



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

IZABEL MARIA ALMEIDA LIMA

**FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BANANA EM REGIÃO
SEMIÁRIDA**

FORTALEZA

2017

IZABEL MARIA ALMEIDA LIMA

FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BANANA EM REGIÃO
SEMIÁRIDA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência do Solo. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do solo.

Orientador: Prof. Titular Boanerges Freire de Aquino.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L698f Lima, Izabel Maria Almeida.
FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BANANA EM REGIÃO SEMIÁRIDA /
Izabel Maria Almeida Lima. – 2017.
71 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Boanerges Freire de Aquino .
1. Musa spp. L. 2. Adubação Nitrogenada. 3. Fertilidade do solo.. I. Título.

CDD 631.4

IZABEL MARIA ALMEIDA LIMA

FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA BANANA EM REGIÃO
SEMIÁRIDA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência do Solo. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do solo.

Aprovada em: 27/11/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Titular Boanerges Freire de Aquino (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cley Anderson Silva de Freitas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Titular Francisco Marcus Lima Bezerra
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. Titular Thales Vinícius de Araújo Viana
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, fonte de vida. Aos meus pais, José de Arimatéa e Fátima Almeida, a minha tia Francisca (*in memoriam*), ao amigo e Prof. PhD Boanerges Freire (*in memoriam*) que não mediram esforços para que eu chegasse até aqui.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, fonte de inesgotável amor. Obrigada por estar comigo sempre.

À meus pais, José de Arimatéa e Fátima Almeida, pela educação, pelo apoio e pelo amor incondicional. Obrigada por me permitirem voar suportando a saudade. Amo vocês

À minha tia Francisca (*in memoriam*) pelo seu amor de mãe e sei que de onde estiver está torcendo por mim.

À minha prima Cíntia Fernanda por todo carinho e apoio. Eu, minha mãe e toda nossa família temos sorte de ter você nas nossas vidas.

À minha madrinha Sandra Gorete e sua família que doou tanto amor e dedicação à minha mãe quando eu não pude está presente

À toda minha família. Amo vocês.

Ao meu orientador, Prof. Ph.D Boanerges Freire de Aquino (*in memoriam*), que foi e é um anjo na minha vida; foi meu professor, meu amigo (meu primeiro amigo que fiz ao chegar no estado do Ceará), meu confidente, um pai que encontrei aqui. Sempre estava comigo em qualquer situação, fazia de tudo para me ajudar. Difícil passar por esse momento sem sua presença. Você que tanto me ajudou, me incentivou quando o desânimo e as adversidades apareciam. A você toda minha gratidão, admiração e carinho.

Ao Engenheiro agrônomo Daniel Romano que nos ajudou na instalação do experimento.

Ao senhor Edson Brock, por abrir as portas da sua empresa e por me auxiliar como pôde. Muito obrigada.

Ao gerente da Banesa Jânio Márcio, a chefe de escritório Arinergia Maria e ao Engenheiro Agrônomo Genivaldo Pereira. Cada um à sua maneira, tentava me auxiliar em tudo. Muito obrigada.

Ao Engenheiro agrônomo Bruno Henrique que foi meu braço direito na instalação e na condução de toda pesquisa.

À todos da fazenda Banesa que me ajudaram direta e indiretamente. A toda equipe da irrigação (Neném), equipe do almoxarifado, equipe da oficina, equipe dos adubos, a todos que me ajudaram na colheita dos cachos (Bruno, Luiz, Rio Grande e outros que na pressa não

perguntei o nome), a todos que me ajudaram na pesagem dos cachos (Netinha e o pessoal do desmame). Obrigada a todas as seletoras que me ensinaram o que é fazer algo com excelência e rapidez. Obrigada Douglas Antunes, Fabrícia Assis e Cosme pelas caronas. Obrigada a Clésia e seu Formiga que todos os dias tinham um “bom dia” para me oferecer. Obrigada também as mulheres da cozinha sempre tão atenciosas com minha pessoa. Gratidão a todos.

À minha amiga Arilene Santos que me “emprestou” sua família por um ano. Por todo carinho e preocupação que tiveram comigo. Sem palavras para agradecer o que você e sua família fizeram por mim.

Ao meu amigo Régis Braz e Bruno Meneses que mesmo de longe me apoiavam.

Às minhas amigas Bruna Iwata, Ana Carolina Chaves e Renata Melo, pelas infinitas demonstrações de afeto durante esse tempo todo. Tem um pedaço de vocês nessas linhas.

À minha companheira Amanda Karoline Batista de Araújo, por todo apoio e paciência.

Aos Professores Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra, Dr. Geocleber Gomes de Sousa, Dr. Cley Anderson Silva de Freitas que tanto contribuíram desde o projeto de tese e ao Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana, por compor a banca e pelas valiosas colaborações. Quero deixar registrado meus sinceros agradecimentos pela presença de todos, sei o quanto foi difícil reuni-los e dizer que estou muito feliz de tê-los nesse momento. Prof. Boanerges falava muito bem de cada um e fazia questão que fosse esta banca. Muito Obrigada.

À Professora e Coordenadora Dra. Mirian Costa por fazer questão de presidir a banca, por fazer questão de estar comigo nesse momento tão importante e ao mesmo tempo tão delicado. Obrigada pelas correções e contribuições que tanto engrandeceram o trabalho.

Ao corpo Docente e técnico administrativo do Departamento de Ciências do Solo.

À FUNCEME, ao Antônio José Duarte, M^a Geórgia de Oliveira, José Tavares da Costa, Amílson Florêncio da Costa e Maria Vilalba Silva do Nascimento, pela paciência e por todo auxílio.

À Universidade Federal do Ceará.

À todas as pessoas que direta e indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento,
mais evidente fica nossa ignorância”. (John F.
Kennedy)

RESUMO

A banana (*Musa spp.* L), é uma fruta bastante explorada no Brasil e no mundo e é mundialmente consumida devido sua importância nutricional. No entanto, a não utilização de tecnologias disponíveis e adequadas à exploração da cultura, tal como a irrigação, e a baixa fertilidade dos solos são alguns dos motivos que fundamentam a baixa produtividade. O nitrogênio é o segundo nutriente mais requerido pela banana sendo necessário ao bom desenvolvimento e produção da cultura. A adubação nitrogenada pode ser preparada por fontes de sais inorgânicos rapidamente disponíveis como o amônio, o nitrato e a uréia podendo aumentar a condutividade elétrica do solo. A utilização da uréia pelos produtores se traduz pelo menor custo que esses fertilizantes possuem, porém, a possibilidade de aumento da acidez do solo e da saturação de base se tornam aspectos indesejados na aplicação desse fertilizante. Nas condições irrigadas, pode haver interações entre os níveis de água aplicados e as dosagens de adubos, fazendo com que o pH do solo e os níveis de condutividade elétrica do solo apresentem diferentes comportamentos podendo dificultar a absorção de nutrientes essenciais e conseqüentemente afetar a produtividade da banana. Portanto, esse trabalho teve como objetivo, verificar as respostas de adubos nitrogenados sobre a produtividade, sobre pH e CE do solo e sobre concentrações de nutrientes no solo. O trabalho foi conduzido na fazenda Banesa, que pertence à empresa Tropical Nordeste Fruit, localizada no município de Limoeiro do Norte (CE), em solo classificado como Cambissolo Háptico Eutrófico, sendo cultivado a cultivar do grupo Cavendish, no período de janeiro a dezembro de 2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos, em esquema fatorial 3x5+1, com três doses de nitrogênio (Dose 1 = 300 kg N ha⁻¹, Dose 2 = 500 kg N ha⁻¹ e Dose 3 = 700 kg N ha⁻¹), cinco fontes de N (ureia, ureia azul, sulfato de amônio, nitrato de amônio e ureia + nitrato de amônio) e um tratamento adicional (tratamento controle – Dose 0 de N), com 3 repetições totalizando 46 unidades experimentais. No final do experimento foram mensuradas as seguintes variáveis do solo: pH, CE e teores de cálcio e de magnésio; na planta foi realizada a mensuração da produção e análise de concentração do nitrogênio. Verificou-se um maior aumento de produtividade (63,9 t ha⁻¹) quando se utilizou a fonte UAN (ureia + nitrato de amônio). A adubação com N incrementou a produtividade da banana, o pH, CE do solo e concentrações de cálcio e magnésio foram influenciados principalmente quando se utilizou o sulfato de amônio.

Palavras-chave: *Musa spp.* L. Adubação Nitrogenada. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

The banana (*Musa* spp. L.) is a fruit widely explored in Brazil and the world and is consumed worldwide due to its nutritional importance. However, the lack of available technologies suitable for crop exploration, such as irrigation, and low soil fertility are some of the reasons for low productivity. Nitrogen is the second most required nutrient by banana being necessary for the proper development and production of the crop. Nitrogen fertilization can be prepared by sources of rapidly available inorganic salts such as ammonium, nitrate and urea, which can increase the electrical conductivity of the soil. The use of urea by the producers is translated by the lower cost of these fertilizers, but the possibility of increasing the soil acidity and the base saturation become unwanted aspects in the application of this fertilizer. Under irrigated conditions, there may be interactions between applied water levels and fertilizer dosages, so that soil pH and soil electrical conductivity levels present different behaviors, which may hinder the absorption of essential nutrients and consequently affect the productivity of the soil. banana. The objective of this study was to verify nitrogen fertilizer responses on yield, soil pH and CE, and nutrient concentrations in soil. The work was carried out on the farm Banesa, which belongs to the company Tropical Nordeste Fruit, located in the municipality of Limoeiro do Norte (CE), in a soil classified as Cambisol Haplic Eutrophic, being cultivated the cultivar of the group Cavendish, in the period from January to December of 2017. The experimental design used was in blocks, in a factorial scheme $3 \times 5 + 1$, with three nitrogen doses (Dose 1 = 300 kg N ha^{-1} , Dose 2 = 500 kg N ha^{-1} and Dose 3 = 700 kg N ha^{-1}), five N sources (urea, blue urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate and urea + ammonium nitrate) and an additional treatment (control treatment - Dose 0 of N), with 3 replicates totaling 46 experimental units. At the end of the experiment the following soil variables were measured: pH, EC, and calcium and magnesium contents; in the plant was measured the production and analysis of nitrogen concentration. A higher productivity increase (63.9 t ha^{-1}) was observed when the UAN source (urea + ammonium nitrate) was used. Fertilization with N increased banana productivity, pH, soil CE, and calcium and magnesium concentrations were mainly influenced when ammonium sulfate was used.

Keywords: *Musa* spp. L. Nitrogen fertilization. Soil fertility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ilustração representativa da morfologia da bananeira	20
Figura 2 – Imagem de satélite da área experimental, fazenda Banesa	34
Figura 3 – A cultivar Williams do grupo Cavendish no início e no final do seu ciclo	36
Figura 4 – As fontes utilizadas no experimento: Ureia, Sulfato de amônio, Ureia azul, Nitrato de amônio e Ureia + Nitrato de amônio (da esquerda para a direita) ...	37
Figura 5 – Detalhamento da parcela	38
Figura 6 – A localização do fertilizante de acordo com Godoy <i>et al</i> (2006) (A) e adubação feita manualmente (B) e logo em seguida o adubo sendo incorporado (C)	38
Figura 7 – Sistema de irrigação por microaspersão utilizado pela fazenda Banesa	40
Figura 8 – Coletas das amostras de solo (0-30 cm)	41
Figura 9 – Partes amostradas das folhas da bananeira para diagnose do estado nutricional de acordo com Borges (2004)	42
Figura 10 – Partes amostradas das folhas da bananeira para determinar os teores de nitrogênio	43
Figura 11 – Pesagem das pencas e engajo para determinação do peso do cacho	44
Figura 12 - Efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre teores de cálcio e magnésio no solo (cmolc dm^3)	51
Figura 13 - Efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre teor de Nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas da bananeira	54
Figura 14 - Efeito da forma de nitrogênio sobre o desenvolvimento do cacho da banana .	58
Figura 15 - Efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre a produtividade da banana (t ha^{-1})	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais cultivares de banana encontradas no Brasil e seus respectivos grupos e constituição genômica	18
Tabela 2 - Faixas de concentrações de nutrientes observadas em folhas de bananeira em diferentes estudos	25
Tabela 3 - Atributos químicos do solo na camada de 0-30 cm antes da instalação do experimento	35
Tabela 4 - Análises químicas da água do Rio Jaguaribe	39
Tabela 5 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o pH do solo em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio	46
Tabela 6 - Médias dos valores do pH do solo em função de diferentes fontes de nitrogênio	46
Tabela 7 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para a CE do solo em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio	48
Tabela 8 - Médias dos valores de CE do solo (dS m^{-1}) em função de diferentes fontes de nitrogênio	48
Tabela 9 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o Cálcio e Magnésio no solo em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio	49
Tabela 10 - Médias dos valores de Cálcio e Magnésio no solo (cmolc dm^{-3}) em função de diferentes fontes de nitrogênio	50
Tabela 11 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para teores de N na folha em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio	53
Tabela 12 - Médias dos valores de Nitrogênio foliar (g kg^{-1}) em função de diferentes fontes de nitrogênio	53
Tabela 13 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para produção de banana em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio	55
Tabela 14 - Médias dos valores da produtividade (t ha^{-1}) da banana em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Características gerais, produção e importância econômica da bananeira...17	
2.2	Aspectos morfológicos da cultura	19
2.3	A cultivar Williams	22
2.4	Nitrogênio na cultura da banana	23
2.5	Aduos nitrogenados na cultura da banana	26
2.6	Salinização nos solos cultivados com bananeiras na região Nordeste do Brasil	30
3	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	Localização e caracterização da área experimental	34
3.2	Cultivar	36
3.3	Fontes de N utilizadas	36
3.4	Delineamento experimental	37
3.5	Condução do experimento	38
3.6	Atributos avaliados	40
3.6.1	<i>Análises químicas do solo</i>	40
3.6.2	<i>Análises da planta</i>	42
3.6.2.1	<i>Nitrogênio foliar</i>	42
3.6.2.2	<i>Peso dos cachos</i>	43
3.7	Análises estatísticas	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	pH do solo	46
4.2	CE do solo	48
4.3	Cálcio e Magnésio do solo	49

4.4	Nitrogênio foliar	52
4.5	Produtividade da banana	55
5	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.* L.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo cultivada na maioria dos países tropicais e subtropicais (ROBINSON; GALÁN, 2010). Os registros mais antigos indicam que a banana é originária da Ásia Meridional e que se disseminou, posteriormente, para várias partes do mundo. Assim, os diversos continentes a cultivam, mas é na América Latina e no continente de origem que a cultura encontrou melhores condições de crescimento (DANTAS *et al.*, 1999).

A banana é uma fruta de consumo universal, sendo umas das mais consumidas no mundo, e, é comercializada por dúzia, por quilo e até mesmo por unidade e apreciada por pessoas de todas as classes e de qualquer idade. Seu sucesso e elevada demanda pelo consumidor deve-se tanto pela versatilidade em termos de modalidades de uso (processada, frita, cozida, in natura), quanto por seus atributos de sabor, aroma, valor nutricional, preço, higiene e facilidade de consumo (BOLFARINI *et al.*, 2016). É rica em carboidratos e potássio, médio teor em açúcares e vitamina A, e baixo em proteínas e vitaminas B e C.

Essa cultura é de suma importância na questão socioeconômica no Nordeste brasileiro, sendo geralmente explorada por pequenos agricultores, predominando a mão-de-obra familiar, tendo papel fundamental na fixação do homem no campo. Cultivada em 107 países, a cultura apresenta uma área de plantio estimada em 4,2 milhões de hectares e uma produção de 96 milhões de toneladas. O Brasil é o quinto maior produtor mundial de banana, ficando atrás da Índia, China, China continental e Filipinas (1º, 2º, 3º e 4º lugar, respectivamente), com produção de aproximadamente 7 milhões de toneladas, em uma área de 489 mil hectares. Estima-se que a produção dessa fruta empregue, direta e indiretamente, 960 mil pessoas no mundo (FAO, 2016). Por outro lado, em termos de exportação, o país não ocupa posição de destaque, sendo o 21º país da lista de exportadores, com 98 mil toneladas exportadas na safra de 2014, comparado com 5,4 milhões de toneladas exportadas pelo Equador, maior país exportador do mundo (FAO, 2017).

A bananicultura é de suma importância no Nordeste, principalmente na região da chapada do Apodi, onde se desenvolveu um polo forte de produção de banana voltada para a exportação devido à proximidade geográfica (CEPEA, 2003).

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes não só por produzir grande massa vegetativa mas também por apresentar elevadas quantidades de elementos absorvidos pela planta e exportados pelos frutos (SILVA *et al.*, 1999). O nitrogênio (N) é, depois do potássio (K), o nutriente mais absorvido pela bananeira. Tal elemento químico é empregado em grandes quantidades visando a produção de alimentos em escala necessária a suprir a demanda nutricional gerada pelo crescimento populacional (BOARETTO *et al.*, 2007). Este nutriente é muito importante na fase de desenvolvimento vegetativo das plantas até o início da emissão do cacho (SILVA *et al.*, 2003).

A bananicultura brasileira ainda apresenta sérios problema, que dificultam uma participação mais expressiva no mercado internacional de frutas, pois as regiões produtoras no Brasil seguem padrões tradicionais, com baixos investimentos de capital e tecnologia, o que acarreta conseqüentemente, em decréscimo da produtividade e frutos de baixa qualidade.

A busca pela autonomia e sustentabilidade do setor agrícola brasileiro envolve o uso e estudo de novas fontes de insumos, reciclagem de nutrientes e, principalmente, aumento da eficácia agrônômica dos fertilizantes fornecidos às plantas que em conjunto com o estudo do comportamento da cultivar ao estresse salino pode servir de subsídio para a indicação de seu plantio em áreas onde ocorra o problema da salinidade.

Na Chapada do Apodi, Ceará, onde predominam Cambissolos de elevada fertilidade (GATTO, 1999), também se pratica adubação intensiva nos bananais. A consequência do manejo inadequado de fertilizantes e da água, de acordo com Andrade *et al.* (2004), é o acúmulo de sais no solo. Dentre os maiores problemas dessa cultura, está o manejo inadequado do sistema solo-água-planta.

A partir dessas circunstâncias estabeleceram-se as seguintes hipóteses: i) Fonte de nitrogênio aplicado no solo afeta a produção da cultura; ii) Fonte de nitrogênio aplicado no solo afeta o pH e CE do solo; iii) Dose de nitrogênio aplicado no solo afeta a produção da

cultura. Portanto, esse trabalho teve como objetivo, verificar as respostas de diferentes adubos nitrogenados (ureia, sulfato de amônio, ureia azul, nitrato de amônio e ureia + nitrato de amônio) sobre a produção da banana.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características gerais, origem, produção e importância econômica da bananeira

A bananeira (*Musa spp.*) pertence à classe Monocotiledônea e à família *Musaceae*. Segundo historiadores, a banana foi a primeira fruta a ser utilizada pelo homem, como alimento (MOREIRA, 1999). Apesar do centro de origem da maior parte do germoplasma de banana estar localizado na Ásia, ocorrem centros secundários na África Oriental, em algumas ilhas do Pacífico e uma considerável diversidade genética na África Ocidental regiões com clima tropical quente e úmido (SHEPHERD, 1984).

Para Alves (1999), a bananeira é uma planta originária do continente Asiático, e no Brasil é cultivada de Norte a Sul, em regiões tropicais e subtropicais, sendo um vegetal herbáceo completo, pois apresenta raiz, tronco, folhas, flores, frutos e sementes. O tronco é representado pelo rizoma, que constitui um órgão de reserva, e o conjunto de bainhas das folhas de pseudocaule terminando com uma copa de folhas longas e largas, com nervura central desenvolvida. Do centro da copa emergem a inflorescência com brácteas ovuladas de coloração normalmente roxo-avermelhada, cujas axilas nascem as flores. Cada grupo de flores reunidas forma uma penca (mão) com um número variável de frutos (dedos), originados por partenocarpia.

Teoricamente, as espécies silvestres *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* deram origem à maioria das bananeiras comestíveis. Os genomas são denominados pelas letras A e B, a primeira letra para a espécie *Musa acuminata* e a segunda letra para *Musa balbisiana*, cujas combinações resultam os grupos AA, BB, AB, AAA, AAB, AAAA, AAAB, AABB e ABBB (DANTAS; SOARES FILHO, 1997)

A forma de classificação da banana em vigor está de acordo com o proposto por Simmonds (1962) na qual os clones são nomeados em função de sua constituição genômica,

nome do grupo e nome da cultivar. Por exemplo: Cultivar “Wiliam” (AAA, Grupo ‘Cavendish) (HESLOP-HARRISON: SCWARZACHER, 2007). Na Tabela 1 são citadas algumas cultivares brasileiras e suas classificações:

Tabela 1 – Principais cultivares encontradas no Brasil e seus respectivos grupos e constituição genômica

Constituição Genômica	Grupo	Cultivar
AA	-	Ouro
AAA	Cavendish	Nanina, Nanicão, Grand Nine, William
AAB	Prata	Prata, Prata Anã, Pacovan

Fonte: Adaptado de Silva et al. (1997); Moreira (1987)

Como resultado dessas diferenças genéticas, as distintas cultivares de banana apresentam diferentes desempenhos para uma série de características, pois os genomas das duas espécies ancestrais (*M. acuminata* e *M. balbisiana*) contribuíram de maneiras próprias com os fenótipos (PILLAY *et al.*, 2002).

As cultivares mais difundidas no País e plantadas são as bananas da cultivar prata (Prata, Pacovan e Prata-Anã), responsáveis por 60% da área cultivada, a Maçã, a Mysore, as bananas tipo Cavendish, preferidas pelo mercado internacional, e as bananas tipo Terra, sendo que existe outras cultivares em menor proporção, como as do tipo Figo ou Bluggoe, as do tipo Caru e do tipo Ouro (DONATO *et al.*, 2006).

A bananeira é uma planta de grande importância socioeconômica no mundo, com o mais alto índice de consumo per capita entre as frutas tropicais, e com um comércio tradicional consolidado e bem distribuído (BRASIL, 2015). Na Europa, o consumo é de 9,0 kg por habitante ao ano, enquanto no Brasil é de 20,0, firmando a cultura de maior consumo entre os brasileiros (ROSA JÚNIOR, 2000). O Brasil se destaca como um dos países com maior produção de bananas, embora a qualidade do produto normalmente apresente limitação para exportação. A exploração em condições irrigadas tem sido a solução para os locais em

que as precipitações não são suficientes para suprir as necessidades hídricas da bananeira (FAO, 2004).

No Brasil, a bananeira é a segunda fruteira mais cultivada e além do expressivo volume produzido e da área ocupada, é de suma importância no cenário nacional por estar presente na mesa da maioria da população (FAO, 2015). No cenário mundial, a banana com uma produção superior a 6,9 milhões de toneladas ocupa a segunda posição na produção de frutas (FAO, 2016). Dentre as frutas “in natura” comercializadas nos principais centros consumidores mundiais, a banana apresenta o maior movimento financeiro, seguida por uva, maçã e laranja (FAO, 2016).

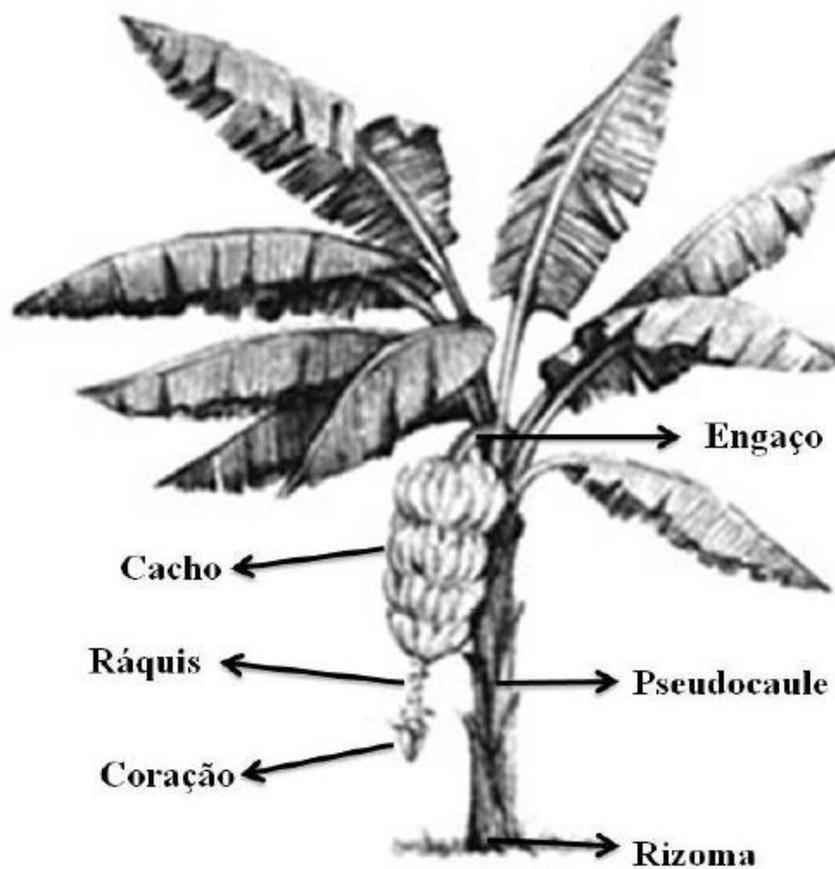
Na região Nordeste, o Estado do Ceará com produção de 324 mil toneladas, fica em terceiro lugar ficando atrás dos estados da Bahia e de Pernambuco, com produções de 1 milhão e 366 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2017).

2.2 Aspectos morfológicos da cultura

O ciclo de vida da bananeira é definido com a fase inicial de crescimento ou rebroto variando de 1 a 6 meses, a floração de 7 a 11 meses e a colheita de 12 a 15 meses. A fase de propagação inicia com a geração de um rebento que originará outra bananeira (GUERRA *et al.*, 2004).

A bananeira é uma planta herbácea completa, pois apresenta raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes (Figura 1). O caule é subterrâneo denominado rizoma, sendo o centro vital da bananeira, pois é nele que ocorre a formação das raízes, folhas, inflorescências e rebentos. É uma estrutura cônica, com eixo central curvo virado para cima e formado por muitos entrenós curtos. A partir dos nós existentes no rizoma surgem as raízes, enquanto da sua parte apical originam-se as folhas e a gema floral (MOREIRA, 1999).

Figura 1 - Ilustração representativa da morfologia da bananeira



Fonte: Vieira (2011, p. 8)

O sistema radicular é fasciculado, podendo atingir horizontalmente até 5 m; no entanto, é mais comum de 1 a 2 m, dependendo da variedade e das condições do solo; é também superficial, com aproximadamente 30% localizadas na profundidade de 0-10 cm e 82% concentrando-se na camada de 0-50 cm.

A folha da bananeira é constituída de bainha, pecíolo, páginas foliares, nervuras e agulhão (pavio). A folha quando nasce diz-se que está na fase de vela, a qual tem na sua extremidade um pequeno filamento, o “pavio”, que se seca rapidamente na fase de folha adulta (MOREIRA, 1997).

A bananeira possui inflorescência terminal, que emerge do centro do pseudocaule até o topo das bainhas (SOTO BALLESTERO, 2008). No período de florescimento ocorre a emissão da inflorescência que posteriormente se transformará no cacho propriamente dito, composto pelo pedúnculo (engaço), raque, flores femininas, masculinas e hermafroditas (LIMA NETO *et al.*, 2003).

De acordo com Moreira (1999), a multiplicação da bananeira se processa, naturalmente no campo, por via vegetativa, pela emissão de novos rebentos. Como esse processo é contínuo e extremamente dinâmico, uma bananeira adulta apresenta sempre ao seu redor, em condições naturais, outras bananeiras em diversos estádios de desenvolvimento. Esse conjunto de bananeiras interligadas, com diferentes idades, oriunda de uma única planta, denomina-se “touceira”.

A penca constitui-se da almofada e um conjunto de dedos, sendo a almofada o local de fusão dos pedúnculos dos frutos, que se fixam à raque (MOREIRA, 1999). O número de frutos formados por penca depende do desenvolvimento foliar, após o início da diferenciação floral, embora teoricamente todas as flores femininas tenham condições de dar origem a frutos. De um modo geral, os frutos são produzidos por partenocarpia e sem a presença de sementes. São bagas alongadas, o epicarpo corresponde à casca e o mesocarpo à polpa. Fazem parte da penca, onde estão reunidos por seus pedicelos em duas fileiras horizontais à base da ráquis (MANICA, 1998).

Em relação ao clima, a bananeira é uma planta tipicamente de região 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 e 40°C. Entretanto, existe a possibilidade de seu cultivo em latitudes acima de 30° (até 45°), desde que a temperatura seja adequada (ALVES, 1999).

O clima possui grande importância no ciclo vegetativo e reprodutivo da bananeira, influenciando no porte da planta, sanidade, qualidade e quantidade de frutos e duração do ciclo. Assim, os principais fatores que influenciam o desenvolvimento da bananeira são a temperatura, umidade relativa, vento, chuva, luminosidade e altitude (MANICA, 1997).

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 (BORGES, 2004). As altas umidades relativas do local possuem a vantagem de acelerar a emissão de folhas, prolongar a longevidade, favorecer o lançamento da inflorescência e uniformizar a colocação da fruta (MOREIRA, 1999). Devido a distribuição das chuvas ser sazonal no Brasil, 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)

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). 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).

2.3 A cultivar Williams

A maioria dos tipos de bananas comerciais para consumo fresco é triploide e origina-se unicamente da *Musa acuminata*. Desse modo, Gros Michel, Cavendish e Williams, por exemplo, são todos tipos de bananas AAA.

A Cavendish é um subgrupo extremamente importante, tanto para exportações oriundas dos trópicos como para o comércio local nas regiões subtropicais. Clones dessa variedade se diferenciam pelo tamanho do pseudocaule. A banana Nanica (Dwarf Cavendish) de altura variável entre 1,2 m e 2,1 m, é cultivada em áreas amplas e produz alguns dos menores frutos. Os tipos Nanicão (Giant Cavendish), como as plantas tipo Grande Naine e Robusta, têm de 3 a 5 m de altura. Tais bananas também são resistentes ao Mal do Panamá, mas com frutos delicados. Essa fragilidade nos frutos resultou na mudança do padrão de comercialização, de cachos para as pencas em caixas (LADIZINSKY, 1998).

Outra variedade importante AAA é a Williams, um tipo de clone da Nanicão (Giant Cavendish) originária da Austrália.

2.4 Nitrogênio na cultura da banana

O nitrogênio é o nutriente mineral mais exigido pelas plantas. Tem função estrutural nos vegetais superiores, pois faz parte de moléculas de proteínas e aminoácidos, além de ser constituinte de bases nitrogenadas e ácidos nucléicos. Participa, ainda, de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes quando comparada a outras frutíferas, não só por produzir grande massa vegetativa mas também por apresentar elevadas quantidades de elementos absorvidos pela planta e exportados pelos frutos (SILVA *et al.*, 1999). É uma cultura muito exigente em adubação, principalmente em N e K, devido ao seu desenvolvimento rápido e sua grande área foliar e produção (BRASIL *et al.*, 2000). O nitrogênio é muito importante para a bananicultura, atuando sobre o crescimento vegetativo, emissão dos rebentos, além de aumentar a quantidade de matéria seca (BORGES *et al.*, 1999).

A absorção dos macro e micronutrientes pela bananeira é maior após o quinto mês até o florescimento, quando há maior acúmulo de matéria seca, estabilizando-se até a colheita, exceto para zinco e potássio, este por acumular muito nos frutos (CORDEIRO, 2000).

O N tem grande importância do início do desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência (7° ao 10° mês), havendo uma redução da sua absorção até a colheita (MARTIN-PRÉVEL, 1977). É muito importante para o crescimento vegetativo da planta, principalmente nos três primeiros meses, quando o meristema está em desenvolvimento (MARTIN-PRÉVEL, 1962; 1964).

O N favorece a redução do ciclo e o aumento do tamanho do cacho e das pencas. O excesso de N atrasa a produção e produz pencas espaçadas, que são facilmente danificadas no transporte, e pedúnculos dos frutos frágeis, facilitando a desgrana (SIMÃO, 1998).

A deficiência em nitrogênio na época da diferenciação floral induz ao atraso na emissão da inflorescência ou, até mesmo, inibe a diferenciação floral; a planta murcha, em consequência da podridão fisiológica e em caso de deficiência severa, o rizoma praticamente não muda de tamanho durante a vida da planta e não há emissão de rebentos (MANICA, 1997). A falta desse nutriente causa também o aumento do número de dias para a emissão de uma folha reduzindo assim o número de folhas, podendo ocasionar clorose generalizada nas folhas existentes e ocorre, normalmente, em solos com baixo teor de matéria orgânica, bem como em solos com alta lixiviação e onde existe seca prolongada (BORGES; SOUSA, 2004).

A carência de nitrogênio em bananeiras é expressa por uma clorose generalizada, acentuada nas folhas velhas. É observada, também, uma coloração verde-amarelo-pálida dos limbos e verde-amarelado-rosada dos pecíolos e bainhas. O crescimento da planta fica fortemente retardado, ocorre um engasgamento e modificação do arranjo foliar. O tronco fica fino, os pecíolos delgados e comprimidos, enquanto as folhas ficam pequenas e com uma vida mais curta, tendo grande influência no rendimento da planta (BORGES *et al.*, 1999).

As quantidades de N recomendadas para a cultura da banana variam de 352 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Santos *et al.*, 2009) até 1.050 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (MELO *et al.*, 2010). As elevadas adubações com fertilizantes nitrogenados implicam em aumento dos custos de produção e também potencializam os riscos de contaminação das águas do lençol freático pela lixiviação de nitrato, principalmente quando são realizadas irrigações além das exigências das culturas ou mesmo após a ocorrência de elevadas precipitações (ZHU *et al.*, 2005).

Os níveis adequados de nutrientes encontrados pela análise foliar foram estabelecidos para a bananeira por Malavolta et al. (1997). Porém, alguns autores admitem faixas adequadas para nitrogênio, nas condições em que foram determinadas, observando-se grande variação nas informações apresentadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Faixas de concentrações de nutrientes observadas em folhas de bananeira em diferentes estudos

Nutriente	1	2	3	4	5	6
N (g kg ⁻¹)	35-45	28-40	26	27-36	27-36	27

1) Jones Jr. et al., 1991; 2) Robinson, 1986; 3) Ribeiro et al., 1999; 4) Prezotti, 1992; 5) Teixeira et al., 1997; 6) Malavolta et al., 1997.

A aplicação de N em solo com médio a alto teor de matéria orgânica pode não proporcionar efeitos ou até mesmo reduzir a produção da bananeira pelo excesso de N, provocando desequilíbrio nutricional na bananeira. Portanto, deve-se ter bastante cuidado no momento de recomendar N para essa cultura, pois tanto sua falta como o excesso reduzem a produção.

Segundo Lahav e Turner (1983), em ordem decrescente, a bananeira absorve os seguintes nutrientes: K>N>Ca>Mg>S>P>Cl>Mn>Fe>Zn>B>Cu. De acordo com Borges e Silva (1995), avaliando a extração dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg na bananeira, a ordem decrescente de absorção pela planta: K>N>Ca>Mg>P.

Com base no que até então foi apresentado, constata-se a importância de pesquisa na área, visando mais dados que favoreçam uma maior produção de banana, menor consumo de insumos e, conseqüentemente, crie uma relação banana – solo sustentável.

2.5 Adubos nitrogenados na cultura da banana

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes e a interação entre estes tem sido bastante estudada, podendo ser positiva (sinergismo) ou negativa (antagonismo). Quando o aumento no fornecimento de um íon resulta na diminuição da absorção de outro íon, ocorre o antagonismo. O inverso é chamado sinergismo. Em bananeira, as interações mais estudadas são entre potássio, cálcio e magnésio, mas outros antagonismos e sinergismos têm sido relatados, como aqueles envolvendo nitrogênio e potássio e potássio e sódio (BORGES, 2004).

Atualmente se tem focalizado no interesse em minimizar os efeitos potenciais adversos do uso de fertilizantes sobre o ambiente. Deve-se considerar que alcançar uma agricultura sustentável conduz a um dilema complexo de obter altos rendimentos dos cultivos com a necessidade de reduzir o efeito ambiental gerado pelo processo produtivo. Assim, o uso de fertilizante deve presidir o manejo racional dos nutrientes agregados, permitindo obter níveis ótimos de produtividade e ao mesmo tempo minimizar o impacto ambiental (DUGGAN, 2015). Um exemplo de manejo de nutrientes é o parcelamento do nitrogênio, justificado por Malavolta (1980) devido a três fatores: baixa exigência inicial, rápida lixiviação e índice salino elevado.

Na fertilização nitrogenada, as fontes rapidamente disponíveis são sais inorgânicos de amônio, nitrato e ureia, sendo que as mais utilizadas são a ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, e sulfato de amônio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (BARBOSA FILHO *et al.*, 2004). Entretanto, o nitrato de amônio, NH_4NO_3 , também tem sido utilizado, embora em menor proporção, como fonte de N (SILVA; BORGES, 2008).

O nitrogênio é o único nutriente que pode ser absorvido tanto na forma de ânion (NO_3^-) como de cátion (NH_4^+). Sendo que a forma de nitrato apresenta alta mobilidade no solo e livre movimentação com a água de irrigação, pois não é retida pela argila (TISDALE; NELSON, 1991).

No solo, o nitrogênio está sujeito a um grande número de reações, sendo, por isso, difícil de ser manejado eficientemente. Ocorrem perdas por lixiviação, volatilização e erosão

com intensidades que vão depender das condições químico-físicas do solo e da forma do fertilizante nitrogenado aplicado (BORGES *et al.*, 2006).

A ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, apresenta as vantagens de possuir alto teor de N (45%), alta solubilidade e menor preço efetivo (representa cerca de 50% do mercado). Quando aplicada ao solo, sofre, inicialmente, hidrólise produzindo amônia e gás carbônico, numa reação mediada pela urease. Essa reação inicial da ureia apresenta importantes aspectos, entre os quais a elevação do pH do solo para a faixa de 8 a 9, nas imediações do grânulo desse fertilizante (SILVA; VALE, 2000). As desvantagens no uso da ureia são: apresentar alto potencial em acidificar o solo, apesar de inferior ao sulfato de amônio, possuir apenas N em sua composição, ter alto poder de volatilização e ser higroscópica.

Várias modificações têm sido feitas em fertilizantes contendo ureia a fim de reduzir as perdas por volatilização e aumentar a eficiência de uso da ureia. Essas incluem a adição de produtos acidificantes e a produção de adubos de ureia (MIKKELSEN; BOCK, 1988) e a produção de fertilizantes com solubilidade controlada por meio de resinas ou polímeros ou mesmo com a cobertura de enxofre elementar (GOULD *et al.*, 1986). Existem vários produtos comerciais com solubilidade controlada comercializados no mundo, mas devido ao elevado preço, são utilizados em nichos de mercado de culturas de alto valor agregado e não competem com os adubos convencionais.

Há muitos anos existe o interesse pelo uso de inibidores de urease para reduzir a taxa ou velocidade de hidrólise da ureia e, assim, reduzir as perdas de N por volatilização. Revisões sobre o assunto foram apresentadas por Mulvaney; Bremner (1981), Gould *et al.* (1986) e Radel *et al.* (1988) cobrindo os primeiros desenvolvimentos sobre esses produtos. Watson (2000) revisou o assunto, incluindo a literatura sobre o NBPT (tiofosfato de N-n-butiltriamida ou N-n-butiltriamida do ácido tiofosfórico), aparentemente o mais promissor composto desenvolvido até o momento.

Os produtos mais efetivos têm sido os análogos de ureia, tais como os fosforodiamidatos e fosforotriamidatos, pois têm mostrado forte ação inibidora em concentrações muito baixas; entre os produtos dessa família, os que apresentaram melhores

resultados foram o PPD (fenil-fosforodiamidato) e, principalmente, o NBPT (BEYROUTY *et al.*, 1988; WATSON *et al.*, 1998; 2000).

O NBPT (Ureia Azul), é um composto que apresenta características de solubilidade e difusividade similares à da ureia (RADEL *et al.*, 1988; WATSON, 2000) e vem mostrando os melhores resultados. O NBPT não é um inibidor direto da urease. Ele tem que ser convertido ao seu análogo de oxigênio (fosfato de N-n-butiltriamida) – NBPTO – que é o verdadeiro inibidor (BREMNER; AHMAD, 1995). A conversão do NBPT em NBPTO é rápida em solos bem arejados (minutos ou horas), mas pode levar vários dias em condições de solos inundados (WATSON, 2000).

De acordo com Silva *et al.* (2012), o sulfato de amônio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, é a fonte que mais acidifica o solo, é corrosivo, apresenta alto índice salino, menor solubilidade em água entre as fontes nitrogenadas além de baixo conteúdo de N (20%). A vantagem deste fertilizante é apresentar em sua fórmula 24% de enxofre. O nitrato de amônio, NH_4NO_3 , é outra fonte de N utilizada na bananicultura; apresenta 33% de N, dos quais 50% na forma nítrica e 50% na forma amoniacal, com a vantagem de apresentar quantidades iguais de amônio e nitrato embora apresente também elevada higroscopicidade, alto índice salino e potencial de acidificação do solo.

Existe também o fertilizante nitrogenado líquido mais comum que é o uran, uma ou uan, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, (como é chamado nos Estados Unidos), produzido a partir da dissolução de ureia e de nitrato de amônio em água. A solução produzida com os dois produtos tem concentração de nitrogênio superior à que pode ser obtida com a dissolução de qualquer um deles separadamente. Geralmente, a concentração de N dos produtos comerciais varia de 28 a 32% de nitrogênio e contém cerca de metade do N na forma amídica.

As diferenças entre os fertilizantes que atuam como fonte de N mostram que a dinâmica do nitrogênio difere conforme a fonte. No caso das fontes amídicas e amoniacais o N ocorrerá no solo na forma de amônio inicialmente e de nitrato posteriormente; na forma nítrica, o N ocorrerá na forma de nitrato o que indica maior mobilidade do mesmo no solo com possibilidades inclusive de lixiviação (COELHO *et al.*, 2001).

O uso das fontes amoniacais traz, apesar da vantagem do menor custo, uma desvantagem da possível redução no pH e na saturação de bases do solo, diminuindo a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade. Uma forma de contornar esse problema é o uso de uma fonte amoniacal conjugada com uma fonte nítrica.

Espinosa (2006) ressalta que a aplicação dos fertilizantes nitrogenados não deve ser realizada em faixas concentradas, já que pode afetar as raízes ativas mais superficiais, nem em solo saturado devido às perdas por desnitrificação, e deve ser parcelada de acordo com as condições climáticas.

É importante salientar que à aplicação de doses de nitrogênio acima das exigidas pela planta representa não só desperdício, como também pode causar a produção de cachos menores e com problemas de enchimento dos frutos, apesar da aparência sadia das plantas (ROBINSON, 1996). A queda de frutos das pencas já amadurecidas (*fingerdrop*) tem sido associada à nutrição desbalanceada de nitrogênio. Esse problema de pós-colheita é comum em áreas tropicais, na estação úmida e com baixo suprimento de potássio. O excesso de N pode também retardar a frutificação, produzindo cachos com pencas muito espaçadas e alta suscetibilidade aos danos decorrentes do manuseio e transporte.

O uso inadequado de fertilizantes pode salinizar o solo e de acordo com Munns (2002) as plantas cultivadas em condições de salinidade apresentam alterações nos parâmetros de crescimento em virtude dos efeitos do potencial osmótico e dos teores elevados de Na e K na solução do solo, resultando em desordens nutricionais. Flores et al. (2001) destacaram que a fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas, pode também reduzir o efeito da salinidade nos vegetais.

A relação do nitrogênio com a salinidade nas plantas cultivadas é bastante complexa. Grande número de estudos indica que a absorção ou acumulação de nitrogênio na parte aérea pode ser reduzida pela salinidade, enquanto outros trabalhos apresentam o contrário ou nenhum efeito. Portanto, mais estudos devem ser realizados nesta área.

2.6 Salinização nos solos cultivados com banana na região Nordeste do Brasil

O termo salinidade se refere à presença de sais solúveis no solo a ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas. O processo de salinização dos solos ocorre por diversos fatores. O mais frequente é o de origem litólica (PAZ *et al.*, 2000). Por isso, a origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação do solo, que é um produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados na forma de compostos simples (DIAS, 2004). A salinização do solo por este fenômeno é denominada salinização primária.

A salinização secundária ocorre nos casos em que os problemas de salinidade são associados à água utilizada na irrigação, à drenagem, à presença de águas subsuperficiais, ricas em sais solúveis, e a pouca profundidade do solo (DIAS *et al.*, 2003). Em alguns casos a salinização secundária é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva do solo, tornando estéreis grandes extensões de terras cultivadas. Assim sendo, águas de qualidade duvidosa (com elevados riscos de salinidade e sodicidade), adubos com elevado índice salino (cloreto de potássio, nitrato de sódio e nitrato de amônio), drenagem ineficiente, dentre outros, são fatores que podem acelerar o processo de salinização secundária (OLIVEIRA, 1997).

A salinidade é uma das formas de estresse ambiental a afetar o desenvolvimento das plantas. O estresse salino inibe o crescimento vegetal por efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água, por toxicidade e/ou desordem nutricional, induzindo às modificações morfológicas, estruturais e metabólicas. O grau em que cada componente do estresse salino influencia o crescimento das plantas é dependente de muitos fatores, destacando-se, dentre eles: espécie vegetal, cultivar, estágio fenológico, composição salina do meio e condições edafoclimáticas (SHANNON; GRIEVE, 1999). De acordo com Patel *et al.* (2011), esse fenômeno é mais comum em regiões áridas e semiáridas do que nas úmidas.

A bananeira é uma planta com elevado e constante consumo de água, devido à morfologia e à hidratação de seus tecidos. As maiores produções de banana estão associadas a uma precipitação anual em torno de 2.000 mm, bem distribuída no decorrer do ano, ou seja, sem deficiência hídrica, que corresponde à ausência de estação seca. Quando a deficiência hídrica anual é superior, aproximadamente, a 80 mm, a cultura não se desenvolve de maneira satisfatória, afetando, conseqüentemente, a produtividade e a qualidade dos frutos (ALVES; LIMA, 2000).

Na cultura da banana, a qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção, visto que a água é constituinte dos tecidos vegetais, chegando até mesmo a constituir mais de 90% de algumas plantas. Desta forma e para a utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar um manejo racional do solo e da água, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada. O manejo da irrigação é de fundamental importância para evitar problemas de salinidade no solo (MEDEIROS *et al.*, 2007).

A irrigação é apontada como uma das alternativas para o desenvolvimento socioeconômico de regiões semiáridas. Sua prática deve ser exercida com cuidados especiais no manejo de solo e água, com vista a torná-la sustentável e evitar problemas de degradação do solo, como erosão e salinidade. Apesar das vantagens oferecidas pelo semiárido nordestino para a produção de frutas, o manejo inadequado da irrigação tem acelerado o processo de salinização dos solos e até provocado abandono de áreas antes produtivas (MARSCHENER, 1995a).

Segundo Bernardo (1995), nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro, onde a bananeira é uma das principais culturas exploradas, têm ocorrido sérios problemas de salinização do solo. O efeito do excesso de sais ocorre principalmente pela interação eletroquímica entre os sais e a argila (SERTÃO, 2005). A alta condutividade elétrica verificada em solos salinos se deve às altas concentrações de sais, podendo restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir a níveis antieconômicos, em função da elevação do potencial osmótico (MENDES *et al.*, 2008).

Outro fator importante que também deve ser levado em consideração, segundo Villas Bôas (1994), é que o processo de salinização pode ser acelerado quando se utilizam fertilizantes com maior poder de salinização, medidos pelo seu índice salino que é medida pela tendência dos adubos em aumentar a pressão osmótica da solução do solo comparada à de igual peso de nitrato de sódio, cujo valor é igual a 100. No caso dos adubos nitrogenados, a fonte de elevado índice salino é o nitrato de amônio.

Normalmente, a salinidade em áreas irrigadas é consequência de uma pobre drenagem do solo, aplicação insuficiente de água e o uso da água salina, associado ao manejo do sistema solo-água-planta (MEDEIROS *et al.*, 1993). Os principais sais solúveis encontrados nos solos salinos são cloretos, sulfatos e bicarbonatos de Na, Ca e Mg. O sódio pode ser facilmente absorvido quando estiver em maior quantidade que os outros elementos (MARSCHNER, 1995b). Sendo assim, proporciona a adsorção do sódio no complexo sortivo promovendo, desta forma, dispersão das argilas, pela ação na expansão da dupla camada difusa, ocasionando a redução na permeabilidade do solo com consequentes decréscimos nas taxas de infiltração no solo, além de prejudicar o desenvolvimento radicular das plantas cultivadas (LIMA, 1997).

Os solos são considerados salinos, segundo o USSSL Staff (1954), quando a CEes é 4 dS m^{-1} e a PST é $< 15\%$. Normalmente, o pH destes solos é menor que 8,5. Solos com altos níveis de salinidade apresentam, na época seca, a superfície coberta por eflorescências salinas, que formam uma crosta esbranquiçada. Os solos são classificados como salino-sódicos quando a PST atinge valores maiores ou iguais a 15% e os níveis de salinidade permanecem altos, com uma $CE \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$. Devido ao excesso de sais, os solos salino-sódicos possuem pH, geralmente, 8,5 e os solos sódicos caracterizam-se por apresentar PST $>15\%$ e $CE < 4 \text{ dS m}^{-1}$, com um pH, geralmente, entre 8,5 e 10

O excesso de sódio pode até mesmo impedir a absorção de outros nutrientes essenciais para o crescimento da planta ocasionando o decréscimo e até a perda da fertilidade; tornando o solo passível à erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas.

Maia et al. (2001), trabalhando com qualidade de água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, observaram que a utilização dessas águas contribui com consideráveis adições de carbonatos e bicarbonatos, ocasionando o aumento do pH dos solos. Tais fatos vêm sendo observados na prática, principalmente na cultura de banana no Baixo Açu, RN. Este aumento de pH, principalmente em solos com reação ácida para neutra, contribui para uma diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes como ferro e zinco.

As plantas submetidas ao estresse salino têm seu crescimento e produtividade reduzidos. Tal comportamento é atribuído à redução no potencial hídrico da solução do solo gerado pelo efeito osmótico dos íons, adicionados em grandes quantidades pelo uso continuado de água salina, como verificado por Gondim et al. (2002), dificultando a absorção de água pelas raízes das plantas de banana. Outro fator a ser considerado é que a salinidade limita a fotossíntese, a absorção de nutrientes e, desse modo, a produção de matéria seca e produção final da planta (DOWNTON *et al.*, 1985; DREW *et al.*, 1990).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida na fazenda Banesa, pertencente à multinacional Tropical Nordeste (Figura 2), localizada na zona rural de Limoeiro do Norte à 200 Km da capital Fortaleza, do estado do Ceará.

Figura 2 – Imagem de satélite da fazenda Banesa e área experimental demarcada



Fonte: Google earth (2017), modificado pelo autor.

A área experimental está situada na Chapada do Apodi, na divisa entre os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, contando com uma valiosa reserva de água subterrânea armazenada nos calcários clásticos e dolomíticos da formação Jandaíra (FERNANDES *et al.*, 2005). A Chapada compreende um vasto planalto com desnível que chega a 100 m em relação ao Vale do Jaguaribe.

Os solos da Chapada se originaram de resíduos da decomposição de rocha calcária e arenito calcífero da formação Jandaíra, com a profundidade variando entre 80 a 100 cm e o relevo é plano. Os solos são de alta fertilidade, com pH variando de ligeiramente ácido a

ligeiramente alcalino, no complexo de troca, o Ca e o Mg são os cátions predominantes (FERNANDES *et al.*, 2005).

Segundo Köppen (1948), o clima é classificado como Bsw^h (clima seco com chuvas de verão e outono). A temperatura média é de 27,5°, com máxima de 33,6° e mínima de 21,5°C. A pluviosidade média anual é de 626 mm. Em termos gerais, a estação chuvosa tem início em janeiro, concentrando 94,2% das chuvas até o mês de julho. O período mais chuvoso do ano compreende os meses de março, abril e maio, com, aproximadamente, 66,6% da precipitação total e o mês de maior ocorrência de chuva, é março, com 25,6% do total.

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Eutrófico segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

Os atributos químicos do solo da área experimental se encontram na Tabela 3. O relevo do local é plano com declividade dominante inferior a 2%, observando-se apenas pequenas áreas ligeiramente deprimidas como variação das condições da morfologia geral.

Tabela 3 - Atributos químicos do solo na camada de 0-30 cm antes da instalação do experimento

pH (H ₂ O)	6,3
CE (dS m ⁻¹)	0,74
C (g/kg)	9,26
M.O (g/kg)	15,9
P (mg/kg)	9,0
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,58
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,64
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	5,43
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	7,00
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,86
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,06
SB (cmol _c kg ⁻¹)	13,65
T (cmol _c kg ⁻¹)	16,51
V (%)	82,67
PST (%)	3,51

Ca²⁺ = cálcio trocável, Mg²⁺ = magnésio trocável K⁺ = potássio trocável, H⁺ = hidrogênio, Al³⁺ = alumínio, P = fósforo, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca de cátions e V = saturação por base. Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ = Extrator KCl 1 mol/L (cloreto de potássio) determinação por titulometria com EDTA. K⁺, P = Extrator Mehlich 1 determinação para o potássio por espectrofotometria e fósforo por colorimetria. H⁺ = Extração por acetado de cálcio para análise de solo 1 mol/L com a

determinação de H+Al e por diferença temos o hidrogênio determinação por titulometria com NaOH. SB, CTC e V = obtido por meios de cálculos.

Fonte: dados da pesquisa Autora (2017).

3.2 Cultivar

A cultivar usada no experimento foi a Williams do grupo Cavendish, em espaçamento de 2,50 x 2,50 m aproximadamente, totalizando 1850 plantas ha⁻¹. O ciclo da bananeira para colheita, depois de implantada, varia de 9 a 13 semanas depois da emissão do cacho, com a colheita ocorrendo 45 semanas depois de plantadas (Figura 3).

Figura 3 – A cultivar Williams do grupo Cavendish no início e no final do seu ciclo



Fonte: Autora (2017).

3.3 Fontes de nitrogênio utilizadas

Para a condução do experimento foram utilizadas cinco fontes de nitrogênio: Ureia - CO (NH₂)₂ com 46% de N (U), Sulfato de amônio - (NH₄)₂SO₄ com 20% de N (SF), Ureia azul - CO (NH₂)₂ com 46% de N (UA), Nitrato de amônio - NH₄NO₃ com 33% de N (NA) e Ureia + Nitrato de amônio com 32% de N (UAN) (Figura 4).

Figura 4 – As fontes utilizadas no experimento: Ureia, Sulfato de amônio, Ureia azul, Nitrato de amônio e Ureia + Nitrato de amônio (da esquerda para a direita)



Fonte: Autora (2017).

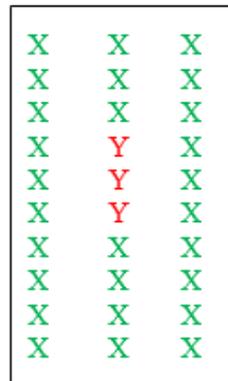
3.4 Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, com três doses de nitrogênio (Dose 1 = 300 kg N ha⁻¹, Dose 2 = 500 kg N ha⁻¹ e Dose 3 = 700 kg N ha⁻¹), cinco fontes de N (ureia, ureia azul, sulfato de amônio, nitrato de amônio e ureia + nitrato de amônio) e um tratamento adicional (tratamento controle – Dose 0 de N).

Considerando o número de tratamentos e de repetições, o experimento apresentou 46 parcelas, sendo cada parcela constituída de um total de 30 plantas, com três plantas selecionadas (Figura 5) para amostragem (138 amostras úteis) e totalizando 1.350 plantas.

As doses de nitrogênio de cada tratamento foram parceladas e aplicadas manualmente e mensalmente na área de projeção da copa das plantas (Figura 6).

Figura 5 - Detalhamento da parcela



X – Planta bordadura
Y – Planta útil.

Fonte: Autora (2017).

Figura 6 – A localização do fertilizante de acordo com Godoy *et al.* (2006) (A) e adubação feita manualmente (B) e logo em seguida o adubo sendo incorporado (C)



Fonte: Autora (2017).

3.5 Condução do experimento

Foi realizada coleta de amostras de solo com trado holandês em dez pontos da área para compor uma amostra composta, na camada de 0 a 30 cm para caracterização inicial dos atributos químicos (Tabela 3) em Janeiro de 2016. Para água usada no sistema de irrigação foram coletadas duas amostras utilizando recipiente de plástico limpo contendo aproximadamente 1 litro direto do reservatório d'água na sede da fazenda. A água utilizada pela empresa é oriunda do rio Jaguaribe e suas características encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Análises químicas da água do Rio Jaguaribe

Cód.	Classe Água Irrigação	Grau Dureza	pH H ₂ O	CE dS/m	RAS mmol/L	CO ³ ppm	HCO ³ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ppm	.DT mg/L CaCO ₃	ST mg/L	SDT mg/L	SST mg/L
2371	C2S1	Dureza moderada	8,73	0,47	3,14	2,40	95,16	94,0	1,68	66,0	232,0	228,0	4,0
	Na ppm	Ca ppm	Mg ppm	K ppm	P ppm	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Pb ppm	Cd ppm	
2371	65	17,7	9,5	5	0,95	0,28	0,01	0,08	0,0	0,02			

CE (Condutividade Elétrica), CO₃ (Carbonato), HCO₃ (Bicarbonato), Cl⁻ (Cloro), DT (Dureza Total CaCO₃), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Na (Sódio), K (Potássio), SO₄ (Sulfato), ST (Sólidos Totais), SDT (Sólido Dissolvidos Totais), SST (Sólidos Suspensos Totais), P (Fósforo), B (Boro), Cu (Cobre), Fe (Ferro), Zn (Zinco), Mn (Manganês), Pb (Chumbo), Cd (Cádmio), Parâmetros: valores de zero “0” não detectado na análise. Campos vazios: não analisados para o(s) elemento(s).

O sistema de irrigação adotado foi o método de microaspersão com 10 mm dia e frequência de irrigação de 16 a 18 horas por semana (Figura 7). Os tratos culturais adotados foram os mesmos da rotina da fazenda Banesa: desbaste (permanecendo apenas as plantas “mãe”, “filha” e “neta”), eliminação de plantas daninhas, desfolha, eliminação do coração e corte do pseudocaule após a colheita, de acordo com o recomendado para o cultivo (BORGES, 2004).

O plantio foi realizado em janeiro de 2016, variando as fontes de nitrogênio e doses, sendo estas: 300, 500, 700 kg N ha⁻¹. Os demais nutrientes foram fornecidos de acordo com a adubação utilizada pela empresa, constituída de Cloreto de potássio – KCl (17,38 kg ha⁻¹), Sulfato de magnésio - MgSO₄ (0,33 kg ha⁻¹), Super triplo (5,16 kg ha⁻¹), Sulfato de zinco - ZnSO₄ (2,19 kg ha⁻¹), Ácido bórico – H₃BO₃ (0,33 kg ha⁻¹).

Figura 7 – Sistema de irrigação por microaspersão utilizado pela fazenda Banesa



Fonte: Autora (2017).

3.6 Atributos avaliados

3.6.1 Análises químicas do solo

As análises dos atributos do solo foram realizadas segundo a metodologia descrita por EMBRAPA (2011). No final do ciclo da banana em dezembro de 2016, foram coletadas amostras de solo (0-30 cm) com trado holandês a 30 cm do pseudocaule (Figura 8), avaliando pH, CE, concentrações de cálcio e magnésio.

Figura 8 – Coleta de amostra do solo (0-30 cm)



Fonte: Autora (2017).

A reação do solo (pH) foi determinada em água, utilizando uma relação solo:líquido na proporção de 1:2,5. A determinação foi realizada com potenciômetro com eletrodo combinado.

A condutividade elétrica (Ce) foi determinada no extrato de saturação, utilizando-se um condutímetro com escala de leitura direta em dS m^{-1} a 25°C . Antes de serem feitas as leituras das amostras, foi determinada a constante da célula com solução padrão.

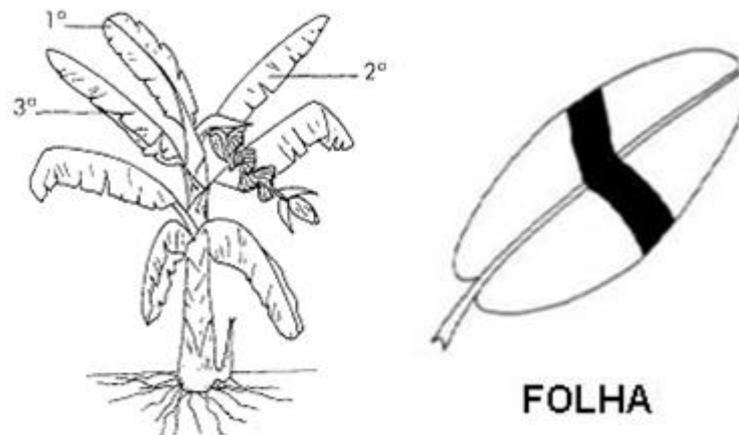
Para a extração dos cátions trocáveis divalentes (Ca^{2+} e Mg^{2+}) foi utilizado como extrator uma solução de KCl 1N e as determinações foram realizadas por titulometria, com solução de EDTA 0,0125N. Para a determinação do (Ca), foi extraído com a mesma solução KCl N e determinação complexiométrica (EDTA 0,0125N) em presença dos indicadores eriochrome black e murexida. A determinação do (Mg) foi realizada pela diferença entre os valores de ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) e Ca^{2+} .

3.6.2 Análise da planta

3.6.2.1 Nitrogênio foliar

Na planta, as amostras foliares foram retiradas simultaneamente com a colheita do cacho em cada parcela útil, coletando a terceira folha, a partir do ápice, conforme descrito por Borges (2004) (Figura 9). As folhas coletadas foram padronizadas com aparência de sadias, livres de queimaduras de sol e danos por insetos (Figura 10) e foram determinados os teores de nitrogênio através da digestão sulfúrica seguida pelo método Kjeldahl, descrito em Malavolta et al. (1997).

Figura 9 – Partes amostradas das folhas da bananeira para diagnose do estado nutricional de acordo com Borges (2004)



Fonte: Borges (2004).

Figura 10 – Partes amostradas das folhas da bananeira para determinar os teores de Nitrogênio



Fonte: Autora (2017).

3.6.2.2 Peso dos cachos

O peso dos cachos foi determinado com o auxílio de uma balança digital, considerando o peso das pencas e engaço (Figura 11) e a produção foi calculada considerando o peso médio do cacho e um estande de 1.850 plantas por hectare.

Figura 11 – Pesagem das pencas e engajo para determinação do peso do cacho



Fonte: Autora (2017).

3.7 Análise estatística

Foi verificada a normalidade dos dados, com posterior realização do teste F para a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT versão gratuita 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016). Foram ajustadas curvas de regressão, considerando os níveis de N e de produtividade da banana.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 pH do solo

Na tabela 5, são apresentados os valores do teste F que demonstram para a variável pH do solo com efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade em função das fontes e ao nível de 5% de probabilidade em função do fatorial x testemunha.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o pH do solo em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	pH do solo
	Valores de F
Fontes	11.9734 **
Doses	1.0546 --
Fontes x Doses	0.9159 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	5.3289 *

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$)

Na Tabela 6 são apresentados os resultados referentes às comparações de médias do pH do solo cultivado com diferentes fontes de nitrogênio. O tratamento utilizando o adubo Sulfato de Amônio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, mostrou que foi a fonte que causou o menor valor de pH como mostra a reação de nitrificação abaixo₁ que ocorre no solo liberando H^+ na solução do solo, diferindo estatisticamente das demais fontes que apresentaram maiores valores.



Tabela 6 - Médias dos valores de pH do solo em função de diferentes fontes de nitrogênio

Fator 1 = Fontes	
U	7.0 a
SA	5.2 b
UA	6.2 a
NA	6.2 a
UAN	6.8 a

U= Ureia; SA= Sulfato de amônio; UA= Ureia Azul; NA= Nitrato de Amônio; UAN= Ureia + Nitrato de amônio

O aumento do pH nas demais fontes pode ser justificado pela mineralização de formas orgânicas de nitrogênio, desnitrificação e descarboxilação dos ácidos orgânicos (SILVA; MENDONÇA, 2007), dentre outros processos que ocorrem no solo, enquanto a diminuição do pH ocorre principalmente pela oxidação do NH_4^+ a NO_3^- da matéria orgânica do solo, com a liberação de dois átomos de H^+ na solução do solo para cada molécula convertida (TISDALE *et al.*, 1993), além da liberação de H^+ pela decomposição da matéria orgânica (RANGEL; SILVA, 2007).

Aquino (2005) relata que o tratamento que utilizou o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio implicaram incrementos na acidez (pH H+Al) do solo. Esta acidificação é associado ao efeito direto do NH_4^+ que produz H^+ e também através dos ânions SO_4^{2-} e NO_3^- resultantes da nitrificação do NH_4^+ .

O equilíbrio entre os valores de pH foi observado com U, UA, NA e UAN. Esperava-se que com a adição da uréia ocorresse redução do pH pela liberação do íon H^+ em virtude do processo de nitrificação, entretanto, isso não foi observado. Este fato pode ter ocorrido devido à absorção direta pelas plantas do íon amônio. Corroborando com estes dados, outros trabalhos que também observaram aumentos do pH pela adição de uréia, como o de Silva e Vale, (2000) e o de Barbosa Filho et al., (2004).

No caso da uréia, o principal efeito indesejável é o possível aumento da acidez no solo (Malavolta, 1981), pois durante a nitrificação, ou seja, a transformação do amônio em nitrato, ocorre liberação de H^+ no solo, o que se traduz em redução do pH. Porém, de acordo com Silva e Vale (2000), o amônio oriundo da ureia tende ser nitrificado mais rapidamente do que o do sulfato de amônio em virtude da elevação do pH do meio durante a hidrólise.

Entretanto, Teixeira et al., (2007), observou que o aumento da dose de nitrato de amônio, aplicados tanto via fertirrigação quanto na forma convencional implicou em incrementos na acidez do solo, o que não ocorreu no presente trabalho.

Esses resultados mostram desde já a importância do uso de adubações equilibradas, inclusive a necessidade de alternância de fontes de nutrientes com características diferentes no seu poder de acidificação como no caso dos fertilizantes nitrogenados (MELO et al., 2010).

4.2 CE do solo

As análises de variância sobre a condutividade elétrica (CE) mostraram diferenças significativa a nível 1% de probabilidade na variável fonte e na interação Fonte x Dose e não tiveram efeito significativo entre Fatorial x Testemunha (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para CE do solo em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	CE do solo
	Valores de F
Fontes	14.8952 **
Doses	2.5692 --
Fontes x Doses	7.5327 **
Fatorial x Testemunha	0.0079 ^{ns}

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$)

A Tabela 8 apresenta os resultados referentes às comparações de médias da Condutividade elétrica do solo cultivado com diferentes fontes de nitrogênio.

Tabela 8 - Médias dos valores de CE do solo (dS m^{-1}) em função de diferentes fontes de nitrogênio

Fator 1 = Fontes	
U	0.45 a
SA	0.24 b
UA	0.44 a
NA	0.43 a
UAN	0.42 a

U= Ureia; SA= Sulfato de amônio; UA= Ureia Azul; NA= Nitrato de Amônio; UAN= Ureia + Nitrato de amônio

As oscilações da CE acompanham as alterações do pH, ao longo do tempo, ou seja, quando ocorre o aumento do pH, a CE é elevada, indicando que a solubilização e precipitação de íons em solução é dependente do pH (SOUSA et al., 2007) e modula a CE. As elevações dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} também provocam aumentos nos valores de CE do solo e na produtividade das culturas, devido ao aumento de disponibilidade, concentração, força iônica, e na absorção e na utilização dos nutrientes pelas plantas (PERALTA; COSTA, 2013).

Quanto maior a quantidade de sais presentes na solução, maior será o valor de CE obtido. Tomé Júnior (1997) afirma que o excesso de sais na zona radicular, independentemente dos íons presentes, afeta o desenvolvimento e produtividade das plantas, porque uma maior concentração da solução exige da planta maior dispêndio de energia para conseguir absorver água.

A condutividade elétrica da solução do solo aumentou quando se utilizou U, UA, NA e UAN. Os autores Gervásio et al. (2000), observaram também aumentos na CE da solução do solo quando se utilizou fertilizantes contendo nitrogênio na forma amídica e nítrica.

Fernandes et al. (2008) ao avaliarem a fertilidade de solos cultivados com bananeiras, verificaram aumentos lineares da CE do solo, concomitantemente aos aumentos nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo. Os valores médios de CEs encontrados no presente trabalho estão dentro dos valores adequados para o cultivo da bananeira, isto é com níveis abaixo da CEs considerada crítica (OLIVEIRA, 1999).

4.3 Cálcio e Magnésio no solo

Na Tabela 9, são apresentados os valores do teste F para as variáveis cálcio e magnésio no solo. Foram observados para ambas variáveis efeitos significativos com relação ao fator fonte ao nível de 1% de probabilidade, e na interação entre fatorial e testemunha, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para Cálcio e Magnésio no solo em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Cálcio no solo	Magnésio no solo
	Valor de F	
Fontes	5.7633 **	8.7998 **
Doses	3.4568 --	2.5245 --
Fontes x Doses	0.8878 ^{ns}	1.3609 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	5.4017 *	4.2726 *

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$)

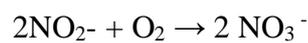
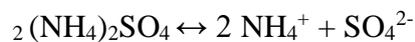
Na Tabela 10 são apresentados os resultados referentes às médias do cálcio e magnésio no solo cultivado com diferentes fontes de nitrogênio.

Tabela 10 - Médias dos valores de Cálcio e Magnésio no solo (cmolc dm⁻³) em função de diferentes fontes de nitrogênio

Fator 1 = Fontes		
	Cálcio no solo	Magnésio no solo
U	5,6 a	4,5 ab
SA	3,6 b	3,3 b
UA	5,6 a	5,0 a
NA	5,0 a	5,9 a
UAN	4,9 ab	6,0 a

U= Ureia; SA= Sulfato de amônio; UA= Ureia Azul; NA= Nitrato de Amônio; UAN= Ureia + Nitrato de amônio

As médias dos dados de Cálcio e Magnésio no solo demonstraram efeito significativo, principalmente quando se utilizou o sulfato de amônio. Isto pode ser explicado pelo poder acidificante do adubo que origina os ânions SO₄²⁻ ou do NO₃⁻ (resultante da nitrificação do NH₄⁺ conforme a reação abaixo) que ajuda a lixiviar o cátion Ca²⁺ e Mg²⁺ trocável do solo. Em obediência ao princípio de neutralidade, os cátions, como portadores de cargas positivas, necessitam estar acompanhados de cargas negativas (ânions) para se movimentarem no solo (processo de lixiviação).



O menor valor de Cálcio e Magnésio encontrado no solo quando utilizou-se o sulfato de amônio também pode ser explicado pelo antagonismo. O antagonismo ocorre quando a presença de íon diminui a absorção de outro (FERNANDES; SOUZA, 2006). O nitrogênio na forma amoniacal (N-NH₄⁺), em altas concentrações, reduziu a absorção de cálcio corroborando com os dados do presente trabalho, Gloser e Gloser (2000), realizaram experimentos com diferentes níveis de pH (5,5 e 4,5) indicaram que o amônio (NH₄⁺), como única fonte de nitrogênio, resultou em impacto negativo significativo na absorção do cálcio.

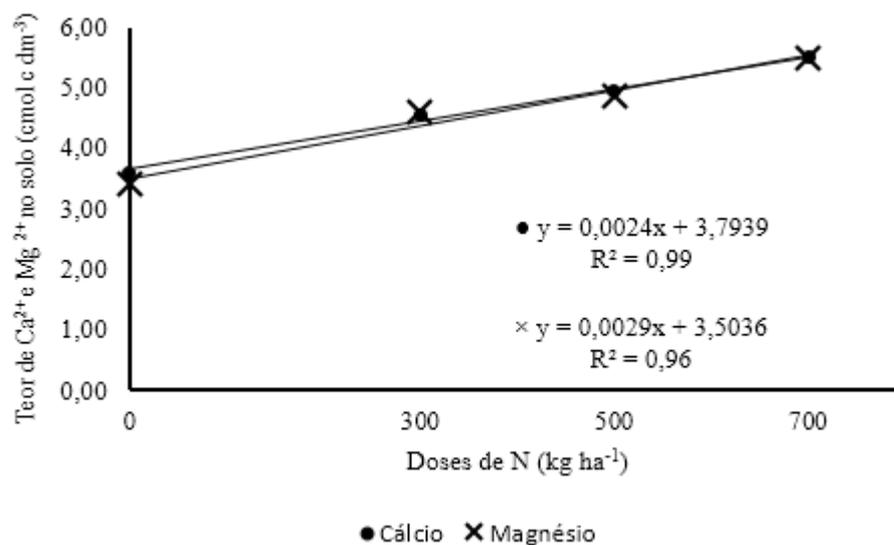
Este efeito foi independente da acidificação da rizosfera e diretamente relacionado com a absorção e assimilação do amônio pelas plantas.

Portanto, os menores teores de cálcio e magnésio observados no tratamento com sulfato de amônio, como única fonte de N, podem estar relacionados à maior disponibilidade de cátions na solução do solo ocasionando um exemplo de inibição competitiva, que ocorre quando a presença de um nutriente em excesso inibe a absorção de outro (VITTI et al., 2006).

Como já foi relatado, os aumentos do pH nos tratamentos que utilizaram Ureia, ureia azul, nitrato de amônio e ureia + nitrato de amônio (Tabela 6) são conhecidos e atribuídos à neutralização dos íons H^+ pelos íons OH^- , na fase sólida do solo; e de acordo com Sousa et al. (2007), essa elevação do pH ocasiona à ocupação dos sítios de troca por Ca^{2+} e Mg^{2+} (Tabela 10).

A análise de regressão que relaciona as médias dos teores de cálcio e magnésio no solo em doses crescentes de nitrogênio está na Figura 12. O gráfico apresentou um comportamento linear estatisticamente significativo para ambas variáveis.

Figura 12 - Efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre teores de cálcio e magnésio no solo ($cmolc\ dm^{-3}$)



Como o comportamento foi linear crescente para doses de nitrogênio, não foi possível estimar-se qual seria a dose de N que contribuiria para uma maior concentração de cálcio e de magnésio na solução do solo. Entretanto, pode-se inferir que a dose 700 kg N ha⁻¹ foi a responsável pelo maiores teores de cálcio no solo (5,51 cmolc dm³) e responsável pelo maiores teores de magnésio no solo (5,49 cmolc dm³). Para cada 1 kg de N aplicado por hectare proporcionou aumentos de 0,0024 cmolc dm³ de cálcio no solo e aumentos de 0,0029 cmolc dm³ de magnésio.

As menores concentrações de ambos no solo nas doses 300 e 500 em relação a dose 700 kg N ha⁻¹ deve ter sido ocasionada pelo efeito do pH do solo (MARSCHNER, 1995) na absorção de cálcio e magnésio pela planta. Ou seja, na maioria das fontes de nitrogênio utilizadas (U, UA, NA, UAN) o pH foi alto favorecendo a maior presença de OH⁻ na rizosfera e a absorção dos cátions Ca²⁺ e Mg²⁺.

Já no caso da dose 700, a presença maior tanto de cálcio quanto de magnésio no solo pode ser explicado que os cátions Ca²⁺ e Mg²⁺ não foram absorvidos pela planta devido presença do amônio ou devido a nitrificação do NH₄⁺, que libera o hidrogênio (H⁺), nos dois casos as cargas positivas competem com as cargas negativas das partículas do solos, ocasionando a substituição do Ca²⁺ e Mg²⁺ na camada difusa do solo, aumentando sua concentração na solução do solo.

4.4 Nitrogênio foliar

Na Tabela 11 são apresentados os valores do teste F que demonstram para a variável nitrogênio na folha significância estatística ao nível de 1% de probabilidade para fonte de variação fatorial x testemunha. As concentrações na N foliar não foram influenciadas pela fator Fonte e nem para a interação Fontes e doses.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para teores de N na folha em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Nitrogênio na folha
	Valores de F
Fontes	0,2601 ^{ns}
Doses	15,8680 ⁻⁻
Fontes x Doses	1,6051 ^{ns}
Fat x Testemunha	37,2871 ^{**}

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$)

Na Tabela 12 apresentam-se valores médios dos tratamentos para a variável teor de Nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas da bananeira. Mostra que os tratamentos não diferiram estatisticamente.

Tabela 12 - Médias dos valores de Nitrogênio foliar (g kg^{-1}) em função de diferentes fontes de nitrogênio

Fator 1 = Fontes	
U	22.5 a
SA	22.3 a
UA	22.8 a
NA	22.7 a
UAN	22.8 a

U= Ureia; SA= Sulfato de amônio; UA= Ureia Azul; NA= Nitrato de Amônio; UAN= Ureia + Nitrato de amônio

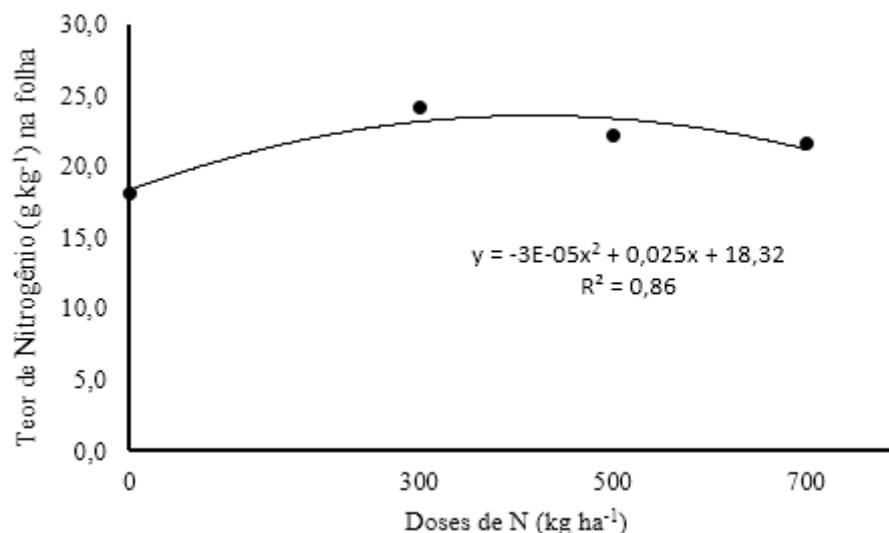
Malavolta et al. (1997) relata que o nível adequado de nitrogênio encontrado pela análise foliar estabelecido para a cultura da banana foi de 27 g kg^{-1} . Porém, alguns autores encontraram valores diferentes para o nitrogênio (Tabela 2). Jones Jr. et al., (1991) encontraram valores de 35 a 45 g kg^{-1} , Prezotti (1992), de 27 a 36 g kg^{-1} e o presente trabalho, de 18 a 25 g kg^{-1} , observando-se grande variação nas informações apresentadas.

O manejo utilizado para a produção pode influenciar na nutrição das plantas. A irrigação pode favorecer a absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente de N. A maior absorção de nitrogênio no solo com alto teor de umidade é devido à planta apresentar maior

eficiência fotossintética e taxa de transpiração, favorecendo o contato do íon-raízes, resultando em maior desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (STONE,1983). Por outro lado, um solo com maior umidade, geralmente ocorrem menor perda por desnitrificação devido à ausência de alternância aerobiose-anaerobiose. A quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas na solução do solo depende de vários fatores químicos, físicos e biológicos do solo.

A análise de regressão que relaciona as médias dos teores de Nitrogênio foliar (g kg^{-1}) na banana em doses crescentes de nitrogênio é apresentada na Figura 13. Notou-se que as doses tiveram os dados de produção ajustados ao modelo polinomial de regressão. A dose 300 kg N ha^{-1} foi a responsável pelo maior teor de N ($24,1 \text{ g kg}^{-1}$) devido a diferenciação do crescimento das folhas, ou seja, menos N fornecido à planta, afeta o crescimento vegetativo, conseqüentemente ocasiona menor número de folhas e diminuição do tamanho das folhas, portanto a área da folha é menor, a planta concentra mais N.

Figura 13 - Efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre teor de Nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas da bananeira



De acordo com Whitehead (1995), o crescimento da folha é um dos parâmetros a ser avaliado quanto ao efeito do nitrogênio. O suprimento de nitrogênio influencia a produção das plantas principalmente através do seu efeito sobre o tamanho da folha, que ocorre tanto nas plantas individualmente como em nível de dossel. Esse elemento faz parte das proteínas,

moléculas essenciais para o metabolismo dos seres vivos. Mas essas moléculas contêm em média 16% de nitrogênio, e por isso, a ação do nitrogênio só poderá resultar em aumento de biomassa agindo sobre a fixação do carbono. Essa ação se manifesta, de um lado, melhorando diretamente a eficiência da fotossíntese e, por outro lado, promovendo a redistribuição prioritária do carbono para a formação da parte aérea, que resulta em maior área fotossintetizante.

Segundo Mazzanti e Lemaire (1994), o pouco fornecimento de nitrogênio ou a deficiência deste nutriente tem efeito direto no tamanho da folha, Fato também observado no presente trabalho.

Na dose 700 kg ha⁻¹ de N foi encontrado o ponto mínimo de 21,6 g kg⁻¹ de N nas folhas, isto pode ser explicado pela mobilidade do nitrogênio, que tende a parar nas extremidades da planta e também com o maior crescimento da folha ocorre o efeito de diluição do nível do N. Provavelmente, essa menor concentração de N se deve, sobretudo, à translocação de fotoassimilados para a formação de frutos que passam a ser o dreno preferencial da planta (SILVA *et al.*, 2006).

4.5 Produtividade da banana

Na Tabela 13, são apresentados os valores do teste F que demonstram para a variável produção da banana efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade em função das fontes e em função do fatorial x testemunha.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para produtividade da banana em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Produção da banana
	Valores de F
Fontes	97,0931 **
Doses	66,9875 --
Fontes x Doses	2,2426 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	239,5481 **

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$)

Na Tabela 14 apresentam-se as médias para a variável produtividade da banana. De acordo com Guerrero e Gargban (2002) o sulfato de amônio foi a fonte de N com maior eficiência técnica quando comparado com a ureia e o nitrato de amônio, em três ciclos de cultivo de banana variedade Valery na Bolívia, isto foi devido a menores perdas de N do que as outras fontes de N e também pela melhor assimilação que a planta teve sobre o sulfato de amônio, o que não foi observado no presente trabalho. A produtividade média no presente experimento utilizando o sulfato de amônio foi superior às obtidas por Weber et al. (2006), de 33,21 t ha⁻¹ e por Santos et al. (2006), de 18 t ha⁻¹.

Tabela 14 - Médias dos valores da produtividade (t ha⁻¹) da banana em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Fator 1 = Fontes	
U	51,4 c
SA	43,2 d
UA	58,5 b
NA	50,0 c
UAN	63,9 a

U= Ureia; SA= Sulfato de amônio; UA= Ureia Azul; NA= Nitrato de Amônio; UAN= Ureia + Nitrato de amônio

Bassoi et al. (2004) alcançaram produtividade de 25,54 t ha⁻¹ em estudo realizado no Vale do São Francisco com a cultivar Pacovan; e Donato et al. (2006), em Guanambi-BA, relataram para a cultivar Prata Anã um peso de cacho de 28,01 kg planta. Enquanto que Sousa et al. (2008), estudando o rendimento de frutos de bananeiras ‘Nanicão’ no semiárido paraibano, obtiveram peso máximo do cacho de 35,56 kg planta e Damatto Júnior (2008), em Botucatu-SP, encontraram peso do cacho igual a 19,90 kg planta para a cultivar Prata Anã. No presente estudo o peso máximo de cacho encontrado foi de 38,7 kg planta sendo superior aos relatados pelos autores citados.

Avaliando-se as médias (Tabela 14) foi verificado que o adubo que proporcionou maior aumento de produtividade foi o UAN (63,9 t ha⁻¹). Isso se deve à presença das duas formas de N mais absorvidas pelas plantas (NH₄⁺ e NO₃⁻) na fonte pois o nitrogênio é o único, entre os nutrientes minerais, que pode ser absorvido pelas plantas em duas formas distintas,

tanto na de ânion NO_3^- como na de cátion NH_4^+ . Como o N- NH_4 é muito menos sujeito a perdas por lixiviação ou desnitrificação que o N- NO_3^- , diferenças nas proporções dos adubos nitrogenados contendo N nas formas NO_3^- ou NH_4^+ podem ter importantes implicações no manejo do N (WARNCKE E BARBER, 1973).

De acordo com Below (2000), embora o aumento no suprimento de NH_4^+ nos solos possa melhorar a performance da planta, numerosas espécies têm mostrado que ao absorver mais N, cresce mais rapidamente quando supridas com misturas de NO_3^- e NH_4^+ do que quando adubadas somente com NO_3^- , confirmando os dados desta pesquisa.

Adicionalmente, a solução produzida com os dois produtos (ureia e nitrato de amônio) tem concentração de N superior à que pode ser obtida com a dissolução de qualquer uma das fontes trabalhadas separadamente. Wiesler (1998) também verificou que o fornecimento de N às plantas nas formas de NH_4^+ e de NO_3^- conjuntamente, pode aumentar o rendimento de várias culturas diferindo estatisticamente das demais fontes. Tais resultados mostram um efeito fisiológico direto da forma de N sobre o desenvolvimento da planta, uma vez que ambos os tratamentos presumivelmente têm mais que o adequado suprimento de N disponível para as plantas. Estes resultados também foram obtidos em campo (SMICIKLAS E BELOW, 1992), e sugerem que as plantas acumulam mais N quando supridas com uma mistura de formas de N do que quando suprimidas somente com NO_3^- .

Epstein e Bloom (2006) também relata que as plantas crescem melhor se tiver acesso tanto a NH_4^+ quanto a NO_3^- , pois a absorção e a assimilação das duas formas de nitrogênio promovem um balanço cátion-ânion dentro da planta.

Este aumento de produtividade induzido pela mistura de formas de N se deu devido à maior peso de cacho por planta, principalmente devido à diminuição do murchamento da planta e do tempo de emissão do cacho (Figura 14).

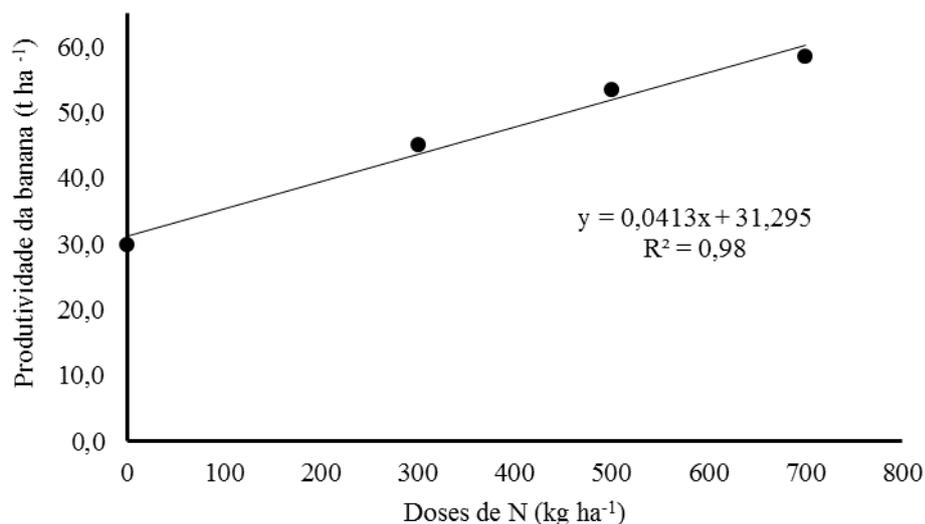
Figura 14 – Efeito da forma de nitrogênio sobre o desenvolvimento do cacho da banana



A análise de regressão que relaciona as médias das produtividades da banana em doses crescentes de nitrogênio está na Figura 15. Notou-se que as doses, tiveram os dados de produção ajustados ao modelo linear de regressão estatisticamente significativo. Como o comportamento foi linear crescente para doses de nitrogênio, não foi possível estimar-se qual seria a dose de N que contribuiria para o rendimento máximo.

Entretanto, pode-se inferir que a dose 700 kg N ha^{-1} foi a responsável pelo maior incremento da produtividade ($58,5 \text{ t ha}^{-1}$). Para cada 1 kg de N aplicado por hectare proporcionou aumentos de $0,0413 \text{ kg}$ na produção.

Figura 15 - Efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre a produtividade da banana ($t\ ha^{-1}$)



Hegde e Srinivas (1991) trabalhando com a bananeira do subgrupo ‘Cavendish’ e Brasil et al. (2000), verificaram também que o aumento das doses de N elevou a produção da banana.

Taiz e Zeiger (2009) relatam que o nitrogênio é um elemento essencial que serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos. Portanto, a deficiência de N rapidamente inibe o crescimento vegetal e conseqüentemente afeta a produção das plantas, como foi observado na dose 0.

Corroborando com os dados do presente trabalho, Borges et al. (2000) relatam que a presença do nitrogênio é muito importante para a banana, atuando diretamente sobre o crescimento vegetativo, emissão e desenvolvimento dos rebentos. De acordo com Brasil (2000) o N influencia não somente o número de frutos e de pencas por cacho, como também o peso dos cachos. Borges et al. (1999) relatam que a carência de nitrogênio em bananeiras tem grande influência negativa no rendimento da planta, o que explica o porquê de todos os tratamentos deste estudo terem médias de produtividade superiores ao tratamento controle (ausência de nitrogênio).

5 CONCLUSÕES

A fonte de nitrogênio aplicada no solo que causou reduções no pH do solo, condutividade elétrica do solo e nas concentrações de cálcio e magnésio do complexo sortivo foi o adubo Sulfato de Amônio.

A fonte de nitrogênio UAN (Ureia + Nitrato de Amônio), proporcionou maior produtividade da banana ($63,9 \text{ t ha}^{-1}$) seguido, em ordem decrescente, dos adubos Ureia Azul, Ureia, Nitrato de Amônio e Sulfato de Amônio.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. Nitrification. In: BARTHOLOMEW, W.V.; CLARK, F.E. (eds.) **Soil nitrogen**. Madison: American Society of Agronomy Inc., 1965. p.307-342.
- ALVES, E. J. **A cultura da bananeira**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: EMBRAPA/CNPMPF, 585 p, 1999.
- ALVES, E. J.; LIMA, M. B. Tratos culturais. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000.
- ANDRADE, E. M. de; D'ALMEIDA, D. M .B. A.; MEIRELES, A. C. M. LEMOS FILHO, L. C. de A.; ARRUDA, F. E. R. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p.9-16, 2004.
- AQUINO, B, F. **Adubos e Adubação**. Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas (apostila). Fortaleza: UFC, 2005.
- BARBOSA FILHO, M. P. B.; FAGERIA, N. K. & SILVA, O. F. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez de solo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n.4, p.785-792, 2004.
- BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; LIMA, J. M. P.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G.; RAMOS, C. M. C.; SEDYAMA, G. C. Guidelines for irrigation scheduling of banana crop in São Francisco Valley, Brazil. II – water consumption, crop coefficient, and physiological behavior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 26, n. 3, p. 464 - 467, 2004.
- BELOW, F.E. Physiology, nutrition, and nitrogen fertilization of corn in the United States. In: SIMPÓSIO SOBRE FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CITROS, Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2000. (CD-room)
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa: UFV, 657p. 1995.
- BEYROUTY, C.A.; SOMMERS, L.E.; NELSON, D.W. Ammonia volatilization from surface-applied urea as affected by several phosphoroamide compounds. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 52:1173-1178, 1988.
- BISSANI, C. A., GIANELLO, C., CAMARGO, F. A. O., TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2ª ed. Porto Alegre: Metrópole; 2008.
- BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; TRIVELIN, P. C. Efficient use of N in conventional fertilizers. **Abstracts of Nitrogen 4th Conference**, Costa do Sauípe, Bahia, Brasil, p.33, 2007.

- BOLFARINI, A. C. B.; LEONEL, S.; LEONEL, M.; TECCHIO, M. A.; SILVA, M. S.; SOUZA, J. M. A.. Growth, yield and fruit quality of „Maçã“ banana under different rates of phosphorus fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 1368-1374, 2016.
- BORGES, A.L.; SILVA, S.O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.1, p.57-66.1995.
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S. Solos, nutrição e adubação. In: Alves,E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômios e agroindustriais**. 1 ed.Brasília: Embrapa/SPI, p. 197-260, 1997.
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S. da. Solos, nutrição e adubação da bananeira. In: ALVES, E.J., **Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/ Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, p.197-254, 1999.
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S. Solos, nutrição e adubação da bananeira. In: ALVES, E.J., **Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, p.35-46, 1999.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z. J. M. (org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, p.47-59, 2000.
- BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, p.15, 2004.
- 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. p. 15-22. 2004.
- BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. de A. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 2, p. 301-304, 2006.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Evolução do mercado mundial de frutas**. 86p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU_LATERAL/AGRICULTURA_PECUARIA/ESTUDOS_PUBLICACOES/ESTUDO_MERCADO_FRUTAS/CAPITULO_3.PDF>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- BREMNER, J.M.; AHMAD, N. Recent research on problems in the use of urea as a nitrogen fertilizer. **Nitrogen Economy in Tropical Soils**, 42:321-329, 1995.

CEPEA. **Análise dos principais pólos produtores de banana no Brasil**. Piracicaba:

CEPEA, 1 ago 2003. Disponível em:

<http://www.cepea.esalq.usp.br/imprensa/?page=342&search=1>. Acesso em: 29 jul.2017.

COELHO, E.F.; ANDRADE, C.L.T.; OR, D.; LOPES, L.C. & SOUZA, C.F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade Trase. **R. Bras. Eng. Agric. Amb.**, 5:81-87, 2001.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, S. L. DE; COSTA, E. L. DA. Irrigação da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais ...** Montes Claros: Ed. Unimontes, p. 91 – 101., 2001.

CORDEIRO, Z. J. **Banana. Produção: aspectos técnicos**. Brasília Embrapa, 143 p. 2000.

DANTAS, A.C.V.L., DANTAS, J.L.L., ALVES, E.J. **Estrutura da planta**. In: Alves, E.J. Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed., Brasília-DF: EMBRAPA-SPI, p.47-59, 1999.

DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W.S. Classificação botânica, origem e evolução da bananeira. In: ALVES, E.J; DANTAS, J.L.L. **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa, p.9-13, 1997.

DAMATTO JUNIOR, E. R. **Adubação orgânica da bananeira Prata Anã e experiências com outras cultivares nas Ilhas Canárias**. 2008. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

DIAS, N. S., et al. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 118p, 2003.

DIAS, N. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado em ambiente protegido**. 2004. 110 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

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

DOWNTON, W.J.S.; GRANT, W.J.; ROBINSON, S.P. Photosynthesis and stomatal responses of spinach leaves to salt stress. **Plant Physiology**, Bethesda, v.78, n.1, p.85-88, 1985.

DREW, M.C.; HOLE, P.S.; PICCHIONI, G.A. Inhibition by NaCl of net CO₂ fixation and yield of cucumber. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.3, p.472-477, 1990.

DUGGAN, M. T. **Fertilizar eficientemente para reducir el riesgo ambiental: nitrógeno**. Disponível em: http://fertitec.com/informaciones/fer_princ_fac_apl.htm/. Acesso em 30 abril de 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Análises de Solo**. 2ª ed. revista, Rio de Janeiro: CNPS, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

EPSTEIN, E.; BLOOM, J. A. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 403 p. 2006.

ESPINOSA, J. Nutricion e Fertilizacion del Banano. In: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DA CULTURA DA BANANA, **Informações Agrônomicas** N° 116 – dezembro/2006.

FAO. **Yearbook Production**. Rome: FAO, 2004. v.48. p.164-165. (Statistics Series).

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Faostat. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

FAO. **Food and Agricultural Organization**. Disponível em: Acesso em: 24 set. 2017.

FERNANDES, M.A.B.; SANTIAGO, M.M.F.; GOMES, D.F.; MENDES FILHO, J.; FRISCHKORN, H.; LIMA, J.O.G. de. A origem dos cloretos nas águas subterrâneas na Chapada do Apodí – Ceará. **Águas subterrâneas**, Curitiba, v.19, n.1, p.25-34, 2005.

FERNANDES, L. A. et al. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1575-1581, 2008.

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.

GATTO, L.C.S. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Salvador: IBGE, 1999. 77p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/diagnosticos_levantamentos/jaguaribe/jaguar.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2017.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000

GODEFROY, J.; ROOSE, E.J.; MULLER, E. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie de sud de la Côte d'Ivoire. **Fruits**, Paris, v.30, p. 223-35, 1975.

GODOY, G, J, L.; NOMURA, S, E.; MORAES, S, W. Nutrição e adubação da cultura da banana. **Informações agrônomicas**. N° 116 – Dezembro/2006.

- GONDIM, A. R. O.; MEDEIROS, J. F.; LEVIEN, S. L. A.; CARMO, G. A. **Coefficiente de cultura e salinidade do solo na fase reprodutiva da bananeira irrigada com diferentes níveis de salinidade**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31, 2002, Salvador, Anais..., CD-Rom. Salvador: SBEA, 2002.
- GOULD, W.D.; HAGEDORN, C. & McCREADY, R.G.L. Urea transformation and fertilizer efficiency in soil. **Adv. Agron.**; 40:209-238, 1986.
- GUERRA, A. G. *et al.* Frequência da fertirrigação da bananeira Prata-Anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, p.80-88, 2004.
- GUERRERO, R. R.; GAGBAN, R. J. **Eficacia de diferentes fertilizantes nitrogenados em el cultivo del banano** (M usa AAA, Clon Valery), en la zona de Riofrío, Magdalena, Colombia. In. XV Encuentro de Acorbat. Cartagena del India, 2002.
- GLOSER, V.; GLOSER, J. Nitrogen and base cation uptake in seedlings of *Acer pseudoplatanus* and *Calamagrostis villosa* exposed to an acidified environment. **Developments in Plant and Soil Sciences**. Dordrecht, Netherlands, v.226, p. 71-77, 2000.
- HEGDE, D. M. ; SRINIVAS, K. Growth, yield, nutrient uptake and water use of banana crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. **Tropical Agriculture, Trinidad**, v.68, n.4, p.331-334, 1991.
- HESLOP-HARRISON, J. S.; SCHWARZACHER, T. Domestication, genomics and the future for banana. **Annals of botany**, Oxford, v.100, n.5, 0. 1073-84, nov. 2007.
- 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. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.30 n.7 p.1-83 julho.2017. Disponível: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201707.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201707.pdf) . Acesso em: 24 ago de 2017.
- JONES JR.; J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant Analysis Handbook: apractical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213p. 1991.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 478p. 1948.

- LADIZINSKY, G. **Plant Evolution under domestication**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 254p, 1998.
- LAHAV, E.; TURNER, D. Banana nutricion. Bern: Switzerland Potash Institute, 62p. (**IPI-Bulletin**), 1983.
- LIMA, L.A. **Efeitos de sais no solo e na planta**. In: GHEYI, H.R; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. de. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, p. 113-136, 1997.
- LIMA NETO, F. P.; SILVA, S. de O. e; FLORES, J. C. de O.; JESUS, O. N. de; PAIVA, L. E. Relação entre caracteres de rendimento e de desenvolvimento em genótipos de bananeira. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 2, p. 275-281. 2003
- MAIA, C.E., MORAIS, E.R.C.; OLIVEIRA, M. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.5, n.1, p.71-75, 2001.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Ceres**, 251p. 1980.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: **Agrônômica Ceres**, 594p, 1981.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: **POTAFOS**, 201p. 1989.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **Potafós**, 319p. 1997.
- MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: Banana**. Porto Alegre: Cinco continentes, 485p, 1997.
- MANICA, I. **Bananas: do plantio ao amadurecimento**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1998.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: **Academic Press**, 674p. 1995a.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: **Academic Press**, 889p. 1995b.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Les éléments minéraux dans le bananier et dans son régime. **Fruits**, Paris, v.17, n.3, p.123-128, 1962.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Os elementos minerais da bananeira e seus frutos. **Fertilité**, Paris, v.22, p.3-14, 1964.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Echantillonnage du bananier por l'analyse foliaire; cons'sequences des differences de techniques. **Fruits**, Paris, v.32, n.3, p.151-166, 1977.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Comsumption and efficiency of herbage utilisation. **Grass and Forage Science**, v. 49, n.2, p. 352-359, 1994.

- MEDEIROS, J. F. DE; GHEYI, H. R.; BATISTA, M. A. F. Procedimentos de análise de solo e água para diagnóstico de salinidade. Mossoró: ENA, ESAM, 25p. **Coleção Mossoroense, Série E**, 1993.
- MEDEIROS J. F.; SILVA, M. C. C., SARMENTO D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande v.11, n.3, p.248–255, 2007.
- MELO, A. S. DE; SOBRAL, L. S.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A. Aspectos técnicos e econômicos da bananeira ‘prata-anã’ sob fertirrigação nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.564-571, 2010.
- MENDES, J. S.; et al. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.1, p.13-19, 2008.
- MIKKELSEN, R.L.; BOCK, B.R. Ammonia volatilization from urea phosphate fertilizers. In: BOCK, B.R. & KISSEL, D.E. (ed.) Ammonia volatilization from urea fertilizers. Muscle Shoals, **Al, Natl. Fert. Dev. Center**, Tennessee Valley Authority. p. 175-189 (Bull. Y-206), 1988.
- MULVANEY, R.L.; BREMNER, J.M. Control of urea transformations in soils. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N., (ed.) **Soil Biochemistry** 5:153-196. New York, Marcel Dekker, Inc., 1981.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 335p, 1997.
- MOREIRA, R.S. **Banana: Teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, CD ROM, 1999.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n. 2, p.239-250, 2002.
- OLIVEIRA, S. O. de; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. (Org.) **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed., Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, p.85-105, 1999.
- OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, cap. 1, p. 319-362, 1997.
- PATEL, N. T.; VAGHELA, P. M.; PATEL, A. D.; PANDEY, A. N. Implications of calcium nutrition on the response of *Caesalpinia crista* (Fabaceae) to soil salinity. **Acta Ecologica Sinica**, v.31, p.24-30, 2011.
- PAZ, V. P. S. et al. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, 2000.

PERALTA, N. R.; COSTA, J. L. Delineation of management zones with soil apparent electrical conductivity to improve nutrient management. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v. 99, p. 218-226, 2013.

PILLAY, M.; TENKOUANO, A.; HARTMAN, J. Bananas and Plantains: Future Challenges in Musa Breeding. In: **Crop Improvement, Challenges in the Twenty-First century**. New York: Food Products Press, p. 223-252, 2002.

PREZOTTI, L.C. **Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**: 3ª aproximação. Vitória: EMCAPA, 73p. (Circular Técnica, 12), 1992.

RADEL, R.J.; GAUTNEY, J.; PETERS, G.E. Urease inhibitor developments. p. 111-136. In: BOCK, B.R. & KISSEL, D.E. (ed.) Ammonia volatilization from urea fertilizers. Muscle Shoals, **National Fertilizer Development Center**. 189p. (Bul. Y-206). 1988.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p.1609-1623, 2007.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa-MG: CFSEMG, 359p. 1999.

RIBEIRO JÚNIOR, F.I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: Editora UFV, 2001.

ROBINSON, J.B. Fruits, Vines e Nuts. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (ed). **Plant Analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, p.120-147. 1986.

ROBINSON, J.C. **Bananas and plantains**. Wallingford: CAB International, 1996.

ROBINSON, J., GALÁN, V. Bananas and plantains. 2nd Edition, **CAB Internatinal**, Wallingford, UK, 311 p, 2010.

ROSA JÚNIOR, C.D.R.M. **Bananeira. Cultivo sob condição irrigada**. Recife: SEBRAE/PE, 51p., 2000.

SANCHES, A.C.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; RIGOLIN, A.T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.91-9, 1999

SANTOS, S. C.; CARNEIRO, L. C.; DA SILVEIRA NETO, A. N.; JÚNIOR, E. P.; DE FREITAS, H. G.; PEIXOTO, C. N. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes a Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no Sudoeste Goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 449-453, 2006.

- SANTOS, V. P. DOS; FERNANDES, P. D.; MELO, A. S. DE; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, D. De M.; BONFIM, L.V. Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.567-573, 2009.
- SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (*Urocloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido**. 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.
- SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, v. 78, n. 1, p. 5-38, 1999.
- SHEPHERD, K. Banana: taxonomia e morfologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, p.50-74, 1984.
- SIMMONDS, N. W. **The evolution of the Bananas**. London: Longman, 170p. 1962.
- SIMÃO, S. Bananeira In: **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 327- 381p, 1998.
- SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. (Org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília. **EMBRAPA-SPI**, p.42-51, 1997.
- 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, C. A. e VALE, F. R.; Disponibilidade de Nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de Nitrogênio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília – DF, v.35, n.12, p. 2461-2471, dez. 2000.
- SILVA, J. T. A. Da; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira Prata Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.152-155, 2003.
- 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; PIRES, E. T.; PESTANA, R. K. N.; ALVES, J. DA S.; SILVEIRA, D. DE C. Avaliação de clones de banana Cavendish. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.832-837, 2006.
- SILVA, I. R.; MENDONCA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 275-374., 2007.
- SILVA, J. T. A. DA; BORGES A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, v.29, p.23-34, 2008.

SILVA, JOSÉ T. A. DA, PEREIRA ROSIMEIRE D. & RODRIGUES MARIA 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.1314–1320, 2012.

SILVA F.A.S, AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.** Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522. 2016.

SMICIKLAS, K.D.; BELOW, F.E. Role of nitrogen form in determining yield of field-grown maize. **Crop Science**, v.32, p.1220-1225, 1992.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2 ed. San José: Imprenta Lil, 674p.,2008.

SOUZA, L. da S.; BORGES, A. L. Escolha, preparo e conservação do solo. In: CORDEIRO, J. M. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 143 p. (Frutas do Brasil,1), 2000.

SOUSA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; OLIVEIRA, S.A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.206-266, 2007.

SOUSA, M. S. da S.; MELO, A. S. de; COSTA, F. da S.; SUASSUNA, J. F.; MARTINS, V. P.; MESQUITA, E. F.; FERREIRA, R. de S.; ALVES, F. I. dos S.; ZUZA, A. A. M. Rendimentos de frutos da bananeira Nanicão sob diferentes regimes hídricos no semiárido paraibano. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Vitória-ES 2008.

STONE, L. F. **Produtividade e utilização do nitrogênio pelo arroz (Oryza sativa L): Efeito de deficiência hídrica, cultivares e vermiculita**. 200 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 1983.

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

TEIXEIRA, L.A.J.; SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, P.R. Banana. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C., ed. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, p.131-132. (Boletim Técnico, 100). 1997.

TEIXEIRA, L. A. J. T.; NATALE, W.; RUGGIERO, C. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 23, n. 3, p. 684-689, dez. 2001.

TEIXEIRA, L.A.J.; NATALE, W.; BETTIOL NETO, J.M.; MARTINS, A.L.M. Nitrogênio e potássio em bananeira via fertirrigação e adubação convencional - atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.143-152, abr. 2007.

TISDALE, S.L., NELSON, W., BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: Macmillan Publishing Company, 754p., 1985.

- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Fertilidad de los suelos y fertilizantes**. México, DF: LIMUSA, 760p. 1991.
- TISDALE, S. L. et al. **Soil fertility and fertilizers**. 5th ed. New York: Macmillan, 634 p., 1993.
- TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Curitiba: Editora Guaíba Agropecuária, 247 p. 1997.
- USSL STAFF - United States Salinity Laboratory. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 160p. 1954.
- VIEIRA, L. C. R. Avaliação de cultivares de bananeira na microrregião de Aquidauana - MS. 36 f. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana/MS, 2011.
- VILLAS BÔAS, R.L.; BOARETO, A.E.; VITTI, G.C. Aspectos da fertirrigação. In: VITTI, G.C.; BOARETO, A.E. (Ed.). **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: PATAFOS, 1994. cap.15 p.283-308.
- WARNCKE, D.; BARBER, S. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays*, L.) as influenced by nitrogen concentrations and $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio. **Agronomy Journal**, v.65, p.950-954, 1973.
- WATSON, C.J.; POLAND, P.; ALLEN, M.B.D. The efficacy of repeated applications of the urease inhibitor (N(n-butyl)thiophosphoric triamide (nBTPT) for improve the efficiency of urea fertilizer utilization on temperate grassland. **Grass and forage science**, v. 53, p. 137-145, 1998.
- WATSON, C.J. Urease activity and inhibition – Principles and practice. The International Fertilizer Society Meeting, 28/11/2000. London, **The International Fertilizer Society**. Proceedings No. 454. 39p. 2000.
- WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, Í.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. 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.
- WHITEHEAD, D. C.; **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 397 p. 1995.
- WIESLER, F. Comparative assessment of the efficacy of various nitrogen fertilizers. **Journal of Crop Nutrition**, 1:81-114, 1998.
- 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.