UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

JACIANE ROSA MARIA DE SOUZA

FORMAS DE NITROGÊNIO NO SOLO E PRODUTIVIDADE DO MELOEIRO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

FORTALEZA-CE

2016

JACIANE ROSA MARIA DE SOUZA

FORMAS DE NITROGÊNIO NO SOLO E PRODUTIVIDADE DO MELOEIRO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.
Orientadora: Profa. Dra. Adriana Guirado Artur.
Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

FORTALEZA-CE
2016

JACIANE ROSA MARIA DE SOUZA

FORMAS DE NITROGÊNIO NO SOLO E PRODUTIVIDADE DO MELOEIRO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.
Orientadora: Profa. Dra. Adriana Guirado Artur.
Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

Aprovada em: _____/_____/_____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profa. Dra. Adriana Guirado Artur (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi (Coorientador)

Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)

_____

Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia
Gerada mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S715f Souza, Jaciane Rosa Maria de.
Formas de nitrogênio no solo e produtividade do meloeiro em resposta à adubação mineral e orgânica / Jaciane Rosa Maria de Souza. ±2016.
65 f.: il. color.

Dissertação (mestrado) ±Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2016.
Área de Concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.
Orientação: Profa. Dra. Adriana Guirado Artur.
Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

1. Cucumis melo L.. 2. Estado nutricional. 3. Disponibilidade de nutrientes.4. Fracionamento do nitrogênio. I. Título.

CDD 631

Aos meus orientadores,

Professora Adriana Guirado Artur e ao Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi,

pela dedicação, sugestões, pela paciência e por acreditarem em mim.

Ofereço.

A Deus. Aos meus pais, Marcos e Ladjane Souza, foi por vocês que cheguei até aqui e é por vocês que seguirei em frente.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu melhor amigo, que nunca me deixou só, por sua fidelidade, por andar sempre comigo, por me conduzir a caminhos onde eu posso ver e viver muitos milagres, obrigada por tudo Senhor!

A painho e mainha, (Marcos e Ladjane Souza), os amores da minha vida, por todo investimento nos meus estudos desde os primeiros anos de vida, na formação do meu caráter, pelas orações, por sempre me apoiar nas decisões, obrigada por todas as vezes que eu pude contar com vocês, espero ainda dar muitas alegrias a vocês dois.

A minha orientadora, professora Adriana Guirado, que não mediu esforços em me ajudar e por sua disponibilidade em me orientar aos ³TXDUHQWDGRLVQRYHQWDHQRYH tempo, por sempre me incentivar, despertando em mim a vontade em dar o meu melhor, pela ida ao campo na instalação do experimento, pelo exemplo de profissional e por demonstrar amor em tudo que faz, aprendi muito com a senhora, obrigada pela paciência!

Ao meu coorientador, Dr. Carlos Taniguchi, por todas as vezes que tirou minhas dúvidas e explicou cada detalhe do que iríamos fazer. Obrigada por explicar cada reação química durante as análises de solo e planta, pelas idas ao campo, pela ajuda nas coletas de solo e na colheita dos melões, por estar presente em todos os momentos desse experimento, pela competência científica e pela paciência.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS), da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade concedida.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A Embrapa Agroindústria Tropical, pela área experimental cedida e por todo recurso financeiro que foi investido nesse estudo.

Aos funcionários do campo experimental da Embrapa em Pacajus: Dão, Justino, Maurício, Lôro e Maciel, pela ajuda na montagem do experimento e por cuidarem dos tratos culturais do meloeiro, por serem excelentes profissionais e por estarem sempre prontos a me ajudar nos dias de campo, muito obrigada!

Aos membros da banca examinadora, professora Mirian Cristina e Ismail Soares, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições.

Aos professores do Departamento de Ciências do Solo, obrigada por contribuírem com minha formação acadêmica e pessoal.

Aos irmãos de orientação Hermano Melo e Israel Pinheiro, pelas trocas de conhecimentos, pelas sugestões, pelo aprendizado e pela amizade, em especial Israel, pela ajuda nas análises, obrigada por ter contado com você.

A funcionária e as estagiárias do Laboratório de Solos da Embrapa, Vanderléia Oliveira, Thais Martins e Marina Feitosa, por toda ajuda e pela amizade, muito obrigada.

Aos colegas de turma 2014.1, pelos momentos de estudos, pela amizade construída e que tornaram a jornada um tanto menos árdua.

Aos amigos pernambucanos que mesmo distantes, se fizeram presentes nesses dois anos de mestrado.

Os amigos que o coração escolheu que marcaram, e que levarei para a vida, Carla Danielle e família, Régis Santos, Izabel Almeida, Damille Normando, Darlene Silva, Gabriele Libório, Ravena Vidal, Cecilia Serafim, quero agradecer a vocês de coração, por estarem sempre dispostos a me ajudar de alguma forma.

Ao amigo Francisco Jardelson, pelas palavras de incentivo e pela amizade construída.

A todos amigos da Bola de Neve Church, pela amizade e os momentos de comunhão nesse período de mestrado. Amo vocês!

"A minha paixão é o solo, porque tudo depende do solo, inclusive os ḥomens
Ana Maria Primavesi

RESUMO

A adubação mineral e a orgânica se constituem como as principais fontes de nitrogênio para o meloeiro, entretanto, pouco se sabe sobre a interação entre elas no solo. O fracionamento do nitrogênio é ferramenta importante para entender a dinâmica desse elemento no solo e a contribuição dessas frações na disponibilidade do nutriente para as plantas. Objetivou-se avaliar os efeitos das adubações mineral e orgânica nas formas de nitrogênio do solo e na produtividade de frutos de meloeiro. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo a aplicação dos fertilizantes como tratamentos principais (adubação mineral, esterco de bovinos, esterco de bovinos + adubação mineral, cama de frangos e cama de frangos + adubação mineral), as épocas de coleta de solo nas subparcelas (antes do plantio das mudas, início do florescimento, início da frutificação, crescimento de frutos e colheita dos frutos) e quatro repetições. A cada época de amostragem de solo, foram coletadas amostras nas subparcelas na profundidade de 0 a 20 cm. Plantas inteiras foram coletadas a cada época de coleta de solo para a obtenção da matéria seca e determinação da concentração de nitrogênio. Na época do florescimento foram coletadas folhas para a avaliação do estado nutricional das plantas. A adubação com esterco de bovinos aumentou o número de flores por planta, mas sem resultar em incremento na matéria seca de frutos. Já a maior produção de matéria seca de raízes foi obtida com a associação entre cama de frangos + adubação mineral. A associação da adubação orgânica com a mineral não resultou em aumento de produtividade de frutos de meloeiro Goldex F1 em relação à aplicação isolada dos adubos. A ausência de sintomas de deficiência de nitrogênio durante o desenvolvimento do meloeiro com a aplicação de esterco de bovinos e de cama de frangos indica que houve a mineralização do N-orgânico do solo.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Estado nutricional. Disponibilidade de nutrientes. Fracionamento do nitrogênio.

ABSTRACT

Mineral and organic fertilizers constitute as the main nitrogen sources to the muskmelon, however, there is little information about the interaction between them in soil. Nitrogen fractionation is an important tool to understand this element dynamic in soil and the soil fractions contribution to the plant nitrogen availability. The aim of this study was to evaluate the mineral and organic fertilization effects in the soil nitrogen forms and in the muskmelon fruit yield. The experiment was carried out at the Embrapa Tropical Agroindustry experimental field, located in Pacajus, in soil classified as Ultisol. The experimental design was a randomized complete block design in a split plots arrangement, with the fertilizer application as main treatment (mineral fertilizer, cattle manure, cattle manure + mineral fertilizer, poultry litter and poultry litter + mineral fertilizer), soil samplings as subplots (before seedlings planting, early flowering, early fructification, fruit growing and fruit harvest) and four replications. In each soil sampling, samples were collected at the subplots in 0-20 cm depth. Whole plants were harvest every soil sampling to obtain the dry matter production and to nitrogen content determination. At the flowering stage leaves were collected to nutrient status assessment. The cattle manure application increased the number of flowers per plant but no increase in fruit dry matter production was found. Greater roots dry matter production was obtained with poultry litter + mineral fertilizer. Organic fertilization associated to mineral fertilizer did not increase Goldex F1 fruits yield in relation to single fertilizers application. No nitrogen deficiency symptoms in plants were found during plant development with cattle manure application and poultry litter, indicating that soil organic nitrogen was mineralized.

Keywords: Cucumis melo L. Nutrient status. Nutrient availability. Nitrogen fractionation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1 A cultura do melão 14

2.2 Nitrogênio no sistema solo-planta 16

2.3 Fracionamento do nitrogênio do solo 19

2.4 Adubação mineral e orgânica 20

3 MATERIAL E MÉTODOS 23

3.1 Descrição da área 23

3.2 Delineamento experimental 23

3.3 Adubação 25

3.4 Instalação e condução do experimento 26

3.5 Amostragens 28

3.6 Análises químicas 29

3.7 Análises estatísticas 31

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32

4.1 Desenvolvimento e produtividade de meloeiro 32

4.2 Formas de nitrogênio no solo 40

4.3 Correlações entre nitrogênio absorvido pelo meloeiro e as formas de nitrogênio no solo 52

5 CONCLUSÕES 55

REFERÊNCIAS ..... .56

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores de melão (Cucumis melo L.), com destaque para a região Nordeste, principalmente para os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte. Essa grande produção do meloeiro no Nordeste brasileiro pode ser atribuída aos fatores climáticos da região, tais como: temperaturas que variam de 24 a 32°C, baixa umidade relativa do ar, alta incidência luminosa e baixos índices pluviométricos (500 mm por ano) (ANGELOTTI; COSTA, 2010).

Com o crescimento das exportações de melão pelo Brasil, o interesse pela cultura também aumentou e com isso, surgiu a necessidade em incrementar a produção e melhorar a qualidade dos frutos. O meloeiro é uma das plantas mais exigentes em relação aos aspectos nutricionais, sendo o nitrogênio e o potássio os mais requeridos pela cultura.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é considerado o principal elemento para a produtividade das culturas. O nitrogênio está presente nos aminoácidos e proteínas, participa da molécula de clorofila e é essencial para a utilização de carboidratos na planta, além de estimular o crescimento de folhas, caules e raízes e promover a absorção de quantidades mais elevadas dos outros nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A necessidade da cultura por nutrientes está relacionada ao fornecimento dos mesmos pelo solo, absorção pelas raízes e distribuição dos assimilados pelo metabolismo das plantas, ou seja, está relacionada com a assimilação de nutrientes pelas plantas para o seu desenvolvimento (CRISÓSTOMO et al, 2002).

Apesar da boa condição climática da região para o plantio do meloeiro, os solos explorados nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte muitas vezes não suprem as necessidades da cultura por nutrientes, sendo necessárias práticas como a calagem e a adubação para a viabilidade do cultivo (CRISÓSTOMO et al.,2002).

A adubação mineral e a adubação orgânica se constituem como as principais fontes de N para o meloeiro. A adubação orgânica além dos benefícios em relação a ciclagem de nutrientes e do carbono do solo, é uma alternativa viável economicamente e ambientalmente (SILVA et al, 2010) quando comparada a adubação mineral. Porém, a adubação nitrogenada deve ser feita de forma correta para evitar possíveis perdas por lixiviação (KEENEY; BREMNER, 1964), volatilização da amônia e desnitrificação a

curto e longo prazos. Conhecer a dinâmica dos adubos no solo e das diversas formas de N presentes permite prever a disponibilidade de nutrientes e minimizar as perdas.

A quantificação das frações de nitrogênio orgânico que contribuem para a mineralização possibilita o ajuste das quantidades de adubos a serem aplicados para as culturas. Permite também o melhor entendimento dos processos de imobilização e mineralização que ocorrem no solo, bem como definir um índice de disponibilidade desse nutriente para as plantas (OSBORNE, 1977).

Na tentativa de quantificar as formas de nitrogênio orgânico no solo, alguns métodos têm sido propostos e, dentre eles, o fracionamento químico baseado na hidrólise do solo com ácidos e aquecimento da amostra sob refluxo. Por esse método é possível definir quais os reservatórios de nitrogênio orgânico do solo mais contribuem com o N disponível para as plantas, verificar as alterações na distribuição das frações de nitrogênio em função das mudanças de manejo do solo e, assim, concluir sobre os efeitos do manejo na disponibilidade de N e ajustar as doses recomendadas para as culturas.

Dessa maneira, o presente estudo parte das seguintes hipóteses: as formas orgânicas de nitrogênio são mineralizadas durante o ciclo de crescimento do meloeiro e suprem a demanda da planta por esse nutriente; a adubação mineral influencia na mineralização das formas orgânicas de nitrogênio no solo e a adubação mineral associada à orgânica constitui-se como a melhor estratégia para o suprimento de nitrogênio para o meloeiro.

Para responder essas hipóteses foi conduzido experimento com objetivo de avaliar os efeitos das adubações mineral e orgânica nas formas de nitrogênio de um Argissolo Vermelho-Amarelo e na produtividade de frutos do meloeiro. Os objetivos específicos foram: a) verificar o efeito da adubação mineral, orgânica e mineral associada à orgânica nas formas de nitrogênio no solo; b) verificar quais as frações orgânicas de nitrogênio são mineralizadas e contribuem para o suprimento desse nutriente para o meloeiro e c) avaliar o estado nutricional, o desenvolvimento e a produtividade do meloeiro em função das fontes de nitrogênio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do melão

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma angiosperma da classe das Dycotyledoneae, pertencente à ordem Curcubitales, da família Curcubitaceae e do gênero *Cucumis* (JEFFREY; ROBINSON; RICHARD, 1990). O meloeiro apresenta caule de crescimento rasteiro, raízes superficiais, ausência de raízes adventícias, baixo poder de regeneração quando danificado, tem crescimento prostrado ou rasteiro e possui nós e gemas, que desenvolvem gavinhas ou até mesmo novos caules, folhas e novas ramificações (FONTES; PUIATTI, 2005).

Atualmente, uma diversidade de genótipos e fenótipos de meloeiro é cultivada em todo o mundo, o que exige uma vasta classificação. A classificação mais aceita é o da espécie *Cucumis melo* (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997), que divide a espécie em seis grupos botânicos ou variedades (*inodorus*, *conomon*, *dudaim*, *flexuosus*, *mormodica* e *cantaloupensis*). As variedades dos grupos *inodorus* e *cantaloupensis* são os principais tipos comercializados no Brasil. O melão da variedade *inodorus* é a preferência do mercado brasileiro devido à resistência a pragas e doenças e por ser muito resistente ao manuseio (COSTA; SILVA, 2002).

O híbrido Goldex F1 é um dos mais consumidos no Brasil, apresentando produtividade acima de 20 t ha^{-1}, plantas vigorosas e tolerância às raças 0 e 2 de *Fusarium* e ao oídio. Os frutos apresentam polpa branca com pequena cavidade interna, casca levemente rugosa e coloração amarelo-ouro, peso médio de 1,4 kg e alto teor de sólidos solúveis (12 a 13º Brix), ideal para exportação (COSTA; GRANJEIRO, 2010).

O Brasil é um dos maiores produtores de melão da América do Sul, ocupando o terceiro lugar no mundo, com produção de 563.900 toneladas, área plantada de 22.062 hectares e rendimento médio de 25,7 t ha^{-1} (IBGE, 2013). De acordo com Crisóstomo *et al.* (2002), o melão é a segunda fruta que mais trouxe divisas para o país, perdendo apenas para a manga (*Mangifera indica*). Com o crescimento das exportações do melão pelo Brasil, o interesse pela cultura também aumentou. Para conseguir competir no mercado internacional é necessário produzir cultivares resistentes e que se adaptem bem ao tipo de solo da região produtora. O mercado internacional é exigente, devendo ser levado em consideração os aspectos nutricionais, sensoriais e higiênicos, os quais são

importantes para o preço do produto e a aceitação do consumidor (MIRANDA et al, 2005).

O cultivo de meloeiro no Nordeste brasileiro tem grande destaque, sendo que no ano de 2012 a região representou 87,09% da produção nacional e os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte foram responsáveis por 34,17% e 39,73% do total produzido na região, respectivamente (IBGE, 2012). Essa grande produção do meloeiro no Nordeste brasileiro pode ser atribuída aos fatores climáticos da região, tais como: temperaturas que variam de 24 a 32°C, baixa umidade relativa do ar, alta incidência luminosa e baixos índices pluviométricos (500 mm por ano) (ANGELOTTI; COSTA, 2010). A baixa pluviosidade na região favorece a menor incidência de doenças e frutos de melhor qualidade (COSTA; SILVA, 2002). As condições climáticas da região favorecem maior concentração de açúcar nos frutos, o que os tornam mais ricos em sabor e em aroma, com polpa mais consistente e de melhor conservação (SOUSA et al.,1999).

A irrigação localizada e a fertirrigação são práticas de importância para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos (OLIVEIRA et al.,2008) e diminuição dos custos de produção devido ao melhor aproveitamento do uso da água e fertilizantes (DANTAS, 2010). Na região de Mossoró/RN, a predominância é do sistema de irrigação por gotejamento que, associado à fertirrigação, alcança produtividades comerciais em torno de 40 t ha^{-1} (SOUSA et al., 1999).

Apesar da boa condição climática da região para o plantio do meloeiro, os solos explorados nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte (Cambissolos, Latossolos, Argissolos e Neossolos) muitas vezes não suprem as necessidades de nutrientes, sendo necessárias práticas como a calagem e a adubação para a viabilidade do cultivo do meloeiro (CRISÓSTOMO et al., 2002). A necessidade da cultura por nutrientes está relacionada ao fornecimento dos mesmos pelo solo, absorção pelas raízes e distribuição dos assimilados pelo metabolismo das plantas, ou seja, está relacionada com a assimilação de nutrientes pelas plantas para o seu desenvolvimento (CRISÓSTOMO et al., 2002).

A calagem e a adubação visam a correção das limitações detectadas na análise de solo; entretanto, a aplicação de insumos sem o embasamento da análise química do solo pode resultar em aplicação desnecessária, perdas econômicas, atraso no desenvolvimento das plantas e riscos ao ambiente. Para o cultivo de meloeiro na região Nordeste do Brasil, a calagem deve ser feita para elevar a saturação por bases a 80%; as

recomendações de fósforo e potássio são feitas baseadas nos teores obtidos na análise do solo e a aplicação de nitrogênio é feita considerando a produtividade esperada de frutos (CRISÓSTOMO et al., 2002). Além da adubação mineral, recomenda-se a adubação orgânica na forma de esterco de bovinos curtido e de cama de frangos, em doses equivalentes a 15 m^3 ha^{-1} (3 L m^{-1} linear) e 5 m^3 ha^{-1} (1 L m^{-1} linear), respectivamente (CRISÓSTOMO et al., 2002).

Dentre as cucurbitáceas o meloeiro é uma das plantas mais exigentes em relação aos aspectos nutricionais (FARIAS; FONTES, 2002). Os nutrientes mais exigidos pelo meloeiro são o nitrogênio (N) e o potássio (K), sendo que esses são responsáveis por mais de 80% do total de nutrientes extraídos pela planta (SILVA et al., 2000). O nitrogênio influencia no desenvolvimento do sistema radicular, na maturação dos frutos e na absorção de potássio pelo meloeiro (CRISÓSTOMO et al., 2002). Esse nutriente também tem papel importante na qualidade do fruto (BHELLA; WILCOX, 1986), pois influencia o percentual de suco, o conteúdo de sólidos solúveis, a acidez total e espessura da casca e o número de frutos de meloeiro (CRISÓSTOMO et al., 2002). Já a deficiência de nitrogênio, pode causar deformidades no meloeiro, aspecto fracamente reticulado, polpa mole e amarelo-clara, diferente do observado nos frutos sadios que apresentam formato arredondado ou ligeiramente oval, polpa de cor verde-mosqueada, amarelo-clara e polpa consistente (PINTO; SOUSA, 2002).

2.2 Nitrogênio no sistema solo-planta

O nitrogênio destaca-se pelas funções que exerce no sistema solo-planta: no solo é componente da matéria orgânica (STEVENSON, 1985); e na planta, participa da formação de aminoácidos que compõem a maioria das proteínas (CRAWFORD et al., 2000). É fundamental para a utilização de carboidratos na planta, além de estimular o crescimento e o desenvolvimento de folhas, caules e raízes e promover maior absorção de outros nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004). De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o suprimento de nitrogênio é o que resulta em maior aumento na produção das culturas.

O requerimento nutricional das plantas varia com a espécie, estágio de desenvolvimento e órgão vegetativo. Em geral, a concentração de nitrogênio pode variar de 20 a 50 g kg^{-1} de tecido vegetal seco (MARSCHNER, 2012).

A probabilidade de resposta da planta ao fornecimento de nutrientes está condicionada não somente à quantidade, mas também à forma e época de aplicação, com reflexos no desenvolvimento e, consequentemente, na produtividade. As espécies vegetais diferem entre si quanto a preferência pelas formas de N e sua absorção ocorre pelas formas inorgânicas: nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) (WILLIAN; MILLER, 2001). Entretanto, essas formas são encontradas em menor proporção no solo. Apesar de os teores de nitrogênio total na camada superficial de solos cultivados variarem entre 0,6 e 5 g dm^{-3}, aproximadamente 98% desse nutriente encontram-se na forma orgânica (BREMNER, 2002), não disponível para as plantas mas que pode ser mineralizada durante os cultivos por meio da hidrólise enzimática realizada pelos microrganismos do solo (CAMARGO; GIANELLO; VIDOR, 1997).

Em solos de regiões tropicais e subtropicais, o N-total é composto aproximadamente por 40% de material protéico, ou seja, proteínas, peptídeos e aminoácidos, de 5-6% da fração aminoaçúcar e 35% estão na forma de compostos nitrogenados heterocíclicos, incluindo as bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas). Esses compostos são adicionados ao solo por meio de resíduos animais e vegetais (SCHULTEN; SCHNITZER, 1998).

O processo de mineralização é responsável pela transformação do N-orgânico presente na matéria orgânica para as formas inorgânicas mais simples. A mineralização é um fenômeno biológico que passa por transformações, mudanças e renovações, sendo realizada por organismos heterotróficos, resultando com isso, na formação de matéria orgânica e biomassa microbiana (FRANZLUEBBERES; HONS; ZUBERER, 1994).

A imobilização é a retenção, na biomassa microbiana, do N-inorgânico liberado ao solo pelo processo de mineralização, ou seja, é a transformação do nitrogênio mineral em nitrogênio orgânico (MARQUES et al., 2000). Nesse processo os microrganismos incorporam o N-inorgânico disponível no solo em suas células. Quando esses organismos morrem, o N assimilado pode voltar a ser mineralizado ou ser incorporado às células de outros microrganismos, formando compostos nitrogenados mais complexos, os quais compõem a matéria orgânica dos solos (NOVAIS et al., 2007).

A mineralização e imobilização de N são processos que ocorrem conjuntamente no solo, porém em sentidos contrários. O balanço líquido entre esses processos é controlado por fatores como temperatura, umidade e textura do solo, as relações C/N,

C/P, C/S do resíduo, pH, qualidade do resíduo que está sendo decomposto pela biomassa microbiana e disponibilidade de N inorgânico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Perdas de nutrientes do solo ocorrem principalmente por meio da remoção pela colheita e pela erosão, entretanto, no caso específico do nitrogênio, incluem-se outros processos como a volatilização, a lixiviação e a desnitrificação. Essas perdas específicas de nitrogênio do solo são dependentes de características do solo, das práticas de manejo e das condições climáticas. Segundo Errebhi *et al.* (1998), a lixiviação é considerada uma das perdas mais significativas de nitrogênio, podendo ser afetada por fatores que determinam o teor de NO_3^- na solução do solo e o fluxo de água. O NO_3^-, devido à baixa interação química com os minerais do solo, fica sujeito à lixiviação para as camadas mais profundas, podendo atingir as águas superficiais e o lençol freático. Fatores como a quantidade de água que percola no perfil do solo, textura do solo, manejo e modo de aplicação dos adubos nitrogenados podem favorecer a lixiviação.

Segundo Lara Cabezas *et al.* (1997), o processo de volatilização consiste na perda de nitrogênio na forma de amônia para atmosfera. Essas perdas podem chegar a 50% quando a uréia é aplicada na superfície do solo sem incorporação (LARA CABEZAS *et al.*, 2000). O processo de volatilização é dependente do pH do solo, temperatura, umidade, quantidade e forma como é aplicada, além da taxa de evaporação da água, poder tampão, teor de matéria orgânica do solo, troca gasosa, dentre outros.

A desnitrificação pode ser definida como um processo de redução das formas nítricas para as intermediárias (NO e N_2O) e posteriormente, para N_2, sendo condicionada por microrganismos e em condições anóxicas. Esse processo depende de fatores como a concentração de oxigênio, a disponibilidade de N e de C, propriedades e manejo do solo e clima. O oxigênio é o regulador da desnitrificação e qualquer condição que afete a sua disponibilidade, como a precipitação, a textura, a drenagem e o manejo do solo, pode favorecer a ocorrência do processo. Outras propriedades do solo como pH e temperatura, que afetam a formação do NO_3^-, também favorecem o processo de desnitrificação (HOFSTRA; BOUWMAN, 2005).

2.3 Fracionamento do nitrogênio do solo

O uso da técnica de fracionamento do nitrogênio permite conhecer a distribuição das diversas formas desse elemento no solo. Embora seja de difícil execução, é mais rápida que os métodos tradicionais de incubação (tanto aeróbia quanto anaeróbia). A vantagem de se utilizar a técnica do fracionamento é que essa possibilita definir quais os reservatórios de nitrogênio do solo mais contribuem com o N-disponível para as plantas; permite detectar alterações na distribuição das frações causadas por mudanças de manejo do solo e, assim, concluir sobre os efeitos do manejo na disponibilidade de N e ajustar as doses recomendadas para as culturas.

O fracionamento químico do nitrogênio baseia-se, inicialmente, na obtenção do hidrolisado de solo por meio de tratamento com solução ácida (HCl 3 ou 6 mol L^{-1}), sob aquecimento, por várias horas. As frações identificáveis quimicamente no hidrolisado do solo são: N-total hidrolisável; N-NH_4^+ hidrolisável, que corresponde, em parte, ao nitrogênio orgânico do solo solúvel em ácido e o amônio fixado às argilas (STEVENSON, 1996); e N-aminoácidos e N-aminoaçúcares, que representam o compartimento biológico no qual se estabelecem os processos de imobilização e mineralização. A fração de N-insolúvel em ácido, obtida pela diferença entre o N-total e o N-total hidrolisável, corresponde à fração do nitrogênio resistente à hidrólise ácida, de natureza não protéica (SCHNITZER; HINDLE, 1981).

Em 18 solos dos EUA com teores de N-total de 0,61 a 3,49 g kg^{-1}, Mulvaney et al. (2001) verificaram em hidrolisados de solos, teores de N-aminoácidos, N-NH_4^+ e N-aminoaçúcares, variando de 70 a 908; 182 a 604 e 46 a 511 mg kg^{-1}, respectivamente. Em amostras de dez solos do Rio Grande do Sul, Camargo et al. (1997) observaram que 45,4% do N total foi insolúvel em meio ácido e as frações amônio, aminoaçúcares, aminoácidos e não-identificável corresponderam a 14,7; 4,2; 17,9 e 17,8% do N-total, respectivamente. Em 17 solos do estado de São Paulo, Kuhnen (2013) verificou a seguinte distribuição das frações em relação ao N-total: 14 a 38% na forma de N-NH_4^+ hidrolisável; 36 a 52% de N-(NH_4^+ + aminoaçúcares); 10 a 32% de N-aminoaçúcares; 26 a 46% de N-aminoácidos e 3 a 28% de N-não identificado.

Não há uma concordância sobre quais as frações de nitrogênio orgânico são mineralizadas e posteriormente contribuem para a nutrição das plantas. Mulvaney et al. (2001), relataram que solos que são não responsivos à fertilização nitrogenada

apresentavam teores de N-aminoçúcares de 33 a 1.000% superior aos responsivos. Observaram também que o aumento do nitrogênio inorgânico do solo foi associado ao decréscimo nos teores de N-aminoaçúcares, indicando que essa fração poderia ser mais lábil com relação às outras frações de nitrogênio orgânico. Lu et al. (2009) observaram que o $N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável foi a fração de nitrogênio orgânico que melhor estabeleceu relação com o N-mineralizável, obtidos tanto por incubação anaeróbica quanto aeróbica. As frações N-total hidrolisável, $N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável, N-aminoaçúcares e N-aminoácidos apresentaram coeficientes de correlação acima de 0,95 com o nitrogênio mineralizado obtido por incubação aeróbia, indicando que essas frações são possíveis fontes nitrogênio disponível (REDDY et al, 2003).

Além da utilização das frações orgânicas como reservatórios potenciais de nitrogênio para as plantas, essas podem ser empregadas como indicadores de qualidade do solo. De acordo com González-Prieto et al. (1997), as frações de nitrogênio orgânico facilmente hidrolisáveis (N-aminoácidos, N-aminoaçúcares e N-amida) são mais sensíveis na avaliação do impacto do manejo dos solos em relação ao N-total e podem ser utilizadas para diferenciar os estágios diferentes de degradação no solo.

2.4 Adubação mineral e orgânica

Se por um lado as recomendações de calagem e adubações com P e K são baseadas na análise química do solo, por outro lado, a definição de doses de fertilizantes nitrogenados é complexa devido ao fato desse nutriente ser controlado por fatores físicos, químicos e biológicos e afetados por condições climáticas difíceis de prever, o que dificulta a estimativa da contribuição do nitrogênio do solo para as plantas.

De modo geral, a recomendação da quantidade do nitrogênio a ser aplicada é feita com base na expectativa de produtividade e histórico da área (RAIJ et al., 1996) ou, ainda, com base na expectativa de produtividade, histórico da área e teores de matéria orgânica do solo (CANTARELLA, 2007). A recomendação baseada na estimativa de produção tem seus méritos, mas a sub ou superestimação da adubação é provável que ocorra, uma vez que a disponibilidade de nitrogênio no solo não é levada em consideração. A aplicação insuficiente de nitrogênio pode acarretar em prejuízos para o agricultor, enquanto que a adubação excessiva pode aumentar os riscos de

poluição ambiental (KHAN; MULVANEY; HOEFT, 2001), pois o ânion nitrato no solo fica sujeito à lixiviação.

A adubação orgânica tem sido uma alternativa economicamente e ambientalmente viável na agricultura, devido a ciclagem de nutrientes e do carbono no solo (SILVA; VILLAS-BOAS; SILVA, 2010). A adubação orgânica é uma importante fonte de nitrogênio em diversos sistemas agrícolas, sendo os estudos com os adubos orgânicos importantes para que haja melhor compreensão dos processos da mineralização e imobilização do nutriente (SÙRENSEN, 2001). O conhecimento da dinâmica da mineralização dos resíduos orgânicos permite prever a disponibilidade de nutrientes a curto e a longo prazo e evitar acúmulo de nitrogênio no solo que pode ficar sujeito às perdas por lixiviação do nitrato e por desnitrificação (CHADWICK et al., 2000).

Quando há fatores favoráveis como pH, umidade e temperatura, principalmente as fontes de energia que são as cadeias de carbono e os nutrientes, os microrganismos decompõem os materiais orgânicos adicionados aos solos e esse processo ocorre de forma mais rápida. A decomposição do material orgânico e a alta atividade microbiana aceleram o processo de mineralização e consequentemente, aumentam a disponibilidade de nutrientes para as plantas, sendo uma das características importante para um adubo orgânico (SEVERINO et al, 2004). No processo de formação da biomassa do solo, os microrganismos assimilam os compostos nitrogenados inorgânicos, os quais se incorporam nos aminoácidos que participarão na síntese de proteínas de suas células. Até a formação de aminoácidos, a produção de $N\text{-}NH_4^+$ exige uma série de transformações (CAMARGO et al, 2008).

Com a adoção de práticas como plantio direto, adubação verde, aplicação de resíduos agropecuários, cultivo de plantas de cobertura, dentre outras, espera-se alterações nos teores de C-total, N-total e nas frações do N-orgânico do solo. Galvão; Salcedo e Santos (2005), em solos do agreste do estado da Paraíba, observaram que os teores de C-total, N-total e de N-aminoaçúcares obedeceram a sequência: pastagem > capineira > roçado. A aplicação de fertilizante NPK associada ou não a de estercos de animais, na sucessão milho (*Zea mays*) - trigo (*Triticum aestivum*) - feijão caupi (*Vigna unguiculata*), resultou em aumento nos teores de $N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável, N-aminoácidos e N-aminoaçúcares do solo em relação ao tratamento-testemunha (SARAWAD; SINGH, 2005). A aplicação de dejetos de suínos por mais de 10 anos promoveu aumento do N-

orgânico nas formas N-NH_4^+, N-hexosamina, N- .-amino e N-amido de um Latossolo Vermelho Distroférrico, enquanto que o N-não identificado foi a forma predominante quando foram aplicados apenas fertilizantes minerais (GROHSKOPF, 2013). Segundo Ling-ling e Shu-tian (2014), com a aplicação de nove tipos de estercos de bovinos, frangos e suínos, a fração de N-aminoácido foi a principal fonte de mineralização de N-orgânico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (LIMA; OLIVEIRA; AQUINO, 2002). O clima da região é do tipo Aw (clima quente com temperatura do mês mais frio superior a 18ºC, verão chuvoso e inverno seco) pela classificação de Köppen (EMBRAPA, 2001), com pluviosidade média anual de 954,3 mm (FUNCEME, 2015). Antes da instalação do experimento, amostra de solo da profundidade de 0 a 20 cm foi coletada para a caracterização da área, conforme metodologias descritas em Silva et al. (2009) e Cantarella e Trivelin (2001a; 2001b), (TABELAS 1 e 2).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental

P	MO	pH_{H2O}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	H+Al	Al^{3+}	SB	CTC	V	M
mg dm^{-3}	g kg^{-1}		----------			$mmol_c\ dm^{-3}$ ----------					----- %	-----
29	8	6,2	1,4	22	13	2,8	9	0	39	48	82	0

Tabela 2 - Análise química do solo da área experimental

N-total	$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$	Zn	Cu	Fe	Mn
----------	mg kg^{-1}	----------	----------	mg dm^{-3}	----------	
1.082	30	33	0,4	0,1	8	8

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo os fertilizantes os tratamentos principais avaliados nas parcelas e as épocas de coleta o tratamento secundário avaliado nas subparcelas, com quatro repetições.

1. Adubação mineral;
2. Esterco de bovinos;
3. Esterco de bovinos + adubação mineral;
4. Cama de frangos;

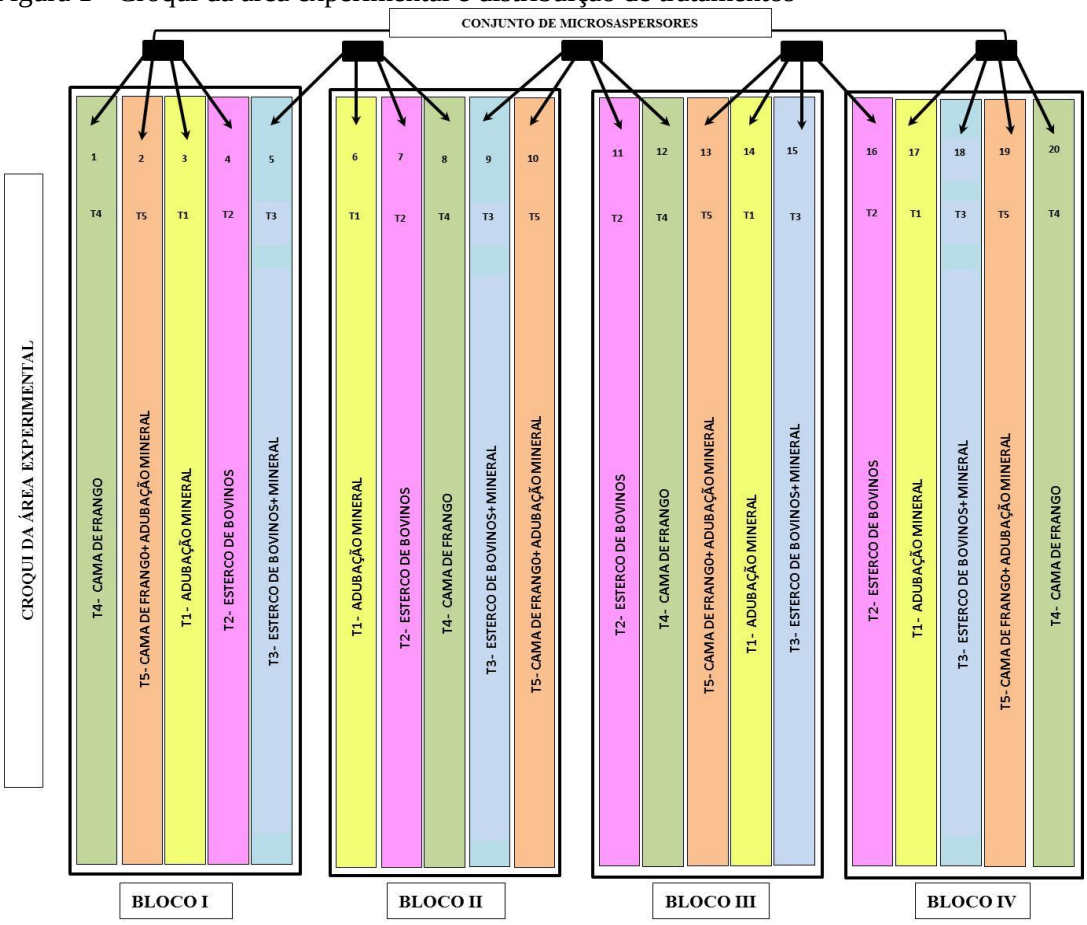
5. Cama de frangos + adubação mineral.

As amostras de solos foram coletadas em cinco épocas:

1. Antes do plantio das mudas de meloeiro;
2. No início da fase do florescimento;
3. No início da fase de frutificação;
4. Na fase de crescimento dos frutos;
5. Na época de colheita dos frutos.

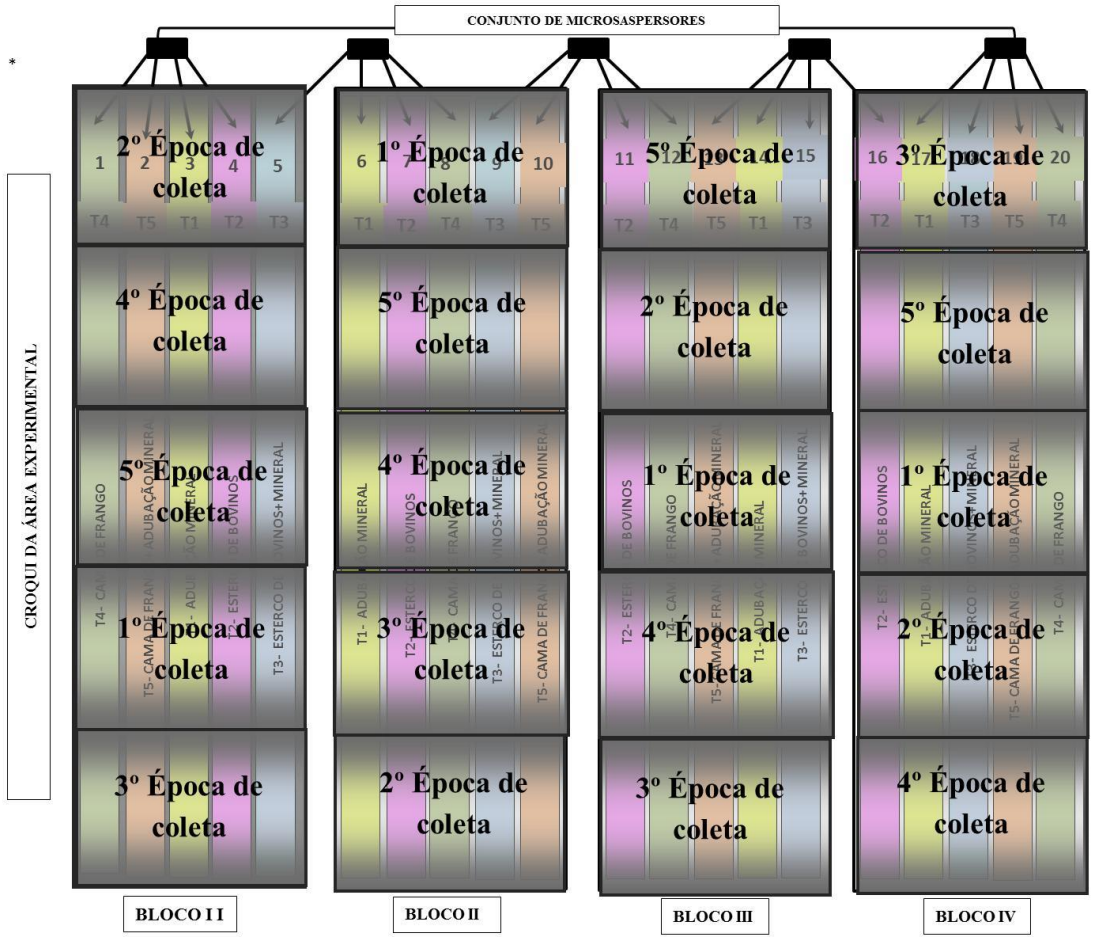
O esquema de distribuição dos tratamentos e das épocas de coleta das amostras de solos na área experimental encontram-se nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 - Croqui da área experimental e distribuição de tratamentos



Cada unidade experimental foi constituída por uma linha de 20 m de comprimento, com espaçamento de 0,50 m entre plantas, totalizando 40 plantas por parcela. O espaçamento entre as linhas de meloeiro foi de 2 m.

Figura 2 - Croqui da área experimental e distribuição das épocas de coleta de amostras de solo



3.3 Adubação

A adubação orgânica, na forma de esterco de bovinos curtido e de cama de frangos foi feita nas doses equivalentes a 15 m^3 ha^{-1} (3 L por m linear) e 5 m^3 ha^{-1} (1 L por m linear), respectivamente, conforme recomendação de Crisóstomo et al. (2002). Antes da aplicação, os adubos orgânicos foram caracterizados de acordo com metodologias descritas em Brasil (2007) e Carmo et al. (2009) (TABELA 3).

Tabela 3 - Análise química do esterco de bovinos (EB) e da cama de frangos (CF) utilizados no experimento

	C-org	N-total	$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3$	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn
	g kg^{-1}									mg kg^{-1}			
EB	155,9	12,6	0,8	1,5	3,8	13,5	9,9	6,9	2,2	39	7.859	93	661
CF	342,0	31,6	4,4	0,6	7,2	13,7	25,9	3,2	2,8	19	1.255	142	173

Na adubação mineral, o fósforo e o potássio foram aplicados com base nos resultados da análise do solo e o nitrogênio com base na produtividade esperada de 20 a 30 t ha^{-1} de frutos, conforme a recomendação para o meloeiro (CRISÓSTOMO et al, 2002). A quantidade de nitrogênio fornecida em cada tratamento pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de nitrogênio aplicado em cada tratamento

Adubação[1]	N via ureia	N via adubos orgânicos	N aplicado
	----------	kg ha^{-1} ----------	
AM	100	-	100
EB	-	143	143
EB + AM	100	143	243
CF	-	85	85
CF + AM	100	85	185

[1]AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB + AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).

3.4 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido do dia 13 de julho a 21 de setembro de 2015. Nesse período, observou-se precipitação de 7,2 mm no dia 17 de julho de 2015 (FUNCEME, 2015).

A área experimental foi preparada por meio de aração e gradagem e, em seguida, os canteiros foram levantados (0,2 m de altura e 0,5 m de largura). Nos tratamentos com adubação mineral (T1; T3 e T5), a adubação fosfatada foi feita no momento do preparo dos canteiros, enquanto que o nitrogênio e o potássio foram fornecidos diariamente por meio de fertirrigação. Foi adotada a recomendação de Crisóstomo et al. (2002) para o parcelamento das adubações de cobertura ao longo do desenvolvimento do meloeiro. As fontes de nutrientes utilizadas foram o superfosfato triplo, a uréia e o cloreto de potássio. Nos tratamentos com adubação orgânica (T2; T3; T4 e T5), o esterco de bovinos e a cama de frangos foram aplicados no momento do preparo dos canteiros.

A irrigação e/ou fertirrigação foi feita por meio de fita gotejadora com ½ polegada e vazão de 1,5 L por hora. O manejo da irrigação foi feito com base na estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão proposta por Miranda; Sousa e Ribeiro (1999).

Após a adubação fosfatada e/ou orgânica, os canteiros foram cobertos com lona de plástico Lonax®, com a superfície branca voltada para cima. Em seguida, o sistema de irrigação foi ligado para o umedecimento do solo. A aplicação dos adubos foi feita com 15 dias de antecedência do transplantio das mudas. Posteriormente, foram feitas aberturas na lona, próximas a cada gotejador, para o transplantio das mudas de meloeiro.

As mudas do híbrido Goldex F1 foram produzidas em bandejas de polietileno com capacidade para 200 células e preenchidas com o substrato comercial. As mudas foram transplantadas para o canteiro quando apresentaram duas folhas definitivas. Na ocasião do transplantio foi adicionada uma muda por abertura na lona.

A irrigação foi iniciada após o transplantio das mudas nos canteiros e nos tratamentos que receberam adubação mineral (T1; T3 e T5) e a fertirrigação foi feita dos 7 até aos 60 dias após o transplantio das mudas (DAT). As plantas que receberam exclusivamente adubos orgânicos (T2 e T4) foram irrigadas apenas com água. As parcelas que receberam adubação ou apenas água foram controladas por meio de abertura e fechamento de registro localizado no início de cada linha de irrigação. Na Figura 3 tem-se a vista geral do experimento em campo.

Figura 3 ±Vista geral do experimento em campo

Fonte: Autora

Durante a condução do experimento foram feitas capinas nas entrelinhas e o controle de pragas e doenças, conforme a recomendação para a cultura.

A colheita foi feita quando os frutos atingiram o ponto de maturação (coloração amarela intensa). Foram colhidos todos os frutos maduros de seis plantas por parcela. Os frutos foram pesados para a determinação da produção por parcela (kg parcela^{-1}) e posteriormente, foi feita a estimativa produtividade (em kg ha^{-1}).

Para o cálculo do aproveitamento dos adubos pelo meloeiro foi considerado o acúmulo de nitrogênio na planta inteira, obtido da quarta coleta, e a quantidade de nitrogênio aplicada em cada tratamento (TABELA 4), conforme a fórmula:

$$\text{Aproveitamento (\%)} = \frac{\text{quantidade de N acumulada}}{\text{quantidade de N aplicada}} \text{ x } 100$$

3.5 Amostragens

As amostras de solos foram coletadas nas subparcelas, sendo coletadas 10 amostras simples para a formação da amostra composta, na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras foram coletadas na região central das subparcelas e próximas aos gotejadores. Cada amostra composta de solo foi dividida em duas porções: uma acondicionada em gelo ainda em campo e posteriormente congelada em laboratório, e a outra seca, destorroada, homogeneizada e passada em peneira de 2 mm de abertura de malha.

Plantas inteiras foram coletadas em quatro épocas de coleta de solo: no início da fase do florescimento; no início da fase de frutificação; na fase de crescimento dos frutos e na época de colheita dos frutos. Em cada época, as plantas foram separadas em folhas, caule, flores, frutos e raízes e, posteriormente lavadas com solução de ácido clorídrico a 3% (v:v) e água desionizada para remoção dos resíduos de produtos fitossanitários. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65ºC até peso constante, em seguida foram pesadas para a obtenção da matéria seca de folhas, caule, flores, frutos e raízes. A parte aérea (folhas + caule + flores + frutos) e as raízes foram moídas em moinho do tipo Willey®.

Para avaliação do estado nutricional das plantas, na época do florescimento foi coletada a quarta folha completa (limbo + pecíolo) a partir do tufo apical de 20 plantas por parcela. Foram adotados os mesmos procedimentos de preparo de amostras de tecido vegetal descritos anteriormente.

3.6 Análises químicas

As amostras de solos congeladas foram utilizadas para a determinação do N-inorgânico ($N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$), conforme procedimentos descritos em Cantarella e Trivelin (2001a), enquanto que as amostras secas foram utilizadas para a determinação do N-total (CANTARELLA; TRIVELIN, 2001b) e para o fracionamento do nitrogênio orgânico do solo (STEVENSON, 1996).

As frações N-total hidrolisável, $N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável, N-aminoácidos e N-aminoaçúcares foram determinadas no hidrolisado de solo, conforme os procedimentos descritos a seguir, e expressos em mg kg^{-1} de solo seco.

a) **Obtenção do hidrolisado de solo**

O hidrolisado de solo foi preparado conforme procedimentos descritos em Stevenson (1996). Em erlenmeyer de 125 mL foram adicionados 5 g de solo moído (< 150 µm), 20 mL de solução de HCl 6 mol L^{-1} e duas gotas de álcool octil. A mistura foi aquecida em banho de areia à temperatura de 110-120ºC sob refluxo por 12 horas. Após o resfriamento, o sobrenadante foi filtrado utilizando papel de filtro faixa preta e coletado em erlenmeyer com capacidade de 100 mL. O decantado foi lavado com água desionizada, com objetivo de remover a solução ácida, sendo esse procedimento repetido de três a quatro vezes. O hidrolisado foi preparado em duplicata e o extrato e a solução de lavagem foram colocados em recipientes de plástico com capacidade para 100 mL. O preparo de duplicatas foi adotado para trabalhar com quantidades pequenas de solo durante a hidrólise e manter a eficiência do processo, além de possibilitar a obtenção de volume de hidrolisado suficiente para determinação das quatro frações. Após a obtenção do extrato, este foi neutralizado com solução de NaOH 15 mol L^{-1}, gota a gota, em banho de gelo, para a obtenção de pH entre 6,5 e 6,8. Após a

neutralização, o hidrolisado foi transferido quantitativamente para balão volumétrico com capacidade para 100 mL e o volume foi completado com água desionizada.

b) **Determinação das frações de N no hidrolisado ácido:**

- **N-total hidrolisável (N-total H)**: em tubo de digestão foram adicionados 5 mL de hidrolisado neutralizado de solo, 0,5 g de mistura de K_2SO_4 e $CuSO_4.5H_2O$ e 2 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos foram colocados em bloco de digestão e submetidos a aquecimento para a evaporação até o clareamento da amostra. Após o resfriamento, foram adicionados 10 mL de água desionizada e o conteúdo foi transferido para tubo de destilação, aos quais foram acrescentados 10 mL de solução de NaOH 10 mol L^{-1}, seguindo-se destilação por aproximadamente 4 minutos. O destilado foi recebido em béquer de 100 mL contendo 10 mL da solução de H_3BO_3 + indicadores. A destilação foi feita até atingir cerca de 35 mL. O $N\text{-}NH_4^+$ adsorvido pela solução de H_3BO_3 + indicadores foi titulado com H_2SO_4 0,0025 mol L^{-1}, até viragem da cor verde para rosa.

- **N-aminoácidos (N-aa)**: em tubo de digestão foram adicionados 5 mL de hidrolisado neutralizado de solo e 1 mL de solução de NaOH 0,5 mol L^{-1}. A amostra foi evaporada em banho-maria até atingir volume de 2 a 3 mL. Após o resfriamento foram adicionados 500 mg de ácido cítrico e 100 mg de ninhidrina. O tubo de digestão foi colocado novamente em banho-maria e mantido por 1 minuto. Em seguida, o tubo foi agitado por alguns segundos sem a sua remoção completa do banho-maria e mantido em aquecimento por mais 9 minutos. O tubo foi retirado do banho-maria, resfriado e a seguir, adicionaram-se 10 mL de tampão fosfato-borato, 10 mL de água desionizada e 1 mL de solução de NaOH 5 mol L^{-1}. A destilação e a determinação do $N\text{-}NH_4^+$ no destilado seguiram os procedimentos descritos para o N-total hidrolisável.

- **$N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável (N-NH_4 H):** 10 mL do hidrolisado neutralizado foram transferidos para tubo de destilação e em seguida, adicionou-se aproximadamente 0,07 g de MgO e procedeu-se a destilação. A determinação do $N\text{-}NH_4^+$ no destilado seguiu o procedimento descrito para o N-total hidrolisável.

- **N-NH_4^+ hidrolisável + N-aminoaçúcares (N-NH_4 H + N-aaç):** 10 mL do hidrolisado neutralizado foram transferidos para tubo de destilação e adicionados 10 mL do tampão fosfato-borato, com posterior destilação da amostra. A determinação do N-NH_4^+ no destilado seguiu o procedimento descrito para o N-total hidrolisável. O N-aminoaçúcares (N-aac) foi calculado pela fórmula:

$$\text{N-aac} = (\text{N-NH}_4\text{ H} + \text{N-aaç}) \pm \text{N-NH}_4\text{ H}$$

- **N-não identificado (N-NI):** foi calculado por meio da seguinte fórmula: N-NI = N- W R W D-NH_4^+ + ÅÅ1 D D -aaç1

- **N-insolúvel em ácido (N-I):** foi obtida por meio de cálculo:

$$\text{N-I} = \text{N-total} \pm \text{N-total H}$$

As amostras de plantas (parte aérea + raízes) obtidas na época de coleta de solos foram submetidas à digestão sulfúrica para determinação de N-total, conforme procedimentos descritos em Miyazawa et al. (2009). Amostras de tecidos vegetal coletadas para avaliação do estado nutricional foram submetidas às digestões sulfúrica e nítrica-perclórica e à incineração em mufla, para a determinação das concentrações totais de macro e micronutrientes, conforme procedimentos descritos em Miyazawa et al. (2009).

3.7 Análises estatísticas

As formas de N do solo, a produção de matéria seca, a concentração de macro e micronutrientes nas folhas, o acúmulo de N no meloeiro (parte aérea + raízes) e a produtividade de frutos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio de teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As formas de N em função dos tratamentos e da época de coleta do solo foram comparadas por meio de ajustes aos modelos de regressão polinomial. O acúmulo de N no meloeiro e as frações de N no solo foram correlacionados entre si e obtidos os coeficientes de correlação de Pearson.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento e produtividade de meloeiro

A produção de matéria seca de folhas, caule, flores, frutos, parte aérea e de raízes de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica e da época de coleta estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Produção de matéria seca de folhas, caule, flores, frutos, parte aérea e de raízes de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica e da época de coleta

Tratamentos		Produção de matéria seca					
		Folhas	Caule	Flores	Frutos	Parte aérea	Raízes
		g por planta					
Adubação[1]	AM	36,2	24,9	0,55 ab[3]	109,7	171,4	0,47 ab
	EB	30,4	25,7	0,75 a	130,4	187,2	0,42 b
	EB + AM	33,5	27,4	0,54 ab	107,9	169,3	0,50 ab
	CF	33,5	26,1	0,46 b	128,3	188,4	0,43 b
	CF + AM	33,3	26,2	0,37 b	123,7	183,5	0,59 a
Época[2]	I	7,1 d	4,6 d	0,07 c	-	11,8 d	0,20 c
	II	26,5 c	19,0 c	0,40 b	11,3 c	57,2 c	0,48 b
	III	43,9 b	31,3 b	0,73 a	108,9 b	184,8 b	0,54 b
	IV	56,0 a	49,3 a	0,94 a	359,8 a	466,1 a	0,70 a
		Teste F[4]					
Blocos		0,792^{ns}	0,267^{ns}	2,301^{ns}	0,422^{ns}	0,489^{ns}	0,832^{ns}
Adubação (A)		0,976^{ns}	0,245^{ns}	5,974**	1,564^{ns}	0,690^{ns}	4,607*
Época (E)		109,861**	193,467**	23,624**	507,931**	556,068**	80,900**
A x E		0,751^{ns}	0,659^{ns}	1,274^{ns}	1,619^{ns}	0,878^{ns}	1,060^{ns}
C. V. (%) Adubação		24,88	27,97	43,70	24,31	24,14	25,62
C. V. (%) Época		27,23	23,39	65,81	22,30	21,53	21,77

[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).

[2] Época: I (início do florescimento, 21 dias após o transplantio, DAT); II (início da frutificação, 30 DAT); III (crescimento dos frutos, 39 DAT) e IV (colheita dos frutos, 63 DAT).

[3] Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

[4] ^{ns}; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A quantidade de nitrogênio aplicada variou de 85 a 243 kg ha^{-1} (TABELA 4), para os tratamentos cama de frangos (CF) e esterco de bovinos + adubação mineral (EB

+ AM), respectivamente. Entretanto, as adubações não influenciaram a produção de matéria seca de folhas, caules, frutos e da parte aérea do meloeiro. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2009) verificaram que o aumento das doses de nitrogênio e potássio por meio de fertirrigação resultaram em incremento no desenvolvimento vegetativo de meloeiro do tipo Gália, em detrimento da massa seca de frutos. Temotéo *et al.* (2010), avaliando a influência da adubação nitrogenada na produção de massa seca da parte aérea do meloeiro, verificaram que a deficiência de nitrogênio causou diminuição na matéria seca e no acúmulo desse nutriente pela cultura. Tomaz *et al.* (2008) verificaram em experimento com meloeiro ³ S H O H - d o - s a p o ´ T X H F R P G R V H V G H u Q L W U R J r
superiores a 91 kg ha^{-1}, as plantas apresentaram o mesmo índice de área foliar enquanto que na massa seca da parte aérea, não foram verificadas diferenças com a aplicação do nitrogênio.

A aplicação de esterco de bovinos (EB) aumentou a produção de matéria seca de flores em relação à cama de frangos, associada ou não à adubação mineral. Entretanto essa maior produção não resultou em incremento na matéria seca de frutos (TABELA 5). Ainda, não foram verificadas correlações entre a produção de matéria seca de flores e o número de frutos maduros por planta (r = 0,220^{ns}) e com a matéria fresca de frutos maduros (r = 0,065^{ns}) (TABELA 6).

Tabela 6 - Correlação entre matéria seca de flores e número de frutos maduros por planta e matéria fresca de frutos maduros de meloeiro

	Nº de frutos maduros por planta	Matéria fresca de frutos maduros
Matéria seca de flores	0,220^{ns}	0,065^{ns}

^{ns}: Não significativo.

Em estudo para verificar os efeitos da adubação mineral e orgânica nos rendimentos e potenciais produtivos de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* cv. Caserta), Rech *et al.* (2006) verificaram menor produção de frutos por plantas em relação ao número de flores por plantas. Os autores observaram que a cada cinco flores produzidas pela abobrinha, gerou-se 1,5 frutos por planta, afirmando que nem todas as flores foram convertidas em frutos. Segundo Monteiro e Mexia (1988), a fase em que os frutos abortam varia muito, podendo ocorrer entre o quinto e o décimo quinto dia após a antese. Esse processo de crescimento do fruto é bastante intenso,

ocorrendo dessa forma competição e consequentemente o abortamento dos outros frutos que já estavam fixos.

Por outro lado, a maior produção de matéria seca de raízes foi obtida com a aplicação da associação de cama de frangos e adubação mineral (CF + AM), em comparação com a aplicação isolada de esterco de bovinos e cama de frangos. Os tratamentos que receberam adubação mineral por meio de fertirrigação (AM; EB + AM e CF + AM) não diferiram entre si na produção de matéria seca de raízes, o que corrobora com a afirmação de Bredemeier e Mundstock (2000) de que o aumento na produção de matéria seca de raízes no meloeiro Goldex F1 pode ser explicada pela disponibilidade de nitrogênio no solo. Ressalta-se que, para os tratamentos que receberam apenas adubos orgânicos (EB e CF), a maior parte do nitrogênio encontrava-se na forma orgânica e por isso, a disponibilidade de nitrogênio para as plantas estava condicionada ao processo de mineralização.

Como esperado, houve incremento na produção de matéria seca de folhas, caule, flores, frutos, parte aérea e de raízes do meloeiro Goldex F1 com o aumento do desenvolvimento das plantas. A produção de matéria seca de frutos, que correspondia a 20,6% do total de matéria seca da parte aérea na época II (início da frutificação) passou para 76,5% na ocasião da colheita dos frutos, confirmando que esse órgão é o principal dreno de assimilados da planta (COSTA *et al.*, 2006). O mesmo foi encontrado por Belfort *et al.* (1986), em trabalho no qual as concentrações dos nutrientes requeridos pelo meloeiro variaram de acordo com a época de desenvolvimento da planta e o órgão considerado. Oliveira *et al.* (2008), Silva Junior *et al.* (2006), Morais *et al.* (2004) e Souza *et al.* (2003) verificaram a mesma tendência, ou seja, observaram um desenvolvimento lento no início do ciclo, com posterior intensificação, até atingir um período de rápido acúmulo de matéria seca.

Alguns autores como Lima (2001); Duarte (2002) e Oliveira *et al.* (2008), em trabalhos com meloeiro, constataram que a maior proporção de matéria seca da parte aérea era proveniente dos frutos. Para Huett e Dettman (1991), o nitrogênio, por ser requerido pela planta em maiores quantidades, tem efeito direto nos processos fisiológicos da mesma, nas relações fonte-dreno e tem função de alterar a distribuição de assimilados das partes reprodutivas e vegetativas.

Observa-se na Tabela 7, que as concentrações de macronutrientes em folhas de meloeiro Goldex F1 não foram influenciadas pela adubação mineral e/ou orgânica. As

concentrações de macronutrientes nas folhas do meloeiro ficaram dentro das faixas adequadas propostas por Silva (1999). Durante toda a condução do experimento não foram verificados sintomas de deficiências de macro e micronutrientes, indicando que o desenvolvimento vegetativo e a produção de frutos não foram limitados por nenhum nutriente ou influenciados pelo manejo da adubação adotada.

Tabela 7 - Concentração de macronutrientes em folhas de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica

Adubação[1]	N	P	K	Ca	Mg	S
	----------			g kg^{-1} ----------		
AM	44,7	6,0	32,6	25,9	13,0	3,6
EB	45,9	6,4	31,5	26,1	13,4	3,4
EB + AM	46,2	6,6	31,8	26,6	13,2	3,7
CF	46,5	6,6	33,0	26,2	12,9	3,7
CF + AM	46,5	6,5	32,0	26,6	12,2	3,3
			Teste F[2]			
Blocos	0,392^{ns}	0,215^{ns}	0,085^{ns}	0,036^{ns}	0,479^{ns}	8,119**
Adubação	0,261^{ns}	1,072^{ns}	0,134^{ns}	0,071^{ns}	0,362^{ns}	1,926^{ns}
C. V. (%)	6,57	7,20	10,48	8,70	12,37	7,26

[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).
[2] ^{ns} e **: Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

O nitrogênio e potássio foram os nutrientes encontrados em maior concentração nas folhas, confirmando o relato feito por Silva *et al.* (2000), seguidos pelo cálcio, magnésio, fósforo e do enxofre. Silva Júnior *et al.* (2006) observaram que a parte vegetativa da planta (ramos e folhas) acumulou 58% dos nutrientes extraídos pelo meloeiro ³ S H O H O ´ , V V R S R G H V H U H [S O L F D G R S H O R I D W R requerer muitos nutrientes no início do ciclo da cultura, sendo a sequência de nutrientes extraída pelo meloeiro ³ S H O H O ´ Q D R U G H P . ! & D ! 1 ! 3 ! 0J 3 D U D (1999), a sequência de extração foi: Ca > K > N > Mg > P. Por outro lado, Lima (2001), em experimento com híbridos de meloeiro, encontrou uma sequência semelhante ao que foi encontrado no presente estudo, que foi na ordem de: N > K > Ca > P > Mg.

Com base nessas informações pode-se dizer que os nutrientes mais requeridos pelo meloeiro são o nitrogênio, o potássio e o cálcio e a exigência varia com a cultivar e as condições locais. Kano *et al.* (2010) para a parte aérea (caule + ramos + folhas + frutos + flores) das plantas do meloeiro rendilhado, observaram acúmulo dos

macronutrientes na seguinte ordem: K > Ca > N > Mg > S > P. Aguiar Neto et al. (2014), para os dois híbridos de melão Iracema e Gran Prix, pertencentes aos grupos amarelo e pele-de-sapo, respectivamente, observaram a seguinte ordem de acúmulo de nutrientes: K > N > P > Ca > Mg.

As concentrações dos micronutrientes nas folhas de meloeiro Goldex F1 também não foram influenciadas pela adubação mineral e/ou orgânica (TABELA 8). Assim como para as concentrações de macronutrientes, os valores de micronutrientes encontram-se dentro dos níveis adequados segundo Silva (1999) e não foram verificados sintomas de deficiência durante o ciclo da cultura. O ferro foi o micronutriente encontrado em maior concentração nas folhas do meloeiro, seguido pelo zinco, manganês, boro e cobre. Belfort et al. (1986), em experimento com meloeiro cultivar Valenciano (CAC) também encontraram maior concentração de ferro nas folhas do meloeiro, seguido pelo cobre, manganês, zinco e boro. Por outro lado, Prata (1999) encontrou a seguinte ordem para os teores de micronutrientes em folhas de meloeiro: Fe > Mn > Zn > Cu. Kano et al. (2010) para a parte aérea (caule + ramos + folhas + frutos + flores) das plantas do meloeiro rendilhado, observaram acúmulo dos micronutrientes na seguinte ordem: Fe > Mn > Zn > Cu > B.

Tabela 8 - Concentração de micronutrientes em folhas de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica

Adubação[1]	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	----------		mg kg^{-1}	----------	
AM	15	78	52	48	27
EB	16	81	56	56	26
EB + AM	16	80	60	60	26
CF	17	80	60	58	31
CF + AM	19	85	65	56	27
			Teste F[2]		
Blocos	7,223**	4,428*	2,471^{ns}	0,260^{ns}	3,876*
Adubação	1,013^{ns}	1,083^{ns}	1,967^{ns}	0,950^{ns}	0,734^{ns}
C. V. (%)	19,86	6,89	11,64	16,66	15,78

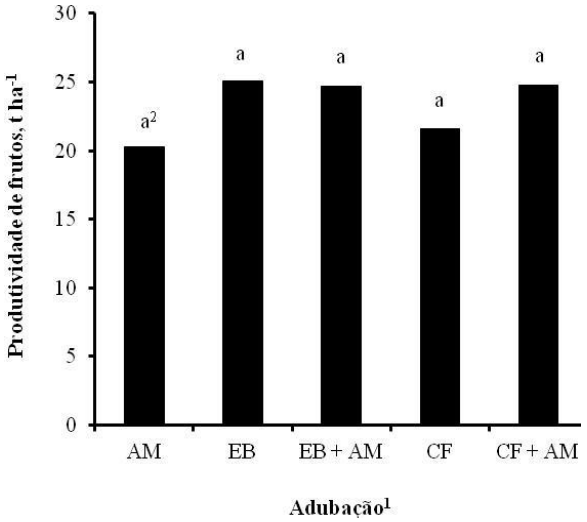
[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).
[2] ns; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Considerando a produtividade esperada de 20 a 30 t ha^{-1}, utilizada para a definição da dose de adubo nitrogenado a ser aplicada, todos os tratamentos

apresentaram produtividade dentro dessa faixa, independentemente da adubação empregada (FIGURA 4). Apesar da variação de 20,3 a 25,1 t ha^{-1} de frutos, obtida com a AM e EB, respectivamente, não foram verificados efeitos significativos da adubação.

Embora Crisóstomo *et al.* (2002) recomendem a aplicação de 80 a 120 kg ha^{-1} de N para a cultura do meloeiro, quantidade essa dependente da produtividade esperada de frutos, diversos estudos indicam resposta do meloeiro a doses superiores as recomendadas. Em experimento em ambiente protegido, Queiroga *et al.* (2007) verificaram para a cultivar Torreon (grupo Cantalupensis), produtividade total e comercial de frutos de 46,50 e 43,73 t ha^{-1} respectivamente, com a aplicação de doses de nitrogênio que variavam de 337 a 359 kg ha^{-1}. Já Coelho *et al.* (2003), com a dose de 344 kg ha^{-1}de N, obtiveram a máxima produção de frutos comerciais de melão. Em região árida, Pier e Doerge, (1995) obtiveram a máxima produção de melancia (Citrullus lanatus) com doses de N variando de 220 a 300 kg ha^{-1}. A aplicação de 100 a 160 kg ha^{-1} de nitrogênio associada a 370 kg ha^{-1} de K_2O via fertirrigação proporcionou produtividade comercial de meloeiro variando de 45,4 a 48,1 t ha^{-1} (Sousa *et al.*, 2005).

Figura 4 - Produtividade de frutos de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica



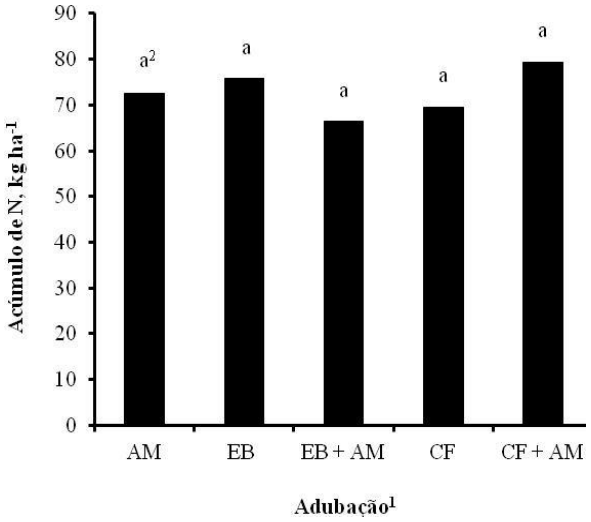
[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).
[2] Médias seguidas de mesma não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o acúmulo de nitrogênio em plantas de meloeiro Goldex F1 não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com adubação mineral, estercos de bovinos, esterco de bovinos + adubação mineral, cama de frangos e cama de

frangos + adubação mineral (FIGURA 5). Os valores de acúmulo de nitrogênio nas plantas de meloeiro variaram de 66,4 a 79,4 kg ha^{-1}, que corresponderam aos tratamentos com EB + AM e CF + AM, e doses aplicadas de N de 243 kg ha^{-1} e 185 kg ha^{-1}, respectivamente.

Oliveira et al. (2009) verificaram que os maiores acúmulos de nitrogênio na parte vegetativa da planta foi na dose de 126 kg ha^{-1}, em experimento com lâminas de irrigação. Silva et al. (2012), com a aplicação via fertirrigação de 120 kg ha^{-1} de nitrogênio em melancieira obtiveram o máximo de acúmulo de nitrogênio de 77,8 e de 67 kg ha^{-1} para a cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente. Temotéo et al. (2012) verificaram que as doses de nitrogênio de 91 a 180 kg ha^{-1} foram responsáveis pelos maiores acúmulos de N durante o ciclo do meloeiro ³ S H O H ´ $ J X L D et al. H W R (2014) observaram em experimento com híbridos de meloeiro em locais diferentes, que o acúmulo de nitrogênio na parte aérea foi crescente, sendo que o máximo estimado variou de acordo com híbrido e o experimento. O meloeiro é capaz de acumular grandes quantidades de matéria seca em relação às outras culturas, porém necessita de quantidades suficientes de nutrientes para completar o seu ciclo (SILVA JÚNIOR et al., 2006).

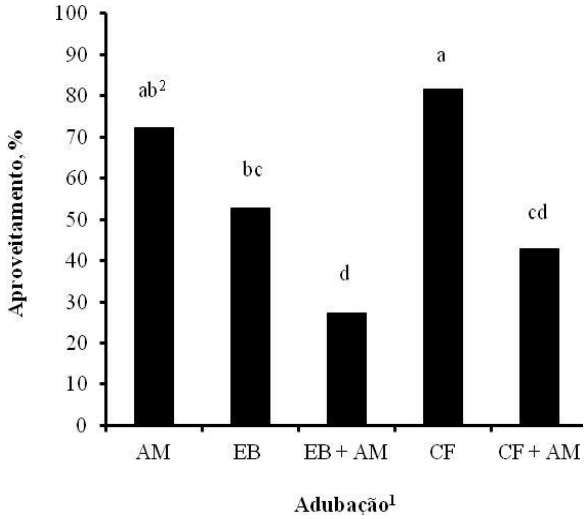
Figura 5 - Acúmulo de N em meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica



[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).
[2] Médias seguidas de mesma não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aproveitamento pelo meloeiro do nitrogênio aplicado variou de 27,3 a 81,6% para os tratamentos EB + AM e CF (FIGURA 6), respectivamente, sendo esses os que receberam a maior (243 kg ha^{-1}) e a menor (85 kg ha^{-1}) quantidade do nutriente. Ressalta-se que não foram consideradas as contribuições do nitrogênio nativo do solo para a absorção do nutriente pela planta e por isso, os valores do aproveitamento do nitrogênio na Figura 6 podem estar superestimados. Essa contribuição pode ser considerável, pois em condições de laboratório e em experimento de longa duração, Yagi et al. (2009) estimaram que o nitrogênio potencialmente mineralizável médio de 22 solos foi de 16,5% do N-total, o que corresponderia, na camada de 0 a 20 cm de um hectare, um potencial de fornecimento de 479 kg ha^{-1} de N.

Figura 6 - Aproveitamento do nitrogênio aplicado pelo meloeiro, em função da adubação mineral e/ou orgânica



[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).
[2] Médias seguidas de mesma não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O baixo aproveitamento do nitrogênio pelo meloeiro com a aplicação de EB + AM indica três possíveis destinos do nutriente: acúmulo no solo tanto na forma orgânica quanto inorgânica e perdas nas formas de lixiviação do $N\text{-}NO_3^-$ e desnitrificação.

Na Tabela 9 observa-se que os tratamentos que receberam esterco de bovinos, associados ou não à aplicação de ureia, apresentaram maiores teores de N-total e de N-orgânico comparado com o que recebeu apenas adubação mineral, indicando acúmulo do nitrogênio nessas formas. A baixa disponibilidade de $N\text{-}NH_4^+$ e de $N\text{-}NO_3^-$, em todos os tratamentos, com valor médio de N-inorgânico correspondente a 2,7% do N-total, corrobora com a hipótese de acúmulo na forma de N-orgânico.

Além disso, a baixa disponibilidade de $N\text{-}NO_3^-$ após o cultivo do meloeiro, aliada à irrigação por gotejamento utilizada no experimento, torna a lixiviação do ânion pouco provável de ter acontecido. Da mesma forma, o processo de desnitrificação, que é a utilização do nitrato ou nitrito como aceptores de elétrons no lugar do oxigênio e com formação de N_2 e N_2O (WIESMAN, 1994), pode não ter sido a principal causa do baixo aproveitamento do nitrogênio aplicado. Em experimento com meloeiro, no mesmo local de instalação do presente estudo e adotando manejo semelhante (adubação orgânica no plantio e nitrogenada em cobertura via fertirrigação), Silva (2015) verificou que o fator de emissão do óxido nitroso da cultura sob sistema de mulching foi de apenas 0,24%, o que significaria um valor quatro vezes menor do que o 1% sugerido pelo IPCC (2006).

Tabela 9 - Teores de N-total, N-orgânico, $N\text{-}NH_4^+$ e de $N\text{-}NO_3^-$ em Argissolo Vermelho Amarelo após o cultivo de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica

Adubação[1]	N-total	N-orgânico	$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$
	----------	mg kg^{-1} ----------		
AM	820 c[2]	785 c	26 a	10
EB	1.108 a	1.087 a	11 b	10
EB + AM	1.022 ab	1.004 ab	13 b	5
CF	884 bc	858 bc	16 ab	10
CF + AM	849 bc	827 bc	14 b	9
		Teste F[3]		
Blocos	0,859^{ns}	1,076^{ns}	5,486*	2,065^{ns}
Adubação	7,708**	8,596**	5,915**	2,326^{ns}
C. V. (%)	9,47	9,59	29,62	34,38

[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).
[2] Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
[3] ^{ns}; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

4.2 Formas de nitrogênio no solo

As formas de nitrogênio no solo ao longo do desenvolvimento do meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica e da época de amostragem, estão apresentadas na Tabela 10. A aplicação de nitrogênio na forma de uréia, associada ou não a adubos orgânicos (esterco de bovinos e cama de frangos) influenciou os teores

de N-total, N-orgânico, N-total hidrolisável, N-NH_4 hidrolisável, N-aminoácidos e N-aminoaçúcares.

Tabela 10 - Formas de nitrogênio no solo ao longo do desenvolvimento de plantas de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica e da época de amostragem

		Formas de nitrogênio no solo[1]							
		N-total	N-org	N-total H	$N\text{-}NH_4^+$ H	N-aa	N-aaç	N-NI	N-insol
		mg kg^{-1}							
Adubação[2]	AM	951 b[4]	898 b	468 b	70 b	118 c	38 ab	249	483
	EB	1.174 a	1108 a	542 a	91 a	159 a	32 b	259	631
	EB + AM	1.127 ab	1060 ab	521 ab	84 a	128 bc	48 a	256	605
	CF	967 ab	891 b	465 b	83 a	142 ab	32 b	216	503
	CF + AM	1.000 ab	903 b	481 ab	90 a	147 ab	30 b	214	519
Época[3]	I	1.082	943	482	81	94	23	266	600
	II	1.098	1.021	413	70	116	41	187	686
	III	1.081	1.016	503	99	180	30	208	578
	IV	1.020	968	527	81	163	39	249	501
	V	937	912	554	88	141	48	283	396
		Teste F[5]							
Blocos		$0,477^{ns}$	$0,911^{ns}$	$1,736^{ns}$	9,798**	$1,016^{ns}$	$2,194^{ns}$	$0,535^{ns}$	$0,147^{ns}$
Adubação (A)		4,403*	5,634**	4,872*	12,116**	10,602**	10,062**	$1,771^{ns}$	$1,760^{ns}$
Época (E)		10,058**	4,854**	10,404**	13,895**	36,192**	14,193**	5,595**	22,134**
A x E		$0,565^{ns}$	$0,336^{ns}$	$0,844^{ns}$	2,236*	2,434**	$1,425^{ns}$	$0,846^{ns}$	$0,773^{ns}$
C. V. (%) Adubação		20,42	20,11	14,11	12,83	15,87	28,06	30,84	37,35
C. V. (%) Época		9,03	9,76	15,00	15,11	18,60	32,26	31,67	18,82

[1] Formas de nitrogênio no solo: N-total; N-org (N-orgânico); N-total H (N-total hidrolisável); $N\text{-}NH_4^+$ H ($N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável); N-aa (N-aminoácidos); N-aaç (N-aminoaçúcares); N-NI (N-não identificado) e N-insol (N-insolúvel em ácido).

[2] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).

[3] Época: I (momento do plantio); II (início do florescimento, 21 dias após o transplantio, DAT); III (início da frutificação, 30 DAT); IV (crescimento dos frutos, 39 DAT) e V (colheita dos frutos, 63 DAT).

[4] Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

[5] ns; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

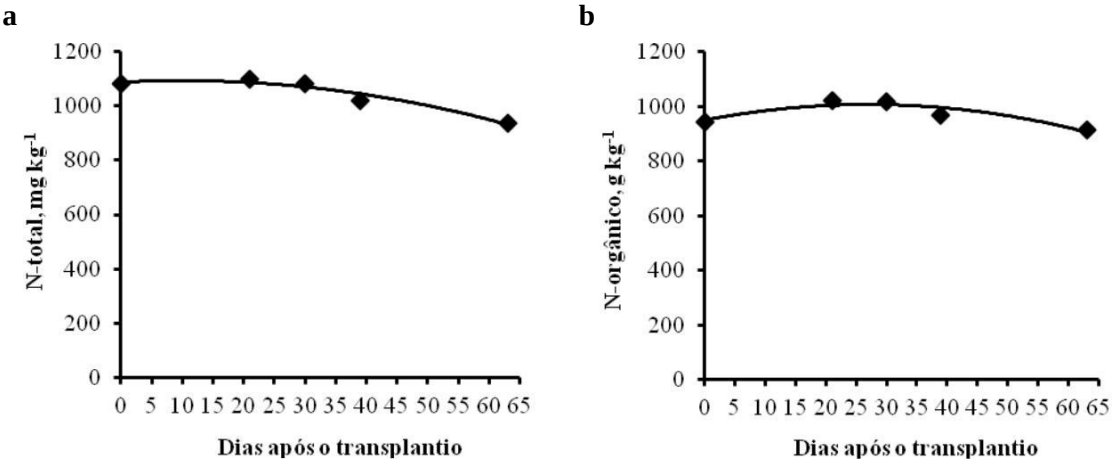
A aplicação de esterco de bovinos aumentou em 223 mg kg^{-1} o teor de N-total em relação à adubação mineral. Para a época de coleta de solos, houve aumento nos teores do N-total até o 9º dia, seguida de diminuição durante o ciclo de desenvolvimento do meloeiro (FIGURA 7a). O aumento no teor de N-total pode ser justificado pelo início da fertirrigação, sete dias após o transplantio das mudas de meloeiro. Já a diminuição do N-total está relacionada com a absorção de nitrogênio inorgânico pela planta.

A aplicação do esterco de bovinos aumentou o teor de N-orgânico (N-org) em relação à adubação mineral e a cama de frangos isolada ou associada ao adubo mineral (TABELA 10). Dentre as frações de nitrogênio do solo, essa fração apresentou maior proporção em relação ao N-total, variando de 90,3 a 94,4%, valores esses abaixo dos

95% relatados por Bremner (1996) e encontrados em solos agrícolas. A maior parte do nitrogênio dos resíduos de origem urbana, industrial e da agropecuária encontra-se na forma orgânica, podendo ser subdividido em compartimento facilmente mineralizável, tornando-se disponível para a absorção pelas plantas no ano de aplicação e em compartimento mais resistente, com taxa de mineralização próxima da matéria orgânica nativa do solo (HAWKE; SUMMERS, 2006).

A predominância da fração N-org implica que sua liberação para as plantas será dependente da labilidade de cada forma em que esse nitrogênio se encontra no solo. A quantidade de nitrogênio do solo mineralizada em um dado período depende da temperatura, disponibilidade de água, oxigênio, pH, quantidade e composição do resíduo e teores de outros nutrientes (STANFORD; SMITH, 1972).

Figura 7 - Teores de N-total (7a) e N-orgânico (N-org, 7b) em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1



N-total = -0,0574D^2 + 1,1404D + 1087,27 (R^2 = 0,9489**) N-org = -0,0775D^2 + 4,1904D + 949,47 (R^2 = 0,8580**)

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O teor de N-org do solo ajustou-se ao modelo quadrático, ou seja, houve aumento desse teor até os 27 dias de cultivo do meloeiro Goldex F1, seguido de sua diminuição (FIGURA 7b). O aumento no teor de N-org no início do cultivo do meloeiro pode estar relacionado com possível processo de imobilização temporária do nitrogênio do solo. Por outro lado, a diminuição N-org do solo se deve ao processo de mineralização, ou seja, a transformação de parte das formas orgânicas em N-NO_3^- e N-NH_4^+ por microrganismos específicos. Os processos de imobilização e mineralização do nitrogênio são condicionados por diversos fatores, e dentre eles, a relação C/N do solo.

De acordo com Cabrera et al. (2005), a relação C/N baseia-se na premissa de que, na assimilação do carbono, o nitrogênio deve ser assimilado em quantidade determinada pela relação C/N da biomassa microbiana. Se a quantidade de nitrogênio for menor do que a requerida pela biomassa microbiana, haverá a imobilização do elemento, enquanto que se a quantidade de nitrogênio for maior que a requerida pela biomassa microbiana, ocorre o processo de mineralização e há a liberação de nitrogênio inorgânico.

O esterco de bovinos resultou em maiores teores de N-total hidrolisável (N-total H) em relação à adubação mineral e a cama de frangos. A proporção do N-total H em relação ao N-total variou de 46,2 a 49,2% para a aplicação de esterco de bovinos e adubação mineral, respectivamente. Grohskopf et al. (2015), estudando as frações de nitrogênio orgânico em Latossolo Vermelho adubado com dejeto de suínos, observaram que a proporção do N-total H em relação ao N-total variou de 69 a 76%; 58 a 65% e 68 a 74% nas profundidades de 0 a 2,5; 2,5 a 5,0 e 5 a 10 cm, respectivamente. Esses autores explicam que a metodologia empregada para o preparo de hidrolisados não extrai todo o N-org presente no solo devido à existência de formas não hidrolisáveis que formam complexos de argila-metal-húmus e protegem contra a decomposição por microrganismos e à hidrólise ácida.

O N-total H foi influenciado pela época de coleta de solo, com diminuição no teor até o 8º dia do transplantio das mudas de meloeiro, seguido de aumento até a época de colheita dos frutos (FIGURA 8). Reddy et al. (2003) observaram em amostras de solo controle, ou seja, sem adubação, sob sistema de pousio, diminuição do N-total H com cultivos consecutivos.

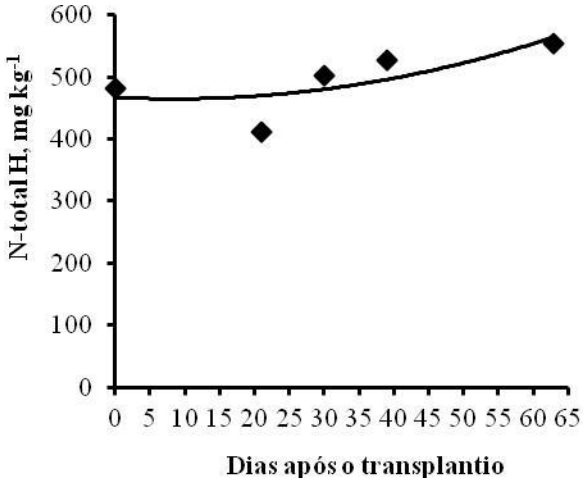
Os tratamentos que receberam adubação orgânica (EB; EB + AM; CF e CF + AM) não diferiram entre si, porém apresentaram teores do $N\text{-}NH_4^+$ hidrolisável ($N\text{-}NH_4^+$ H) superiores ao tratamento com adubação mineral (TABELA 10). Essa fração representou 15%; 16,8%; 16,1%; 17,8% e 18,7% do N-total H para os tratamentos AM; EB; EB + AM; CF e CF + AM, respectivamente.

Pela Figura 9a, observa-se que houve variação da fração $N\text{-}NH_4^+$ H durante todo o ciclo de desenvolvimento do meloeiro Goldex F1. Porém, não foi verificado ajuste nem ao modelo linear nem ao quadrático. Para a adubação mineral e com esterco de bovinos, os teores de $N\text{-}NH_4^+$ H se ajustaram ao modelo linear, enquanto que para a adubação com cama de frangos associada ao adubo mineral, verificou-se ajuste ao

modelo quadrático. Os demais tratamentos não apresentaram ajuste a nenhum desses modelos (FIGURA 9b). De acordo com Otto et al. (2013), essa fração representa o reservatório mais instável de nitrogênio do solo e somado a fração de N-aminoaçúcares, está associado à disponibilidade. Bergamasco (2015) observou efeito da adubação nitrogenada na diminuição do teor de $N\text{-}NH_4^+$ H, justificando pelo predomínio da fração

$^{+}$ H no N-org e ao favorecimento da mineralização de compostos orgânicos pela adubação nitrogenada, seguida de perda de N-mineral do solo ou reimobilização em outras frações mais estáveis.

Figura 8 - Teores N-total hidrolisável (N-total H) em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1

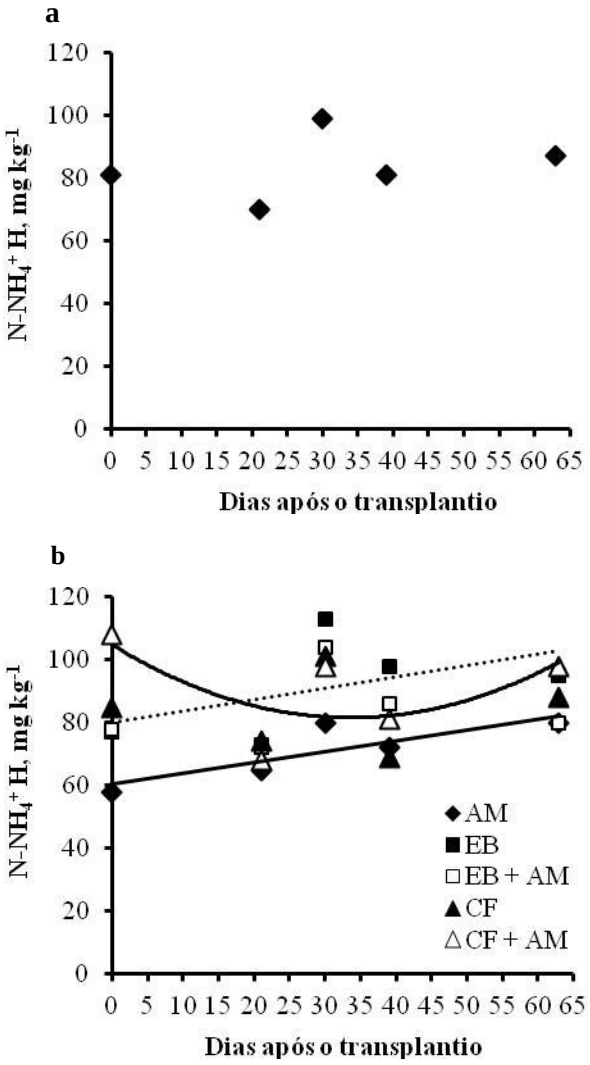


N-total H = $0{,}0330D^2$ - 0,5328D + 466,70 (R^2 = 0,5581*)

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A fração N-aminoácidos (N-aa) foi influenciada tanto pela adubação quanto pela época de coleta de solo. A adubação com estercos de bovinos apresentou teor de N-aa 34,7% superior à adubação mineral e 24,2% em relação ao esterco de bovinos associado ao adubo mineral (TABELA 10). Houve aumento dessa forma orgânica de nitrogênio até os 42 dias de cultivo do meloeiro e, em seguida, houve diminuição (FIGURA 10a). O aumento no teor de N-aa no solo ao longo do ciclo de crescimento do meloeiro pode ser atribuído à quebra das formas orgânicas mais complexas para mais simples, indicando que essa fração é uma forma intermediária de nitrogênio orgânico. Grohskopf et al. (2015) observaram aumento da fração de N-aa com o aumento da aplicação das doses de dejetos suínos. De acordo com Lu et al. (2013), a fração de N-aa serve como reservatório de transição do nitrogênio disponível no sistema solo-planta.

Figura 9 - Teores de N-amoniacal hidrolisável (N-NH_4^+ H) em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1 (9a) e em função da associação da adubação mineral e/ou orgânica (9b)



AM $N\text{-}NH_4^+ H = 0,3204D + 60,70$ ($R^2 = 0,6391$*)

EB $N\text{-}NH_4^+ H = 0,3492D + 80,42$ ($R^2 = 0,2484$*)

EB + AM $N\text{-}NH_4^+ H = 84^{ns}$

CF $N\text{-}NH_4^+ H = 83^{ns}$

CF + AM $N\text{-}NH_4^+ H = 0,0212D^2 \pm 1,4271D + 105,52$ ($R^2 = 0,4640$**)

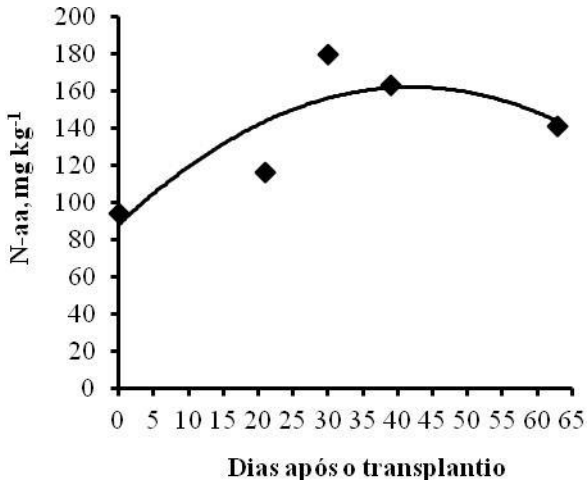
^{ns}; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Por outro lado, a diminuição nessa fração após os 42 dias de cultivo do meloeiro pode ser justificada pelo processo de mineralização dessas substâncias. A interação adubação x época de coleta de solo indica que cada forma de adubação influenciou de modo diferente nos teores de N-aa ao longo do ciclo de desenvolvimento do meloeiro. Para a adubação mineral, os teores de N-aa se ajustaram ao modelo linear, enquanto que para as demais adubações houve ajuste ao modelo quadrático (FIGURA 10b). Já

González-Prieto e Carballas (1991) verificaram uma diminuição dessa fração em solos sob cultivo comparado aos com vegetação natural. Dessa maneira, pressupõe-se que essa fração seja de fácil mineralização e que apresenta potencial de fornecimento de nitrogênio para absorção pelas plantas.

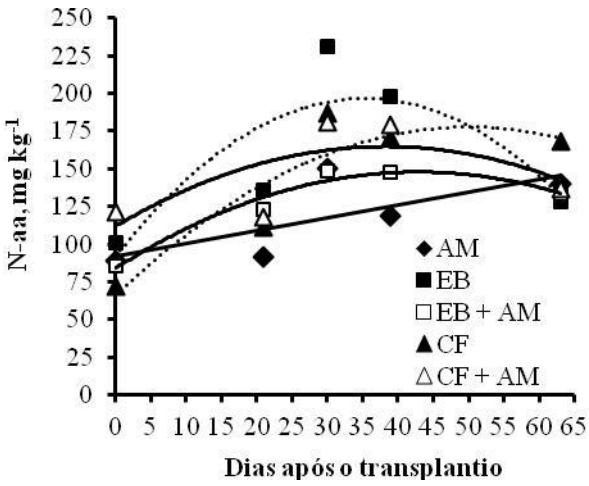
Figura 10 - Teores de N-aminoácidos (N-aa) em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1 (10a) e em função da associação da adubação mineral e/ou orgânica (10b)

a



N-aa = -0,0419D^2 + 3,5264D + 88,01 (R² = 0,7119**)

b



AM N-aa = 0,8693D + 91,40 (R² = 0,5250**)

EB N-aa = -0,0844D^2 + 5,9551D + 91,76 (R² = 0,7123**)

EB + AM N-aa = -0,0346D^2 + 2,9685D + 84,29 (R² = 0,9534**)

CF N-aa = -0,0443D^2 + 4,4383D + 66,37 (R² = 0,8257**)

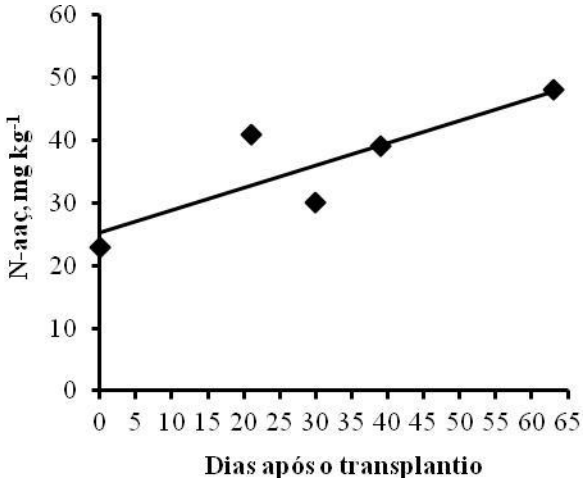
CF + AM N-aa = -0,0360D^2 + 2,7547D + 112,13 (R² = 0,4830**)

**: Significativo a 1% de probabilidade.

Os teores de N-aminoaçúcares (N-aaç) corresponderam a uma pequena porção do N-total H, variando de 5,9 a 9,2%, para o tratamento que recebeu adubação isolada de EB e a que recebeu EB + AM, respectivamente (TABELA 10). Apesar de os teores de N-aaç encontrarem-se bem abaixo dos 225 mg kg^{-1} estabelecidos por Khan et al. (2001) como solo com probabilidade de resposta à fertilização nitrogenada, as adubações avaliadas também não resultaram em aumento da produção de frutos de meloeiro.

A adubação com esterco de bovinos associada ao adubo mineral, resultou em aumento de 50% nos teores de N-aaç, em relação à aplicação isolada do adubo orgânico. Os teores de N-aaç ao longo do ciclo de desenvolvimento do meloeiro aumentaram de forma linear (FIGURA 11). Essa fração é sintetizada com o desenvolvimento microbiano, acumulando-se no solo após a morte das células dos microrganismos (HE et al., 2011). Pode também estar relacionado ao fato da presença de adubos nitrogenados favorecerem o aumento da biomassa microbiana, com consequente aumento na parede de células que contêm N-acetilglucosamina (PARSONS, 1981).

Figura 11 - Teores de N-aminoaçúcares (N-aaç) em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1



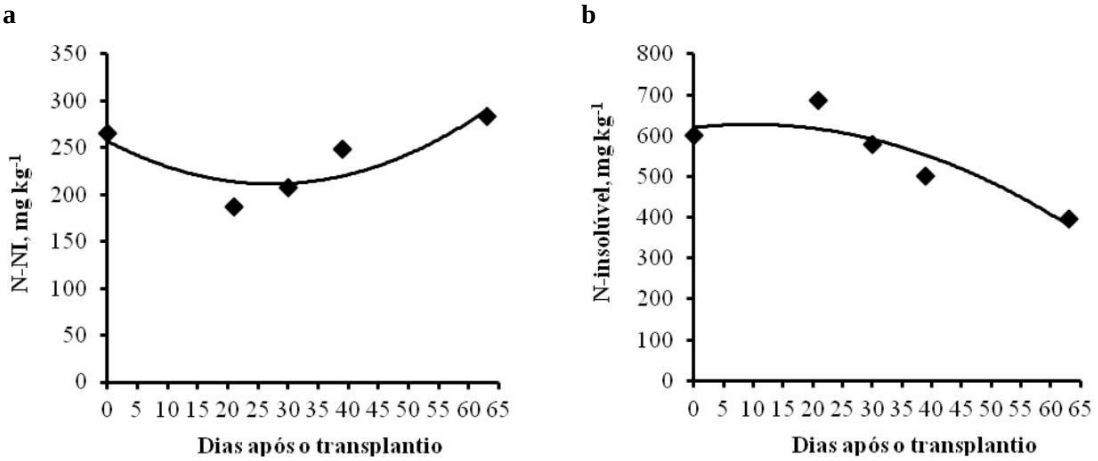
N-aaç = 0,3576D + 25,06 (R^2 = 0,7210**)

**: Significativo a 1% de probabilidade.

Para as formas de N-não indentificadas (N-NI), observou-se efeito significativo apenas para época de coletas de solo. Os teores de N-NI diminuíram até os 27 dias de transplantio das mudas de meloeiro, seguidos por de aumento até a época de colheita dos frutos (FIGURA 12a). Essa fração correspondeu a aproximadamente 48% do N-

total H do solo (TABELA 10), sendo essa elevada porcentagem possivelmente relacionada com a presença de compostos orgânicos nitrogenados complexos, de dificil hidrólise e de maior estabilidade com as moléculas húmicas do solo (CAMARGO, 1996). Essa fração é considerada uma fração recalcitrante de nitrogênio, mas que pode vir a influenciar no fornecimento de N ao solo e na disponibilidade para as plantas (IVARSON; SCHNITZER, 1979). Bergamasco (2015), apesar de encontrar valores bem abaixo dos observados no presente estudo (28 a 182 mg kg^{-1}), também não verificar efeito da adubação nitrogenada nos teores de N-NI. Assim como observado no experimento com o Goldex F1, Zhang et al., (2011) e Grohskopf et al., (2015), verificaram que as frações N-aa e N-NI foram as mais representativas por possuírem alto grau de recalcitrância e formarem colóides orgânicos no solo, com maior peso molecular e baixa disponibilidade no solo.

Figura 12 - Teores de N-não identificado (N-NI, 12a) e de N-insolúvel em ácido (N-insolúvel, 12b) em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1



N-NI = 0,0619D^2 - 3,3875D + 257,70 (R^2 = 0,7333**)

N-insolúvel = -0,0861D^2 + 1,6260D + 620,14 (R^2 = 0,8271**)

**: Significativo a 1% de probabilidade.

Assim como para as formas de N-NI, a fração de N-insolúvel (N-insol) apresentou efeito significativo para a época de coleta de solo, porém ocorreu uma diminuição no decorrer do ciclo do meloeiro. Foi observado que a partir do 9° dia houve uma diminuição das formas insolúveis e com isso, aumento da solubilidade (FIGURA 12b). A relação N-insol/N-total H nos tratamentos analisados foi acima de 1, indicando que mesmo após a hidrólise ácida, grande quantidade do nitrogênio pode não ter sido hidrolisado (TABELA 10).

Os teores $N\text{-}NH_4^+$ no solo foram maiores com a aplicação de cama de frangos associada ao adubo mineral, em relação aos tratamentos que receberam AM e EB (TABELA 11), indicando que a disponibilidade de nitrogênio depende do tipo de fertilizante aplicado ao solo. De acordo com Raij (2001), o fato de a adubação nitrogenada apresentar baixo ou nenhum efeito residual está relacionado com as transformações sofridas pelo elemento no solo. Ling-Ling e Shu-Tian (2014), em experimento no laboratório com incubação aeróbia, para estudar a mineralização de nitrogênio e as transformações de frações orgânicas em nove diferentes adubos, verificaram que a frações N-aminoácido e $N\text{-}NH_4^+$ são as principais frações onde há potencial mineralização de N. Porém, as alterações na fração N-aminoácidos foram maiores que a fração $N\text{-}NH_4^+$ sendo o N-aminoácidos a principal fonte de mineralização do nitrogênio nos adubos orgânicos.

Tabela 11 - Disponibilidade de $N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$ e de N-inorgânico ($N\text{-}NH_4^+$ e $N\text{-}NO_3^-$) ao longo do desenvolvimento de plantas de meloeiro Goldex F1, em função da adubação mineral e/ou orgânica e da época de amostragem do solo

		$N\text{-}NH_4^+$	$N\text{-}NO_3^-$	N-inorgânico
		mg kg^{-1}		
Adubação[1]	AM	26,4 b[3]	26,8	53,2 b
	EB	26,8 b	40,0	65,7 b
	EB + AM	30,0 b	36,9	67,0 ab
	CF	35,3 ab	41,3	76,7 ab
	CF + AM	50,1 a	47,5	97,6 a
Época[2]	I	62,9	76,4	139,3
	II	34,8	43,0	77,8
	III	29,5	36,2	65,7
	IV	25,4	27,4	52,8
	V	15,9	8,6	24,5
		Teste F[4]		
Blocos		$1,500^{ns}$	$2,419^{ns}$	$2,641^{ns}$
Adubação (A)		6,717**	$2,323^{ns}$	5,484**
Época (E)		14,344**	31,328**	31,310**
A x E		5,481**	2,336**	3,801**
C. V. (%) Adubação		50,33	57,96	66,33
C. V. (%) Época		62,03	51,92	67,57

[1] Adubação: AM (adubação mineral); EB (esterco de bovinos); EB +AM (esterco de bovinos + adubação mineral); CF (cama de frangos) e CF + AM (cama de frangos + adubação mineral).

[2] Época: I (momento do plantio); II (início do florescimento, 21 dias após o transplantio, DAT); III (início da frutificação, 30 DAT); IV (crescimento dos frutos, 39 DAT) e V (colheita dos frutos, 63 DAT).

[3] Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

[4] ns; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Observou-se interação significativa da época de coleta de solos e da adubação para os teores de $N\text{-}NH_4^+$, indicando haver diferenças entre os tratamentos durante o ciclo de desenvolvimento do meloeiro Goldex F1. Os teores de $N\text{-}NH_4^+$ no solo diminuíram ao longo do ciclo de desenvolvimento do meloeiro (FIGURA 13a) e verificou-se ajuste ao modelo linear para o tratamento que recebeu cama de frangos e quadrático para o que recebeu cama de frangos associado ao adubo mineral (FIGURA 13c). A aplicação de adubos orgânicos promove a multiplicação de microrganismos e com isso, aumenta os teores de $N\text{-}NH_4^+$, desencadeando o processo de imobilização e/ou a nitrificação (LING-LING; SHU-TIAN, 2014). A baixa disponibilidade $N\text{-}NH_4^+$ e ausência de ajuste aos modelos matemáticos nos demais tratamentos pode ser justificada pelo fato do íon ser rapidamente convertido a $N\text{-}NO_3^-$ pela ação dos microrganismos nitrificadores.

Os teores de $N\text{-}NO_3^-$ no solo também diminuíram, variando de 76,4 mg kg^{-1} no momento do transplantio das mudas de meloeiro a 8,6 mg kg^{-1} na colheita dos frutos, indicando a absorção do ânion ao longo do desenvolvimento da planta (FIGURA 13b).

O teor de médio de 8,6 mg kg^{-1} de $N\text{-}NO_3^-$ no solo obtido na colheita dos frutos, indica baixo risco de contaminação de águas inferiores mesmo com o aumento da percolação de água no perfil do solo. Nos tratamentos que receberam adubação orgânica (esterco de bovinos ou cama de frangos) associados ou não ao adubo mineral, os teores de $N\text{-}NO_3^-$ foram influenciados pela interação adubação x época de coleta de solo. Na aplicação isolada dos adubos orgânicos, a disponibilidade de $N\text{-}NO_3^-$ ajustou-se ao modelo linear, enquanto que a associação desses adubos com a adubação mineral foi explicada pelo modelo quadrático (FIGURA 13d).

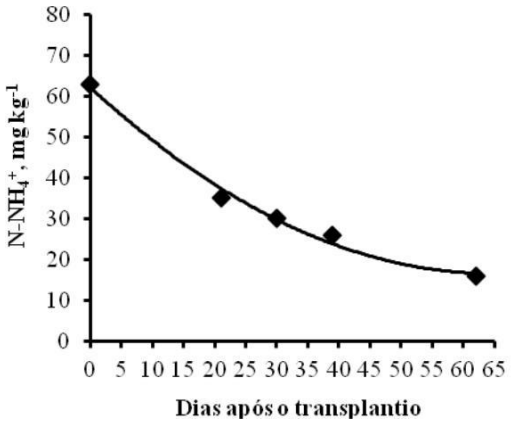
Com a absorção de nitrogênio ao longo do desenvolvimento do meloeiro, os teores de N-inorgânico passaram de 139,3 mg kg^{-1} no transplantio das mudas para 24,5 mg kg^{-1} na colheita dos frutos (FIGURA 14a).

Os teores de N-inorgânico também foram influenciados pela interação adubação x época de coleta de solo, sendo que na aplicação de esterco de bovinos associada ou não à adubação mineral e na de cama de frangos houve ajuste ao modelo linear (FIGURA 14b). Por outro lado, na adubação com cama de frangos associada a mineral, os teores de N-inorgânico ajustaram ao modelo quadrático. Na aplicação da cama de frangos associada à adubação mineral, 9,8% do N-total do solo encontrava-se na forma inorgânica, valor esse, acima dos 5% normalmente verificados em solos agrícolas

(BREMNER, 1996). Para os demais tratamentos também foram verificadas proporções acima de 5%, indicando que as adubações contribuíram com a disponibilidade de nitrogênio no solo para a absorção pelo meloeiro Goldex F1.

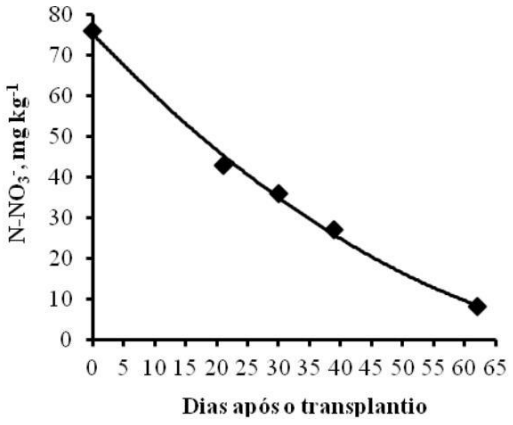
Figura 13 - Teores de $N\text{-}NH_4^+$ e de $N\text{-}NO_3^-$ em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1 (13a e 13b, respectivamente) e em função da associação da adubação mineral e/ou orgânica (13c e 13d, respectivamente)

a



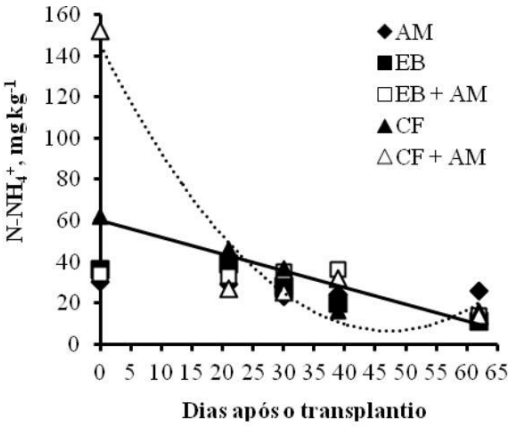
$N\text{-}NH_4^+ = 0{,}0112D^2 - 1{,}4279D + 62{,}15$ ($R^2 = 0{,}9917$*)

b



$N\text{-}NO_3^- = 0{,}0088D^2 - 1{,}6155D + 75{,}66$ ($R^2 = 0{,}9956$*)

c



AM $N\text{-}NH_4^+ = 26^{ns}$

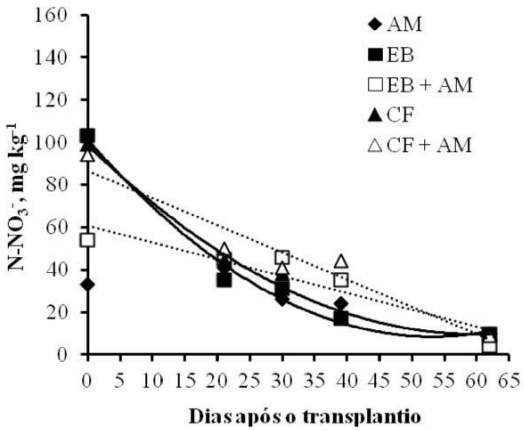
EB $N\text{-}NH_4^+ = 27^{ns}$

EB + AM $N\text{-}NH_4^+ = 30^{ns}$

CF $N\text{-}NH_4^+ = -0{,}7993D + 59{,}81$ ($R^2 = 0{,}8594$**)

CF + AM $N\text{-}NH_4^+ = 0{,}0612D^2 - 5{,}8505D + 145{,}50$ ($R^2 = 0{,}9202$**)

d



AM $N\text{-}NO_3^- = 27^{ns}$

EB $N\text{-}NO_3^- = 0{,}0323D^2 \pm 3{,}4649D + 100{,}75$ ($R^2 = 0{,}9830$**)

EB + AM $N\text{-}NO_3^- = -0{,}7818D + 60{,}77$ ($R^2 = 0{,}8697$**)

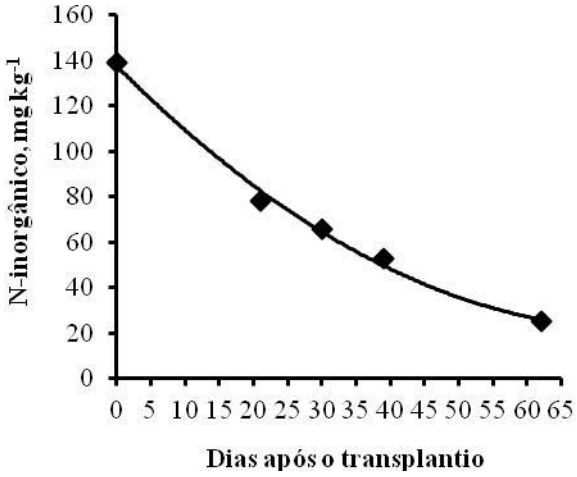
CF $N\text{-}NO_3^- = 0{,}0245D^2 \pm 2{,}9498D + 98{,}24$ ($R^2 = 0{,}9892$*)

CF + AM $N\text{-}NO_3^- = -1{,}2654D + 86{,}27$ ($R^2 = 0{,}9280$**)

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

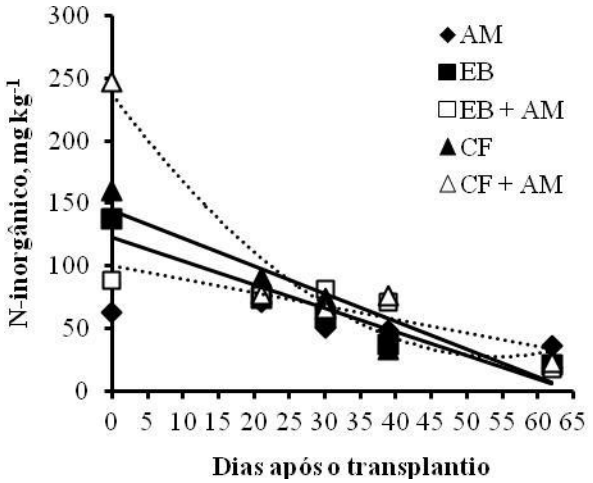
Figura 14 - Teores de N-inorgânico em Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com meloeiro Goldex F1 (14a) e em função da associação da adubação mineral e/ou orgânica (14b)

a



N-Inorgânico = $0,0201D^2$ ±3,0471D + 137,89 (R^2 = 0,9945**)

b



AM N-inorgânico = 54^{ns}

EB N-inorgânico = -1,8533D + 122,41 (R^2 = 0,9023**)

EB + AM N-inorgânico = -1,0741D + 99,82 (R^2 = 0,7821**)

CF N-inorgânico = -2,1880D + 143,65 (R^2 = 0,8788**)

CF + AM N-inorgânico = $0,0700D^2$ ±7,6863D + 237,20 (R^2 = 0,9305**)

**: Significativo a 1% de probabilidade.

4.3 Correlações entre nitrogênio absorvido pelo meloeiro e as formas de nitrogênio no solo

Não foi verificada correlação positiva entre a quantidade de nitrogênio absorvida pelo meloeiro e os teores de N-total (TABELA 12), ao contrário do que normalmente é

relatado na literatura para diversas plantas (GIANELLO et al., 2000; YAGI, 2008). Por outro lado, a quantidade de nitrogênio na planta correlacionou-se positivamente com o N-total H e N-aa (r = 0,48* e r = 0,68**, respectivamente) e negativamente com o N-insol, N-NO_3^- e N-inorg (r = -0,56*; r = -0,62** e r = -0,56*, respectivamente).

Tabela 12 - Coeficientes de correlação entre o nitrogênio absorvido pelo meloeiro Goldex F1 e as frações de nitrogênio no solo

	N-total	N-org	N-total H	N-aa	N-NH_4 H	N-aaç	N-NI	N-insol	N-NH_4	N-NO_3	N-inorg
N-abs[1]	-0,28^{ns2}	0,36^{ns}	0,48*	0,68**	0,20^{ns}	0,35^{ns}	0,03^{ns}	-0,56*	-0,40^{ns}	-0,62**	-0,56*
N-total	-	0,66**	0,28^{ns}	0,09^{ns}	0,37^{ns}	0,11^{ns}	0,02^{ns}	0,80**	0,15^{ns}	0,25^{ns}	0,22^{ns}
N-org	-	-	0,43^{ns}	0,46*	0,14^{ns}	0,47*	-0,03^{ns}	0,36^{ns}	0,39^{ns}	-0,35^{ns}	-0,41^{ns}
N-total H	-	-	-	0,55*	0,57**	-0,12^{ns}	0,66**	-0,35^{ns}	0,02^{ns}	-0,16^{ns}	-0,07^{ns}
N-aa	-	-	-	-	0,61**	0,06^{ns}	-0,21^{ns}	-0,27^{ns}	-0,25^{ns}	-0,53*	-0,42^{ns}
N-NH_4 H	-	-	-	-	-	-0,33^{ns}	0,04^{ns}	-0,01^{ns}	0,38^{ns}	0,14^{ns}	0,30^{ns}
N-aaç	-	-	-	-	-	-	-0,23^{ns}	0,20^{ns}	-0,26^{ns}	-0,50*	-0,41^{ns}
N-NI	-	-	-	-	-	-	-	-0,38^{ns}	0,16^{ns}	0,14^{ns}	0,17^{ns}
N-insol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13^{ns}	0,34^{ns}	0,25^{ns}
N-NH_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64**	0,92**
N-NO_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,89**
N-inorg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1] N-abs (N-absorvido pelo meloeiro) e formas de nitrogênio no solo: N-total; N-org (N-orgânico); N-total H (N-total hidrolisável); N-aa (N-aminoácidos); N-NH_4^+ H (N-NH_4^+ hidrolisável); N-aaç (N-aminoaçúcares); N-NI (N-não identificado); N-insol (N-insolúvel em ácido); N-NH_4^+; N-NO_3^- e N-inorg (N-inorgânico).
[2] ns; ** e *: Não significativo; significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A correlação negativa entre o nitrogênio acumulado no meloeiro e o teor de N-insol significa que essa fração de N orgânico do solo, que apresenta natureza não proteica e resistência à hidrólise ácida (SCHNITZER; HINDLE, 1981) foi convertida a outras formas de nitrogênio.

Já as correlações negativas com o N-NO_3^- e N-inorg (N-NH_4^+ + N-NO_3^-) significam que essas formas de nitrogênio inorgânico foram as que mais contribuíram para a absorção do nutriente pelo meloeiro.

A correlação positiva entre o N-total do solo e o N-org (r = 0,66**) é justificada pela proporção que essa fração representou no N-total, variando de 90,3 a 94,4%, mas abaixo dos 95% normalmente encontrados em solos agrícolas (BREMNER, 1996). Também foi verificada correlação positiva entre N-total do solo e N-insol (r = 0,80**).

O N-org correlacionou-se positivamente com as frações N-aa e N-aaç (r = 0,46* e r = 0,47*, respectivamente). A fração de N-total H correlacionou-se positivamente com as frações de N-aa; N-NH_4 H e N-NI (r = 0,55*; r = 0,57** e r = 0,66**, respectivamente) uma vez que essas frações somadas corresponderam de 89,8 a 94,8%

do N-total H, dependendo do tipo de adubação empregada. O teor de N-aa apresentou correlação positiva com a fração N-NH_4 H (r = 0,61**) e negativa com o N-NO_3^- (r = -0,53*). A fração N-aaç também se correlacionou negativamente com o N-NO_3^- (r = -0,50*).

5 CONCLUSÕES

A ausência de sintomas de deficiência de nitrogênio durante o desenvolvimento do meloeiro com a aplicação de esterco de bovinos e de cama de frangos indica que houve a mineralização do N-orgânico do solo.

A adubação mineral influenciou a mineralização das formas orgânicas de nitrogênio do solo.

A associação da adubação mineral com a orgânica não aumentou a produtividade de frutos de meloeiro Goldex F1.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETO, P. et al. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura do melão em Baraúna - RN e Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 556- 567, 2014.

ANGELOTTI, F.; COSTA, N. D. Clima. In: EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção de melão**. 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 15 out. 2015.

BELFORT, C. C. et al. Acumulação de matéria seca e recrutamento de macronutrientes pela cultura do melão (Cucumis Melo cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em Latossolo Vermelho em Presidente Venceslau – SP. Nutrição mineral de hortaliças, **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 43, 1986, p. 159-218.

BELFORT, C. C. et al. Recrutamento de micronutrientes pela cultura do melão (Cucumis Melo cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em Latossolo Vermelho em presidente Venceslau – SP. Nutrição mineral de hortaliças. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,** v. 43, 1986, p. 319-364.

BERGAMASCO, M. A. M. **Formas de N-orgânico em Latossolo em função de nitrogênio e de plantas de cobertura em pré-safra do milho**. 2015. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

BHELLA, M.; WILCOX, G. E. Yield and composition of muskmelons as influenced by preplanting and trickle applied nitrogen. **Horticultural Science**, v. 21, p. 86- 88, 1986.

BRASIL. Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, Seção 1, p.11. SDA nº 28, de 27 jul. de 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, p. 365-372, 2000.

BREMNER, J. M. Nitrogen total. In: SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Methods of soil analysis. Part 3**: chemical methods. Madison, 2002. cap. 37, p. 921-960.

BREMNER, J. M. Nitrogen total. In: SPARKS, D. L. et al. (Ed.). **Methods of soil analysis**. pt. 3: Chemical methods, Madison, 1996. p. 1085-1121.

CABRERA, M. L.; KISSEL, D. E.; VIGIL, M. F. Nitrogen mineralization from organic residues: research opportunities. **Journal of Environmental Quality**, v. 34, p. 75-79, 2005.

CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Comparative study of five hydrolytic methods in the determination of soil organic nitrogen compounds. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 28, p.1303-1309, 1997.

CAMARGO, F. A. O. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, 2008. p. 87-99.

CAMARGO, F. A. O. **Fracionamento e dinâmica do nitrogênio orgânico em solos do Rio Grande do Sul**. 1996. 166f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) ± Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do Solo.** Viçosa: [s.n], 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: [s.n] 2001a. p. 270-276.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Determinação de nitrogênio total em solo. In: RAIJ, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: [s.n], 2001b. p. 262-269.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, v. 6, 2000, p. 41. (Circular Técnica).

CHADWICK, D. R.; JOHN, F.; PAIN, B. F.; CHAMBERS, B. J.; WILLIAMS, J. Plant uptake of nitrogen from organic nitrogen fraction of animal manures: a laboratory experiment. **Journal of Agricultural Science**, v. 134, p. 159-168, 2000.

COELHO, E. V. et al. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, p. 173-178, 2003.

COSTA, C. C. et al. Crescimento e partição de assimilados em melão Cantaloupe em função de concentrações de fósforo em solução nutritiva. **Científica**, v. 34, p. 123-130, 2006.

COSTA, N. D.; GRANJEIRO, L. C; Sistemas de Produção de Melão, **Versão Eletrônica.** Agosto, 2010. v. 5.

COSTA, N. D.; SILVA, H. R. Cultivares. In: SILVA, H. R. da; COSTA, N. D. Melão: produção, aspectos técnicos. **Frutas do Brasil,** v. 3, 2002, p. 29-34.

CRAWFORD, N. M. et al. Nitrogen and sulphur. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. **American Society of Plant Physiologists**: Rockville, 2000. p. 786-849.

CRISOSTOMO, L. A. et al. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 21.

DANTAS, D. C. **Função de produção do meloeiro em resposta à fertirrigação nitrogenada e potássica na microrregião de Mossoró**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) ±Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2010.

DUARTE, S. R. **Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) ±Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

ERREBHI, M.; ROSEN, C. J.; GUPTA, S. C.; Birong, D. E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 10-15, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados climatológicos**: Estação de Pacajus, 2000. Fortaleza, 2001, v. 24, p. 15.

FARIA, C. M. B.; FONTES, R. R.. Nutrição e Adubação. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. Melão, produção Aspectos Técnicos. **Frutas do Brasil,** Brasília, 2002, v. 33, p. 40-50.

FONTES P. C. R.; PUIATTI, M.; Cultura do melão. **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa, 2005. p. 407-428.

FRANZLUEBBERS, A. J.; HONS, F. M., ZUBERER, D. A., Long-term changes in soil carbon and nitrogen pools in wheat management systems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p. 1639-1645, 1994.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS E HÍDRICOS. Chuvas diárias. Disponível em: <http://www.funceme.br/>. Acesso em: 28 set. 2015.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; SANTOS, A. C. Frações de carbono e nitrogênio em função da textura, do relevo e do uso do solo na microbacia do agreste em Vaca Brava (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 955-962, 2005.

GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O.; REICHMANN, E.; TEDESCO, M. J. Avaliação da disponibilidade do nitrogênio do solo estimada por métodos químicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 93-101, 2000.

GONZÁLEZ-PRIETO S. J, CARBALLAS, T. Composition of organic N in temperate humid region soils (NW Spain). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, p. 887-895, 1991.

GONZÁLEZ-PRIETO, S. J.; JOCTEUR-MONROZIER, L.; HÉTIER, J. M.; CARBALLAS, T. Changes in the soil organic N fractions of a tropical Alfisol fertilized with 15N-urea and cropped to maize or pasture. **Plant and Soil**, v. 195, p. 151-160, 1997.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 93-97, 2004.

GROHSKOPF, M. A. **Frações de nitrogênio orgânico e teores de nutrientes na solução de Latossolo Vermelho fertilizado com dejeto suíno**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) ±Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias; Lages, 2013.

GROHSKOPF, M. A.; CASSOL, P. C.; CORREA, J. C.; MAFRA, M. S. H.; PANISSON, J. Organic nitrogen in a typic hapludox fertilized with pig slurry. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 39, p. 127-139, 2015.

HAWKES, R. M.; SUMMERS, S. A. Effects of land application of farm dairy effluent on soil properties: a literature review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 49, p. 307-320, 2006.

HE, H.B.; LI, X.B.; ZHANG, W.; ZHANG, X.D. Differentiating the dynamics of native and newly immobilized amino sugars in soil frequently amended with inorganic nitrogen and glucose. **European Journal of Soil Science**, v. 62, p. 144-151, 2011.

HOFSTRA, N.; BOUWMAN, A. F. Denitrification in agricultural soils: summarizing published data and estimating global annual rates. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, **v.** 72, p. 267-278, 2005.

HUETT, D. O; DETTMANN, E. B.; Nitrogen response surface models of zucchini squash, head lettuce and potato. **Plant and Soil**, v. 134, p. 243-254,1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal. Tabela 1612 ±Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura temporária. Melão. 2010.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 24 jul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola**. Disponível em: <municipal:ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2012/pam2012.pdf.> Acesso em: 25 maio 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Guidelines for national greenhouse gas inventories: **Agriculture, forestry and other land use**. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html >. Acesso em: 06 abr. 2016.

IVARSON, K.C.; SCHNITZER, M. The biodegradability of the "unknown" soil-nitrogen. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 56, p. 59-67, 1979.

JEFFREY, C.; ROBINSON, D. M.; RICHARD, W. **Biology and utilization of the Cucurbitaceae.** An outline classification of the Cucurbitaceae, Comstock Publication Associates, New York, p. 449-463, 1990.

KANO, C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARDOSO, S. S.; FRIZZONE, J. A. Acúmulo de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido. **Semina**, v. 31, p. 1155-1164, 2010.

KEENEY, D. R.; BREMNER, J. M. Effect of cultivation on the nitrogen distribution in soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 28, p. 653-656, 1964.

KHAN, S. A.; MULVANEY, R. L.; HOEFT, R. G. A simple soil test for detecting sites that are nonresponsive to nitrogen fertilization. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, p. 1751-1760, 2001.

KUHNEN, F. **Mineralização de nitrogênio de solos e de resíduo orgânico em laboratório e em campo**. 2013. 68 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) ² Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

LÉON, M.; LAINE, P.; OURRY, A.; BOUCAUD, J. Increased uptake of native soil nitrogen by roots of Lolium multiflorum Lam. after nitrogen fertilization is explained by a stimulation of the uptake process itself. **Plant and Soil**, v. 173, p. 197-203, 1995.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L. Classificação e aptidão agrícola dos solos do Campo Experimental de Pacajus, CE, para a agricultura. **Documentos**, Fortaleza: [s.n], 2002, v. 53, p. 20.

LIMA, A. A. de. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (**Cucumis melo**L.)**. 2001. 60 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) ±Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

LING-LING, L. I.; SHU-TIAN, L. I. Nitrogen mineralization from animal manures and its relation to organic N fractions. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 13, p. 2040-2048, 2014.

LU, H.; HE, H.; ZHAO, J.; ZHANG, W.; XIE, H.; HU, G.; LIU, X.; WU, Y.; ZHANG, X.; Dynamics of fertilizer-derived organic nitrogen fractions in an arable soil during a growing season. **Plant and Soil**, v. 373, p. 595 ±607, 2013.

LU, H.; LI, S.; JIN, F.; SHAO, M. Contributions of organic nitrogen forms to mineralized nitrogen during incubation experiments of the soils on the loess plateau. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, p. 3399-3419, 2009.

LARA-CABEZAS, W.A.R.; KORNDÖRFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH3 na cultura do milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.489-496, 1997.

LARA CABEZAS, W. A. R.; P. C. O. TRIVELIN.; G. H. KONDÖRFER.; S. PEREIRA. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura do milho, em sistema de plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 363- 376, 2000.

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; VASCONCELLOS, C. A.; PEREIRA FILHO, I.; FRANÇA, G. E.; CRUZ, J. C. Envolvimento de dióxido de carbono e mineralização de nitrogênio em Latossolo vermelho-escuro com diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 581-589, 2000.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Elsevier, 2012. p. 643.

MARSCHNER, H.; **Mineral nutrition of higher plants**.London: Elsevier,1995. p.889.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Switzerland: [Kluwer Academic Publishers], 1987. 687p.

MIRANDA, F. R.; SOUZA, F. de; RIBEIRO, R. S. F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Ceará. **Engenharia Agrícola**, v. 18, p. 63-70, 1999.

MIRANDA, N. O.; OLIVEIRA, T. S.; LEVIEN, S. L. A.; SOUZA, E. R.Variabilidade espacial da qualidade de frutos de melão em áreas fertirrigadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 244-251, 2005.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. do.; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. de. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, 2.ed. Brasília,DF, 2009. p. 191-234.

MONTEIRO, A. A.; MEXIA, J. J. Influência da poda e do número de frutos por planta na qualidade dos frutos e produtividade do melão. **Horticultura Brasileira**, v. 6, p. 9-12, 1988.

MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; LIMA JUNIOR, O. J. D.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento de melão cantaloupe ³7 R U Ú H F R Q W L Y D G R F R P G L I H U H Q W H mulch e laminas de irrigação nas condições de Mossoró-RN. **Horticultura Brasileira**, v. 22, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: [s.n.], 2006.

MULVANEY, R. L.; KHAN, S. A. Diffusion methods to determine different forms of nitrogen in soil hydrolysates. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, p.1284-1292, 2001.

MULVANEY, R. L.; KHAN, S. A.; HOEFT, R.G.; BROWN, H. M. A soil organic nitrogen fraction that reduces the need for nitrogen fertilization. **Soil Science Society of America Journal,** v. 65, p. 1164-1172, 2001.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: [s.n], 2007. p. 382-383.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T. Eficiência agronômica da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do meloeiro nas condições do semiárido nordestino. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 05-11, 2008.

OLIVEIRA, F. A; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T.; AMÂNCIO, M. G. Acúmulo e partição de matéria seca, nitrogênio e potássio pelo meloeiro fertirrigado. **Bioscience Journal**, v. 25, p. 24-31, 2009.

OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F.; LIMA, J. C. G. S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T. Crescimento do meloeiro Gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 168-173, 2008.

OSBORNE, G. J. Chemical fractionation of soil nitrogen in six soils from Southern New South Wales. **Australian Journal of Soil Research**, v. 15, p. 159-165, 1977.

OTTO, R.; MULVANEY, R. L.; KHAN, S. A.; TRIVELIN, P. C. O. Quantifying soil nitrogen mineralization to improve fertilizer nitrogen management of sugarcane. **Biology and Fertility of Soils**, v. 1, p. 1-12, 2013.

PARSONS, J. W. Chemistry and distribution of amino sugars in soils and soil organisms. In**:** PAUL, E.A.; LADD, J.N. (Ed.). **Soil Biochemistry**, New York: Marcel Dekker, v. 5, 1981, p. 197-227.

PIER, J. W.; DOERGE, T. A. Nitrogen and water interactions in trickle-irrigated watermelon. **Soil Science Society of America Journal**, v. 59, p. 145-150, 1995.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; COSTA, N. M.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, J. R. Aplicação de N e K via água de irrigação em melão. **Horticultura Brasileira**, v.13, p.192- 194,1995.

PINTO, J. M.; SOUSA, V. F.; BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. Fertirrigação em fruteiras tropicais. **Instruções Técnicas,** Bahia, 2002. p. 122-128.

PRATA, E. B. **Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (**Cucumis melo**L.).** 1999. 60 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) ±Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão Cantalupensis sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 550-556, 2007.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: [s.n], 2001. 285 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**: Boletim Técnico**,** Campinas, v. 100, 1996, 285p.

RECH, E. G.; FRANKE, L. B.; BARROS. I. B. I. Adubação na produção de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 110-116, 2006.

REDDY, K. S.; SINGH, M. TRIPATHI, A. K.; SINGH, M.; SAHA, M. N. Changes in amount of organic and inorganic fractions of nitrogen in an Eutrochrept soil after long-term cropping with different fertilizer and organic manure inputs. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 166, p. 232-238, 2003.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits. CAB International,** Wallingford,1997, p. 226.

SANZIO, M. V.; DOURADO, P. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E.; Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, v.