáticas locais (BERNARDO et al., 2009). Segundo Allen et al., (2006), os valores de K<sub>c</sub> para a planta de banana no início do ciclo é de 0,50, no máximo

desenvolvimento 1,10 e no final de ciclo 1,00. Foram ajustados os valores de  $K_c$  iguais a 0,75; 0,85; 1,00 e 1,10, respectivamente para os meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2013. A partir de outubro, o valor de  $K_c$  foi igual a 1,10 e constante para os demais meses até novembro de 2014.

Considerando os fatores supracitados anteriormente a  $ET_L$  foi calculada pela equação:

$$ET_L = ET_0 \times K_c \times K_L \quad (5)$$

em que:

$ET_L$ : Evapotranspiração em sistemas de irrigação localizada (mm);

$ET_0$ : Evapotranspiração de referência (mm)

$K_c$ : Coeficiente da cultura;

$K_L$ : Fator de ajuste.

O valor de P observado foi obtido pela divisão da área molhada ( $A_m$ ) pela área total de cada cova (9 m<sup>2</sup>). Para a determinação da área molhada foram medidos os dois maiores diâmetros do bulbo molhado formado ao final do tempo de irrigação, obtendo assim, um valor médio do diâmetro do bulbo molhado.

Os valores de P calculados, em função das vazões dos gotejadores utilizados (2, 4 e 8 L.h<sup>-1</sup>), foram obtidos pela seguinte equação:

$$P = \frac{P_1 \times S_1 + P_2 \times S_2}{S_f} \times \frac{S_{G \text{ rec}}}{S_{G \text{ uti}}} \quad (6)$$

em que:

$P_1$ : proporção 1, para o valor de  $S_1$ ;

$S_1$ : maior espaçamento entre as linhas laterais que resulta em  $P_1$  (m);

$P_2$ : proporção 2, para o valor de  $S_2$ ;

$S_2$ : espaçamento entre pares de laterais ( $S_2 = S_f - S_1$ ) (m);

$S_f$ : espaçamento entre fileiras de plantas (3 metros);

$S_{g \text{ rec}}$ : espaçamento entre gotejadores recomendado (m);

$S_{g \text{ uti}}$ : espaçamento entre gotejadores utilizado (m).

Os valores de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $S_2$  e  $S_{g\text{rec}}$  utilizados foram propostos por Keller & Kamelli (1975). O espaçamento entre as linhas laterais ( $S_1$ ) foi de 1,2 metros. O uso da expressão  $\left(\frac{S_{g\text{rec}}}{S_{g\text{uti}}}\right)$  foi para ajustar o valor de  $P$ , já que o valor recomendado entre os gotejadores ( $S_{g\text{rec}}$ ) diferiu do espaçamento utilizados ( $S_{g\text{uti}}$ ).

Ressalta-se que o valor da área molhada ( $P$ ) para o tratamento com a vazão de  $24 \text{ L.h}^{-1}$ , composto por dois gotejadores de  $4 \text{ L.h}^{-1}$  e dois gotejadores de  $8 \text{ L.h}^{-1}$ , foi obtido pela média dos valores de  $P$  calculados para os gotejadores com vazões de 4 e  $8 \text{ L.h}^{-1}$ .

Como os valores de  $K_L$ , dados pelas equações 1, 2 e 3, são dependentes apenas de  $P$ , encontrou-se diversos valores de  $K_L$ , tendo em vista que os valores de  $P$  calculados foram em função das vazões dos gotejadores utilizados. Em função desse fato, diversos valores de lâminas foram calculados para satisfazer a demanda evapotranspirométrica da cultura.

A partir dos valores obtidos para  $ET_L$ ,  $K_C$  e  $K_L$ , foi possível calcular as lâminas de irrigação necessária para satisfazer a demanda evapotranspirométrica da cultura. Com isso, as lâminas de irrigações totais necessárias (LTN), em mm, foram calculadas, para cada tratamento, pela seguinte expressão:

$$LNT = \frac{ET_0 \times K_C \times K_L}{CUC} \quad (7)$$

em que:

$ET_0$ : Evapotranspiração de referência (mm)

$K_c$ : Coeficiente da cultura;

$K_L$ : Fator de ajuste.

CUC: Coeficiente de uniformidade de Christiansen

O CUC foi obtido a partir da mensuração das vazões dos gotejadores utilizados pelo sistema de irrigação instalado no campo, obtendo assim, um CUC de 94%.

A obtenção dos volumes totais necessários por cova (VTN), em litros, considerando as LTN corresponde a cada tratamento, foi calculado pela seguinte equação:

$$VTN = LTN \times A_t \quad (8)$$

em que:

LTN: lâmina total necessária (mm);

## AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a avaliação do desempenho agrônômico da bananeira BRS Tropical sob diferentes volumes de irrigação suplementar e doses de adubação potássica foram realizadas colheitas dos cachos quando os frutos atingiram o pleno desenvolvimento fisiológico, com base na redução e/ou desaparecimento das quinas ou angulosidades da superfície dos frutos, conforme a sugestão de Alves et al.; (2004). As operações de colheita ocorreram no período de 1 de julho de 2014 a 30 de dezembro de 2014 com o intervalo semanal entre as colheitas, totalizando 27 colheitas. 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.

Após a colheita, as pencas de cada cacho e os frutos de cada penca eram contados, e os valores anotados. As pencas foram acondicionadas em caixas plásticas (Figura 1), e em seguida procedia-se a pesagem.



**Figura 1:** Acondicionamento de pencas de banana, em caixas plásticas, evidenciando a primeira penca, a penca média e penúltima penca. Brasília, 2014.

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 comprimento do fruto foi medido, no sentido longitudinal, com o auxílio de um paquímetro digital. Quando o fruto teve um comprimento maior que a escala do paquímetro (150 mm), o fruto era medido com uma régua graduada. O diâmetro do fruto foi obtido medindo o diâmetro da região central do fruto, com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 2).

Para avaliar a firmeza da polpa, 10 frutos da penca média foram acondicionados em uma caixa plástica – sendo que cada caixa comportou cinco pencas – devidamente identificadas com a etiqueta do cacho correspondente. As caixas foram cobertas com uma lona plástica, com o objetivo de facilitar o amadurecimento dos frutos. As pencas, cujos frutos estavam maduros, foram retiradas e avaliadas após uma semana. Os frutos foram descascados e perfurados com um penetrômetro analógico de ponteira de 11 mm em sua porção central (Figura 3).



**Figura 2:** À esquerda: avaliação do comprimento da banana com o auxílio de um paquímetro digital. À direita: avaliação do diâmetro do fruto, na região central, com o auxílio de um paquímetro digital. Brasília, 2014.



**Figura 3:** À esquerda: pencas de bananas com frutos madurados a serem avaliadas pelo penetrômetro. À direita: penetrômetro utilizado na avaliação da firmeza da polpa da banana. Brasília, 2014.

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

O número de pencas por cacho (NPC) foi obtido pela média de pencas obtidas nos cachos colhidos na parcela. A variável número de bananas por cacho (NBC) foi obtida pela média da quantidade de bananas obtidas em cada cacho colhido na parcela. A partir da divisão do NBC pelo NPC determinou-se a variável número de bananas por penca (NBP).

O peso médio por fruto (PMF), expresso em gramas, foi obtido pela relação entre o peso do cacho (PC) e total de bananas produzidas no cacho (BP). A relação entre o comprimento e o diâmetro (CD) foi obtida dividindo o comprimento médio pelo diâmetro médio do fruto obtidos na parcela.

## 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 as ordens linear, quadrática e cúbica. Em seguida, determinou-se o grau de significância dos coeficientes relativos de cada variável do modelo proposto. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 1998).

O modelo de regressão utilizado seguiu-se o proposto por Oliveira Júnior et al., (2010) e Boschini et al., (2011), que é descrito pela seguinte expressão:

$$Y = b_0 + b_1W + b_2K + b_3W^2 + b_4K^2 + b_5W.K + \varepsilon \quad (9)$$

em que:

Y: Variável resposta em função da dose de adubação potássica (K) e do volume de irrigação suplementar (W) aplicado;

W: Volume de água aplicado por irrigação suplementar (Litros.cova<sup>-1</sup>);

K: Dose de potássio (K) aplicado (Kg.ha<sup>-1</sup>);

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub> e b<sub>5</sub>: Coeficientes relativos aos termos da regressão;

ε: erro inerente ao modelo.

Ressalta-se que Y no presente trabalho assume s variáveis produtividade (PD), número total de cachos (NTC), número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC), número de bananas por penca (NBP), peso médio do fruto (PMF), comprimento médio

do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação comprimento diâmetro (CD) e firmeza média da polpa (FMP).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo onde o experimento foi implantado possui elevado teor de argila, porém comporta-se como um solo arenoso devido ao fato de ter apresentado uma elevada condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ). Sendo dessa forma justificados os valores de (P) observados serem aquém dos valores de P calculados, conforme a (Tabela 3).

**Tabela 3:** Percentual de área molhada calculada ( $P_s$ ) e observada ( $P_o$ ) e coeficiente de ajuste da evapotranspiração da cultura para irrigação localizada de acordo com  $P_s$  ( $K_{Ls}$ ) e  $P_o$  ( $K_{Lo}$ ).

Vazões utilizadas (Litros.hora <sup>-1</sup> )	$P_s$ (%)	$K_{Ls}$	$P_o$ (%)	$K_{Lo}$
4	13,00	0,35	4,07	0,18
8	26,00	0,58	8,95	0,27
16	54,60	0,89	22,18	0,54
24	68,00	1,00	23,33	0,54
32	81,50	1,00	38,86	0,72

Na Tabela 4, estão apresentados os valores de  $K_c$ , considerando as fases de desenvolvimento da cultura; de P calculados ( $P_s$ ); de  $K_L$  calculados ( $K_{Ls}$ ); de P observados ( $P_o$ ) e de  $K_L$  observados ( $K_{Lo}$ ). Os valores de  $P_s$ , em função dos tratamentos utilizados, diferiram entre si, sendo que o menor  $P_s$  foi de 13% para o tratamento de 4 L.h<sup>-1</sup> e o maior foi de 81,50% para o tratamento de 32 L.h<sup>-1</sup>. Observando os valores de  $P_s$  e  $P_o$ , notou-se que os  $P_s$  foram superiores a todos os  $P_o$ . Conseqüentemente, os valores de  $K_{Ls}$  foram superiores aos  $K_{Lo}$ , tendo em vista que  $K_L$  é dependente exclusivamente de P. Os valores idênticos de  $K_L$  calculados, para os tratamentos Q 24 e Q 32, justifica-se pelo fato de P apresentar um valor superior a 65%, e com isso, utilizou-se a equação 2. O fato dos  $K_{Lo}$  serem idênticos nos tratamentos Q16 e Q24 explica-se devido as variáveis observadas serem muito próximas entre si.

Considerando as lâminas calculadas notou-se que seus valores foram inferiores aos das lâminas aplicadas. Isso ocorre em função dos valores de  $K_{Ls}$  serem superiores aos valores de  $K_{Lo}$ . As lâminas calculadas para os tratamentos Q24 e Q32 foram idênticas devido ao fato dos valores de  $K_L$  desses tratamentos serem iguais ( $K_L = 1$ ). As lâminas aplicadas nos tratamentos Q8 e Q16 foram semelhantes para essas vazões já que Q16 equivale ao dobro de Q8 e o valor de P para Q16 ser o dobro de P relativo ao tratamento Q8, apesar da diferença existente entre as vazões nesses tratamentos. Contudo, os volumes de água calculados foram superiores a todos os volumes de água aplicados. Além disso, os volumes de água aplicados foram todos distintos entre si, com o intervalo de 1090 a 8720 litros.cova<sup>-1</sup> (Tabela 5). Sendo assim, decidiu-se

apresentar os resultados e discutir o presente trabalho em função dos volumes de água aplicados.

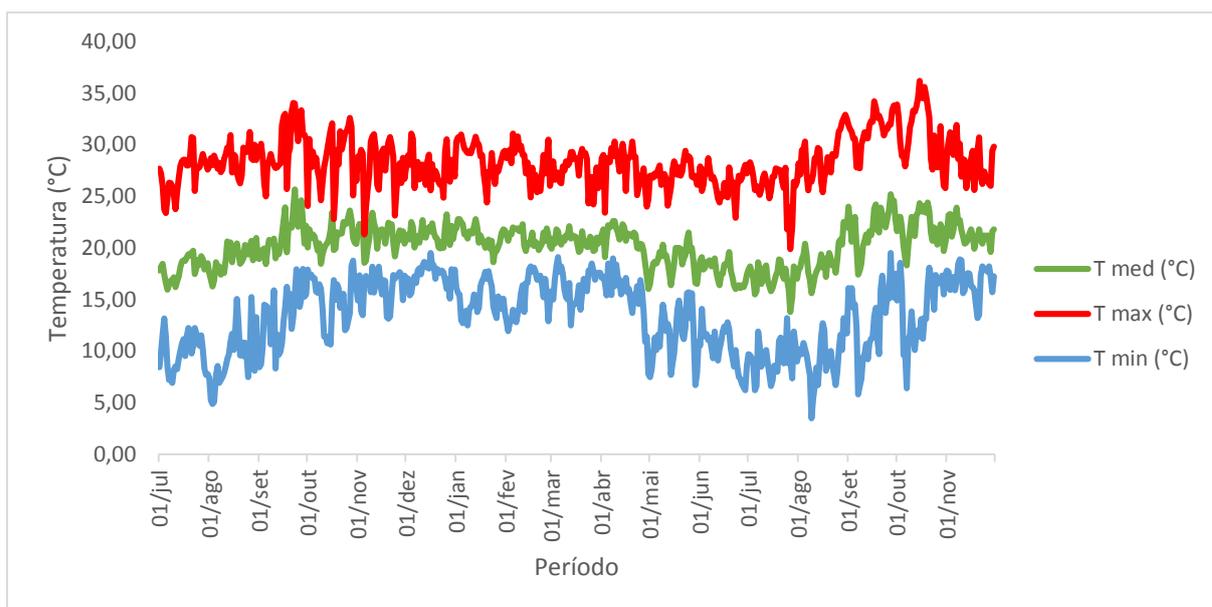
A utilização da análise de regressão ao em vez do teste de média é justificada pelo fato de que a análise de variância (ANOVA) aplicada para os testes de médias pressupõe a independência dos tratamentos envolvidos, e ou do efeito destes, o que não ocorre para os casos em que os tratamentos são dispostos em de níveis crescentes, como os do presente trabalho. Com isso, é possível determinar uma correspondência funcional entre os valores dos tratamentos aos dados analisados que é denominada equação de regressão (BANZATTO & KRONKA, 2006). Cabe ainda ressaltar que para uma equação de regressão seja significativa não é necessário que todos os coeficientes do modelo proposto sejam significativos (ALVAREZ & ALVAREZ, 2003). Teste de regressão por meio da ANOVA e significância dos coeficientes da regressão obtida explicam a influência de cada tratamento na variável resposta.

**Tabela 4:** Volumes e lâminas de água necessários em função de  $K_{Lc}$  e volumes e lâminas água aplicados, em função da vazão utilizada, no referido experimento. Brasília, 2014.

Mês/ano	Vazões utilizadas (Litros/hora)					Vazões utilizadas (Litros/hora)					Vazões utilizadas (Litros/hora)					Vazões utilizadas (Litros/hora)				
	4	8	16	24	32	4	8	16	24	32	4	8	16	24	32	4	8	16	24	32
	Volumes de água calculados (L)					Lâminas de água calculadas (mm)					Volumes de água aplicados (L)					Lâminas de água aplicadas (mm)				
Jul/2013	188	312	479	535	535	20,9	34,7	53,2	59,5	59,5	64	128	256	384	512	39,7	51,9	52,5	77,0	78,68
Ago/2013	296	490	752	840	840	32,8	54,4	83,5	93,3	93,3	75	150	300	450	600	46,5	60,8	61,5	90,2	92,21
Set/2013	364	602	924	1033	1033	40,4	66,9	102,7	114,8	114,8	90	180	360	540	720	55,9	73,0	73,8	108,3	110,65
Out/2013	96	159	244	272	272	10,7	17,6	27,1	30,3	30,3	42	84	168	252	336	26,1	34,1	34,4	50,5	51,64
Jan/2014	317	525	806	900	900	35,2	58,3	89,5	100,0	100,0	42	84	168	252	336	26,1	34,1	34,4	50,5	51,64
Fev/2014	271	449	689	770	770	30,1	49,9	76,6	85,6	85,6	14	28	56	84	112	8,7	11,3	11,5	16,8	17,21
Mai/2014	293	486	746	833	833	32,6	54,0	82,8	92,6	92,6	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Jun/2014	246	407	625	698	698	27,3	45,2	69,4	77,5	77,5	105	210	420	630	840	65,2	83,2	86,1	126,3	129,09
Jul/2014	264	437	671	750	750	29,3	48,6	74,6	83,4	83,4	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Ago/2014	366	607	932	1041	1041	40,7	67,4	103,5	115,7	115,7	105	210	420	630	840	65,2	83,2	86,1	126,3	129,09
Set/2014	421	698	1071	1197	1197	46,8	77,5	119,0	133,0	133,0	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Out/2014	436	723	1109	1239	1239	48,5	80,3	123,2	137,7	137,7	105	210	420	630	840	65,2	83,2	86,1	126,5	129,09
Nov/2014	347	575	883	987	987	38,6	63,9	98,1	109,6	109,6	112	224	448	672	896	69,5	90,8	91,8	134,8	137,70
Total	3906	6469	9931	11096	11096	434,0	718,7	1103,4	1232,8	1232,8	1090	2177	4300	6540	8720	676,6	882,8	881,5	1311,7	1340,0

## PRODUTIVIDADE E SEUS COMPONENTES

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. Foi possível notar, a partir dos dados climatológicos obtidos pela estação localizada próxima ao experimento, que ocorreram 192 temperaturas mínimas abaixo de 12°C no período estudado. No ano de 2013, as baixas temperaturas concentraram-se nos meses de julho a agosto, porém, de forma esporádica, foi possível observar temperaturas noturnas abaixo de 12°C no mês de setembro. Já em 2014, as baixas temperaturas tiveram as suas primeiras ocorrências em maio, concentrando-se nos meses de junho, julho e agosto. As últimas ocorrências foram observadas no mês de setembro (Figura 4).



**Figura 4:** Temperaturas mínimas (T min), temperaturas médias (T med) e temperaturas máximas (T max), em °C, registradas no período de condução de experimento de bananas no Distrito Federal. 01 de julho de 2013 a 30 de novembro de 2014.

Pela análise de variância observou-se que entre as variáveis volume de irrigação suplementar (W) e adubação potássica (K) houve interação significativa entre (WxK) apenas para a variável número de bananas por cachos (NBC). Entretanto, de forma independente, a variável W afetou significativamente a produtividade (PD), o número de pencas por cacho (NPC) e no número de bananas por penca (NBP). Por outro lado, a adubação potássica afetou

significativamente as variáveis respostas produtividade (PD), número total de cachos (NTC), número de pencas por cacho (NPC) e no número de bananas por pencas (NBP) (ANEXO 10A).

De acordo com a Tabela 5, as produtividades observadas oscilaram no intervalo de 1.195,4 a 11.752,4 Kg.ha<sup>-1</sup>. A menor produtividade observada foi encontrada no tratamento em que não ocorreu a utilização da adubação potássica. Por outro lado, o nível potássio igual a 500 Kg.ha<sup>-1</sup> propiciou a maior produtividade observada.

**Tabela 5:** Produtividade observada (Kg.ha<sup>-1</sup>) da bananeira ‘BRS Tropical’ em função dos volumes de irrigação suplementar e doses de adubação potássica. Brasília, 2014.

Doses de potássio (Kg.ha <sup>-1</sup> )	Volumes de irrigação suplementar (Litros.cova <sup>-1</sup> )					Média da produtividade
	1090	2177	4300	6540	8720	
0	1.195,4	5.143,0	2.411,6	5.838,0	2.439,4	3.405,5
167	4.343,7	7.624,1	5.469,6	5.386,2	4.559,2	5.476,6
334	8.291,3	6.956,9	4.343,7	8.117,6	8.937,7	7.329,5
500	5.963,1	9.924,6	4.218,6	11.752,4	8.791,7	8.130,1
667	3.975,4	5.956,1	7.422,6	7.770,1	6.646,5	6.354,1
Média da produtividade	4.753,8	7.121,0	4.773,3	7.772,9	6.274,9	6.139,2

Apesar da análise de variância apontar que a variável influenciadora W afetou significativamente a variável PD, os coeficientes relativos aos termos W e W<sup>2</sup> apresentaram um nível de significância maior que 30%, e assim retirados do modelo proposto. Logo, a PD pode ser descrita apenas em função das doses de K (ANEXO 14A).

$$PD = 3.179,3 + 20,10^{**}K - 0,0224^{*}K^2 \quad (10)$$

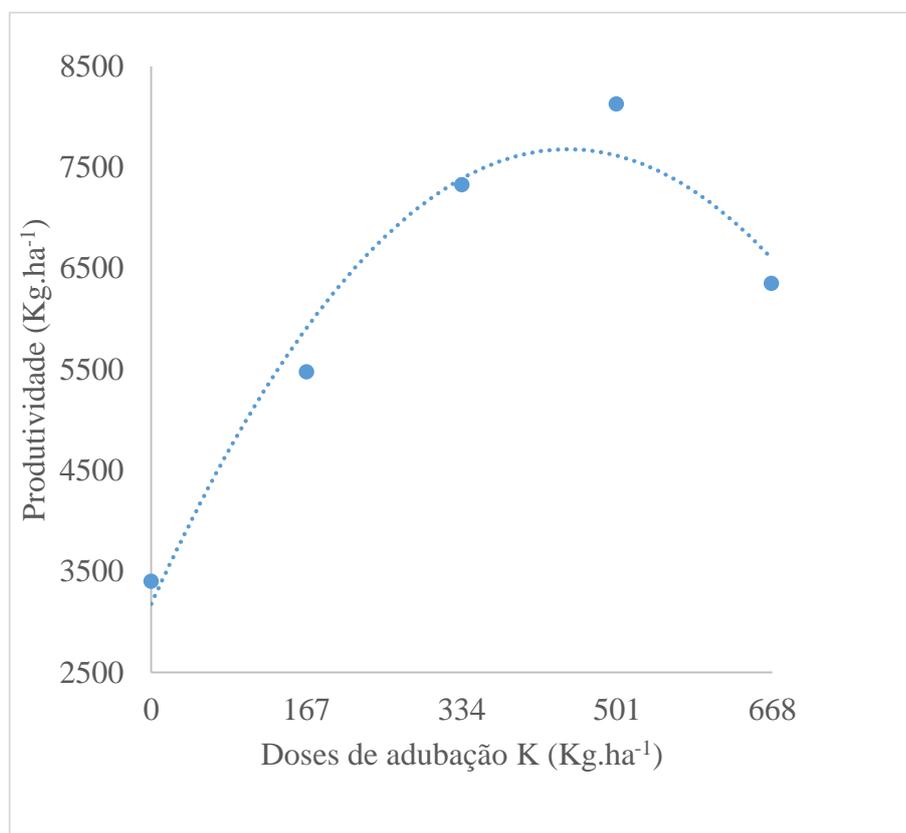
Significativo a: \*\*  $\alpha \leq 1\%$       \*  $\alpha \leq 5\%$ , R<sup>2</sup> = 95,76%

Ressalta-se aqui que a não significância da variável W no modelo estatístico proposto pela Equação 10, deve-se, provavelmente, ao total precipitado durante o período, de janeiro de 2013 a novembro de 2014, igual a 3.131,8 mm. Essa precipitação seria suficiente, se não fosse a sazonalidade na sua distribuição, para suprir a demanda hídrica da cultura.

Com base na Figura 5, foi possível perceber um efeito quadrático da variável K na produtividade. Devido a esse fato, foi possível maximizar, usando a Equação 10, a variável

resposta (PD) em função da variável influenciadora K, encontrando o nível otimizado de adubação potássica equivalente a 448,66 Kg.ha<sup>-1</sup> e uma produtividade ajustada de 7.688,3 Kg.ha<sup>-1</sup>.

A dose otimizada de potássio no presente estudo aproxima-se do encontrado por Santos et al.; (2009), em trabalhos realizados no nordeste brasileiro, que constataram que uma dose de 470 Kg.ha<sup>-1</sup> de K propiciou a maior produção de bananas. Por outro lado, Silva et al., (2011) verificaram, no norte de Minas Gerais, que uma adubação potássica de 872 Kg. ha<sup>-1</sup> 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<sub>2</sub>O no intervalo 0 a 1.200 Kg.ha<sup>-1</sup>, não influenciaram na produção de bananas no primeiro ciclo de produção.



**Figura 5:** Produtividade da bananeira ‘BRS Tropical’ observado (pontos) e ajustados (linhas), em Kg.ha<sup>-1</sup>, em função de cinco níveis de adubação potássica utilizados (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.

Em relação ao efeito da variável K sobre o número total de cachos (NTC) observou-se um comportamento quadrático dessa variável na equação de regressão e a partir dessa,

verificou-se que a dose otimizada desse adubo igual a 399,7 Kg.ha<sup>-1</sup>, e no nível de irrigação suplementar de 8720 L.c<sup>-1</sup> um valor ajustado de 888 cachos.ha<sup>-1</sup> (ANEXO 13A).

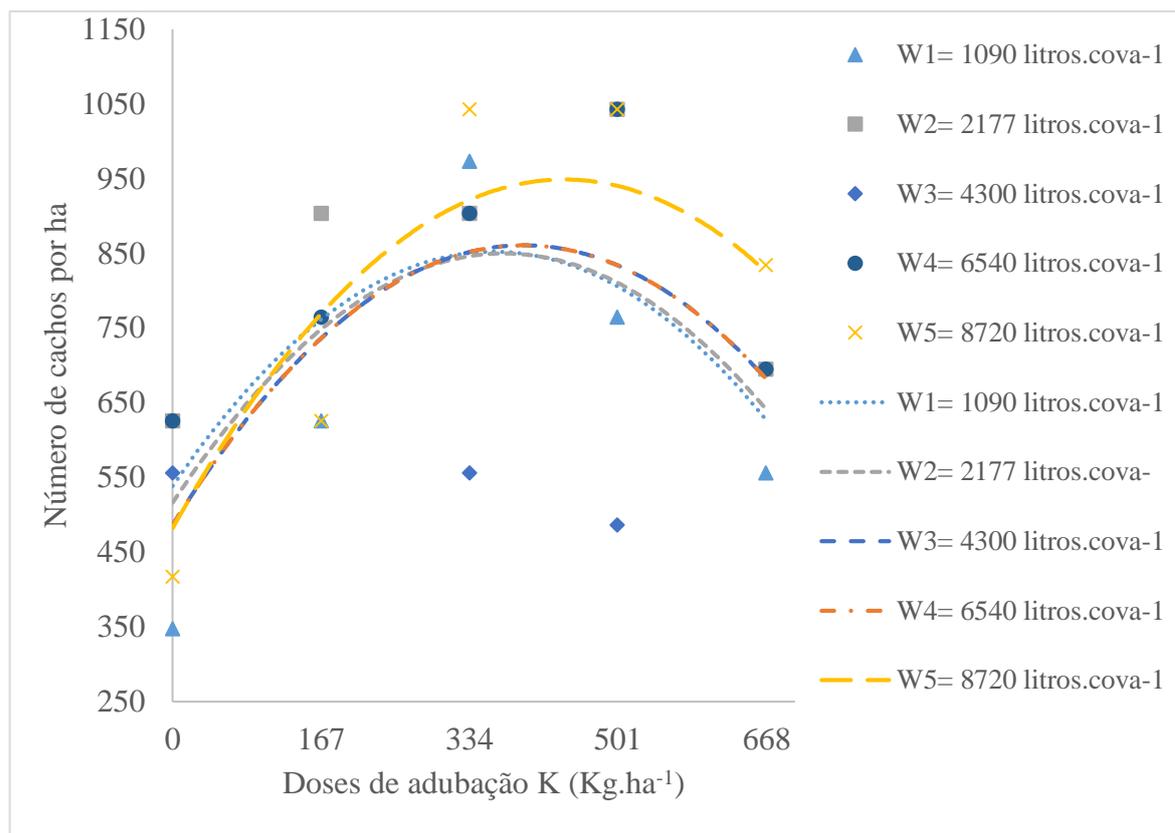
Pela a análise de regressão e considerando os coeficientes das variáveis influenciadoras com significância menor ou igual a 30%, foi possível estabelecer a Equação 11 que descreve o número total de cachos em função das variáveis K e W (ANEXO 14A):

$$NTC = 565,75 - 0,027^n W + 1,68^{**} K + 0,000002^n W^2 - 0,0024^{**} K^2 + 0,00005^\dagger (W \times K) \quad (11)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$     <sup>†</sup>  $\alpha \leq 30\%$     <sup>n</sup> não significativo,  $R^2 = 50,86\%$

Apesar da análise de variância não apontar interação entre os fatores (WxK), o coeficiente da regressão relativo ao termo (WxK) apresentou um grau de significância menor que 30%, permanecendo, portanto no modelo. Apesar dos coeficientes referentes aos termos W e W<sup>2</sup> apresentarem um nível de significância maior que 30%, os mesmos foram no mantidos no modelo, pois a retirada implicaria numa redução do coeficiente de determinação do modelo proposto.

Considerando a Figura 6, obtida em função da Equação 11, foi possível estabelecer os níveis otimizados da variável K para cada volume de irrigação suplementar (1.090, 2.177, 4.300, 6.400 e 8.720 litros.cova<sup>-1</sup>) de 361,35 – 372,71 – 394,79 – 418,12 – 440,83 Kg.ha<sup>-1</sup>, resultando em um NTC ajustado de 852 – 849 – 860 – 894 – 949 cachos.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Nota-se que a interação entre o volume de irrigação suplementar igual a 8.720 litros.cova<sup>-1</sup> e adubação potássica igual a 440,83 Kg.ha<sup>-1</sup> resultou em uma maior produção de cachos pelas plantas.



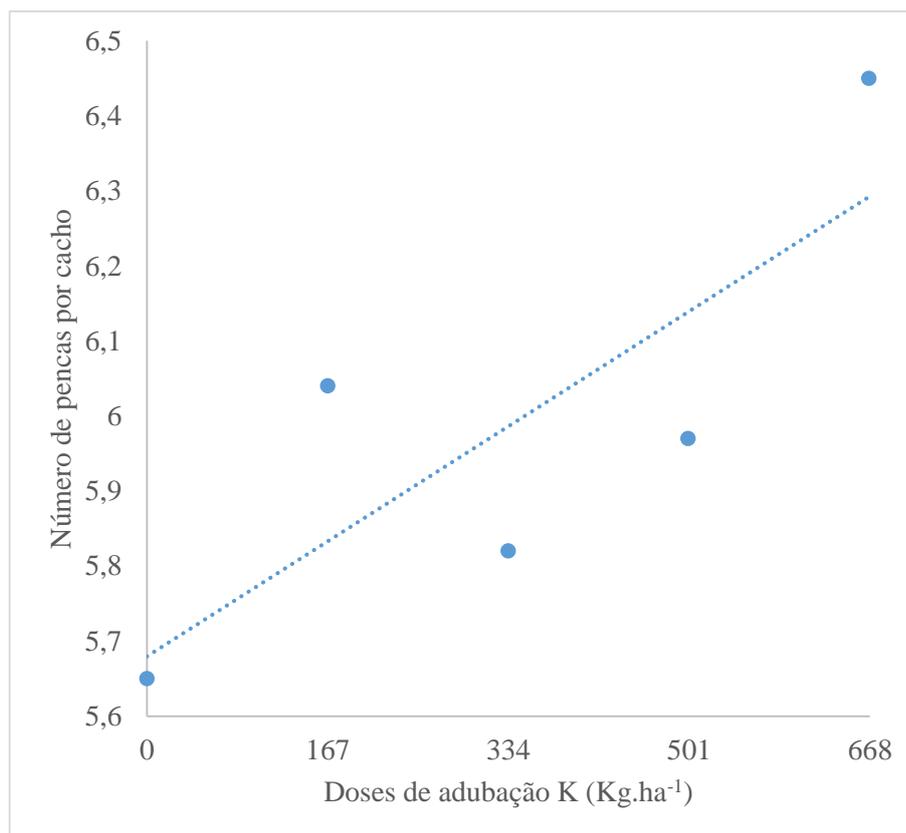
**Figura 6:** Número de cachos observados (pontos) e ajustados (linhas), por hectare, da bananeira ‘BRS Tropical’, em função dos níveis de adubação potássica utilizado (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>) dentro cada volume de irrigação suplementar aplicado (W1 – W2 – W3 – W4 – W5). Brasília, 2014.

Considerando os valores médios da variável resposta, número de pencas por cacho (NPC), observou-se um efeito linear exercido pela variável influenciadora K, conforme a Equação 12 que descreve a variável resposta NPC dentro do intervalo de zero a 668 Kg.ha<sup>-1</sup>. Em que o número mínimo de pencas estimado foi de 5,68 por cacho. Verificou-se ainda, um aumento linear de 0,0009 pencas por cada Kg de K<sub>2</sub>O aplicado, alcançando o número máximo de pencas estimado de 6,30 (Figura 7). Em relação aos volumes de irrigação suplementar, não foi possível estabelecer um efeito dos mesmos sobre o NPC devido ao fato da análise de variância apontar um desvio significativo.

$$\text{NPC} = 5,68 + 0,0009^{**}K \quad (12)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 65,52\%$

Tendo em vista o resultado da análise de variância da regressão não foi possível estabelecer uma equação que descreve o NPC em função dos volumes de irrigação suplementar e adubação potássica utilizados, já que o modelo proposto não foi significativo.



**Figura 7:** Número de pencas observado (pontos) e ajustado (linhas), por cacho, da bananeira ‘BRS Tropical’ em de cinco doses de potássio utilizado (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.

Furcal & Barquero (2014), conduzindo experimentos na Costa Rica, não encontraram diferenças significativas na produção de pencas com doses de K<sub>2</sub>O variando de 0 a 350 Kg.ha<sup>-1</sup>. Com relação à aplicação de água, Costa et al., (2012), em trabalhos realizados na costa da Bahia, não observaram diferenças no número de pencas com lâminas de irrigação no intervalo de 507 a 1.337 mm.

A variável repostada número de bananas por cacho (NBC) foi influenciada pela interação das variáveis influenciadoras W e K. Para os desdobramentos dos volumes de irrigação suplementar dentro de cada nível de adubação potássica W:K<sub>1</sub>, W:K<sub>2</sub> e W:K<sub>4</sub> apresentaram um grau de significância menor que 5%, porém não foi possível estabelecer uma equação que descreve o NBC para os desdobramentos em questão, tendo em vista que os desvios apresentaram um grau de significância menor que 5%. Foi também observado a não ocorrência de diferenças significativas para o NBC dentro do desdobramento W:K<sub>3</sub> (ANEXO 12A).

Considerando o desdobramento W:K<sub>5</sub>, foi possível gerar a Equação 13, que descreve o NBC levando em consideração as variações dos volumes aplicados de irrigação suplementar dentro do nível de adubação potássica igual a 667 Kg.ha<sup>-1</sup>.

$$\text{NBC} = 66,04 + 0,015^{**}W - 0,000001^{**}W^2 \quad (13)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 56,29\%$

Considerando a Figura 8, obtida a partir da Equação 13, foi possível estabelecer o volume de irrigação suplementar otimizado igual a 7.500 litros.cova<sup>-1</sup>, para o nível de adubação mencionado anteriormente, permitindo otimizar o valor de NBC igual a 122 bananas por cacho.

Por outro lado, considerando a influência da adubação potássica dentro os volumes de irrigação suplementar, observou-se que não houve diferenças significativas no NBC para os desdobramentos K:W<sub>1</sub>, K:W<sub>2</sub> e K:W<sub>5</sub> (ANEXO 11A) .

As Equações 14 e 15 descrevem o número de bananas por cacho em função da variável influenciadora K dentro dos volumes de irrigação suplementar iguais a 4.300 e 6.540 litros.cova<sup>-1</sup>, respectivamente.

$$\text{NBC} = 67,85 + 0,03^{**}K \quad (14)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 82,79\%$

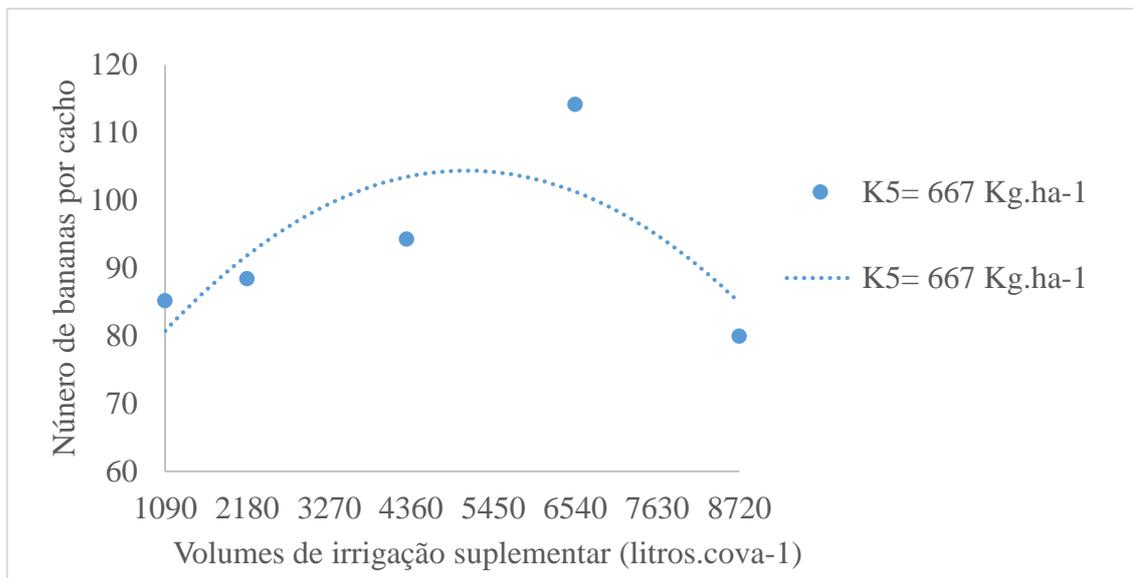
$$\text{NBC} = 76,49 + 0,04^{**}K \quad (15)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 54,89\%$

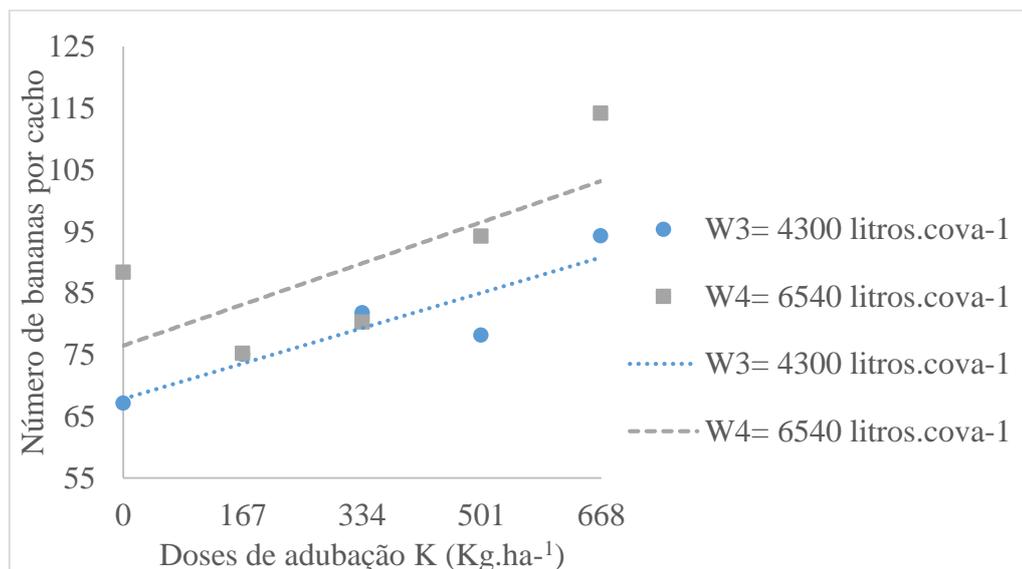
Na Figura 9, obtida a partir das Equações 14 e 15, observa-se que para o desdobramento K:W<sub>3</sub>, o número mínimo de bananas por cacho ajustado foi de 67,85 bananas sem o uso da adubação potássica. Com o nível de potássio igual a 667 Kg.ha<sup>-1</sup> foi possível ajustar o NBC máximo de 91 bananas. Com relação ao desdobramento K:W<sub>4</sub>, a dose nula de potássio proporcionou um NBC mínimo ajustado igual a 76,49 bananas. Por outro lado, o NBC máximo ajustado foi igual a 103 bananas por cacho utilizando um nível de adubação potássica igual a 667 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Tendo em vista o resultado da análise de variância da regressão não foi possível estabelecer uma equação que descreve o NBP em função dos volumes de irrigação suplementar e adubação potássica utilizados, já que o modelo proposto não apresentou significância para essas variáveis (ANEXO 14A).

Ressalta-se que o comportamento da variável NBP foi semelhante ao encontrado por Taulya (2013) num experimento realizado em Uganda – África. Por outro lado, o presente experimento mostrou-se resultados diferentes dos encontrados por Martins et. al., (2011) no estado de São Paulo.



**Figura 8:** Número de bananas observado (pontos) e ajustado (linha), por cacho, da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco volumes de irrigação suplementar (1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>) para o nível de adubação potássica igual a 667 kg.ha<sup>-1</sup> (K5). Brasília, 2104.



**Figura 9:** Número de bananas observado (pontos) e ajustados (linhas), por cacho, da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>) para os volumes de irrigação suplementar (W3 e W4). Brasília, 2014.

Para a variável número de bananas por penca (NBP) observou-se um efeito linear exercido pela adubação potássica, conforme a Equação 15. Por essa equação verificou-se que o menor valor estimado foi de 13,3 bananas por penca para o tratamento sem a utilização da adubação potássica, e o maior NBP estimado foi de 14,2 bananas para o nível de adubação potássica igual a 667 Kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 10) (ANEXO 13A).

$$\text{NBP} = 13,3 + 0,0013^{**} K \quad (15)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 72,98\%$

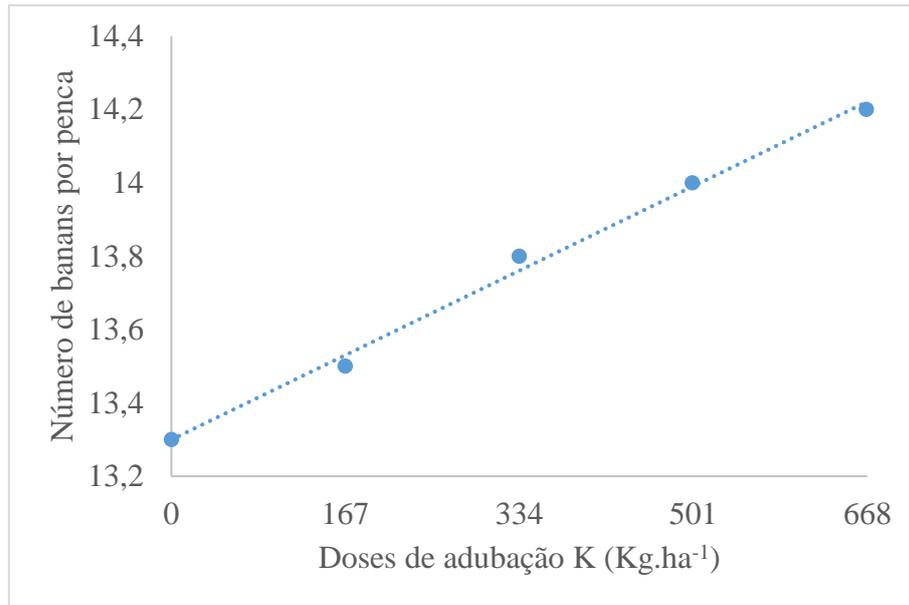
Com relação a variável influenciadora W observou o comportamento quadrático sobre o NBP, descrito pela Equação 16. Com isso, otimizou-se o volume de água para propiciar o maior NBP encontrando um volume ajustado de irrigação suplementar igual a 5.000 litros.cova<sup>-1</sup>, proporcionando o valor máximo de 14,1 bananas por penca (Figura 11). Cabe ressaltar que tanto o nível de adubação potássica igual a 667 kg.ha<sup>-1</sup> quanto o volume de irrigação suplementar igual a 5.000 litros.cova<sup>-1</sup> propiciou um NBP semelhantes (ANEXO 13A).

$$\text{NBP} = 13,17 + 0,0004^{*} W - 0,00000008^{*} W^2 \quad (16)$$

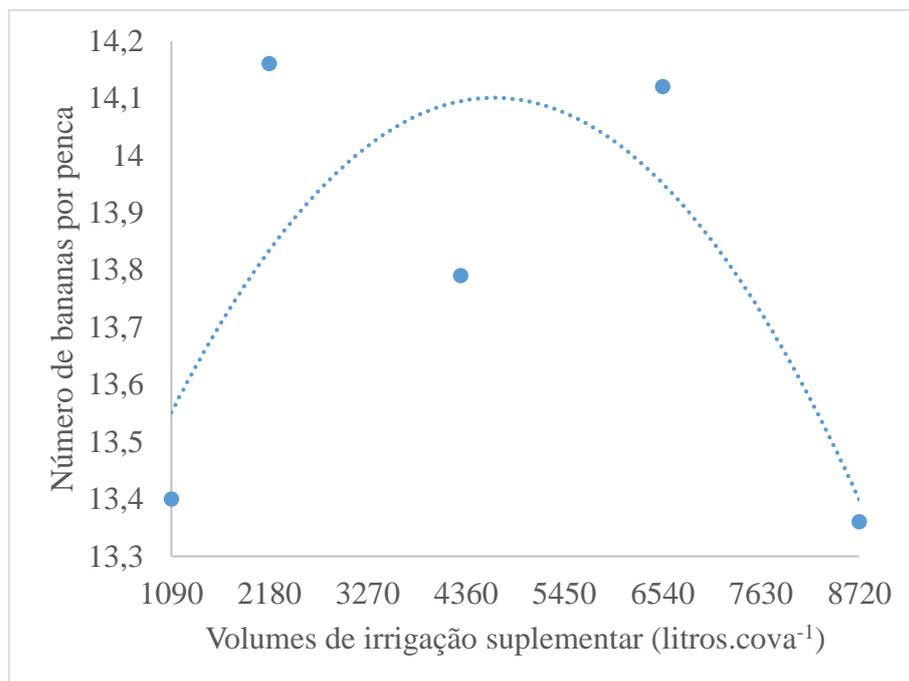
Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 5\%$ ,  $R^2 = 56,04\%$

Não foi possível determinar uma equação de regressão para descrever o NBC em função dos volumes de irrigação aplicados e os níveis de adubação potássica utilizados, tendo em vista que a análise de variância ter mostrado um grau de significância maior que 5% (ANEXO 14A).

O comportamento do NBP observado assemelhou-se ao obtido por Melo et al., (2010), em ensaio realizado na costa de Sergipe. Por outro lado, diferiu-se dos resultados encontrados por Al-Harthi & Al-Yahyai (2009), conduzindo trabalhos em Omã, que não obtiveram efeito significativo da adubação potássica no número de bananas por pencas.



**Figura 10:** Número de bananas observados (pontos) e ajustado (linha), por pencas, da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco doses de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 668 Kg.ha<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.



**Figura 11:** Número de bananas por penca observados (pontos) e ajustado (linha) da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco volumes de irrigação suplementar (1090 – 2177 – 4300 – 6540 – 8720 litros.cova<sup>-1</sup>). Brasília, 2014.

## QUALIDADE DO FRUTO

Pela análise de variância observou-se que a interação entre as variáveis volume de irrigação suplementar (W) e adubação potássica (K) foi significativa apenas para o comprimento médio do fruto (CMF). De forma independente, a variável influenciadora K afetou de forma significativa o peso médio do fruto (PMF) e o diâmetro médio do fruto (DMF) (ANEXO 15A).

Com relação ao comprimento médio do fruto (CMF) observou-se para os desdobramentos K:W<sub>1</sub> e K:W<sub>3</sub> um efeito quadrático com o aumento dos níveis de K (ANEXO 16A). O desdobramento K:W<sub>1</sub>, descrito pela Equação 17, apresentou um comprimento ajustado do fruto de 111,8 mm para uma adubação potássica igual a 337,75 Kg.ha<sup>-1</sup>. Com relação ao desdobramento K:W<sub>3</sub> observou-se que o nível otimizado de 598,5 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O o que possibilitou um comprimento máximo estimado de 117,4 mm, conforme a Equação 18. Verificou-se que incrementos em K e em W promoveu um incremento no comprimento do fruto conforme mostrado pela Equação 18 e Figura 12.

$$\text{CMF} = 89 + 0,13^{**}K - 0,0002^{**}K^2 \quad (17)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 87,95\%$

$$\text{CMF} = 93,4 + 0,12^{**}K - 0,0001^{**}K^2 \quad (18)$$

Significativo a: <sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 1\%$ ,  $R^2 = 98,20\%$

Com base na Figura 13, obtida em função da Equação 19, foi possível perceber um efeito quadrático tanto para os níveis de adubação potássica quanto para os volumes de irrigação suplementar (ANEXO 19A). Devido a esse fato, foi possível maximizar o CMF em função das variáveis influenciadoras. Com uma adubação otimizada equivalente a 450 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio e um volume de irrigação suplementar igual a 6833 litros.cova<sup>-1</sup> foi possível ajustar o comprimento do fruto em um valor máximo igual a 119,9 mm.

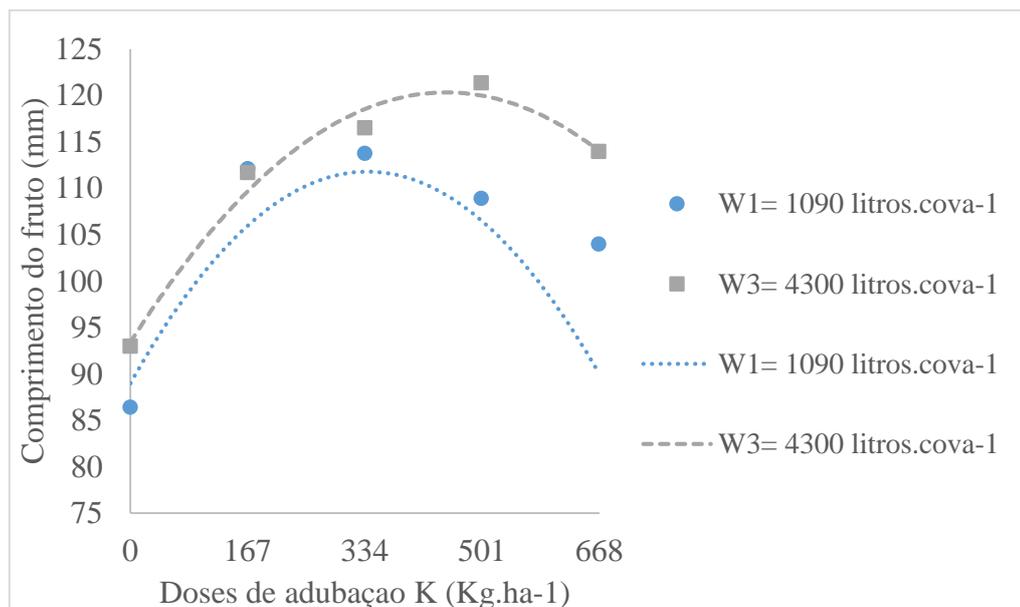
$$\text{CMF} = 95,08 + 0,0041^{\circ}W + 0,05^{*}K - 0,0000003^{\circ\circ}W^2 - 0,00006^{*}K^2 \quad (19)$$

Significativo a: <sup>\*</sup>  $\alpha \leq 5\%$       <sup>°</sup>  $\alpha \leq 10\%$       <sup>°°</sup>  $\alpha \leq 20\%$ ,  $R^2 = 42,26\%$

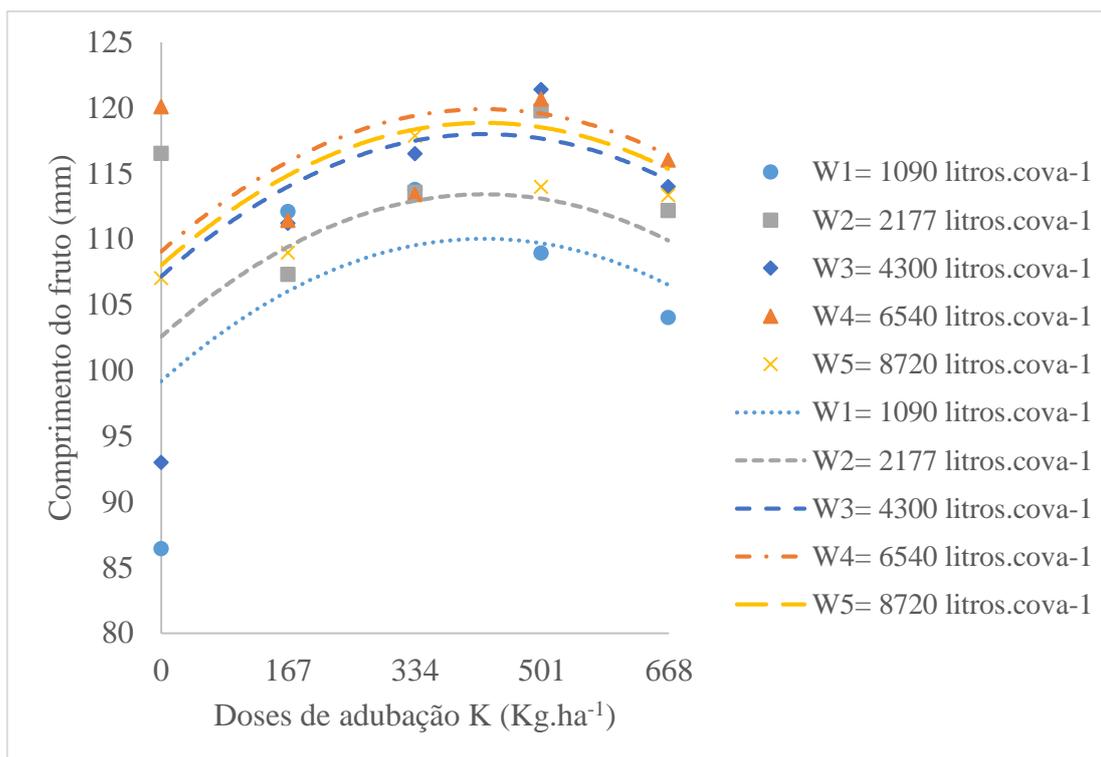
Apesar da análise de variância apontar que a interação (WxK) afetou significativamente o CMF, o coeficiente relativo ao termo (WxK) apresentou um nível de significância maior que

30%, portanto excluído da equação de regressão sem a diminuição do coeficiente de determinação  $R^2$ .

O nível de potássio otimizado no presente trabalho difere do que foi otimizado por Martins et al., (2011), com trabalhos no estado de São Paulo, em que o ótimo de produção no primeiro ciclo ocorreu uma adubação potássica de  $679 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Os mesmos autores verificaram uma interação positiva entre as variáveis lâminas de irrigação e doses de K.



**Figura 12:** Comprimento médio do fruto observados (pontos) e ajustados (linhas), em mm, da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667  $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) para os volumes de irrigação suplementar de 1090 e 4300 litros.cova<sup>-1</sup>. Brasília, 2014.



**Figura 13:** Comprimento médio do fruto observados (pontos) e ajustados (linhas), em mm, em função de cinco níveis de adubação potássica (0 – 164 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>) e cinco volumes de irrigação suplementar (W1 – W2 – W3 – W4 – W5). Brasília, 2014.

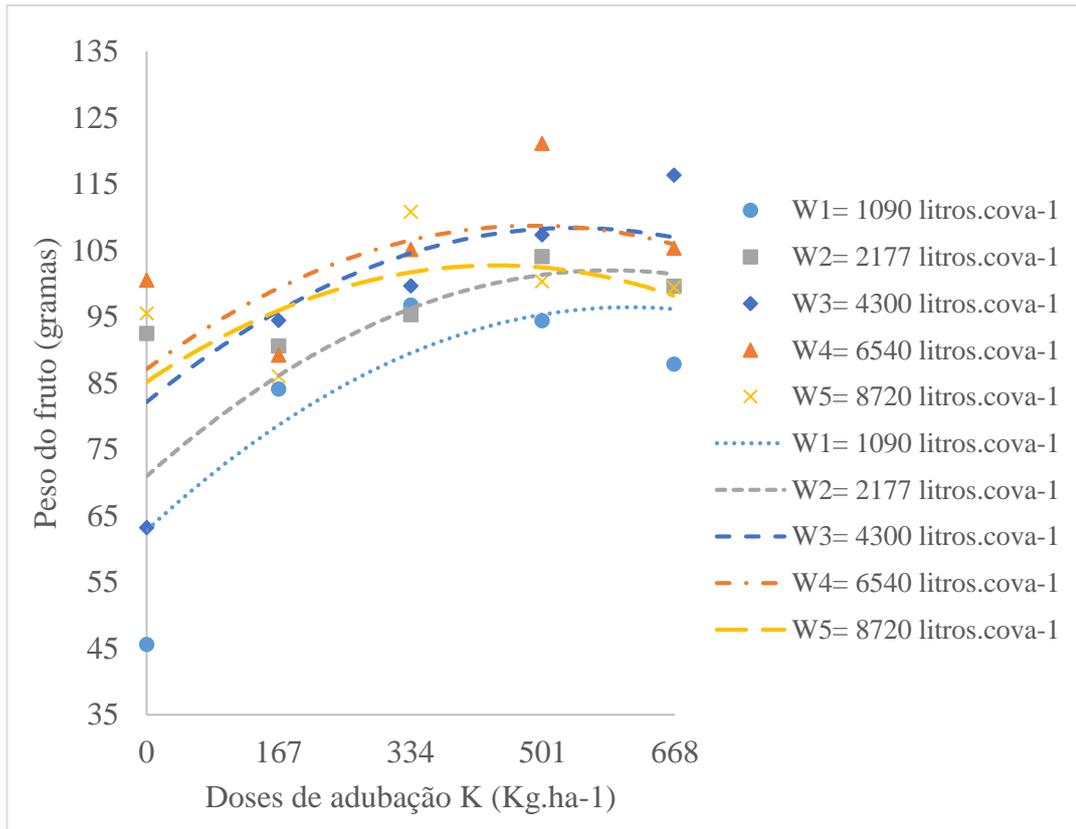
Com relação ao peso médio do fruto (PMF) a equação de regressão, seguindo o modelo fatorial completo e aceitando os coeficientes com um grau de significância de 30%, verificou-se que (ANEXO 19A):

$$PMF = 52,94 + 0,0098^*W + 0,11^{**}K - 0,0000007^{\circ}W^2 - 0,00009^{\circ}K^2 - 0,000004^{\dagger}(W \times K) \quad (20)$$

Significativo a: \*  $\alpha \leq 5\%$        $^{\circ}\alpha \leq 10\%$        $^{\dagger}\alpha \leq 30\%$ ,  $R^2 = 62,53\%$

Apesar da análise de variância apontar que a interação entre as variáveis influenciadoras W e K não foi significativa, o coeficiente do termo (WxK) apresentou um grau de significância de 30%, permanecendo no modelo.

Os níveis ótimos estimados, a partir da Equação 20, para a adubação potássica, em cada volume de irrigação suplementar, foram de 611,3 – 587,2 – 540 – 490,2 – 411,8 Kg.ha<sup>-1</sup>, resultando em um peso médio estimado de 96,4 – 102 – 108,4 – 108,7 – 102,7 gramas por fruto. Notou-se que os incrementos na variável W possibilitam uma redução no uso de potássio. Contudo, redução no PMF justifica-se pelo fato que grandes volumes de água aplicados podem acarretar a lixiviação de nutrientes (Figura 14).



**Figura 14:** Peso médio do fruto observados (pontos) e ajustados (linhas), em gramas, da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco doses de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>) e cinco volumes de irrigação suplementar (W1 – W2 – W3 – W4 – W5). Brasília, 2014.

Considerando o modelo de regressão fatorial completo, aceitando os coeficientes das variáveis influenciadoras com uma significância menor ou igual a 30%, foi possível estabelecer a Equação 21, para descrever o diâmetro médio do fruto (DMF) (ANEXO 19A):

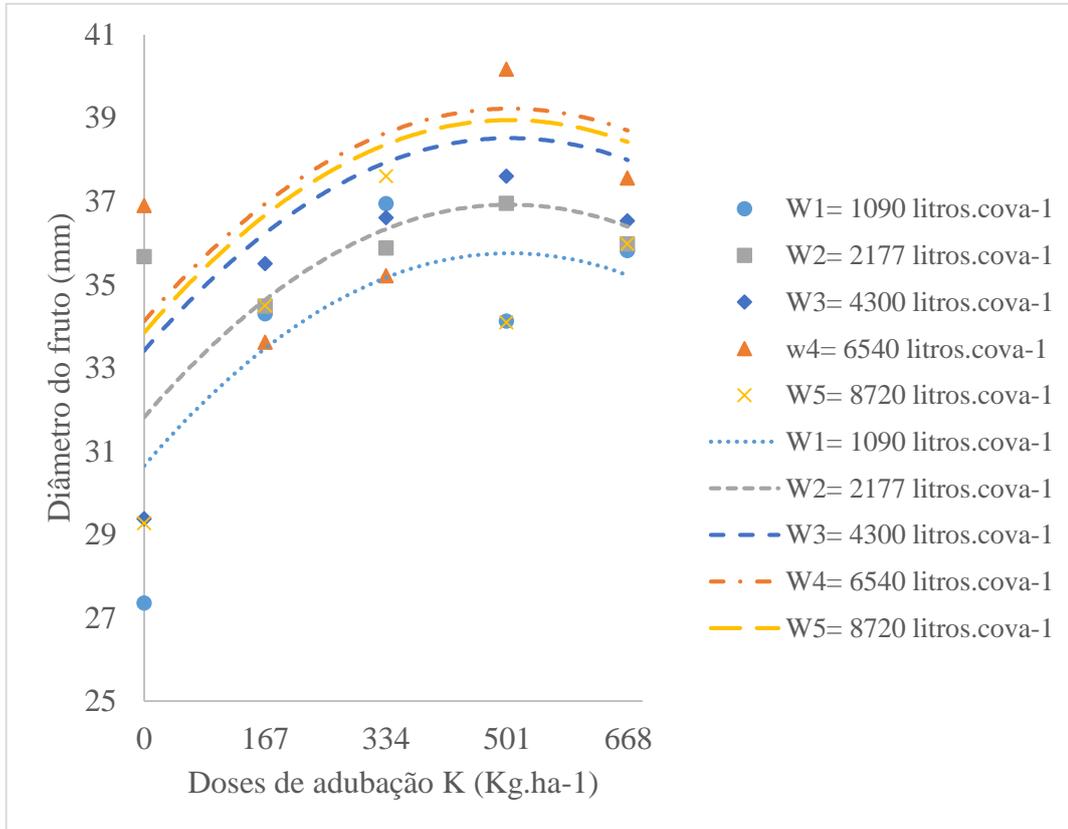
$$DMF = 29,24 + 0,0014^{\circ}W + 0,02^{*}K - 0,0000001^{\circ}W^2 - 0,00002^{*}K^2 \quad (21)$$

Significativo a: \*  $\alpha \leq 5\%$        $^{\circ} \alpha \leq 10\%$ ,  $R^2 = 53,46\%$

Apesar da análise de variância não mostrar significância da variável W sob a variável resposta DMF, os coeficientes da regressão relativos aos termos W e W<sup>2</sup> foram significativos a 10% de probabilidade, razão pela qual foram mantidos na equação de regressão.

Com base na Figura 15, foi possível perceber um efeito quadrático tanto para os níveis da variável K quanto para a variável W. Devido a esse fato, foi possível maximizar o DMF em função das variáveis influenciadoras. Com a adubação otimizada equivalente a 500 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio e o volume de irrigação suplementar igual a 7000 litros.cova<sup>-1</sup> foi possível obter o DMF ajustado de 39,2 mm. Esse resultado diferem dos encontrados por Crisostomo et al.,

(2008), em ensaio realizado no estado do Ceará, e Teixeira et al., (2008), em trabalhos realizados no estado de São Paulo, que não observaram influência da adubação potássica no diâmetro do fruto no primeiro ciclo de produção.



**Figura 15:** Diâmetro médio do fruto observado (pontos) e ajustados (linhas), em mm, da bananeira ‘BRS Tropical’ em função de cinco níveis de adubação potássica (0 – 167 – 334 – 500 – 667 Kg.ha<sup>-1</sup>) e cinco volumes de irrigação suplementar (W1 – W2 – W3 – W4 – W5). Brasília, 2014.

## CONCLUSÕES

1. O potássio promoveu incrementos na produtividade da bananeira ‘BRS Tropical’, bem como no número total de cachos, no número de pencas por cacho, no número de bananas por cachos e no número de bananas por penca;
2. A variável volume de irrigação suplementar afetou positivamente o número de pencas por cacho, o número de bananas por cacho, o número de bananas por penca e o comprimento médio do fruto;
3. Doses excessivas de potássio prejudicaram a qualidade do fruto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL- HARTHIK, A.; AL- YAHYAI, R.; Effect of NPR fertilizer on growth and yield of banana in Northern Oman. **Journal of horticulture and forestry**, v. 18, p. 160-167. 2009.
- ALBUQUERQUE JUNIOR, B. S.; GOMES, E. R. & SOUSA, A. de P.; Necessidade Hídrica e lâminas de irrigação da bananeira CV. FHIA- 18 na região semiárida do Piauí. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 756-767. 2013.
- 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, 301 p. 2006.
- ALVAREZ, V.H.V & ALVAREZ, G.A.M. apresentação de equações de regressão e suas interpretações. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 28-32, 2003. (Boletim Informativo).
- 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. 2004. p. 107-130.
- 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.
- BANZATTO, A. D.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4ª. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A. & MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. v. 1, p 630.
- BOSCHINI, A.P.M.; SILVA, C.L.da.; OLIVEIRA, C.A.da.S.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.P.de.; MIRANDA, M.Z.de.; FAGIOLI, M. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Rev. Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v. 15, n. 5, p. 450-457, 2011.
- CAMPOS, P. M; LACERDA, M. P. C; SILVA, C. L. da; SÁ, M. A. C. de; SOUSA, D. M. G. de. Drenagem interna com fator de diferenciação de Latossolos no Distrito Federal. **Pesq. Agrop. Bras**, Brasília, v.45, n.3. p 306-314. 2010.
- 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, 2004. 128 p.
- 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, 1998. 359 p.
- CFSG – COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª aproximação**. Goiânia. UFG/EMGOPA, 1988. 101 p. (Informativo Técnico, 1).
- COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da; LEDO, C. A. da S. & SILVA, S de O. e. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘prata anã’ e ‘Grand Naine’ no terceiro ciclo sob

irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal, v. 28, n. 3, p.435-438. 2006.

COSTA, F. da S.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; PAMPONET, A. J. M.; SILVA, A. dos A. S. M. da & AZEVEDO, N. F. Crescimento, produção e acúmulo de potássio em bananeira ‘Galil 18’ sob irrigação e fertirrigação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 409-416. 2012.

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. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 25, n. 24, p. 26-33. 2012.

COSTA, S C.; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; VIANA, T. V. de A.; MOREIRA, F. V. de O. Comportamento dos parâmetros indicativos de produção da bananeira ‘Pacovan’ submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio na Chapada do Apodi – Limoeiro do Norte. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 22, n. 4, p. 46-52. 2009.

CRISOSTOMO, L. A.; MONTENEGRO, A. A. T.; SOUZA NETO, J. de & LIMA, R. N. de; Influência da adubação NPK sobre a produção e qualidade dos frutos da bananeira. cv. ‘Pacovan’. **Rev. Ciên. Agron.** Fortaleza, v. 39, m. 01, p. 45-52. 2008.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 2ed. rev. e atual. 1997.212p.

FAO. FAOSTAT. **Comércio: bananas**. Disponível em: <<http://www.appsfao.org>>. Acesso em: 21out. 2013.

FURCAL, P.; BARQUERO, A.; Fertilización del plátano con nitrógeno y potasio durante primer ciclo productivo. **Agronomía mesoamericana**, Costa Rica v, 25, n 2. p. 267-278, 2014.

GANESHAMURTHY, N.; SATISHA, G.; PRAKASH PATIL, P. Potassium Nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.24, n.1, p.29-38, 2011.

GOLDING, J.B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S.G.; McGLASSON, W.B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, 1998.

HOFFMANN, R.B; OLIVEIRA, F.H.T; SOUZA, A.P; GHEYI, H.R & SOUZA JÚNIOR, R.F. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 32:268-275, 2010.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora, California: Rain Bird Sprinkler., 1975. 133p.

LEMOS, 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, 1984. 46p.

LEONEL, S. & DAMATTO JÚNIOR, E. R. Caracterização das áreas de cultivo da bananeira ‘Maçã’ na região de Ribeiro do Sul/SP. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 31, n. 4, p. 958-965. 2007.

MARTINS, A. N.; TEIXEIRA, L. A. J.; SEGUINO, E.; HASHIMOTO, J. M. & NARITA, N. Irrigação e adubação potássica via fertirrigação em bananeira ‘Willians’ – produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, E. 743-751. 2011.

- MELO, A. S.; SOBRAL, L. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B. & VIERGAS, P. R. A. Aspectos técnicos e econômicos da bananeira ‘prata-anã’ sob fertilização nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Ciênc. Agrotec**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 564-571. 2010.
- OLIVEIRA JÚNIOR, M. P. de.; SILVA, C. L.da.; OLEIVEIRA, C. A. da S. Rendimento físico e econômico da aveia preta no Distrito Federal. **Rev. Bras. Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 14-24, 2010.
- PAULL, R.E.; DUARTE, O. Tropical fruits. 2nd ed. Oxford: CAB International, 2011. v.1, 400p. (Crop production science in horticulture series, 20).
- RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- ROBINSON, J.C.; GALÁN SAÚCO, V. Bananas and plantains. **Crop production science in horticulture series**, 19. 2 ed. Oxford: CAB Internacional. 2010. 311p.
- SANTOS VP, FERNANDES PD, MELO AS, SOBRAL LF, BRITO MEB, DANTAS JDM & BONFIM LV. Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 567-573. 2009.
- SILVA, J. T. A. da.; PEREIRA, R. D.; SILVA, I. P. & OLIVEIRA, P. M. de. Produção da bananeira ‘Prata anã’ (AAB) em função de diferentes doses e fontes de potássio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 817-822. 2011.
- SILVA, J. T. A. de; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMACENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. ‘Prata-anã’. **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.152-155. 2003.
- SILVA, S. de O. e; SANTOS-SEREJO, J. A. dos. & 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. 2004. p. 45-58.
- SOUSA, V. F. de; VELOSO, M. E. da C., VASCONCELOS, F. L.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, V. A. B. de; ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira ‘Grand Naine’. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v. 39, n. 9, p. 865-869. 2004.
- TAULYA, G. East African highland bananas (*Musa*, spp. AAA- EA) ‘Worry’ more about potassium deficiency than drought stress. **Field crops Research**, n. 151, p. 45-55. 2013.
- TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W. & MARTINS, A. L. M. Nitrogênio e Potássio via fertilização e adubação convencional. Estado nutricional das bananas e produção de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 29, n.1, p. 153-160. 2008.
- VOSSELEN, V. A.; VERPLANCKE, H.; RANST, V. E. Assessing water consumption of banana: Traditional versus modelling approach. **Agricultural Water Management**, v.74, p.201-218, 2005.
- WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T; SILVA, I. M. N. & SOARES, J. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Pacovan’ (*Musa* AAB, subgrupo Prata) na chapada do Apodi, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.1, p. 154-157. 2006.

## ANEXOS

**TABELA 1A:** Croqui da área experimental da bananeira ‘Grand Naine’, identificando os volumes de irrigação V4, V8, V12, V16, V24 e V32 representando os tratamentos com as vazões de 4 – 8 – 12 – 16 – 24 – 32 L.h<sup>-1</sup>, respectivamente, e as doses de adubação nitrogenada (N0, N1, N2, N3, N4) representando os tratamentos 40 – 165 – 290 – 415 – 540 Kg.ha<sup>-1</sup> de N. Em cada retângulo são duas covas por linha, totalizando quatro covas por parcela. BRASÍLIA, 2014.

V32N2	V32N3	V32N4	V32N0	V32N1	V32N4	V32N1	V32N2	V32N0	V32N3	V32N0	V32N3	V32N1	V32N4	V32N2	V32N4	V32N1	V32N3	V32N0	V32N2
V32N2	V32N3	V32N4	V32N0	V32N1	V32N4	V32N1	V32N2	V32N0	V32N3	V32N0	V32N3	V32N1	V32N4	V32N2	V32N4	V32N1	V32N3	V32N0	V32N2
V8N4	V8N0	V8N1	V8N2	V8N3	V8N2	V8N0	V8N4	V8N3	V8N1	V8N0	V8N4	V8N1	V8N2	V8N3	V8N4	V8N1	V8N0	V8N2	V8N3
V8N4	V8N0	V8N1	V8N2	V8N3	V8N2	V8N0	V8N4	V8N3	V8N1	V8N0	V8N4	V8N1	V8N2	V8N3	V8N4	V8N1	V8N0	V8N2	V8N3
V24N3	V24N1	V24N0	V24N4	V24N2	V24N1	V24N3	V24N4	V24N0	V24N2	V24N2	V24N4	V24N0	V24N1	V24N3	V24N3	V24N1	V24N0	V24N2	V24N4
V24N3	V24N1	V24N0	V24N4	V24N2	V24N1	V24N3	V24N4	V24N0	V24N2	V24N2	V24N4	V24N0	V24N1	V24N3	V24N3	V24N1	V24N0	V24N2	V24N4
V4N4	V4N0	V4N2	V8N1	V4N3	V4N3	V4N2	V4N0	V4N1	V4N4	V4N1	V4N3	V4N4	V4N2	V4N0	V4N1	V4N3	V4N0	V4N4	V4N2
V4N4	V4N0	V4N2	V4N1	V4N3	V4N3	V4N2	V4N0	V4N1	V4N4	V4N1	V4N3	V4N4	V4N2	V4N0	V4N1	V4N3	V4N0	V4N4	V4N2
V16N2	V16N0	V16N1	V16N3	V16N4	V16N0	V16N3	V16N4	V16N2	V16N1	V16N1	V16N2	V16N3	V16N0	V16N4	V16N0	V16N3	V16N4	V16N1	V16N2
V16N2	V16N0	V16N1	V16N3	V16N4	V16N0	V16N3	V16N4	V16N2	V16N1	V16N1	V16N2	V16N3	V16N0	V16N4	V16N0	V16N3	V16N4	V16N1	V16N2

Azul = bloco I

Verde = bloco II

Vermelho = bloco III

Preto = bloco IV

**TABELA 2 A:** Análise de variância (ANAVA) das variáveis produtividade, número de cachos, número de pencas por cacho, número de bananas por cacho e número de bananas por penca, em função dos volumes de irrigação suplementar (W) e doses de adubação nitrogenada (N). Brasília, DF, 2014.

FV	G.L	QUADRADO MÉDIO				
		PD	NTC	NPC	NBC	NBP
Bloco	3	338410416,1 <sup>**</sup>	578028,2 <sup>*</sup>	1,49 <sup>*</sup>	764,38 <sup>n</sup>	2,44 <sup>n</sup>
W	4	203994607,4 <sup>*</sup>	825779,5 <sup>*</sup>	0,29 <sup>n</sup>	84,95 <sup>n</sup>	0,12 <sup>n</sup>
N	4	80556370,7 <sup>n</sup>	705989,3 <sup>*</sup>	0,17 <sup>n</sup>	93,45 <sup>n</sup>	0,40 <sup>n</sup>
WxN	16	26806184,3 <sup>n</sup>	59218,9 <sup>n</sup>	0,24 <sup>n</sup>	74,42 <sup>n</sup>	0,28 <sup>n</sup>
CV – 1 (%)	-	35,19	28,63	8,48	14,07	6,96
CV – 2 (%)	-	39,62	35,74	7,26	10,90	5,31

Produtividade (PD), número total de cachos (NTC), número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e número de bananas por pencas (NBP), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), coeficiente de variação (CV – 1; CV – 2); \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 3A:** Resumo da análise de variância (ANOVA) dos valores médios da produtividade total (PD), número total de cachos (NTC) número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e número bananas por penca (NBP), da bananeira ‘Grand Naine’ sob diferentes volumes de irrigação suplementar e níveis de adubação nitrogenada. Brasília – 2014.

ANOVA		QM	QM	QM	QM	QM
FV	GL	PD	NTC	NPC	NBC	NBP
BLOCO	3	338410416**	578028.17*	1.49*	764.38°	2.44°
FATOR_A	4	203994607.37*	825779.54*	0.29n	84.95n	0.12n
ERRO-a	12	37934318,71	165380,33	0,41	222,61	0,93
FATOR_B	4	80556370.72°°	705989.34*	0.17n	93.45n	0.4n
INT_A*B	16	26806184.35n	59218.87n	0.24n	74.43n	0.28n
ERRO-b	60	48090464,68	257785,08	0,3	133,44	0,54
Fat(AxB)	(24)	(65295952.58)	(294774.06)	(0.24)	(79.35)	(0.27)
LINEAR-A	1	516433356.83**	1067969.99*	0.28n	61.5n	0.01n
LINEAR-B	1	220035724.65*	2116035.92**	0.01n	4.62n	0.3n
QUADR.-A	1	84092800.99°°	749227.05°	0.1n	74.94n	0.26n
QUADR.-B	1	83494321.43°°	690035.71°°	0.15n	56.99n	0.12n
INTER-AxB	1	16931289.28n	976.13n	0.06n	92.65n	0.71†
DESVIO	19	34006072.05n	128964.87n	0.27n	84.93n	0.27n
TOTAL	99	59828018,34	265255,86	0,34	150,26	0,58
CV%-a	...	35,19	28,63	8,48	14,07	6,96
CV%-b	...	39,62	35,74	7,26	10,90	5,31

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °° 20%, † 30% e n não significativo pelo o teste F.

**TABELA 4A:** Estimativa dos parâmetros submetidas a regressão, para a variável produtividade total (PD), número total de cachos (NTC) número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e número bananas por penca (NBP) para a bananeira ‘Grand Naine’ tratada com diferentes volumes de irrigação suplementar e doses adubação, Brasília – 2014.

PAR.	GL	PD	NTC	NPC	NBC	NBP
		ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.
b0	1	7.036,85	612,04	7,5555	108,4621	14,2644
b1	1	2,33*	0,18**	-0.00004778522n	-0.00171948661n	-0.00013069181n
b2	1	28,66**	2,67**	0.0006883237n	0.00663053096n	-0.00031567589n
b3	1	-0,00016 <sup>oo</sup>	-0,000015*	0.00000000538n	0.00000014731n	0.00000000867n
b4	1	-0,035 <sup>oo</sup>	-0,0032*	-0.00000149047n	-0.00002887259n	-0.00000132599n
b5	1			0.00000004943n	0.00000194934n	0.00000017009†
R <sup>2</sup> (%)	...	57,67	55,73	10,56	15,26	21,17

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °°20%, † 30% e n não significativo pelo o teste F.

**TABELA 5A:** Análise de variância (ANAVA) das variáveis peso médio do fruto, comprimento médio do fruto, diâmetro médio do fruto, relação comprimento/diâmetro e firmeza média da polpa, em função dos volumes de irrigação suplementar (W) e doses de adubação nitrogenada (N). Brasília, DF, 2014.

FV	G.L	QUADRADO MÉDIO				
		PMF	CMF	DMF	CD	FMP
Bloco	3	3040,12**	576,04*	30,36*	0,10 <sup>n</sup>	0,32 <sup>n</sup>
W	4	1099,41**	48,00 <sup>n</sup>	6,06 <sup>n</sup>	0,17 <sup>n</sup>	0,50*
N	4	251,37 <sup>n</sup>	121,92 <sup>n</sup>	5,79 <sup>n</sup>	0,21 <sup>n</sup>	0,40**
WxN	16	277,12 <sup>n</sup>	113,15 <sup>n</sup>	3,63 <sup>n</sup>	0,20 <sup>n</sup>	0,21*
CV – 1 (%)	-	10,87	8,65	7,01	12,20	23,74
CV – 2 (%)	-	13,10	8,55	6,48	11,45	22,08

Peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação comprimento/diâmetro (CD) e firmeza média da polpa (FMP), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), coeficiente de variação (CV – 1; CV – 2); \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 6A:** Análise de variância da regressão (ANAVA) da firmeza média da polpa do fruto de bananeira ‘Grand Naine’ para o estudo da adubação nitrogenada (N) dentro dos volumes de irrigação suplementar (W). Brasília, DF, 2014.

FV	GL	FMP QM	FV	GL	FMP QM									
N:W <sub>1</sub>	4	0,32*	N:W <sub>2</sub>	4	0,22 <sup>n</sup>	N:W <sub>3</sub>	4	0,39**	N:W <sub>4</sub>	4	0,10 <sup>n</sup>	N:W <sub>5</sub>	4	0,20 <sup>n</sup>
Linear	1	0,64*	Linear	1	0,06 <sup>n</sup>	Linear	1	0,79**	Linear	1	0,004 <sup>n</sup>	Linear	1	0,71*
Quadr.	1	0,05 <sup>n</sup>	Quadr.	1	0,06 <sup>n</sup>	Quadr.	1	0,45*	Quadr.	1	0,009 <sup>n</sup>	Quadr.	1	0,002 <sup>n</sup>
Cúbico	1	0,28 <sup>n</sup>	Cúbico	1	0,73*	Cúbico	1	0,26 <sup>n</sup>	Cúbico	1	0,11 <sup>n</sup>	Cúbico	1	0,10 <sup>n</sup>
Desvio	1	0,31 <sup>n</sup>	Desvio	1	0,03 <sup>n</sup>	Desvio	1	0,03 <sup>n</sup>	Desvio	1	0,27 <sup>n</sup>	Desvio	1	0,01 <sup>n</sup>
Resíduo	60	0,10	Resíduo	60	0,10									

Firmeza média da polpa (FMP), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), quadrado médio (QM) e N:W<sub>1</sub>, N:W<sub>2</sub>, N:W<sub>3</sub>, N:W<sub>4</sub>, N:W<sub>5</sub> são os desdobramentos da adubação nitrogenada (N) dentro de cada volume de irrigação suplementar W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub> e W<sub>5</sub>, respectivamente. \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 7A:** Resumo da análise de variância (ANAVA) dos valores médios do peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação CD (CD), firmeza média da polpa (FMP) para a bananeira ‘Grand Naine’ tratada com diferentes volumes de irrigação suplementar e doses adubação, Brasília – 2014.

		QM	QM	QM	QM	QM
FV	GL	PMF	CMF	DMF	CD	FMP
BLOCO	3	3040.12**	576.05*	30.36*	0.1n	0.32°
FATOR_A	4	1099.41**	48n	6.06n	0.17n	0.5*
ERRO-a	12	146,19	126,65	5,56	0,23	0,12
FATOR_B	4	251.37n	121.92n	5.79n	0.22n	0.4**
INT_A*B	16	277.12†	113.15n	3.63n	0.2n	0.21*
ERRO-b	60	212,37	123,81	4,75	0,2	0,1
Fat(AxB)	(24)	(409.88)	(103.75)	(4.39)	(0.2)	(0.29)
LINEAR-A	1	3570.76**	7.35n	20.82°	0.28†	1.28**
LINEAR-B	1	195.04n	16.31n	19.88*	0.32†	1.59**
QUADR.-A	1	324.84°°	76.36n	3.32n	0.27†	0.46°
QUADR.-B	1	15.55n	253.66°°	0.12n	0.26†	0.06n
INTER-AxB	1	809.26°	61.46n	0.68n	0.04n	0.01n
DESVIO	19	259.03°°	109.21n	3.19n	0.19n	0.19°
TOTAL	99	337,92	132,99	5,54	0,2	0,16
CV%-a	...	10,87	8,65	7,01	12,20	23,74
CV%-b	...	3040.12**	576.05*	30.36*	0.1n	0.32°

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °° 20%, † 30% e n não significativo pelo teste F.

**TABELA 8A:** Estimativa dos parâmetros submetidas a regressão, para as variáveis (do peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação CD (CD), firmeza média da polpa (FMP) para a bananeira ‘Grand Naine’ tratada com diferentes volumes de irrigação suplementar e doses adubação, Brasília – 2014.

		PMF	CMF	DMF	CD	FMP
PAR.	GL	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.
b0	1	90,46	127,3240	32,8291	3,8878	8,89
b1	1	0,007*	-0.00089102823n	0.00051396029°	-0.00009283101†	0,001*
b2	1	0,03 <sup>n</sup>	0.04029479415n	-0.0009817349*	0.00164837598†	-0,05°
b3	1	-0,0000003†	0.00000014871n	-0.00000003103n	0.00000000885†	-0,000000083°
b4	1	-0,000015 <sup>n</sup>	-0.00006091538°°	-0.00000134272n	-0.00000195163†	
b5	1	-0,0000058°	-0.00000158769n	-0.00000016688n	-0.00000004286n	
R <sup>2</sup> (%)	...	50,00	16,67	42,52	24,75	47,97

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °° 20%, † 30% e <sup>n</sup> não significativo pelo teste F.

**TABELA 9A:** Croqui da área experimental da bananeira ‘BRS Tropical’, identificando os volumes de irrigação V4, V8, V12, V16, V24 e V32 representando os tratamentos com as vazões de 4 – 8 – 12 – 16 – 24 – 32 L.h<sup>-1</sup>, respectivamente, e as doses de adubação potássica (K0, K1, K2, K3, K4) representando os tratamentos 0 – 167 – 334 – 500 667 Kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em cada retângulo são duas covas por linha, totalizando quatro covas por parcela. BRASÍLIA, 2014.

V24K2	V24K4	V24K1	V24K0	V24K3	V24K4	V24K2	V24K3	V24K0	V24K1	V24K1	V24K0	V24K3	V24K2	V24K4	V24K2	V24K3	V24K0	V24K4	V24K1
V24K2	V24K4	V24K1	V24K0	V24K3	V24K4	V24K2	V24K3	V24K0	V24K1	V24K1	V24K0	V24K3	V24K2	V24K4	V24K2	V24K3	V24K0	V24K4	V24K1
V8K3	V8K1	V8K4	V8K2	V8K0	V8K3	V8K1	V8K4	V8K0	V8K2	V8K1	V8K4	V8K3	V8K2	V8K0	V8K4	V8K0	V8K1	V8K2	V8K3
V8K3	V8K1	V8K4	V8K2	V8K0	V8K3	V8K1	V8K4	V8K0	V8K2	V8K1	V8K4	V8K3	V8K2	V8K0	V8K4	V8K0	V8K1	V8K2	V8K3
V4K3	V4K4	V4K2	V4K1	V4K0	V4K1	V4K2	V4K3	V4K4	V4K0	V4K3	V4K0	V4K4	V4K1	V4K2	V4K3	V4K2	V4K1	V4K4	V4K0
V4K3	V4K4	V4K2	V4K1	V4K0	V4K1	V4K2	V4K3	V4K4	V4K0	V4K3	V4K0	V4K4	V4K1	V4K2	V4K3	V4K2	V4K1	V4K4	V4K0
V16K3	V16K4	V16K1	V16K0	V16K2	V16K2	V16K1	V16K3	V16K4	V16K0	V16K2	V16K1	V16K3	V16K0	V16K4	V16K1	V16K4	V16K2	V16K3	V16K0
V16K3	V16K4	V16K1	V16K0	V16K2	V16K2	V16K1	V16K3	V16K4	V16K0	V16K2	V16K1	V16K3	V16K0	V16K4	V16K1	V16K4	V16K2	V16K3	V16K0
V32K3	V32K4	V32K0	V32K2	V32K1	V32K1	V32K0	V32K3	V32K4	V32K2	V32K4	V32K1	V32K2	V32K3	V32K0	V32K1	V32K3	V32K2	V32K0	V32K4
V32K3	V32K4	V32K0	V32K2	V32K1	V32K1	V32K0	V32K3	V32K4	V32K2	V32K4	V32K1	V32K2	V32K3	V32K0	V32K1	V32K3	V32K2	V32K0	V32K4

Azul = bloco I

Verde = bloco II

Vermelho = bloco III

Preto = bloco IV

**TABELA 10A:** Análise de variância (ANAVA) das variáveis produtividade, número de cachos, número de pencas por cacho, número de bananas por cacho e número de bananas por penca, em função dos volumes de irrigação suplementar (W) e doses de adubação nitrogenada (N). Brasília, DF, 2014.

FV	G.L	QUADRADO MÉDIO				
		PD	NTC	NPC	NBC	NBP
Bloco	3	18160417,6 <sup>n</sup>	66979,5 <sup>n</sup>	0,80 <sup>n</sup>	398,28 <sup>*</sup>	2,12 <sup>n</sup>
W	4	37181643,7 <sup>*</sup>	1999779,1 <sup>n</sup>	1,86 <sup>**</sup>	743,18 <sup>**</sup>	2,90 <sup>*</sup>
K	4	66694123,4 <sup>**</sup>	449020,2 <sup>**</sup>	1,83 <sup>**</sup>	735,35 <sup>**</sup>	3,30 <sup>*</sup>
WxK	16	11078665,1 <sup>n</sup>	86268,3 <sup>n</sup>	0,51 <sup>n</sup>	244,89 <sup>*</sup>	1,86 <sup>n</sup>
CV – 1 (%)	-	48,20	42,73	8,95	10,83	6,57
CV – 2 (%)	-	53,78	46,79	9,44	12,57	8,04

Produtividade (PD), número total de cachos (NTC), número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e número de bananas por pencas (NBP), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), coeficiente de variação (CV – 1; CV – 2); \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 11 A:** Análise de variância da regressão (ANAVA) do número de bananas por cacho da bananeira ‘BRS Tropical’ para o estudo da adubação potássica (K) dentro dos volumes de irrigação suplementar (W). Brasília, DF, 2014.

FV	GL	NBC	FV	GL	NBC	FV	GL	NBC	FV	GL	NBC	FV	GL	NBC
		QM			QM			QM			QM			QM
K:W <sub>1</sub>	4	128,2 <sup>n</sup>	K:W <sub>2</sub>	4	110,5 <sup>n</sup>	K:W <sub>3</sub>	4	398,5 <sup>**</sup>	K:W <sub>4</sub>	4	906,6 <sup>**</sup>	K:W <sub>5</sub>	4	171,1 <sup>n</sup>
Linear	1	0,28 <sup>n</sup>	Linear	1	138,1 <sup>n</sup>	Linear	1	1319,6 <sup>**</sup>	Linear	1	1990,5 <sup>**</sup>	Linear	1	413,0 <sup>n</sup>
Quadr.	1	1,66 <sup>n</sup>	Quadr.	1	0,08 <sup>n</sup>	Quadr.	1	10,2 <sup>n</sup>	Quadr.	1	1570,2 <sup>**</sup>	Quadr.	1	165,6 <sup>n</sup>
Cúbico	1	88,9 <sup>n</sup>	Cúbico	1	57,5 <sup>n</sup>	Cúbico	1	175,3 <sup>n</sup>	Cúbico	1	61,0 <sup>n</sup>	Cúbico	1	44,5 <sup>n</sup>
Desvio	1	351,3 <sup>n</sup>	Desvio	1	317,0 <sup>n</sup>	Desvio	1	88,7 <sup>n</sup>	Desvio	1	4,8 <sup>n</sup>	Desvio	1	61,1 <sup>n</sup>
Resíduo	60	107,9	Resíduo	60	107,9	Resíduo	60	107,9	Resíduo	60	107,9	Resíduo	60	107,9

Número de bananas por cacho (NBC), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), quadrado médio (QM) e K:W<sub>1</sub>, K:W<sub>2</sub>, K:W<sub>3</sub>, K:W<sub>4</sub>, K:W<sub>5</sub> são os desdobramentos da adubação potássica (K) dentro de cada volume de irrigação suplementar W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub> e W<sub>5</sub>, respectivamente. \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 12 A:** Análise de variância da regressão (ANAVA) do número de bananas por cacho da bananeira ‘BRS Tropical’ para o estudo dos volumes de irrigação suplementar (W) dentro das doses de adubação potássica (K). Brasília, DF, 2014.

FV	GL	NBC	FV	GL	NBC	FV	GL	NBC	FV	GL	NBC	FV	GL	NBC
		QM			QM			QM			QM			QM
W:K <sub>1</sub>	4	437,1 <sup>**</sup>	W:K <sub>2</sub>	4	284,0 <sup>*</sup>	W:K <sub>3</sub>	4	39,5 <sup>n</sup>	W:K <sub>4</sub>	4	260,5 <sup>*</sup>	W:K <sub>5</sub>	4	701,5 <sup>**</sup>
Linear	1	151,3 <sup>n</sup>	Linear	1	110,8 <sup>n</sup>	Linear	1	107,8 <sup>n</sup>	Linear	1	96,8 <sup>n</sup>	Linear	1	65,7 <sup>n</sup>
Quadr.	1	158,4 <sup>n</sup>	Quadr.	1	6,0 <sup>n</sup>	Quadr.	1	0,14 <sup>n</sup>	Quadr.	1	198,7 <sup>n</sup>	Quadr.	1	1513,9 <sup>**</sup>
Cúbico	1	307,1 <sup>n</sup>	Cúbico	1	445,3 <sup>*</sup>	Cúbico	1	34,6 <sup>n</sup>	Cúbico	1	29,8 <sup>n</sup>	Cúbico	1	1015,3 <sup>**</sup>
Desvio	1	1131,7 <sup>**</sup>	Desvio	1	574,2 <sup>*</sup>	Desvio	1	15,3 <sup>n</sup>	Desvio	1	716,8 <sup>**</sup>	Desvio	1	211,3 <sup>n</sup>
Resíduo	72	102,4	Resíduo	72	102,4	Resíduo	72	102,4	Resíduo	72	102,4	Resíduo	72	102,4

Número de bananas por cacho (NBC), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), quadrado médio (QM) e W:K<sub>1</sub>, W:K<sub>2</sub>, W:K<sub>3</sub>, W:K<sub>4</sub>, W:K<sub>5</sub> são os desdobramentos dos volumes de irrigação suplementar (W) dentro de cada dose de adubação potássica K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> e K<sub>5</sub>, respectivamente. \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 13A:** Resumo da análise de variância (ANAVA) dos valores médios da produtividade total (PD), número total de cachos (NTC) número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e número bananas por penca (NBP), da bananeira ‘BRS Tropical’ sob diferentes volumes de irrigação suplementar e níveis de adubação potássica. Brasília – 2014.

		QM	QM	QM	QM	QM
FV	GL	PD	NTC	NPC	NBC	NBP
BLOCO	3	PT	NTC	NPC	NBC	NBP
FATOR_A	4	18160417.56 <sup>°°</sup>	66979.47n	0.8 <sup>°</sup>	398.28*	2.12 <sup>°°</sup>
ERRO-a	12	37181643.69*	199779.14 <sup>°°</sup>	1.86**	743.18**	2.9*
FATOR_B	4	8756605,66	99825,17	0,29	80,16	0,82
INT_A*B	16	66694123.41**	449020.04**	1.83**	735.35**	3.3*
ERRO-b	60	11078665.16n	86268.27n	0.51 <sup>°</sup>	244.89*	1.86 <sup>°°</sup>
Fat(AxB)	(24)	10902061,45	119661,39	0,32	107,93	1,22
LINEAR-A	1	(24698404.62)	(165645.37)	(0.96)	(409.68)	(2.27)
LINEAR-B	1	22481614.27 <sup>°°</sup>	107953.2n	0.12n	46.61n	0.23n
QUADR.-A	1	146306506.87**	501501*	4.79**	2578.62**	9.64**
QUADR.-B	1	4975098.15n	16840.33n	0.89 <sup>°°</sup>	806.88**	6.27*
INTER-AxB	1	109161435.12**	1275466.5**	0.42†	191.62 <sup>°°</sup>	0.29n
DESVIO	19	13337315.24†	120143.19n	1.03 <sup>°</sup>	373.9 <sup>°</sup>	0.51n
TOTAL	99	15605249.54 <sup>°</sup>	102820.25n	0.83**	307.09**	1.98*
CV%-a	...	14206524,43	126808,21	0,49	186,52	1,46
CV%-b	...	48,20	42,73	8,95	10,83	6,57

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °° 20%, † 30% e n não significativo pelo teste F.

**TABELA 14A:** Estimativa dos parâmetros submetidas a regressão, para a variável produtividade total (PD), número total de cachos (NTC) número de pencas por cacho (NPC), número de bananas por cacho (NBC) e número bananas por penca (NBP) para a bananeira ‘BRS Tropical’ tratada com diferentes volumes de irrigação suplementar e doses adubação potássica, Brasília – 2014.

PAR.	GL	PD ESTIM.	NTC ESTIM.	NPC ESTIM.	NBC ESTIM.	NBP ESTIM.
b0	1	3.179,3	565,7527	5,7932	75,0457	12,9608
b1	1		-0.02730736873 <sup>n</sup>	0.00009219965 <sup>n</sup>	0.00348452917 <sup>n</sup>	0.000361639 <sup>n</sup>
b2	1	20,1 <sup>**</sup>	1.67816453986 <sup>*</sup>	-0.00070651735 <sup>**</sup>	-0.0116983054 <sup>**</sup>	0.00004788256 <sup>**</sup>
b3	1		0.00000220835 <sup>n</sup>	-0.00000001602 <sup>°°</sup>	-0.00000048339 <sup>**</sup>	-0.00000004262 <sup>*</sup>
b4	1	-0,0224 <sup>*</sup>	-0.00242626626 <sup>**</sup>	0.00000139432 <sup>†</sup>	0.00002973857 <sup>°°</sup>	0.00000115777 <sup>n</sup>
b5	1		0.00005263551 <sup>†</sup>	0.00000015442 <sup>°</sup>	0.00000293633 <sup>°</sup>	0.00000010882 <sup>n</sup>
R <sup>2</sup> (%)	...	95,76	50,86	31,56	40,66	31,04

Significativo a: <sup>\*\*</sup> 1%, <sup>\*</sup> 5%, <sup>°</sup> 10%, <sup>°°</sup> 20%, <sup>†</sup> 30% e <sup>n</sup> não significativo pelo teste F.

**TABELA 15 A:** Análise de variância (ANAVA) das variáveis peso médio do fruto, comprimento médio do fruto, diâmetro médio do fruto, relação comprimento/diâmetro e firmeza média da polpa, em função dos volumes de irrigação suplementar (W) e doses de adubação potássica (K). Brasília, DF, 2014.

FV	G.L	QUADRADO MÉDIO				
		PMF	CMF	DMF	CD	FMP
Bloco	3	798,9 <sup>n</sup>	84,28 <sup>n</sup>	9,95 <sup>n</sup>	0,19 <sup>n</sup>	0,06 <sup>n</sup>
W	4	1351,4 <sup>n</sup>	353,13 <sup>**</sup>	28,03 <sup>n</sup>	0,05 <sup>n</sup>	0,12 <sup>n</sup>
K	4	2362,6 <sup>**</sup>	455,31 <sup>**</sup>	87,51 <sup>*</sup>	0,33 <sup>n</sup>	0,18 <sup>n</sup>
WxK	16	494,4 <sup>n</sup>	183,13 <sup>**</sup>	19,62 <sup>n</sup>	0,18 <sup>n</sup>	0,25 <sup>n</sup>
CV – 1 (%)	-	24,16	6,37	11,90	12,51	59,35
CV – 2 (%)	-	21,03	7,09	9,41	11,82	40,00

Peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação comprimento/diâmetro (CD) e firmeza média da polpa (FMP), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), coeficiente de variação (CV – 1; CV – 2); \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 16 A:** Análise de variância da regressão (ANAVA) do comprimento médio do fruto da bananeira ‘BRS Tropical’ para o estudo da adubação potássica (K) dentro dos volumes de irrigação suplementar (W). Brasília, DF, 2014

FV	GL	CMF	FV	GL	CMF	FV	GL	CMF	FV	GL	CMF	FV	GL	CMF
		QM			QM			QM			QM			QM
K:W <sub>1</sub>	4	488,9 <sup>**</sup>	K:W <sub>2</sub>	4	88,0 <sup>n</sup>	K:W <sub>3</sub>	4	471,4 <sup>**</sup>	K:W <sub>4</sub>	4	65,7 <sup>n</sup>	K:W <sub>5</sub>	4	73,9 <sup>n</sup>
Linear	1	410,8 <sup>*</sup>	Linear	1	5,6 <sup>n</sup>	Linear	1	1089,8 <sup>**</sup>	Linear	1	0,46 <sup>n</sup>	Linear	1	125,1 <sup>n</sup>
Quadr.	1	1309,2 <sup>**</sup>	Quadr.	1	3,0 <sup>n</sup>	Quadr.	1	761,7 <sup>**</sup>	Quadr.	1	50,9 <sup>*</sup>	Quadr.	1	91,8 <sup>n</sup>
Cúbico	1	228,7 <sup>n</sup>	Cúbico	1	343,1 <sup>*</sup>	Cúbico	1	0,15 <sup>n</sup>	Cúbico	1	203,0 <sup>n</sup>	Cúbico	1	5,5 <sup>n</sup>
Desvio	1	6,9 <sup>n</sup>	Desvio	1	0,14 <sup>n</sup>	Desvio	1	33,8 <sup>n</sup>	Desvio	1	8,3 <sup>n</sup>	Desvio	1	73,3 <sup>n</sup>
Resíduo	60	62,8	Resíduo	60	62,8	Resíduo	60	62,8	Resíduo	60	62,8	Resíduo	60	62,8

Número de bananas por cacho (NBC), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), quadrado médio (QM) e K:W<sub>1</sub>, K:W<sub>2</sub>, K:W<sub>3</sub>, K:W<sub>4</sub>, K:W<sub>5</sub> são os desdobramentos da adubação potássica (K) dentro de cada volume de irrigação suplementar W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub> e W<sub>5</sub>, respectivamente. \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.

**TABELA 17 A:** Análise de variância da regressão (ANAVA) do comprimento médio do fruto da bananeira ‘BRS Tropical’ para o estudo dos volumes de irrigação suplementar (W) dentro das doses de adubação potássica (K). Brasília, DF, 2014.

FV	GL	CMF	FV	GL	CMF	FV	GL	CMF	FV	GL	CMF	FV	GL	CMF
		QM			QM			QM			QM			QM
W:K <sub>1</sub>	4	852,9 <sup>**</sup>	W:K <sub>2</sub>	4	16,1 <sup>n</sup>	W:K <sub>3</sub>	4	114,3 <sup>n</sup>	W:K <sub>4</sub>	4	114,3 <sup>n</sup>	W:K <sub>5</sub>	4	85,6 <sup>n</sup>
Linear	1	629,2 <sup>**</sup>	Linear	1	0,75 <sup>n</sup>	Linear	1	26,4 <sup>n</sup>	Linear	1	22,6 <sup>n</sup>	Linear	1	166,7 <sup>n</sup>
Quadr.	1	224,0 <sup>n</sup>	Quadr.	1	1,60 <sup>n</sup>	Quadr.	1	2,2 <sup>n</sup>	Quadr.	1	368,7 <sup>*</sup>	Quadr.	1	138,8 <sup>n</sup>
Cúbico	1	2,1 <sup>n</sup>	Cúbico	1	37,9 <sup>n</sup>	Cúbico	1	16,6 <sup>n</sup>	Cúbico	1	31,6 <sup>n</sup>	Cúbico	1	12,0 <sup>n</sup>
Desvio	1	2556,3 <sup>**</sup>	Desvio	1	24,2 <sup>n</sup>	Desvio	1	21,6 <sup>n</sup>	Desvio	1	34,3 <sup>*</sup>	Desvio	1	25,0 <sup>n</sup>
Resíduo	72	60,4	Resíduo	72	60,4	Resíduo	72	60,4	Resíduo	72	60,4	Resíduo	72	60,4

Comprimento médio do fruto (CMF), fonte de variação (FV), graus de liberdade (G.L), quadrado médio (QM) e W:K<sub>1</sub>, W:K<sub>2</sub>, W:K<sub>3</sub>, W:K<sub>4</sub>, W:K<sub>5</sub> são os desdobramentos dos volumes de irrigação suplementar (W) dentro de cada dose de adubação potássica K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> e K<sub>5</sub>, respectivamente. \*\*, \* e n correspondem, respectivamente, às significâncias a 1%, a 5% e não significativo, à 5%, pelo Teste F.0

**TABELA 18A:** Resumo da análise de variância (ANAVA) dos valores médios do peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação CD (CD), firmeza média da polpa (FMP) para a bananeira ‘BRS Tropical’ tratada com diferentes volumes de irrigação suplementar e doses adubação potássica, Brasília – 2014.

FV	GL	QM PMF	QM CMF	QM DMF	QM CD	QM FMP
BLOCO	3	798.92†	84.29†	9.95n	0.2n	0.06n
FATOR_A	4	1351.45°	353.13**	28.03†	0.05n	0.12n
ERRO-a	12	531,68	50,61	17,47	0,16	0,45
FATOR_B	4	2362.63**	455.31**	87.51**	0.33°	0.18n
INT_A*B	16	494.4†	183.13**	19.62°	0.18†	0.25†
ERRO-b	60	402,87	62,8	10,91	0,14	0,21
Fat(AxB)	(24)	(948.62)	(256.83)	(32.34)	(0.19)	(0.22)
LINEAR-A	1	2820.19*	442.27*	4.4n	0.02n	0.01n
LINEAR-B	1	7409.39**	911.59**	261.51**	1.09**	0.24†
QUADR.-A	1	1589.19°	418.35*	62.85°	0.05n	0.18n
QUADR.-B	1	1774.67*	831.76**	86.38**	0.16†	0.14n
INTER-AxB	1	643.89†	35.18n	0n	0.49°	0n
DESVIO	19	448.92n	185.51**	19°	0.14n	0.25n
TOTAL	99	562,79	109,01	16,87	0,16	0,23
CV%-a	...	24,16	6,37	11,90	12,51	59,35
CV%-b	...	21,03	7,09	9,41	11,82	40,00

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °° 20%, † 30% e n não significativo pelo teste F.

**TABELA 19A:** Estimativa dos parâmetros submetidas a regressão, para as variáveis (do peso médio do fruto (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação CD (CD), firmeza média da polpa (FMP) para a bananeira ‘BRS Tropical’ tratada com diferentes volumes de irrigação suplementar e doses adubação, Brasília – 2014.

		PMF	CMF	DMF	CD	FMP
PAR.	GL	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.	ESTIM.
b0	1	52,9399	95,08	29,24	3,2362	1,0546
b1	1	0.00979455301*	0,0041°	0,0014°	0.00000538783n	0.00006798403n
b2	1	0.11446077043**	0,05*	0,02*	-0.00053285999**	0.00034333188†
b3	1	-0.00000067839°°	-0,0000003°°	-0,0000001°	0.00000000368n	-0.00000000724n
b4	1	-0.00009050298*	-0,00006*	-0,00002*	0.00000086527†	-0.00000079005n
b5	1	-0.00000385331†			-0.00000010663°	-0.0000000055n
R <sup>2</sup> (%)	...	62,54	42,26	53,46	0,4060	0,1096

Significativo a: \*\* 1%, \* 5%, ° 10%, °° 20%, † 30% e <sup>n</sup> não significativo pelo teste F.