

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM LATOSSOLO AMARELO EM FUNÇÃO DE
FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO FORNECIDAS VIA FERTIRRIGAÇÃO NA
CULTURA DO MARACUJAZEIRO

GUSTAVO CASSIANO DA SILVA

BOM JESUS – PI

2016

GUSTAVO CASSIANO DA SILVA

DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM LATOSSOLO AMARELO EM FUNÇÃO DE
FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO FORNECIDAS VIA FERTIRRIGAÇÃO NA
CULTURA DO MARACUJAZEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, para obtenção do título de “Mestre” em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega

Co-orientadores: Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda

BOM JESUS - PI

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

A586d Silva, Gustavo Cassiano da.
Dinâmica do nitrogênio em Latossolo Amarelo em função de fontes e doses de nitrogênio fornecidas via fertirrigação na cultura do maracujazeiro./ Gustavo Cassiano da Silva. – 2016.
86 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Bom Jesus-PI, 2016.

Orientação: “Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega”.

1. Adubação mineral.
2. Perdas de nitrogênio.
3. *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* I. Título.

CDD 631.19

GUSTAVO CASSIANO DA SILVA

DINÂMICA DO NITROGÊNIO EM LATOSSOLO AMARELO EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO FORNECIDAS VIA FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DO MARACUJAZEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, para obtenção do título de “Mestre” em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas.

APROVADA em 29 de fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Julian Junio de Jesus Lacerda (CPCE/UFPI)

Profa. Dra. Vanessa Martins (CTBJ/UFPI)

Prof. Dr. Clério Hickmann (UNOESTE)

Prof. Dr. Marcio Cleto Soares de Moura (CPCE/UFPI)

Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega (UFRB)
(Orientador)

BOM JESUS – PI
2016

BIOGRAFIA

Gustavo Cassiano da Silva, nascido em 19 de junho de 1990 na cidade de Redenção do Gurguéia, PI, filho de Lourivaldo Pereira da Silva e Beatriz Cassiano da Silva, tendo como irmã, Thayla Cassiano da Silva, Thayna Cassiano da Silva e Leandro do Santos Soares, formado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica - PIBIC/UFPI de 2012 a 2013. Em 2014 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Piauí.

Seja quem você for, qualquer posição que você tenha na vida, nível altíssimo ou mais baixo, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e, sempre, faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

Ayrton Senna

Especialmente para meus pais que sempre incentivaram minha formação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, força e determinação para superar obstáculos.

Aos meus pais Lourisvaldo Pereira da Silva e Beatriz Cassiano da Silva, pelo amor e apoio incondicional, confiança, conselhos e orações, onde nunca mediram esforços para que eu chegasse a esse momento.

As minhas irmãs e irmão, Thayla Cassiano da Silva, Thayna Cassiano da Silva e Leandro do Santos Soares, pelos momentos inesquecíveis, apoio e por me fazerem acreditar que sou capaz de alcançar todos os meus objetivos.

Aos amigos, Aldelan Arnaldo, Adriano, Elielma, Firmino Nunes, Gleissa, Laércio, Leonardo, Marciel, Nara, Kalene, Keilane, Raimundo, Rodrigo, Tiago e Wandelson pelas brincadeiras, estudos e atenção.

Ao Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega, pela orientação, ensinamentos e confiança durante a realização deste trabalho.

Aos meus Co-orientadores, Prof^ª. Dr^a. Vanessa Martins e o Prof. Dr. Julian Junio de Jesus Lacerda, pela orientação e ajuda durante a condução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Everaldo Moreira da Silva, pela ajuda, disponibilidade e por ceder a área e infraestrutura para realização do trabalho.

A Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas, pela oportunidade concedida.

A FAPEPI – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí, pela bolsa concedida durante o curso.

A todos os demais professores da Universidade Federal do Piauí pela dedicação, especialmente àqueles com os quais tive a oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

SUMÁRIO

	Página
Resumo Geral.....	I
General Abstract.....	II
CAPÍTULO 1:.....	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Características gerais da cultura do maracujazeiro-amarelo.....	3
2.2 Importância da adubação nitrogenada para a cultura do maracujazeiro-amarelo..	5
2.3 Adubos nitrogenados.....	7
2.4 Fertirrigação nitrogenada na cultura do maracujazeiro-amarelo.....	9
2.5 Dinâmica do nitrogênio no solo.....	11
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
CAPÍTULO 2: N-total e N-mineral em Latossolo Amarelo adubado com ureia e sulfato de amônio via fertirrigação para o cultivo do maracujazeiro.....	28
Resumo.....	28
Abstract.....	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4. CONCLUSÃO	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
CAPÍTULO 3: Teores de nitrogênio no perfil de um Latossolo, em função de distâncias do sistema radicular do maracujazeiro amarelo adubado com ureia e sulfato de amônio, via fertirrigação.....	50
Resumo.....	50
Abstract.....	51
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4. CONCLUSÃO.....	75
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
6. ANEXOS.....	80

RESUMO GERAL

SILVA, GUSTAVO CASSIANO. **Dinâmica do nitrogênio formada na fertirrigação da cultura do maracujazeiro, em um Latossolo Amarelo da região sul do estado do Piauí.** 2016. 1-27 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, PI¹.

A nutrição mineral aplicada em níveis compatíveis com as exigências da planta, com técnicas de fertirrigação contribui para o aumento da produtividade e a qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo. O presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica do nitrogênio (N) do maracujazeiro, em um Latossolo Amarelo em função de doses de N aplicadas via fertirrigação. As amostras de solo foram coletadas em um experimento desenvolvido na Fazenda Panasco, município de Cristino Castro, região Sul do estado do Piauí. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com cinco tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹) na forma de sulfato de amônio e ureia via fertirrigação. Foram analisados os teores de N-total, nitrato e amônio no solo, nas profundidades 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m e nas distâncias de 0,15 m e 0,30 m do tronco da planta. Foram gerados modelos de regressão, gráficos e gráficos de superfície de resposta considerando as doses de N fornecidas e as profundidades de coleta do solo e distâncias para estimar os teores de N-total, amônio e nitrato no solo. Também foram determinados coeficientes de correlação, com os teores de N e os parâmetros de clorofila, produtividade, número de frutos e peso dos frutos, e também correlação entre as profundidades e distância. As maiores concentrações de N-NH₄⁺ e N-total foram encontrados na profundidade de 0-0,20 m, e na distância de 0,15 m, independentemente da fonte de N aplicada, ureia ou sulfato de amônio. As maiores concentrações de NH₄⁺ foi encontrado com a fonte de sulfato de amônio. Os teores de N-total do solo decresceram em profundidade. Houve lixiviação de NO₃⁻ para a camada de 0,40-0,60 m. As maiores concentração de N-NO₃⁻ e N-total, foi encontrado com a fonte ureia. Nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, para a 1^o e 2^o coleta, nas duas fontes de N, houve correlação dos teores de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e N-total no solo com os parâmetros avaliados na planta. Os teores de N-NO₃⁻ da profundidade 0,20 m se correlacionou, com as da profundidade 0,40 e 0,60 m, o mesmo padrão ocorre com o N-NH₄⁺ e o N-total independente da fonte. A correlação negativa do íon N-NO₃⁻ da profundidade 0,20 m, com os de N-total e N-NH₄⁺ da profundidade de 0,60 m. Os teores de N no solo da distância de 0,15 m se correlacionaram com os mesmo de 0,30 m.

Palavras-chave: Adubação mineral; perdas de nitrogênio; *Passiflora edulis f. flavicarpa*.

¹Orientador: Prof.^o Dr.^o Júlio César Azevedo Nóbrega – UFRB, Recôncavo da Bahia - BA; Co-orientadores: Prof.^a Dr.^a Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda – UFPI, Universidade Federal do Piauí.

GENERAL ABSTRACT.

SILVA, GUSTAVO CASSIANO. **Nitrogen dynamics formed in passion fruit crop fertigation, in a Oxisol the southern state of Piauí region.** 2016 p 1-27. Dissertation (Master in Plant and Soil Nutrition) - Federal University of Piauí, PI¹.

The mineral nutrition applied at levels consistent with the requirements of the plant, with fertigation techniques contributes to increased productivity and fruit quality of yellow passion fruit. This study aimed to evaluate the dynamics of nitrogen (N) of passion fruit, in a Oxisol due to N rates applied by fertigation. Soil samples were collected in an experiment developed at Fazenda Panasco, Cristino Castro municipality, southern Piauí state. The experiment was conducted in randomized blocks with five treatments and four repetitions. The treatments consisted of five N rates (100, 200, 300, 400 and 500 kg ha⁻¹) in the form of ammonium and urea fertigation sulfate. the total N contents were analyzed, nitrate and ammonium in the soil, in the depths of 0-0.20, 0.20-0.40 and 0.40-0.60 m at distances of 0,15 m 0.30 m the stem of the plant. Regression models were generated, graphics and response surface graphs considering the N levels and the soil depth and distances to estimate the N-total content, ammonium and nitrate in the soil. Were also determined correlation coefficients with the N content and the vestments of chlorophyll, productivity, number of fruits and fruit weight, and also a correlation between the depth and distance. The highest concentrations of N-NH₄⁺ and N-total were found at a depth of 0-0.20 m, and the distance 0.15 meters, regardless of the source of nitrogen applied, urea or ammonium sulfate. The highest concentration of NH₄⁺ was found with the source of ammonium sulfate. N-total soil content decreased in depth. There leaching NO₃⁻ layer to 0.40-0.60 m. The highest concentration of N-NO₃⁻ and N-total was found with the source urea. In the depths of 0-0.20 and 0.20-0.40 and 0.40-0.60 m for the 1st and 2nd collection, the two sources of N, correlation of N-NO₃⁻ content, N -NH₄⁺ and N-total in the soil with the parameters evaluated in the plant. The N-NO₃ content of 0.20 m depth correlated with the depth of 0.40 to 0.60 m, the same pattern occurs with the N-NH₄⁺ and N-total independent source. The negative correlation N-NO₃⁻ ion depth 0.20 m, with the N-total and N-NH₄⁺ depth of 0.60 m. The N content in the soil distance of 0.15 m are correlated to the same 0.30 m.

Keywords: Mineral fertilizer; nitrogen losses; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

¹Orientador: Prof.º Dr.º Júlio César Azevedo Nóbrega – UFRB, Recôncavo da Bahia - BA; Co-orientadores: Prof.ª Dr.ª Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda – UFPI, Universidade Federal do Piauí.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Características químicas e física do solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2013.....33

Tabela 2. Resultado da análise química do solo, no final do experimento na camada de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2014.....34

Tabela 3. Análise de variância para as fontes de nitrogênio (F), doses de nitrogênio (D), interação fonte e dose (F x D), profundidade (P), interação fonte e profundidade (F x P) e interação profundidade e distância (P x D) e interação fonte, profundidade e doses (F x P x D), para as variáveis N-Total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ na primeira coleta, realizada no período de florescimento e na segunda coleta realizada no período de frutificação do maracujazeiro.....37

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e N-total, para as fontes de ureia e sulfato de amônio, para a 1ª coleta no período de florescimento do maracujazeiro.....43

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e N-total, para as fontes de ureia e sulfato de amônio, para a 2ª coleta no período de frutificação do maracujazeiro.....44

Capítulo 3

Tabela 1. Características químicas e física do solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2013.....56

Tabela 2. Resultado da análise química do solo, no final do experimento na camada de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2014.....57

Tabela 3. Análise de variância para as doses de nitrogênio (D), profundidade (P), interação dose e profundidade (D*P), distância (Dis), interação dose e distância (D*Dis), interação distância e profundidade (Dis*P) e interação dose, distância e profundidade (Dis*D*P) para as variáveis N-Total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ na primeira coleta, realizada no período de florescimento e na segunda realizada no período de frutificação do maracujazeiro, para a fonte de ureia.....59

Tabela 4. Análise de variância para as doses de nitrogênio (D), profundidade (P), interação dose e profundidade (D*P), distância (Dis), interação dose e distância (D*Dis), interação distância e profundidade (Dis*P) e interação dose, distância e profundidade (Dis*D*P) para as variáveis N-Total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ na primeira coleta, realizada no período de florescimento e na segunda coleta realizada no período

de frutificação do maracujazeiro, para a fonte de Sulfato de amônio.....	60
Tabela 5. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-Total), para a interação distância e profundidade (Dis*P) da primeira coleta (Florescimento) para as plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	61
Tabela 6. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-total), para os efeitos isolado da distância (Dis) e profundidade (P) da segunda coleta (Frutificação), para as plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	62
Tabela 7. Desdobramento com efeito isolado para o íon nitrato (N-NO ₃ ⁻), na profundidade e distâncias na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.	63
Tabela 8. Desdobramento com efeito isolado para o íon nitrato (N-NO ₃ ⁻), na profundidade e distâncias na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	64
Tabela 9. Desdobramento do íon amônio (N-NH ₄ ⁺), para a interação doses, distâncias e profundidade (D*Dis*P), na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	65
Tabela 10. Desdobramento do íon de Amônio (N-NH ₄ ⁺), para efeito isolado nas distâncias, na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	66
Tabela 11. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-Total), para a interação distâncias, doses e profundidade (Dis*D*P), na primeira coleta (Florescimento) em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	67
Tabela 12. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-Total), para o efeito isolado das profundidades (P) e distância (D) na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	68
Tabela 13. Desdobramento dos teores de íons de nitrato (N-NO ₃ ⁻), para a interação distâncias, doses e profundidade (Dis*D*P), na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	69
Tabela 14. Desdobramento dos íons de nitrato (N-NO ₃ ⁻), para o efeito isolado das profundidades (P) na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	70
Tabela 15. Desdobramento dos teores de íons de amônio (N-NH ₄ ⁺), para a interação distâncias, doses e profundidade (Dis*D*P), na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	71
Tabela 16. Desdobramento do íon de amônio (N-NH ₄ ⁺), para a interação dose (D) e distância (Dis), na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.....	72
Tabela 17. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de nitrato (N-	

NO₃⁻), amônio (NH₄⁺) e N-total, para a fonte de ureia e sulfato de amônio, nas profundidades de 0,20, 0,40 e 0,60 m.....73

Tabela 18. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de nitrato (N-NO₃⁻), amônio (N-NH₄⁺) e N-total, para as fontes de ureia e sulfato de amônio, nas distâncias de 0,15 e 0,30 m.....78

LISTAS DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 1. Temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, mensais durante a execução do experimento. Bom Jesus – PI, 2013-2014.....33

Figura 2. Superfície de resposta, da primeira coleta dos teores de N-NH₄⁺, para as fontes de ureia (a.1) e sulfato de amônio (a.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.....38

Figura 3. Teores de N-total, N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ no solo, no período de florescimento e frutificação do maracujazeiro, submetidos a adubação com fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio). Letras minúsculas comparação entre fontes, letras maiúsculas comparação entre profundidades, dentro das mesmas coletas.....39

Figura 4. Superfície de resposta, da segunda coleta dos teores de N-NO₃⁻, para as fontes de ureia (b.1) e sulfato de amônio (b.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.....40

Figura 5. Superfície de resposta, na primeira coleta dos teores de N-Total, para as fontes de ureia (c.1) e sulfato de amônio (c.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.....41

Capítulo 3

Figura 1. Temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, mensais durante a execução do experimento. Bom Jesus – PI, 2013-2014.....58

Figura 2. Teores de N-total na primeira coleta (Florescimento) do maracujazeiro cultivado no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular do maracujazeiro (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.....61

Figura 3. Teores de N-Total da segunda coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200,

300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.....62

Figura 4. Teores de N-NO₃⁻ da primeira coleta (Florescimento) do maracujazeiro em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m) e profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m) para a fonte ureia.....63

Figura 5. Teores de N-NO₃⁻ na segunda coleta (Frutificação) no maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), e profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.....64

Figura 6. Teores de N-NH₄⁺ na primeira coleta (Florescimento) no maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.....65

Figura 7. Teores do N-NH₄⁺ na segunda coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.....66

Figura 8. Teores de N-total na primeira coleta (Florescimento) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.....67

Figura 9. Teores de N-total na segunda coleta (Frutificação) dos teores de N total, do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.....68

Figura 10. Teores de N-NO₃⁻ na primeira coleta (Florescimento) de maracujazeiro cultivado Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.....69

Figura 11. Teores de N-NO₃⁻ da segunda coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular do maracujazeiro (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a

fonte de sulfato de amônio.....70

Figura 12. Teores de $N-NH_4^+$ na primeira coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 $kg\ ha^{-1}$), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.....71

Figura 13. Teores de $N-NH_4^+$, na segunda coleta (Florescimento) da cultura do maracujazeiro, no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 $kg\ ha^{-1}$), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.....72

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região Nordeste do Brasil é a maior produtora do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) sendo responsável por 74,21% das 838.244 toneladas da fruta produzida no país (IBGE, 2013). A região destaca-se em relação às demais em função as altas temperaturas, radiação solar elevada, baixa umidade relativa do ar, bem como a presença de solos ideais para o desenvolvimento da cultura (FREIRE et al., 2013; CAVALCANTE et al. 2014). No entanto, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas visando aumentar a eficiência de uso de água, com aplicação de fertirrigação, que pode evitar o desperdício de água e lixiviação de nutrientes.

Quando bem conduzida, a fertirrigação pode contribuir para diminuir as perdas de nitrogênio (N) por lixiviação, por promover um uso mais eficiente dos fertilizantes e aumentar a produtividade e qualidade dos frutos. Entre os nutrientes o N é exigido em maiores quantidades pelo maracujazeiro (MALAVOLTA, 1997). É o elemento mais aplicado via água de irrigação por possuir alta mobilidade no solo (FONTES, 2005).

O estado do Piauí caracteriza-se como de clima semiárido, onde a quantidade de chuvas é escassa e de forma concentrada. Em função de suas características climáticas e geológicas (de origem sedimentar), a água subterrânea constitui uma importante forma de reserva hídrica (JÚNIOR et al., 2006). O abastecimento de água é praticamente em sua totalidade por águas subterrâneas, tanto para consumo humano como para fins agrícolas, que pode ser influenciado, e ter sua qualidade comprometida pela contaminação por fertilizantes, dentre eles o nitrogenado, o que compromete a qualidade e produção da frutífera na região.

As fontes nitrogenadas mais empregadas de N, são o nitrato de amônio, sulfato de amônio, e a ureia (NOELLSCH et al., 2009). A ureia e o sulfato de amônio, são as mais utilizadas, por serem de menor custo e de maior disponibilidade no mercado (BARBOSA FILHO & SILVA, 2001).

No maracujazeiro, o N é o elemento mais consumido durante o período de formação da cultura e nos períodos que antecedem a frutificação (SANTOS et al., 2006). Este elemento possui papel fundamental, em vários componentes vitais das

plantas como aminoácidos, ácidos nucléicos, amidas, proteínas, clorofila e metabólitos secundários. A deficiência de N ocorre rapidamente à inibição do crescimento vegetativo (MALAVOLTA et al., 2002; TAIZ & ZEIGER, 2013).

O N pode ser absorvido pelas plantas, tanto na forma do cátion (amônio N-NH_4^+) como do ânion (nitrato - NO_3^-) (PRADO, 2008). No solo o íon NH_4^+ pode ser fornecido nos fertilizantes amoniacais e amídicos, ou a partir da decomposição da matéria orgânica do solo, pode produzir amônia, promovendo a perda de N para a atmosfera (FONTES, 2005; TOSTA, 2009). A volatilização ocorre principalmente quando se fornece fertilizantes nitrogenados em solos com pH mais elevado e doses mais elevadas de N (MATTOS JUNIOR et al. 2002). Por outro lado a lixiviação do nitrato ocorre principalmente em solos arenosos, por ser um íon carregado negativamente, por sua baixa energia de adsorção às partículas do solo, e também pela sua alta solubilidade em água (JADOSKI et al., 2010). Estas perdas de N podem causar problemas na sua disponibilidade para as plantas e até mesmo a contaminação do lençol freático (BOLOGNA et al., 2006).

O manejo adequado e práticas agrícolas como correção do solo, parcelamento da adubação, uso racional da fertirrigação, aumento na matéria orgânica do solo, contribuem para reduzir as perdas de N no solo. O trabalho teve como objetivo, avaliar a dinâmica do N em Latossolo amarelo em função de fontes e doses de N fornecidas via fertirrigação na cultura do maracujazeiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características gerais da cultura do maracujazeiro-amarelo

O maracujazeiro é uma frutífera originária das florestas tropicais da América do Sul, tendo o Centro-Norte do Brasil o seu maior centro de dispersão geográfica (FONTES, 2005; DUTRA, 2006). O maracujazeiro adapta-se melhor em regiões com temperaturas médias mensais entre 20 e 32°C, precipitação pluviométrica anual entre 800 a 1.700 mm, baixa umidade relativa, necessita de alta luminosidade e de dias longos para florescer e ventos moderados (AGUIAR et al., 2014). O termo maracujazeiro envolve várias espécies do gênero *Passiflora*, família Passifloraceae (BRUCKNER, 1994). O gênero *Passiflora* domina amplamente esta família, apresentando mais de 400 espécies, das quais mais de 150 são endêmicas do Brasil. Os cultivos comerciais de maracujazeiros no Brasil baseiam-se numa única espécie, o maracujá-amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) que representa 95% dos pomares comerciais (MELETTI, 2011), sendo também a mais cultivada no mundo (MELETTI et al., 2002; ARAÚJO et al., 2006).

É uma cultura de grande importância para a região Nordeste do Brasil que em 2013 foi responsável por 74,21% das 838.244 toneladas da fruta produzida no país (IBGE, 2013). A região Nordeste apresenta várias condições edafoclimáticas favoráveis para o desenvolvimento e produção da cultura do maracujazeiro (FREIRE et al., 2013; CAVALCANTE et al., 2014).

O maracujazeiro é uma planta lenhosa, perene, trepadeira, de crescimento vigoroso e ininterrupto, podendo atingir até 10 m de comprimento, havendo necessidade de condução específica em sistemas de exploração comercial (OLIVEIRA, 1996). O caule na base é lenhoso e bastante lignificado, diminuindo o teor de lignina à medida que se aproxima do ápice da planta, podendo apresentar-se com hastes cilíndricas ou quadrangulares, angulosas, suberificadas, glabras ou pilosas dependendo da espécie botânica, no geral apresenta-se como sendo semi-flexível. A partir do caule surgem as gavinhas, folhas, gemas e brácteas (SILVA & SÃO JOSÉ, 1994; TOSTA, 2009).

As folhas são simples, alternadas e trilobadas, apresentando os bordos serrados e um aspecto lustroso na face superior. As folhas jovens apresentam-se geralmente

ovadas (ou ovuladas), sem lobos. Nas axilas de cada folha, além de uma gavinha, existem uma gema florífera e uma vegetativa, a primeira originando uma flor e a segunda um ramo (PIZZA, 1991).

O sistema radicular é de pouca profundidade apresenta uma raiz central pivotante mais vultosa que as demais. O volume da maioria das raízes finas (60% a 80%), concentra-se num raio de 0,60 m do tronco e na profundidade de 0,30 a 0,45 m de penetração no solo (SOUSA et al., 2002).

As flores do maracujazeiro azedo são grandes e vistosas, hermafroditas com estigmas localizados acima das anteras, dificultando a polinização (ALMEIDA, 2012). As flores, geralmente, abrem-se entre 12 e 13 h e permanecem abertas em torno de 4 h. A polinização deve ser feita nesse período, caso contrário, não ocorre à formação de frutos. Para ocorrer à indução do florescimento, o maracujazeiro precisa de dias longos, mais de 11 h de luz (CUNHA, 2013). O principal agente responsável pela polinização do maracujazeiro é a abelha mamangava (*Xilocopa* spp.). Em sistema de produção comercial, a polinização artificial deve ser realizada, principalmente quando constatada ausência ou pouca presença das abelhas (JUNQUEIRA et al., 2001).

Os frutos do maracujazeiro são produzidos em ramos do ano, são do tipo baga com tamanho e forma variados, geralmente ovais ou subglobosos com 6-12 cm de comprimento e 4-7 cm de diâmetro. A casca do fruto é dura e tem de 3 a 10 mm de espessura (LUCAS, 2002). A polpa do fruto tem cor amarelada a alaranjada, sementes numerosas, variando de 200 a 300, em formas ovais e pretas (MELETTI et al, 2000).

O maracujazeiro-amarelo apresenta grande importância no setor agrícola, devido às características físico-químicas e fármaco-terapêuticas, alta produtividade e aceitação do suco no mercado nacional, além de boas perspectivas nos mercados europeu e norte-americano (SOUZA et al., 2002).

O fruto do maracujazeiro-amarelo tem sido consumido quase que totalmente na forma processada, nos padrões de qualidade exigidos pela indústria, especialmente a de sucos, que deve ser preferida pelo produtor (CAVALCANTE et al., 2012). Nas indústrias de processamento os frutos devem apresentar, preferencialmente, valores elevados de rendimento de suco, de sólidos solúveis e elevada acidez (ABREU et al., 2009).

No Brasil, o principal uso do maracujá está na alimentação humana, na forma de sucos, doces, geléias, sorvetes e licores. É rico em vitamina C, cálcio e fósforo possuindo também, valor medicinal, em função de suas propriedades terapêuticas: as folhas e o suco contêm passiflorina, um sedativo natural, e o chá, preparado com as folhas, tem efeito diurético. As suas propriedades farmacológicas, como a maracujina, a passiflorine e a calmofilase são especialidades farmacêuticas de amplo uso como sedativos e antiespasmódicos (LIMA, 2005).

O maracujazeiro possui um longo período de safra, de oito a nove meses na região Sudeste, de dez a onze na região Nordeste e de doze meses na região Norte do país, por ano⁻¹, o que permite um fluxo equilibrado de renda mensal, aumentando o interesse dos agricultores pela cultura, gerando uma expansão do cultivo e, conseqüentemente, uma intensa demanda por informações técnicas, desde a produção de mudas a produção de frutos (MELETTI et al., 2002).

O maracujazeiro apresenta adequada aptidão para ser produzido sob irrigação no Nordeste brasileiro (CAVALCANTE et al., 2001). No Piauí dentre as frutíferas com viabilidade para o cultivo irrigado, o maracujazeiro-amarelo exerce destacada importância sócio econômica, por se tratar de uma cultura que produz em menor espaço de tempo, em relação a outras frutíferas como citros, goiabeira, gravioleira, mangueira e outras, possibilitando retorno mais rápido do capital investido (MELETTI et al., 2002).

O maracujazeiro é uma cultura de grande expressão econômica, além de seus subprodutos serem usados para vários fins. Para que o maracujazeiro apresente resultados esperados, é necessário um planejamento, isso requer conhecimento das condições ideais de cultivo para o seu crescimento e desenvolvimento.

2.2 Importância da adubação nitrogenada para a cultura do maracujazeiro-amarelo

O N é um nutriente absorvido e exportado em grande quantidade pelas plantas, sendo essencial para o seu desenvolvimento especificamente no seu metabolismo, crescimento vegetativo e produtividade. O N apresenta função estrutural importante, em vários componentes vitais das plantas como aminoácidos, ácidos nucléicos, amidas, proteínas, clorofila e metabólitos secundários, portanto, sua deficiência no solo, provoca

rapidamente uma inibição do crescimento vegetativo (MALAVOLTA et al., 2002; TAIZ & ZEIGER, 2013).

O maracujazeiro com deficiência de N na planta, as folhas ficam cloróticas, prejudicando a fotossíntese e a respiração. Em frutíferas, o excesso de N pode provocar uma diminuição na quantidade de frutos ou frutificação tardia (MALAVOLTA et al., 2002). Assim, no geral, a indisponibilidade de N nos solos limita o crescimento e a produção, visto ser requerido em todas as fases de desenvolvimento do vegetal (MARSCHNER, 2005).

O N é o nutriente mais consumido até o período de frutificação a partir de 120 dias, após o plantio do maracujazeiro, pois essa cultura possui fluxos alternados de vegetação e das fases do processo produtivo. Isso ocorre porque desde o início da frutificação há grande demanda por energia na planta e forte drenagem de nutrientes das folhas para os frutos em desenvolvimento (MENZEL et al., 1993). O N tem um pico de demanda ao redor de 210 dias, da ordem de 200 kg ha⁻¹ (ALMEIDA, 2012) período caracterizado como de frutificação e produção da lavoura (SÃO JOSÉ et al., 2002). Plantas de maracujá em adequado estado nutricional devem conter de 40 a 50 g kg⁻¹ de N (MALAVOLTA et al., 1997).

A adubação nitrogenada pode ser realizada com diferentes fontes de N, como o nitrato de cálcio, ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio e adubos orgânicos. Esses fertilizantes ao serem aplicados no solo, podem modificar suas propriedades químicas e alterar o pH do solo. Como a movimentação do N está relacionada com a forma em que ele se encontra, as mudanças químicas provocadas no solo pelo íon poderão ocorrer em diferentes profundidades (COSTA, 2005).

Alguns trabalhos científicos têm relatado a eficiência do uso do N no cultivo do maracujazeiro (CARVALHO et al., 2000; BORGES et al., 2003; DUTRA et al., 2003; BORGES et al., 2006; ROCHA et al., 2013).

Na região de Campos dos Goytacazes, a máxima produtividade do maracujazeiro (41,3 t ha⁻¹ ano⁻¹) correspondente à aplicação de 250 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N (CARVALHO et al., 2002). Nessa mesma região em estudo, Fontes (2005) encontrou a maior produtividade de frutos (21,7 t ha⁻¹) obtida com a menor dose de N, 50 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N.

Portanto, para garantir a expansão da cultura do maracujazeiro no Brasil, estudos sobre nutrição com N são fundamentais, ao considerar a importância dos nutrientes na produção da cultura e qualidade pós-colheita dos frutos (CAVALCANTE et al., 2002; NATALE et al., 2006).

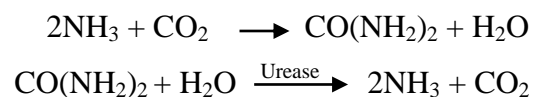
2.3 Adubos nitrogenados

Os fertilizantes são fundamentais para alavancar a produção de alimentos no mundo. O Brasil ocupa a quarta colocação entre os maiores consumidores desses insumos (STIPP & PROCHNOW, 2008). Ao considerar que aproximadamente 75% dos fertilizantes nitrogenados utilizados no Brasil são importados, torna-se necessária a maximização da eficiência de seu uso. Tradicionalmente, para a adubação nitrogenada tem sido utilizada diferentes fontes de N como nitrato de amônio, sulfato de amônio, e mais comumente, a ureia (NOELLSCH et al., 2009).

A ureia e o sulfato de amônio são duas fontes que apresentam baixa eficiência de utilização pelas culturas, raramente superior a 50%, porém são as mais utilizadas na agricultura brasileira, possivelmente por serem de menor custo e de maior disponibilidade no mercado (BARBOSA FILHO & SILVA, 2001).

a) Ureia

A ureia [CO(NH₂)₂] é o fertilizante nitrogenado mais usado no Brasil, representando cerca de 50% do mercado, por apresentar boa combinação entre eficiência agrônômica e preço em relação aos demais adubos nitrogenados (SCIVITTARO et al., 2004; ERNANI, 2008). É um composto orgânico, sintetizado a partir da combinação de amônia (NH₃) com gás-carbônico (CO₂), em duas etapas:

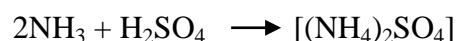


A ureia, com 44% de N na forma amídica, não contém o íon amônio na sua formulação. No entanto, quando aplicada ao solo, pode ser hidrolisada rapidamente produzindo esse íon, o qual pode passar para a forma nítrica (LOPES, 1998). Dependendo das condições ambientais, a ureia também pode transformar-se em gás amônia, sendo perdido via volatilização para a atmosfera (CARDOSO NETO et al, 2006). Quando aplicada ao solo, sofre, inicialmente, hidrólise, produzindo amônia e gás carbônico, numa reação mediada pela urease. Essa reação inicial apresenta importantes aspectos, entre os quais, a elevação do pH do solo, nas imediações do grânulo (TEIXEIRA FILHO, 2008).

Do ponto de vista agrônômico, a ureia apresenta uma series de vantagens, como, elevada solubilidade e compatibilidade para a mistura com outros fertilizantes e defensivos, e alta taxa de absorção foliar. Porém, o N é perdido com muita facilidade por volatilização de NH₃ (SILVA & VALE, 2000; BAYER & FONTOURA, 2006; CANTARELLA, 2007) e por lixiviação (VALE, 2009). Nos solos arenosos a perda de N por lixiviação começa ser relevante, atingindo cerca de 30% do N aplicado na forma de ureia (CAMARGO, 1989). Neste sentido, Trivelin et al. (1988) encontraram perdas totais de 72,1 kg N ha⁻¹, sendo 7,0 kg ha⁻¹ de N perdidos por lixiviação.

b) Sulfato de amônio

O consumo do sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄], representa cerca de 25% do mercado nacional de fertilizante, este apresenta todo o seu N na forma amoniacal (aproximadamente 20% de N) (SILVA et al., 2000). De fertilizantes nitrogenados é ainda uma fonte importante de enxofre (22 a 24% de S), sendo, por isso, recomendado, para adubações nitrogenadas em cobertura, em solos deficientes em enxofre. Este fertilizante pode ser produzido sinteticamente por meio da combinação de NH₃ com ácido sulfúrico, conforme a reação:

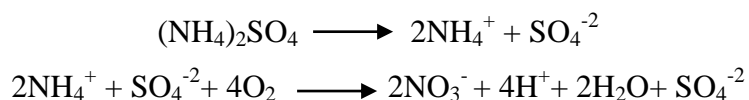


Quando aplicado ao solo, por dissolução, libera diretamente íons amônio. O amônio no solo pode ser oxidado a nitrato, numa reação mediada por bactérias

autotróficas (nitrossomonas e nitrobacter) e denominada nitrificação (SILVA & VALE, 2000).

O sulfato de amônio não sofre volatilização de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) quando o pH é inferior a 7,0 (VITTI et al., 2007). Porém, este fertilizante tem sua eficiência reduzida basicamente por desnitrificação e lixiviação de nitratos. Ao se adicionar ao solo, o sulfato de amônio se dissocia em NH₄⁺ e SO₄⁻², que podem ser absorvidas pelas plantas (SILVA & VALE, 2000; TEIXEIRA FILHO, 2008).

O N amoniacal é oxidado a nitrato (NO₃⁻) e há liberação de H⁺ para o solo ocasionando sua acidificação. Este efeito é maior do que o ocasionado pela ureia (BARBOSA FILHO et al., 2004). O sulfato de amônio acidifica o solo de acordo com as expressões abaixo:



2.4 Fertirrigação nitrogenada na cultura do maracujazeiro-amarelo

A fertirrigação é um método eficiente de fornecimento de nutrientes para plantas frutíferas (CASTELO BRANCO, 2014), pois disponibiliza nutrientes dissolvidos na água de irrigação, que podem ser prontamente absorvidos pelas plantas. A fertirrigação permite maior flexibilidade no período de aplicação, e na exatidão do fornecimento de nutrientes, independente das condições climáticas (NEILSEN & NEILSEN, 2008).

A aplicação de fertilizantes simultaneamente com a água de irrigação às culturas tem importância, tanto do ponto de vista técnico como econômico (BURT et al., 1998). Essa técnica constitui um avanço na agricultura irrigada, no entanto requer maior capacitação de técnicos e agricultores, seu uso está relacionado a uma série de vantagens econômicas quando comparadas com os métodos tradicionais de adubação (SOUSA et al., 2001). Entre as vantagens podem ser citados o aumento da eficiência dos fertilizantes e redução da mão-de-obra e maquinário para aplicação do fertilizante (SANTANA et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2011). O uso eficiente da água diminui as perdas de N por lixiviação, pode promover um uso mais eficiente dos fertilizantes e um aumento da produtividade dos cultivos. Assim os nutrientes podem ser fornecidos em

maiores quantidades na época de maior demanda das culturas (CASTELO BRANCO, 2014).

A prática da fertirrigação requer conhecimento da condição iônica do solo, acompanhamento da aplicação dos fertilizantes, observação da concentração dos mesmos na solução de injeção, bem como na saída dos emissores, a uniformidade de distribuição ao longo da área e o monitoramento da distribuição dos nutrientes ao longo do perfil do solo (COELHO et al., 2014).

Os fertilizantes a serem aplicados através desse sistema devem apresentar algumas características que os tornem mais eficientes como solubilidade alta e completa, além de apresentar alta concentração do nutriente desejado, sem a presença de resíduos que possam obstruir os gotejadores ou de contaminantes químicos que possam intoxicar as plantas ou poluir o solo (RIBEIRO et al., 1999).

Um dos maiores benefícios da fertirrigação é a possibilidade da aplicação dos nutrientes, de maneira parcelada, segundo a marcha de absorção da cultura, nos seus diferentes estádios de desenvolvimento (FONTES, 2005). O parcelamento da aplicação de nutrientes, principalmente do N, que se perde com mais facilidade por lixiviação, é uma das principais práticas que devem ser empregadas na fertirrigação (SOUZA & SOUZA, 1993).

O N é comumente o elemento mais aplicado via água de irrigação e por ser de alta mobilidade no solo e requerido em quantidades elevadas, deve merecer especial atenção em sistemas de cultivo irrigados (FONTES, 2005). O uso de fontes nitrogenadas em fertirrigação acelera a dinâmica do N no solo resultando no aumento da concentração de nitrato na solução do solo que, por ser de alta mobilidade, pode ser lixiviado para os lençóis freáticos (COELHO et al., 2014).

De modo geral, as fontes nitrogenadas podem diferir em razão da presença de outro nutriente ou pelo efeito que exercem sobre o pH do solo, como no caso do sulfato de amônio e ureia, que podem acidificar o solo com a presença de H⁺ da reação de nitrificação do NH₄⁺ (BORGES et al., 2006). A escolha da fonte do fertilizante deve basear-se em vários fatores, incluindo disponibilidade do produto no mercado, preço, época, modo de aplicação e sistemas de manejo (BORGES & CARDOSO, 2003).

Ao avaliar diferentes formas de aplicação de fertilizantes (via solo e fertirrigação) em três diferentes parcelamentos de N na cultura do maracujazeiro

amarelo, Teixeira et al. (1990) observaram que não houve influência do parcelamento e no modo de aplicação dos fertilizantes sobre a produção ou a qualidade dos frutos; contudo, a espessura de casca dos frutos aumentou proporcionalmente à frequência de fertirrigação.

Ao comparar fontes de N via água de irrigação Borges et al. (2006) relataram que a produtividade máxima de frutos de maracujá, $34,3 \text{ t ha}^{-1}$, foi obtida com aplicação de $457 \text{ kg de N ha}^{-1}$, na forma de ureia. Dutra et al. (2003) encontraram resultados semelhantes ao estudar doses de N para o cultivo do maracujazeiro, na dose de $450 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aplicados em frequência (semanal), os autores constataram maior peso médio (231 g), diâmetro dos frutos ($84,7 \text{ mm}$).

Por outro lado, ao estudar a adubação nitrogenada via irrigação no maracujazeiro-amarelo, Carvalho et al. (2000), avaliaram a qualidade dos frutos e verificaram que a adubação nitrogenada influenciou o número de frutos ha^{-1} , porém não influenciou o peso médio e outras características qualitativas dos frutos. Ao avaliar a produtividade e qualidade de maracujá amarelo irrigado, adubado com N, foi verificado por Borges et al. (2003), que o N influenciou negativamente no número de frutos, não interferiu na qualidade dos mesmos.

2.5-Dinâmica do N no solo

O conhecimento da disponibilidade de N mineral no solo durante o ciclo da cultura é muito importante para a realização da adubação com N na época e com quantidade adequadas (JADOSKI, et al., 2010). Esse nutriente apresenta uma complexa dinâmica, traduzida por grande mobilidade no solo e por diversas transformações mediadas por microrganismos. Inclusive, além de movimentação em profundidade, principalmente nítrica, o N pode transforma-se para formas gasosas, resultando em perdas por volatilização.

a) Processo de mineralização e imobilização de N

No sistema solo, uma pequena parte, normalmente inferior a 5% da quantidade de N total, está em forma mineral, nítrica (NO_3^-) ou amoniacal (NH_4^+), que são as formas

prontamente assimiláveis pelas culturas agrícolas (ARNUTI, 2014). Entretanto mais de 95% do N total no solo encontra-se na forma orgânica, sendo necessário que estes sejam transformados em formas inorgânicas, para que fiquem disponíveis e possam ser utilizados pelas plantas (SCHULTEN & SCHNITZER, 1998; ERNANI, 2003; VELOSO et al., 2009).

O processo pelo qual o N orgânico é convertido em nitrogênio mineral ou inorgânico é denominado mineralização. Esse processo é executado pela atuação de microrganismos heterotróficos do solo que utilizam substâncias orgânicas nitrogenadas como fonte de C, N e energia (ACOSTA, 2009). A maior parte do N inorgânico no solo é derivada da mineralização da matéria orgânica do solo e da aplicação de fertilizantes nitrogenados (FERNANDES & ROSSIELLO, 1995).

A mineralização de matéria orgânica ocorre mais intensamente nas regiões tropicais. A elevada taxa de decomposição dos resíduos vegetais nas regiões quentes e úmidas contribui para a imediata liberação dos nutrientes que foram absorvidos pelas plantas (CALEGARI et al., 1998). A velocidade da mineralização depende da fração em que o N se encontra. O N presente nos esterco animais e em resíduos vegetais que se encontram em estágios iniciais de decomposição mineraliza quase que completamente nos primeiros dois a três meses após a adição desses materiais ao solo (ERNANI, 2003). Todavia, a mineralização do N que está integrando a fração húmica da matéria orgânica do solo é bem mais lenta e a taxa dificilmente ultrapassa valores de 5% ao ano. Foram constatados que aproximadamente 60% do N contido na palha de aveia passaram para a forma mineral nos primeiros três meses após a aplicação desse material ao solo (ERNANI et al., 2002).

A quantidade de N mineralizada no solo é dependente dos seguintes fatores: temperatura, umidade, aeração, qualidade (composição química) dos restos culturais, especialmente da relação C:N, teores de lignina, celulose, hemicelulose e polifenóis (OLIVEIRA & MORAES, 2002).

A mineralização e a imobilização do N são processos que ocorrem simultaneamente, contudo, em sentido inverso (ARNUTI, 2014). A imobilização é o processo através do qual os microrganismos assimilam o N mineral do solo, com o objetivo de satisfazer suas necessidades metabólicas. A microbiota assimila os compostos inorgânicos nitrogenados, incorporando-os nos aminoácidos que irão

participar da síntese de proteínas de suas células durante a formação de biomassa no solo (ALVA et al., 2005).

Na reação de imobilização, o N passa de uma forma prontamente assimilável pelos vegetais para a forma orgânica, temporariamente indisponível (VAUGHAN et al., 2000; AITA & GIACOMINI, 2008). Embora este processo a curto prazo possa ser prejudicial às culturas, a médio e longo prazo pode ser um mecanismo de conservação do N no sistema, impedindo a sua perda por lixiviação, erosão, volatilização ou desnitrificação. A disponibilidade de N no solo é controlada pelos processos microbianos de mineralização e imobilização, os quais dependem basicamente da relação carbono e nitrogênio (C/N) e da composição bioquímica dos resíduos culturais em decomposição (MARY et al., 1996; AMADO et al., 2000).

Essa reação somente ocorre quando se adicionam ao solo materiais orgânicos com relação (C/N) maior que 25:1, ou após a morte de plantas invasoras que contenham relação C/N superior a esses valores, seja através da aplicação de herbicidas ou da senescência natural (ERNANI, 2003). Há um equilíbrio entre esses dois processos quando a relação C/N situa-se em torno de 25 (AITA et al., 2004). Abaixo desse valor, a mineralização irá predominar sobre a imobilização, ocorrendo o inverso para valores de C/N superiores a 25.

A mineralização líquida de N, é determinada como o fluxo líquido de N inorgânico da fração mineralizável, indica o balanço entre a mineralização bruta e a imobilização pelos organismos do solo (FEIDEN, 1999). Os microrganismos do solo imobilizam ou assimilam uma parte do N derivado da decomposição da matéria orgânica e o N excedente que não é requerido pelos microorganismos acumula como N inorgânico. Assim, a mineralização de N é muitas vezes medida para se determinar a capacidade da matéria orgânica do solo em suprir N inorgânico, principalmente NO_3^- , que é a principal forma de N disponível para as plantas e do N móvel que se perde no perfil do solo (GREGORICH et al. 1994).

Na literatura são encontrados diversos valores de relação C/N a partir dos quais ocorre imobilização líquida de N (KUMAR & GOH, 2003). Contudo, estes variam com o tipo de planta e o estágio de maturação que estas são adicionadas ao solo (MONTEIRO et al., 2002). A adição ao solo de materiais orgânicos com elevada relação C/N, como os resíduos culturais de cereais, poderá estimular a absorção de N-

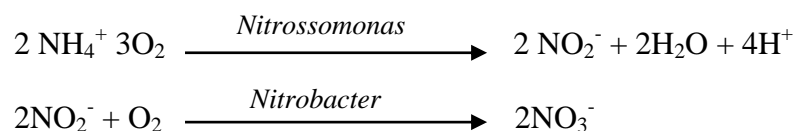
NO_3^- pela biomassa microbiana, mantendo o N temporariamente na forma orgânica e diminuindo as perdas de N-NO_3^- para o ambiente (AITA & GIACOMINI, 2008).

O N aplicado em cobertura, sem incorporação, é sujeito à imobilização (MALHI et al., 2001). Na presença de grandes quantidades de resíduo com alta relação C/N, pode resultar em deficiência de N. Isso é visto que a medida que foi aumentada a dose de N, aplicada em cobertura, houve imobilização do nutriente, de forma crescente e linear (ROSOLEM et al., 2003).

b) Processo de nitrificação do N

Uma quantidade do amônio (NH_4^+) liberado no solo é convertida em N nítrico numa reação mediada por bactérias autotróficas, processo esse denominada de nitrificação (SILVA e VALE, 2000). Este processo pode ser definido como uma oxidação biológica em que o amônio, proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo ou de fertilizantes amídicos ou amoniacais, é convertido a nitrato pela ação de microrganismos do solo (JADOSKI et al., 2010).

Essa reação é espontânea em solos oxigenados, sendo efetuada em duas fases, respectivamente por bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* que agem na formação de nitrito e *Nitrobacter* que operam na formação de nitrato, (ERNANI, 2003; BARTON et al., 2006; JADOSKI et al., 2010; SOUZA, 2012) conforme as equações:



A nitrificação pode diminuir o pH do solo, como demonstra a reação acima, pois há a liberação de dois átomos de hidrogênio para cada molécula de amônio nitrificada. Sendo assim, a aplicação contínua de adubos amoniacais ou que produzam amônio, por muitos anos, pode contribuir para a diminuição do pH, principalmente em solos que tenham baixos teores de argila e matéria orgânica (ERNANI, 2003).

Os principais fatores reguladores da nitrificação são o oxigênio e o pH do solo (ARNUTI, 2014). A taxa de nitrificação ótima ocorre na faixa de pH entre 7 e 9,5 e,

amortiza progressivamente com a diminuição do pH (COELHO et al., 2004). A acidez inibe a produção de nitrato em solos que recebem aplicação de amônio, assim como a nitrificação é favorecida pela calagem (ROSOLEM et al., 2003). As maiores taxas de nitrificação tem sido obtida nos solos onde se realiza a correção da acidez do solo (SILVA & VALE, 2000).

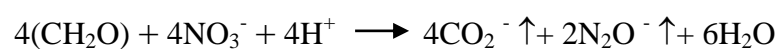
Na maioria dos solos brasileiros, a nitrificação do N-NH₄⁺ é relativamente rápida. Cerca de 60 a 70% do N aplicado sofre nitrificação em cinco semanas (Malavolta, 1981). Porém, esse período tem relação direta com a fonte de N, o sistema de manejo do solo e as condições intrínsecas do mesmo (TEIXEIRA FILHO, 2008). É também, muito afetado pelas condições ambientais, já que é uma reação que envolve microrganismos (FAQUIN, 1998).

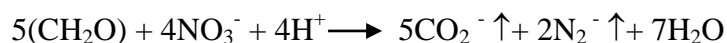
A aplicação de fontes amoniacais em solos alcalinos, sob altas temperaturas e baixa umidade do solo implica em volatilização direta do amônio (COELHO et al., 2004). Estudo com duas fontes de N apuraram que a taxa de nitrificação foi maior para o NH₄⁺ proveniente da ureia, em relação ao sulfato de amônio (VALE et al., 1991).

c) Processo de desnitrificação de N

A desnitrificação é o processo de redução do NO₃⁻ ou NO₂⁻ a N molecular (N₂) ou a óxidos de N (N₂O) por atividade microbiana ou por reações químicas (FONTES, 2005). A desnitrificação é o mais conhecido entre os processos redutivos (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002), sendo realizada por um grande número de bactérias anaeróbicas facultativas, como as dos gêneros *Azospirillum*, *Bacillus*, *Rhizobium*, etc (FERNANDES, 2006).

A essa reação de redução somente ocorre em solos com baixo suprimento de oxigênio como, por exemplo, os solos encharcados após prolongado período de chuvas e os campos de arroz inundados (MALAVOLTA, 2006). Os microrganismos anaeróbios facultativos usam o oxigênio existente no nitrato comoceptor de elétrons na cadeia respiratória. Como pode ser demonstrado esquematicamente abaixo:





Dependendo da intensidade e da quantidade de chuvas, poderá resultar em perda de N por desnitrificação, uma vez que, em condições anaeróbias, o N-NO_3^- atua como aceptor de elétrons da cadeia respiratória de algumas bactérias, sendo reduzido à forma gasosa de N_2 (DENDOOVEN et al., 1998).

Em relação às áreas irrigadas, onde o movimento de água no sistema solo-planta é mais intenso, é importante considerar as informações apresentadas por SOUSA e Lobato (2004) que descrevem que as perdas totais de N no solo são 43% provenientes da desnitrificação. Nesse sentido Wolschick et al. (2008) verificaram que em anos de elevada precipitação as perdas de N por lixiviação no solo podem chegar a 30%.

d) Volatilização da amônia

A perda do N pela volatilização da amônia para o ambiente é um dos principais fatores responsáveis pelo baixo aproveitamento dos adubos nitrogenados (URQUIAGA et al., 1993; CARDOSO NETO *et al.*, 2006; ZHAO et al., 2014;). A volatilização da amônia é um processo resultante de reações químicas basais, a partir do amônio produzido na decomposição da matéria orgânica do solo ou a partir dos fertilizantes amoniacais e amídicos aplicados (FONTES, 2005; TOSTA, 2009).

A volatilização do N é influenciada pela fonte de N empregada e pelo manejo da adubação nitrogenada (MOTA et al., 2015), por características do solo como pH, teor de matéria orgânica e temperatura do solo (CARDOSO NETO et al., 2006), presença da enzima uréase (CANTARELLA et al., 2004), condições climáticas como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica (SOMMER e HUTCHINGS, 2001; MOTA et al., 2015).

A volatilização de NH_3 é mais significativa quando se aplica o fertilizante nitrogenado em solos com o pH alto e doses mais elevadas de N (MATTOS JUNIOR et al., 2002). A volatilização da amônia pode também assumir grande importância, principalmente quando se adicionam adubos nitrogenados amoniacais a solos com pH maior que 7,0 (ERNANI, 2003). Sobretudo quando se usa ureia em solos úmidos e bem

intemperizados, a qual quando aplicada nessas condições pode sofrer hidrólise enzimática liberando N amoniacal que é volátil (COSTA et al., 2004).

A volatilização de N originado da fonte de N amídica (ureia), deriva da alcalinização da solução próxima ao grânulo durante sua hidrólise, catalisada pela enzima urease na formação de íons bicarbonato (HCO_3^-) e hidroxila (OH^-), favorecendo a transformação de N-NH_4^+ em N-NH_3 e a perda na forma de gás para a atmosfera (VITTI et al., 2002). Estas perdas em diversos tipos de solos apontam para valores superiores a 50% do N aplicado (CANTARELLA et al., 1999).

A aplicação do fertilizante nitrogenado na superfície do solo coberto com resíduos vegetais tende a aumentar as taxas de perdas do N, em vista de uma barreira formada pelos resíduos entre o grânulo do fertilizante e o solo, da manutenção da umidade do solo na camada superficial por períodos mais prolongados, e da maior atividade da enzima urease, responsável pela transformação bioquímica do N amídico no íon amônio (NH_4^+). A incorporação do fertilizante em profundidade no solo tende a reduzir significativamente as perdas de NH_3 (MATTOS JUNIOR et al., 2002; SANGOI et al., 2003).

e) Lixiviação de nitrato

O processo de lixiviação consiste no movimento vertical de íons ou de moléculas no perfil do solo para profundidades abaixo daquelas exploradas pelas raízes (MOTA et al., 2015). É a reação mais significativa que ocorre com o N em áreas com alta precipitação pluviométrica, principalmente nos solos de países de clima tropical (ERNANI, 2008). As perdas de N por lixiviação podem levar a problemas de queda da fertilidade do solo e até mesmo a contaminação do lençol freático (BOLOGNA et al., 2006).

A lixiviação de N é muito preocupante porque ele é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas, porque os solos brasileiros possuem basicamente cargas elétricas negativas na camada arável sendo sua adsorção eletrostática reduzida, e porque a quase totalidade do N mineral do solo se encontra na solução e na forma de nitrato (ERNANI, 2003).

A lixiviação de nitrato é um fenômeno físico, favorecido pela baixa energia envolvida na sua adsorção às partículas do solo e também pela sua alta solubilidade em água (JADOSKI et al., 2010). Para Mota et al. (2015) a intensidade do processo de lixiviação é inversamente proporcional ao número de sítios de adsorção. Nesse sentido Ernani (2008) expôs que para uma mesma quantidade de adubo aplicado, a lixiviação será diretamente proporcional ao teor de areia do solo e inversamente coerente aos teores de argila e de matéria orgânica.

A desnitrificação e a lixiviação são um dos principais processos de perda de N do solo e, juntos, contribuem com 72 % dessa perda (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). A lixiviação de nitrato no solo é bastante variável o que dificulta a comparação de resultados obtidos em locais diferentes (GAVA, 2003; GOLLANY et al., 2008). A quantidade de N que se perde do solo por lixiviação varia em função da velocidade de mineralização e imobilização por plantas e microrganismos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002), da precipitação pluviométrica (FERNANDES et al., 2006) e das propriedades do solo (ANDRADE et al., 2009).

As perdas de N por lixiviação em um ecossistema agrícola podem ser significativas (FONTES, 2005; VALE, 2009). Camargo (1989) ressaltou que em solos arenosos a perda de N por lixiviação é relevante, atingindo cerca de 30% do N aplicado na forma de ureia.

Um das formas utilizadas no Brasil para aumentar a eficácia do uso do N e reduzir as perdas, principalmente por lixiviação é o parcelamento da adubação nitrogenada (COELHO et al., 2007). Esse parcelamento da adubação nitrogenada é de fundamental importância quando se usa a técnica da fertirrigação, pois, a concentração da solução de injeção na água de irrigação pode influenciar na concentração de nitrato na solução do solo (COELHO et al., 2007; DONAGEMMA et al., 2008).

Áreas irrigadas apresentam alto potencial de lixiviação de nitrato (JADOSKI et al., 2010). A lixiviação do nitrato é potencializada pela elevada dotação de água empregada na irrigação (ANDRADE et al., 2009). Nesse sentido Souza e Souza (1993) relataram que o parcelamento da aplicação de nutrientes, principalmente de N, que se perde com mais facilidade por lixiviação, é uma das principais práticas que devem ser empregadas na fertirrigação.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S. P. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T.; SOUSA, M. A. F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.487-491, 2009.

ACOSTA, J. A. A. **Dinâmica do nitrogênio sob sistema plantio direto e parâmetros para o manejo da adubação nitrogenada no milho**. Tese de doutorado. Santa Maria, RS, Brasil 2009.

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S. A.; CASTRO, C. E. F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: Instituto Agrônomo. Boletim IAC, n.º 200. 7.ª Ed., 2014. 452 p.

AITA, C. et al. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: I – Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, p.738-749, jul/ago. 2004.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2101-2111, set./out. 2008.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.195-205, 2008.

ALMEIDA, R. F. Nutrição de maracujazeiro. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 12-17, 2012.

ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 179-189, 2000.

ANDRADE, E. M. DE; AQUINO, D. N. DE; CRISÓSTOMO, L. DE A.; RODRIGUES, J. DE O.; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. **Ciência Rural**, v.39, p.88-95, 2009.

ARAÚJO, R. C.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; ALVAREZ, V. H.; SOUZA, A. P.; PEREIRA, W. E.; HIMUZI, S. Quality of yellow passionfruit (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg.) as affected by potassium nutrition. **Fruits**. Paris. v.61, n.2, p.109-115, 2006.

- ARNUTI, F. **Dinâmica do nitrogênio em argissolo em função de irrigação e adubação nitrogenada do milho em plantio direto.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 89 f.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. **Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio.** Piracicaba: POTAFÓS, 2001. p.1-5. (Informações Agronômicas, n.93).
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.785-792, 2004.
- BARTON, L. et al. Turfgrass (*Cynodon dactylon* L.) sod production on sandy soils: II. Effects of irrigation and fertiliser regimes on N leaching. **Plant and Soil**, v.284, p.147-164, 2006.
- BAYER, C; FONTOURA, S.M.V. Dinâmica do nitrogênio no solo, pré-culturas e o manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho em plantio direto. In: FONTOURA SMV, BAYER C, editores. Manejo e fertilidade de solos em plantio direto. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária; 2006.
- BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; LANGE, A.; TRIVELIN, P.C.O. Perdas de nitrogênio pela parte aérea de plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1106-1111, 2006.
- BORGES, A. L., RODRIGUES, M. G. V., LIMA, A. A. A., ALMEIDA, I. E.; CALDAS, R. C. Produtividade e qualidade de maracujá-amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.259-262, 2003.
- BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. A. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 301-304, Agosto 2006.
- BORGES, A.L.; CARDOSO, S. da S. Nutrição e fertirrigação do maracujazeiro. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ, 2003. 1 CD-Rom.
- BRUCKNER, C. H. Auto-incompatibilidade em maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. **Maracujá: produção e mercado.** Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p.6-18.
- BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertigation. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1998. 326 p.
- CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, Sucessões e Rotações. In: Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta a Embrapa responde. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. p. 59-80. (Coleção 500 perguntas 500 Respostas).

- CAMARGO, P. B. **Dinâmica do nitrogênio dos fertilizantes: Uréia (15N) e aquamônio (15N) incorporados ao solo na cultura de cana-de-açúcar.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo 1989. 104 f.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. **Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho.** In: GALVÃO JCC, MIRANDA GV, editores. Tecnologias de produção do milho. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; 2004. p.139-82.
- CANTARELLA, H.; GALLO, P. B.; BOLONHEZI, D.; QUAGGIO, J. A. Inibidor de uréase para produção de milho em plantio direto. In: Reunião Brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 24, 2004, Lages. **Resumos...** Lages: 2004. (CDROOM).
- CANTARELLA H. Fontes de nitrogênio. In: NOVAIS RF, ALVAREZ V VH, BARROS NF, FONTES RLF, CANTARUTTI RB, NEVES JCL, editores. **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo: 2007. p.416-49.
- CARDOSO NETO, F.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Nitrogênio residual em solo adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de nitrogênio. **Caatinga**, v.19, n.2, p.161-168, 2006.
- CARVALHO, A. J. C.; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro amarelo-1: produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1101-1108, 2000.
- CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H.; MARTINS, D. P.; BERNARDO, S.; SILVA J. A. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.59, n.1, p.121-127, 2002.
- CASTELO BRANCO, M. S. **Desenvolvimento inicial de macieiras submetidas a regimes de irrigação e fertirrigação em São Joaquim- SC.** 2014. 81f. Dissertação de mestrado – Lages.
- CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. **Possibilidade de uso de água salina no cultivo do maracujazeiro-amarelo.** Areia: CCA/UFPB, 2001. 42p.
- CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg) ao manejo e salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 23, n.1/2, p.27-33. 2002.
- CAVALCANTE, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; MIRANDA, J. M. S.; MARTINS, A. B. G. Physical and chemical characteristics of tropical and non-conventional fruits. In: BENJAMIN VALDEZ. (Org.). Food industrial processes - methods and equipment. 1.ed. Rijeka: InTech, 2012. v.1, p.1-16.
- CAVALCANTE1, L. F.; LOPES, E.; DINIZ, A. A.; SEABRA FILHO, G. Q.; DANTAS, T. A. G.; NUNES, J. C. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra. **Revista Agrotec**, v. 35, n. 1, p 69–80, 2014.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. S. Fontes e Freqüências de Aplicação de Nitrogênio Via Água de Irrigação no Mamoeiro. **Comunicado técnico**. Cruz das Almas-BA, 2004.

COELHO, R.I.; LOPES, J.C.; CARVALHO, A.J.C. de; AMARAL, J.A.T.do; MATTA, F. de P. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro 'Jupi' cultivado em Latossolo Amarelo distrófico em função da adubação com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p. 1696-1701, 2007.

COELHO, E. F.; COSTA, F. S.; SILVA, A. C. P.; CARVALHO, G. C. Concentração de nitrato no perfil do solo fertigado com diferentes concentrações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.3, p.263–269, 2014.

COSTA, E. L. **Fertirrigação nitrogenada por gotejamento em cafezal e sua influência em características químicas do solo**. 2005. 84 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CUNHA, M. **Produtividade e características de frutos de pomares de maracujá implantados com sementes originais e reaproveitadas do híbrido BRS Gigante Amarelo**. Dissertação - Mestrado em Agronomia – Universidade de Brasília 2013. 64p.

DENDOOVEN, L.; BONHOMME, E.; MERCKX, R.; VLASSAK, K. Injection of pigslurry and its effects on the dynamics of nitrogen and carbon in a loamy soil under laboratory conditions. **Biology and fertility of soils**, v.27,p.5-8, 1998.

DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; ALVAREZ, V. H.; FERREIRA, P. A.; CANTARUTTI, R. B.; SILVA, A. T. da; Figueiredo, G. C. Distribuição do amônio, nitrato, potássio e fósforo em colunas de Latossolos fertirrigadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2493-2504, 2008.

DUTRA, G. A. P. **Aplicação de uréia na presença e na ausência de esterco bovino na produção, qualidade dos frutos e extração de nutrientes do maracujazeiro doce**. Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2006. 60 p.

DUTRA, G.A.P.; FONTES, P.S.F.; CARVALHO, A.J.C. de; CEREJA, B.S.; MILHOMEM, A.C.P.; MARINHO, C.S. Adubação nitrogenada nos sistemas fertirrigado e manual na cultura do maracujazeiro-amarelo 1: qualidade dos frutos. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos: UENF/UFRRJ, 2003. 1CD-Rom.

ERNANI, P.R.; SANGOI, L. & RAMPAZZO, C. Lixiviação e imobilização de nitrogênio num Nitossolo como variáveis da forma de aplicação da uréia e da palha de aveia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:993-1000, 2002.

ERNANI, P. R. Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira. **Lages** : Graphel, 2003. 76 p.

- ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, 2008. 230 p.
- ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; PROENÇA, M. M.; DIAS, J. Addition of nitrogen had no effect on yield and quality of apples in a high density orchard carrying a dwarf rootstock. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p.1113-1118, 2008.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 227p.
- FEIDEN, A. **A dinâmica do nitrogênio em um solo dos campos gerais do Paraná sob dois sistemas de cultivo**. Tese Agronomia/Ciência do Solo - universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1999.176p.
- FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L.; CARVALHO, L. A. Internal Drainage and nitrate leaching in corn-black oat-corn succession with two split nitrogen applications. **Scientia Agricola**, v. 63, n.5, p.483-492, 2006.
- FONTES, P. S. F. **Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro amarelo utilizando o DRIS**. Tese de Doutorado em Produção Vegetal – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro 2005.100 f.
- FREIRE, J. L. O.; C, L. F.; Nascimento, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, p. 57-70, 2013.
- GAVA, G. J. C. **Compartimentalização do nitrogênio no sistema solo-planta na implantação na implantação e semeadura direta no ciclo da cultura do milho**. 2003. 125p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- GOLLANY, H.; MOLINA, J.A.; CLAPP, C.; ALLMARAS, R.; LAYESE, M.; BAKER, J.; CHENG, H. Nitrogen Leaching and denitrification in continuous corn as related to residue management and nitrogen fertilization.
- GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R; ANGERS, D.A; MONREAL C.M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 74 p.367- 385, 1994.
- HEINRICHS, R.; GAVA, J. G.; CORAZZA, E. J.; DUETE, R. R. C.; ALVAREZ V., F. C.; MURAOKA, T. Preferential nitrogen form (15NH_4^+ or 15NO_3^-) taken up by soybean, common bean, rice and corn crops. **Científica**, v.34, n.1, p.25 - 30, 2006.
- IBGE (2013). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados: produção agrícola municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=23&i=P>. (Acesso em 14/12/2014).

JADOSKI, S. O.; SAITO, L. R.; PRADO, C. D.; LOPES, E. C.; SALES, L. L. S. R. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 193-210, 2010.

JUNQUEIRA, N. T. V.; VERAS, M. C.; NASCIMENTO, A. C.; CHAVES, R. C.; MATOS, A. P.; JUNQUEIRA, K. P. **A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001. 18p. (Série Documentos, 41).

JÚNIOR, A. S de A.; SILVA, E. F. de F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; LEAL, C. M. (2006). Uso e qualidade de água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. Campina Grande, PB, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Série 4, Vol 10, pp 873-880.

KUMAR, K.; GOH, K.M. Nitrogen Release from crop residues and organic amendments as affected by biochemical composition. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 34, n. 17, p. 2441-2460, 2003.

LIMA, A. A.; FANCELLI, M. **Maracujá: Uso medicinal**. Jaboticabal: SBF, outubro de 2005. Disponível em <http://www.todafruta.com.br>. Acessado em: 01 jan. 2016.

LOPES, A.S. **Manual Internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba:POTAFOS, 1998. 177p.

LUCAS, A. A. T. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sins var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de adubação potássica**. (Tese de Mestrado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Qwueiroz”, 2002. 88p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 281p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos & Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. p. 11

MALHI, S. S.; GRANT, C. A.; JOHNSTON, A. M.; GILL, K. S. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 101-122, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: London Academic Press, 2005. 889p.

MARY, B. et al. Interaction between decomposition of plant residues and nitrogen and nitrogen cycling in soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 181, p. 71-82, 1996.

MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Perdas por volatilização do nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **LARANJA, Cordeirópolis**, v.23, n.1, p.263-270, 2002.

- MELETTI, L. M. M.; AZEVEDO FILHO, J. A.; BENTO, M. M. 'IAC 275' – Primeira cultivar de maracujazeiro–amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para a agroindústria de sucos. In: **Simpósio brasileiro de melhoramento de fruteiras**, 2., 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: Editora UFV, 2000. p. 166.
- MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO, F. J. A. Desempenho das cultivares IAC-227 de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) em pomares comerciais. In: Reunião Técnica de Pesquisa em Maracujazeiro, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/SBF, 2002 p.166-167.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.83-91, 2011.
- MENZEL, C.M.; HAYDON, G.E.; DOOGAN, V.J.; SIMPSON, D.R. New standard leaf nutrient concentrations for passion fruit based on seasonal phenology and leaf composition. **Journal of Horticultural Science**, v.68, n.2, p.215-230, 1993.
- MONTEIRO, H.C.F.; et al. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1092-1102, 2002.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.
- MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.39, p.512-522, 2015.
- NATALE, W.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, E. V.; BARBOSA, J. A. Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 187-192, 2006.
- NEILSEN, D.; NEILSEN, G. H. Fertigation of deciduous fruit trees: apples and sweet cherry. In: IMUS, P.; PRICE, M. R. (Eds.) Fertigation: Optimizing the utilization of water and nutrition. **International Potash Institute**, Horgen, Switz, p. 76- 88, 2008.
- NOELLSCH, A. J.; MOTAVALLI P. P; NELSON, K. A; KITCHEN N. R. Corn response to conventional and slow- release nitrogen fertilizers across a claypan landscape. **Agronomy Journal**, Madison, v.101, n.1, p.1-14, 2009.
- OLIVEIRA, A. M. A. **Reprodução e citogenética de sp.de *Passiflora***. 1996. 148f. Tese (Doutorado em Genética) – Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 1996.
- OLIVEIRA, T.K.C.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1079-1087, 2002.

- PIZZA J. R. (1991) **A cultura do maracujá**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. (Boletim Técnico, 5), 102p.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. p 116.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- ROCHA, L. F.; CUNHA, M. S.; SANTOS, E. M.; LIMA, F. N.; MANCIN, A. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Biofertilizante, calagem e adubação com NK nas características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.555-562, 2013.
- ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. **Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 38, n. 2, p. 301-309, fev. 2003.
- SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A. & RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH₃, em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, 33:687-692, 2003.
- SANTANA, G. S.; COELHO, E. F.; SILVA, T. M.; RAMOS, M. M. Relação entre potássio na solução do solo, umidade e condutividade elétrica aparente do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, p.142-151, 2007.
- SANTOS, F.A; PETILIO, A.A.; BOSQUÊ, G.G.A influência da água e do nitrogênio na cultura do maracujá (*Passiflora edulis*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.5, n.10, 2006.
- SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. M. Cultura do maracujá no nordeste brasileiro. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO-AMARELO, 3. 2002. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/SBF, 2002. p.88-91.
- SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizantes de liberação lenta na formação do porta-enxerto “Trifoliata”. **Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.3, p.520-523, 2004.
- SCHULTEN, H.R.; SCHNITZER, M. The chemistry of soil organic nitrogen: a review. **Biologic Fertility Soils**, Berlin, v. 26, p. 1-15, 1998.
- SILVA, A. C., SÃO JOSÉ, A. R. (1994) Classificação botânica do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.C. (Ed). **Maracujá, produção e mercado**. Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 255p.
- SILVA, C. A.; VALE, F. R. Disponibilidade de nitrato em solo brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2461- 2471, 2000.

SOMMER, S.G.; HUTCHINGS, N.J. Ammonia emission from field applied manure and its reduction: invited paper. **European Journal of Agronomy**, v.15, n.1, p.1-15, 2001.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E., eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.

SOUSA, V. F.; BORGES, A. L. COELHO, E. F.; VASCONCELOS, L. L.; VELOSO, M. E. C.; OLIVEIRA, Á. S.; AGUIAR NETTO, A. O. Irrigação e fertirrigação do maracujazeiro. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 32, Teresina. 2001. 48p.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n.1, p. 51-56, 2002.

SOUZA, J. A. **Lixiviação de nitrato e volatilização de amônia em um latossolo cultivado com café sob diferentes fontes de nitrogênio**. Dissertação de mestrado. 2012. 85f.

SOUZA, V. F. **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg)**. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo. 2000. 178p.

SOUZA, V. F.; SOUZA, A. P. Fertirrigação: Tipo e seleção de produtos, aplicação e manejo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22., Ilhéus, **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. p. 2539-2546. 1993.

STIPP, S.R.; PROCHNOW, L.I. Maximização da eficiência e minimização dos impactos ambientais da adubação nitrogenada. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n. 124, p. 1-7, nov./dez., 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed., Porto Alegre: ARTMED, 2013. 918p.

TEIXEIRA, D. M. M.; OLITTA, A. F. L.; VASCONCELOS, L. A. B. C. Efeitos de vários níveis de fertirrigação na cultura do maracujazeiro amarelo (passiflora edulis var. flavicarpa). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.1, n.1, p. 1-76. 1990.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Doses, fontes e épocas de aplicação do nitrogênio em cultivares de trigo sob plantio direto no cerrado**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. 2008. 80 p.

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

TOSTA, M. S. **Adubação nitrogenada na produção e na qualidade de frutos de maracujazeiro 'amarelo'**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2009. 58f. p.

TRIVELIN, P. C. O.; CARVALHO, J. G.; SILVA, A. Q.; PRIMAVESI, A. C. P. A.; CAMACHO, E.; EIMORI, I. E.; GUILHERME, M. R. Adubação foliar de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): Absorção e translocação de uréia-15N. **Energia Nuclear e Agricultura**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 52-65, 1988.

URQUIAGA, S., BODDEY, R. M., ALVES, B.J. (1993) Dinâmica do N no solo. Anais do Simpósio Brasileiro sobre nitrogênio em plantas, 1, Itaguaí: SBF/UFRRJ.p.127- 160.

VALE, F. R.; SILVA, C. A.; PORTO, D. Nitrificação em solos do sudoeste da Bahia incubados com uréia ou sulfato de amônio. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 23., 1991, Porto Alegre. **Resumos...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1991. p.180.

VALE, D. W. **Efeito da aplicação de nitrogênio nos atributos químicos do solo, na nutrição e na produção de cana-de-açúcar**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, 2009. 120 f.

VAUGHAN, J.D.; HOYT, G.D. & WOLLUM, A.G. disponibilidade de nitrogênio em plantio convencional e plantio direto na cultura do milho: nitrogênio mineral do solo, estado de azoto milho e produtividade de milho. **Comm. Soil Sci. . Planta Anal**, 31: 1017-1041, 2000.

VELOSO, M. E.; C.; DUARTE, S. N.; NETO, D. D.; SILVA, E. C.; PEREIRA, C. R. Teor de nitrogênio, índices de área foliar e de colheita, no milho, em função da adubação nitrogenada, em solo de várzea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8 n.1, p. 13-25, 2009.

VITTI, G. C.; TAVARES, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; COSTA, M. C. G. Influência da mistura de sulfato de amônio com uréia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.26, p. 663-671, 2002.

VITTI, A. C. **Aplicação de nitrogênio da cana-de-açúcar (soqueira) colhida mecanicamente sem a queima prévia: Manejo e efeito na produtividade**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003. 114f.

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; PENATTI, C.P.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; FRANCO, H.C.J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 42, n. 2, p. 249-256, 2007.

ZHAO, Z. P.; YAN, S.; LIU, F.; JI, P. H.; WANG, X. Y.; TONG, Y. A. Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. **Int J Agric & Biol Eng**, v.7, n.2, p. 45-55, 2014.

CAPÍTULO 2

N-TOTAL E N-MINERAL EM LATOSSOLO AMARELO ADUBADO COM UREIA E SULFATO DE AMÔNIO VIA FERTIRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DO MARACUJAZEIRO

RESUMO

SILVA, GUSTAVO CASSIANO. **N-total e N-mineral em Latossolo Amarelo adubado com ureia e sulfato de amônio via fertirrigação para o cultivo do maracujazeiro.** 2016, Cap. 2, p. 28-49. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, PI¹.

O maracujazeiro é uma cultura bastante exigente quanto à disponibilidade de água e nutrientes, principalmente nitrogênio (N). O presente trabalho objetivou avaliar as concentrações de N total, nitrato (N-NO₃⁻) e amônio (N-NH₄⁺) no perfil de um Latossolo Amarelo, em função de doses de N aplicadas via fertirrigação. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, em um experimento desenvolvido na Fazenda Panasco, município de Cristino Castro, no Sul do Piauí. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com cinco tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹) na forma de sulfato de amônio e ureia via fertirrigação. Foram analisados os teores de N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ no solo, nas profundidades 0-20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. Foram gerados modelos de regressão e gráficos de superfície de resposta considerando as doses de N fornecidas e as profundidades de amostragem do solo. Também foram determinados coeficientes de correlação, com os teores de N e os parâmetros de clorofila, produtividade, número de frutos e peso dos frutos. As maiores concentrações de N-NH₄⁺ e N-total foram encontradas na profundidade de 0-0,20 m, independentemente da fonte de N aplicada. As maiores concentrações de NH₄⁺ foi encontrado com a fonte de sulfato de amônio. Os teores de N-total do solo reduzem com o aumento das profundidades. Houve lixiviação de N-NO₃⁻ para a camada de 0,40-60 m na segunda coleta. As maiores concentrações de N-NO₃⁻ e N-total foram encontradas com a fonte ureia. Nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, para a 1^o e 2^o coleta, e para as duas fontes de N, houve correlação dos teores de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e N-total no solo com os parâmetros avaliados na planta.

Palavras-chave: Fertilizantes nitrogenados; Lixiviação; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

¹Orientador: Prof.^o Dr.^o Júlio César Azevedo Nóbrega – UFRB, Recôncavo da Bahia - BA; Co-orientadores: Prof.^a Dr.^a Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda – UFPI, Universidade Federal do Piauí.

ABSTRACT

SILVA, GUSTAVO CASSIANO. **N-total and N-mineral yellow Oxisol fertilized with urea and ammonium sulphate by fertigation for passion fruit cultivation.** 2016, Ch. 2, p. 28-49. Dissertation (Master in Plant and Soil Nutrition) - Federal University of Piauí, PI¹.

Passion fruit is a very demanding culture as the availability of water and nutrients, especially nitrogen (N). This study aimed to evaluate the N concentrations of total nitrate (N-NO₃⁻) and ammonium (N-NH₄⁺) in the profile of a Oxisol, due to N rates applied by fertigation. Soil samples were collected at 0-20, 0.20-0.40 and 0.40-0.60 m in an experiment developed at Fazenda Panasco, Cristino Castro municipality in the south of Piauí. The experiment was conducted in randomized blocks with five treatments and four repetitions. The treatments consisted of five N rates (100, 200, 300, 400 and 500 kg ha⁻¹) in the form of ammonium and urea fertigation sulfate. The N-total content, N-NO₃⁻ and N-NH₄⁺ were analyzed in soil at depths 0-20, 0.20-0.40 and 0.40-0.60 m. They were generated regression models and response surface graphs considering the N levels and soil sampling depths. They were also determined correlation coefficients, with the levels of nitrogen and chlorophyll parameters, yield, fruit number and fruit weight. The largest N-NH₄⁺ concentrations and N-total were found in the depth of 0-0.20 m, regardless of the source of nitrogen applied. The highest concentrations of N-NH₄⁺ was found with the source of ammonium sulfate. N-total soil levels decrease with increasing depth. There was N-NO₃⁻ leaching to the layer of 0.40 to 60 m in the second collection. The largest concentrations of N-NO₃⁻ and N-total were found to source urea. In the depths of 0-0.20 and 0.20-0.40 m for the 1st and 2nd collection, and the two sources of N, correlation of N-NO₃⁻ content, N-NH₄⁺ and N-full on the ground with the parameters evaluated in the plant.

Keywords: Nitrogen fertilizers; leaching; *Passiflora edulis f. flavicarpa*.

¹Orientador: Prof.^o Dr.^o Júlio César Azevedo Nóbrega – UFRB, Recôncavo da Bahia - BA; Co-orientadores: Prof.^a Dr.^a Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda – UFPI, Universidade Federal do Piauí.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), com produção em torno de 838.244 mil toneladas e área plantada de 57.277 ha (IBGE, 2013), fatos que evidenciam a importância do cultivo dessa fruta para a economia do país. A expansão da área cultivada com maracujazeiro ocorreu, entre outros fatores, devido o aumento do consumo interno da fruta *in natura* e pelo suco processado (PIMENTEL et al., 2009).

A região Nordeste tem liderado a produção brasileira de maracujá, com mais de 50% da produção nacional. Os estados da Bahia (355.020) e Ceará (213.902), destacam-se como os maiores produtores do país (IBGE, 2013). Entre os principais fatores para o sucesso da fruticultura na região Nordeste, destacam-se as condições climáticas ideais para o desenvolvimento da cultura e uso de tecnologias nas áreas irrigadas e fertirrigadas (RODRIGUES et al., 2008).

No Piauí, encontra-se o vale do Gurguéia que abrange os municípios de Alvorada do Gurguéia, Cristino Castro, Bom Jesus e Redenção do Gurguéia. O vale do Gurguéia possui uma grande quantidade de águas superficiais, que estão quase totalmente inseridas na bacia do rio Parnaíba, onde se destaca o rio Gurguéia, com um elevado potencial para produção de frutíferas sob irrigação (FERREIRA et al., 2006). Essa região, por possui uma de abundância de água, e lençol freático raso, pode apresentar sérios problemas de contaminação por fertilizantes, principalmente por nitrogênio (N), que pode causar prejuízos à saúde humana e animal.

A fertirrigação é uma técnica de adubação que utiliza a água de irrigação para levar nutrientes ao solo cultivado. A técnica leva em consideração as exigências da cultura, as características do solo e a disponibilidade de água (SOUSA et al., 2002). A fertirrigação quando bem conduzida pode contribuir para diminuir as perdas de N por lixiviação, promover o uso mais eficiente dos fertilizantes e consequentemente o aumento da produtividade das culturas. Com isso, através dessa técnica, o nutriente pode ser fornecido em maiores quantidades na época de maior demanda pela cultura.

O maracujazeiro necessita de uma alta quantidade de N na formação da planta e é o nutriente mais consumido até o período de frutificação (MALAVOLTA, 2006; SANTOS et al., 2006). A taxa de absorção de nutrientes pelas plantas varia durante o

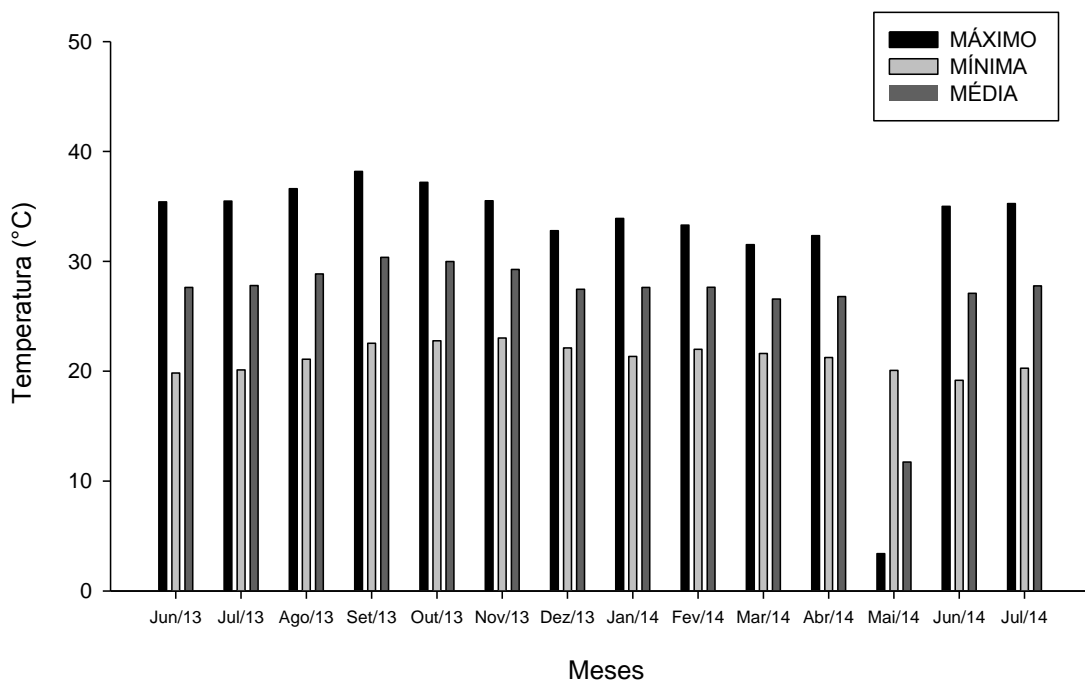
ciclo de desenvolvimento da mesma, em função da quantidade de raízes e da taxa de absorção por unidade de peso de raiz (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000). Entre as funções do N na planta, citam-se a participação em vários compostos considerados indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas, destacando-se as proteínas e as clorofilas (TAIZ & ZEIGER, 2009). Além disso, o N é parte constituinte das bases nitrogenadas e ácido nucléicos e participa de processos, como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA et al., 2006).

O N mineral do solo é representado pelas formas: amônio ($N-NH_4^+$), nitrato ($N-NO_3^-$) e muito raramente pelo nitrito (NO_2^-), por ser esta última uma forma instável e pouco persistente no solo (LOBO et al., 2011). As formas amoniacal e nítrica são prontamente absorvidas pelas plantas (CATARELLA, 2007) e por isso são as mais estudadas. O manejo inadequado da cultura, aliado a baixa fertilidade natural dos solos, dificulta a presença dessas formas no solo, no entanto a sua disponibilidade vai depender do manejo do solo, da fertilidade e da concentração do fertilizante na água da irrigação.

O N nítrico é totalmente solúvel em água, e por ser ânion não se fixa nas argilas carregadas negativamente e é facilmente lixiviado no solo (MALAVOLTA, 2006). Podendo contaminar águas superficiais e subterrâneas, com vários danos aos seres humanos e ambientes (ARNUTI, 2014). Esse problema pode ser aumentado pelas propriedades física dos solos, por práticas agrícolas intensivas e pela elevada quantidade de água fertilizada, na irrigação (ANDRADE et al., 2009). O conhecimento sobre a dinâmica e mobilidade do N aplicado via fertirrigação é essencial para proporcionar maior benefício à cultura do maracujazeiro e diminuir os riscos de contaminação do lençol freático. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de N-total, $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$ no perfil de um Latossolo Amarelo em função da adubação nitrogenada com sulfato de amônio e ureia, via fertirrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de junho/2013 à agosto/2014 na Fazenda Panasco, município de Cristino Castro (09°03'49,7"S, 44°21'51,3"W, Alt. 34,1 m), região Sul do estado do Piauí. O clima da região é quente e úmido e segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa com precipitação média entre 900 e 1.200 mm ano⁻¹ distribuídos entre os meses de outubro e abril, com temperatura média anual de 26,6°C (VIANA et al., 2002). Durante a execução do experimento acompanhou-se os dados climáticos desta região, como pode ser observada na figura 1. Os dados meteorológicos utilizados neste estudo correspondem ao período de julho de 2013 a agosto de 2014 e foram obtidos na estação meteorológica automática mais próxima da área experimental, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), especificamente da unidade situada em Bom Jesus, PI com latitude 09°06'00".



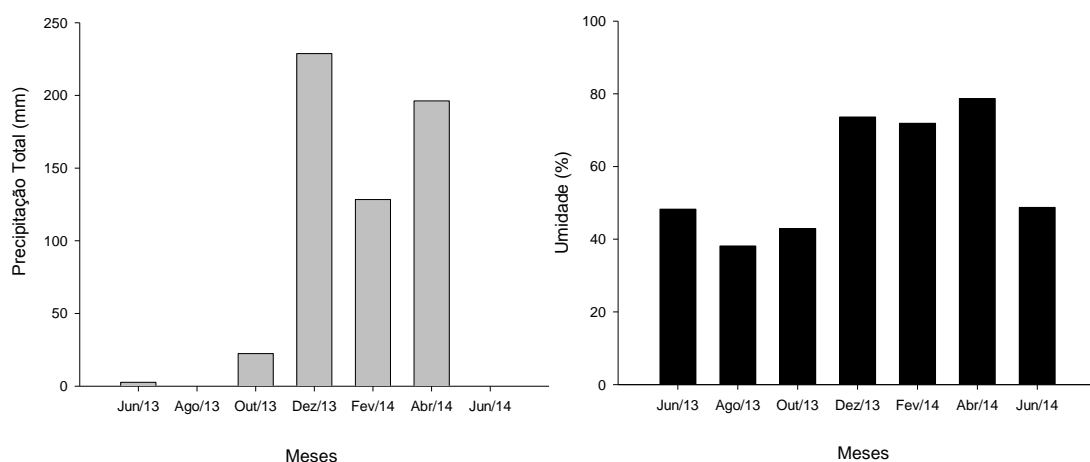


Figura 1. Temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, mensais durante a execução do experimento. Bom Jesus – PI, 2013-2014.

O solo onde foi conduzido o experimento foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013), com textura arenosa. A caracterização química e granulométrica do solo antes da implantação do experimento encontra-se na tabela 1, e os atributos químicos no final do experimento na tabela 2. A água utilizada para irrigação foi oriunda de poço artesiano localizado próximo à área experimental.

Tabela 1. Características químicas e física do solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2013.

Atributos Químicos	Unidade	Valor		Atributos Físicos	Unidade	Valor	
Prof	m	0-0,20	0,20-0,40	Prof	m	0-0,20	0,20-0,40
pH	CaCl ₂	5,10	4,80	M.O	g kg ⁻¹	11,00	12,00
B	mg dm ⁻³	0,19	0,23	Areia	g kg ⁻¹	840,00	860,00
Zn	mg dm ⁻³	2,20	2,40	Silte	g kg ⁻¹	50,00	40,00
P	mg dm ⁻³	10,80	37,40	Argila	g kg ⁻¹	110,00	100,00
K ⁺	mg M ⁻³	59,00	72,00	DS	Kg dm ⁻³	1,40	1,60
H+Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	1,60	1,60	DP	Kg dm ⁻³	2,60	2,60
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,00	1,00	Porosidade total	%	38,60	46,10
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,30	1,00	Classificação		Areia franca	
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,30	0,30	CC	cm ³ cm ⁻³	0,17	0,19
SB	cmolc dm ⁻³	1,75	1,48	PMP	cm ³ cm ⁻³	0,11	0,14
CTC	%	3,35	3,08				
V	%	52,24	48,05				
M	%	0,00	6,30				

P, k: Extrator: Melich (HCl + H₂SO₄); Al, Ca, Mg: Extrator KCl11M: MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; V = Valor de saturação por bases; CTC = capacidade de troca de cátions; DS = densidade do solo, DP = densidade de partículas, CC = capacidade de campo (-10kPa) e PMP = ponto de murcha permanente (-1500 kpa).

Tabela 2. Resultado da análise química do solo, no final do experimento na camada de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2014.

Atributos Químicos	Unidade	Valor	
		0-0,20	0,20-0,40
Prof	M		
pH	CaCl ₂	5,03	4,60
Zn	mg dm ⁻³	2,80	1,45
P	mg dm ⁻³	31,19	11,08
K ⁺	mg dm ⁻³	220,50	153,80
H+Al ³⁺	mg M ⁻³	1,85	1,97
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,40	0,76
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,45	0,93
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,70	0,33
SB	cmolc dm ⁻³	2,36	1,63
CTC	cmolc dm ⁻³	4,22	3,61

CTC = Capacidade de troca de catiônica [$Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}, (H^{+} + Al^{3+})$]; SB = soma de bases

As análises químicas do solo foram realizadas em laboratório idôneo da cidade de Goiânia – GO, e a física foram realizadas na EMBRAPA – DF.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹) fornecidas via sulfato de amônio e ureia. Para cada parcela foi subdividida em 3 profundidades (0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para avaliar a dinâmica das formas de N, desse modo o experimento foi constituído de 120 unidades experimentais.

As mudas foram produzidas em sacos plásticos de 10 x 20 cm, com substrato composto por esterco bovino curtido, areia lavada e solo na proporção de 2:1:1 respectivamente. Foi semeada uma semente por saco a um cm de profundidade. O transplântio foi realizado aos 60 dias quando as mudas atingiram uma altura de 25 cm.

O preparo do solo consistiu de uma aração e gradagem, em seguida foi realizada a correção do solo com calcário dolomítico de acordo com a análise química de solo. A incorporação do calcário foi realizada com auxílio de uma grade de discos acoplada a um trator. A determinação da necessidade de calagem foi realizada pelo método de neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, segundo a recomendação da Comissão Estadual de Fertilidade Solo do Estado da Bahia (BORGES, 1989).

As covas foram abertas nas dimensões de 40 x 40 x 40 cm e foram alocadas em conformação quadrada nas distâncias de plantio de 3 x 3 m, com densidade de 1.111 plantas ha⁻¹, conforme recomendações de Ruggiero (1998). Sendo as mesmas preparadas com 12 litros de esterco bovino e calcário dolomítico baseado na análise do solo

A adubação durante o ciclo da cultura (primeiro ano de cultivo) para N, K₂O e S, foram aplicados via fertirrigação, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram aplicados via calagem (calcário dolomítico) e os micronutrientes foram aplicados duas vezes no pré-florescimento via foliar. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentaram as primeiras gavinhas, com altura de 30 a 40 cm de altura, aproximadamente 45 dias após a semeadura. A fertirrigação foi realizada 15 dias após o transplântio, com sequência semanal durante todo o ciclo da cultura, conforme a recomendação da Embrapa (2002), sendo distribuídas da seguinte forma: dos totais de N e K, foram aplicados 10% nos primeiros dois meses; 12% entre o 3º e 4º mês; 15% entre o 5º e 6º mês; 19% entre o 7º e 8º mês; e 44% e nos últimos 4 meses, (mais detalhes em anexos). A aplicação foi realizada por injetor do tipo Venture, instalado no cabeçal de controle do sistema de irrigação.

A amostragem do solo foi realizada em duas épocas: a primeira ocorreu no período de fevereiro/2014, no estágio de florescimento, e a segunda em abril/2014, no estágio de frutificação da cultura (épocas de demanda da cultura). As amostras de solo foram coletadas a um raio de 0,15 m ao redor da planta, nas profundidades de 0–0,20; 0,20–0,40 e 0,40–0,60 m do perfil do solo. Em cada parcela foi coletada uma amostra composta, constituída por três amostras simples. Após a coleta do material em campo, as amostras foram secas ao ar, limpas, peneiradas em peneiras de 2 mm de malha, e armazenadas em sacos plásticos, para posterior análise no laboratório (MATTOS JÚNIOR et al., 1995). Em cada amostra de solo foram determinadas as concentrações de N total, nitrato e amônio, empregando-se o método de destilação Kjeldahl, com posterior quantificação por titulação com ácido sulfúrico (TEDESCO et al., 1995).

Foram realizadas as seguintes avaliações nas plantas: teores de clorofila, nitrogênio foliar, número de frutos, peso de frutos e produtividade. A Leitura de clorofila foliar (Índice ICF) foi realizada em folhas intermediária e sadia no pré-florescimento, através de clorofilômetro Falker[®]. Em cada parcela foram escolhidas duas folhas, efetuando-se três leituras distribuídas em cada folha: na base, na parte mediana e no ápice da folha, conforme a recomendação de (EL-HENDAWY et al., 2005).

Para determinação do estado nutricional de plantas de maracujazeiro amarelo, mais especificamente, na concentração do N, foram coletadas 2 folha por planta,

coletando-se a 3ª e 4ª folha dos ramos medianos, durante o pré-florescimento segundo a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983). O N foi determinado em solução de extratos preparados por digestão sulfúrica, pelo método semi-micro-Kjedahl. Essa análise foi realizada em laboratório idôneo da universidade estadual paulista, UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP.

Durante todo o período de colheita os frutos foram contabilizados (Número de frutos), e pesados (Peso dos frutos), para após determinação da produtividade ($t\ ha^{-1}$). A colheita foi realizada duas vezes por semana quando os frutos apresentavam 25% da área da casca amarelada, acondicionadas em caixas do tipo K. Os frutos foram colhidos com um a dois centímetros de pedúnculo, para reduzir o muchamento e a incidência de podridão, pois, a colheita antecipada dos frutos, no “pré-climatérico” permite um período maior para seu manuseio pós-colheita (SILVA & DURIGAN, 2000).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando observadas diferenças significativas entre as doses de N ou entre as profundidades de coleta foram geradas equações de regressão dos teores de N-total, nitrato e amônio, em função das doses de N fornecidas e das profundidades. Coeficientes de correlação, também foram gerados entre os teores de N e os parâmetros de clorofila, produtividade, número de frutos e peso dos frutos. Os dados foram apresentados em gráficos de superfície de resposta. As análises estatísticas foram feitas com uso do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira coleta realizada no período de florescimento do maracujazeiro, verificou-se para a variável N-total, diferenças significativas causadas pelas fontes de nitrogênio (N), profundidade de coleta, e interação fonte e profundidade. Ocorreu efeito significativo na variável $N-NH_4^+$ para dose, interação fonte e dose, profundidade, interação profundidade e dose e interação fonte, profundidade e dose. Houve efeito significativo do $N-NO_3^-$ para dose, interação fonte e dose, profundidade e interação fonte e profundidade (Tabela 1).

Já na segunda coleta realizada no período de frutificação do maracujazeiro para a variável N-total, foram verificados efeitos significativos para as doses e profundidade.

Para o N-NH_4^+ houve efeito significativo para fonte, dose, interação fonte e dose e profundidade. E no N-NO_3^- para as fontes e doses (Tabela 1).

Tabela 3. Análise de variância para as fontes de nitrogênio (F), doses de nitrogênio (D), interação fonte e dose (F x D), profundidade (P), interação fonte e profundidade (F x P) e interação profundidade e distância (P x D) e interação fonte, profundidade e doses (F x P x D), para as variáveis N-Total, N-NO_3^- e N-NH_4^+ na primeira coleta, realizada no período de florescimento e na segunda coleta realizada no período de frutificação do maracujazeiro.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Florescimento (1ª Coleta)			Frutificação (2ª Coleta)		
		N-total	N-NH_4^+	N-NO_3^-	N-total	N-NH_4^+	N-NO_3^-
Bloco	3	0.001	717	1885	0.001	251.1	798.15
Fonte (F)	1	0.033**	1549 ns	4195 ns	0.002 ns	12080**	3162**
Dose (D)	4	0.005 ns	4775**	25445**	0.058**	3063**	1522**
F x D	4	0.001 ns	2407**	2033*	0.014 ns	1599*	196 ns
Erro 1	12	0.002	222	490	0.009	436	219
Profundidade (P)	2	0.148**	13201**	21898**	0.098**	1702*	420 ns
F x P	2	0.035**	891 ns	6893**	0.001 ns	399 ns	219 ns
P x D	8	0.005 ns	1251**	1831	0.017 ns	340 ns	261 ns
F x P x D	8	0.002 ns	1304**	2573 ns	0.005 ns	223 ns	458 ns
Erro2	75	0.003	239	1273	0.013	347	234
Total	119	0.762	101667.4	314018	1.81	71490.5	39712.8
CV1(%)		40.73	29.42	27.77	39.77	52.77	44.71
CV2(%)		45.65	30.53	44.77	46.31	47.05	46.25
Média Geral		0.12	50.64	79.72	0.25	39.60	33.13
		mg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ns não significativo; N-total, N-NO_3^- e N-NH_4^+ .

No florescimento do maracujazeiro (1ª coleta) apresentou maior concentração de N-NH_4^+ nas camadas superficiais, para ambas as fontes, nas maiores doses, e reduzindo conforme o aumento da profundidade (Figura 2 a.1; a.2). A lixiviação de N na forma de NH_4^+ é reduzida pela adsorção desse íon ao complexo de carga negativa do solo, embora a capacidade de adsorção do NH_4^+ , de acordo com a série liotrópica, seja menor em relação à de outros cátions como o Ca^{2+} e Mg^{2+} (SPARKS, 1995).

Esse resultado é similar aos observados por outros autores, como Costa et al. (2008) e Arnuti (2014). Arnuti (2014) ao avaliar a dinâmica do N em Argissolo em função de irrigação e adubação nitrogenada do milho em plantio direto observou aumento nos teores de NH_4^+ no solo com o acréscimo de doses de N na camada de 0-20 cm, utilizando fonte amídica. Costa et al. (2008) observaram aumento linear nos teores de NH_4^+ no solo com incremento de doses de N na camada de 0-20 cm, utilizando fonte amídica. Neto et al. (2006) também observaram maior concentração de amônio, na camada superficial do solo, independentemente da fonte de N utilizada (sulfato de

amônio, nitrato de cálcio, ureia e MAP). Os autores também relatam que a concentração de amônio, em geral, diminuiu com o aumento da profundidade.

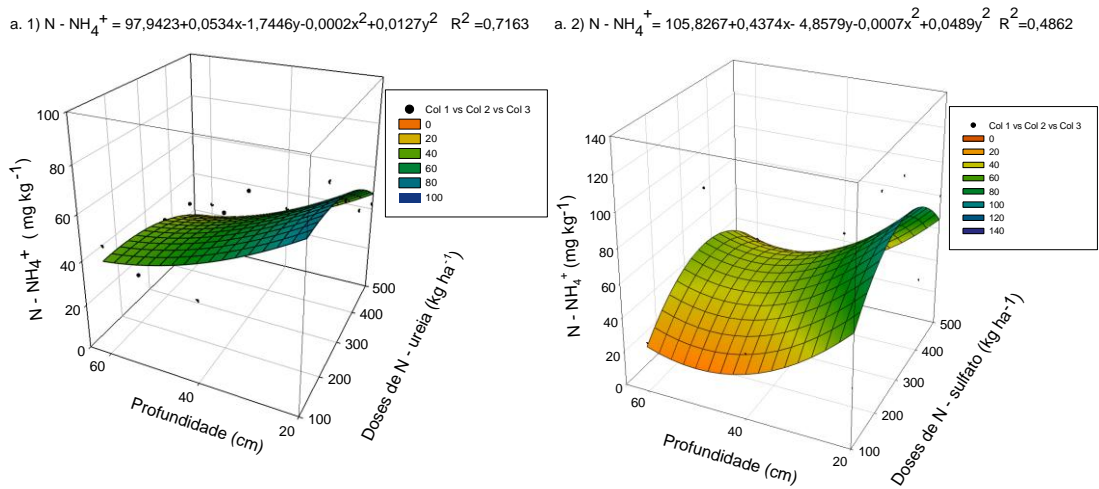


Figura 2. Superfície de resposta, da primeira coleta dos teores de $N-NH_4^+$, para as fontes de ureia (a.1) e sulfato de amônio (a.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.

Na frutificação do maracujazeiro (2^a coleta), os maiores teores dos íons de $N-NH_4^+$ se concentraram na camada superficial, com destaque para a fonte de sulfato que destacou em relação à ureia, com maior acúmulo (Figura 3). No solo, logo após a aplicação da ureia ocorre hidrólise, efetuada pela ação da urease, uma enzima produzida por bactérias e fungos e também presente em resíduos vegetais (BOLAN & HEDLEY, 2003). A hidrólise desse adubo consome íons hidrogênio (H^+) e provoca um aumento do pH do solo, em regiões próximas ao local de aplicação, ocasionando um aumento no pH do solo, justamente para uma faixa de 6 a 8, proporcionando assim, condições para que o amônio se converta em amônia, um gás, que pode se volatilizar para a atmosfera terrestre (JUNIOR et al., 2002). Por sua vez, o sulfato de amônio, por ser um fertilizante mais estável, ao ser aplicado ao solo, produz diretamente íons amônio, por dissolução (NETO et al., 2001).

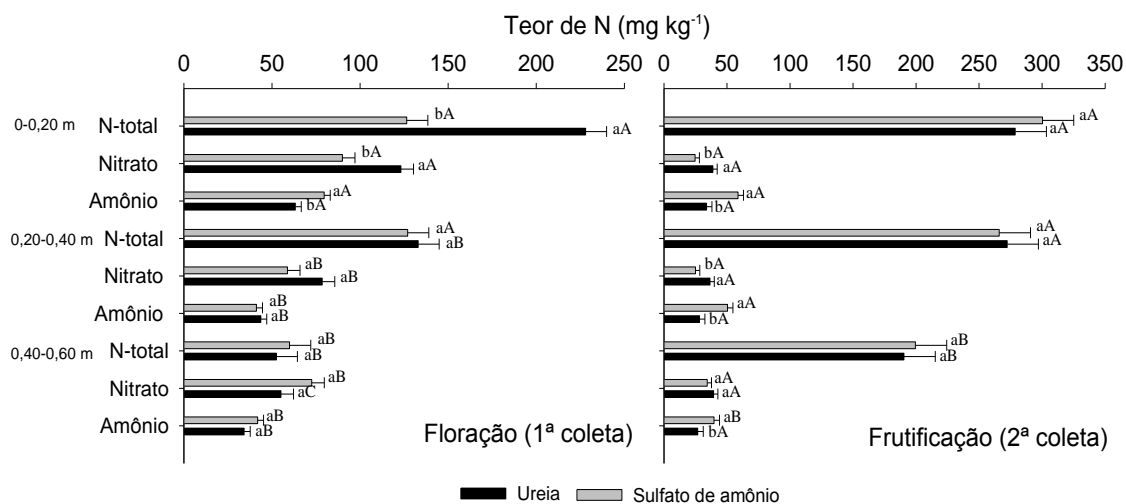


Figura 3. Teores de N-total, N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ no solo, no período de florescimento e frutificação do maracujazeiro, submetidos a adubação com fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio). Letras minúsculas comparação entre fontes, letras maiúsculas comparação entre profundidades, dentro das mesmas coletas.

O N-NO₃⁻ possuiu uma dinâmica bem parecida com a de N-NH₄⁺, onde o elemento se concentrou nas menores profundidades, para ambas as fontes (Figura 3). Existem alguns fatores que podem reduzir as perdas de NO₃⁻ por lixiviação, a exemplo da matéria orgânica, tipo de cultivo, manejo adequado do N, condições de mineralização, desenvolvimento das raízes, fatores climáticos e movimento do nutriente em direção às raízes, o qual é afetado, principalmente, pela umidade do solo (CANTARELLA, 2007). Neto et al. (2006) ao avaliarem o teor de N residual em solos adubados com diferentes fontes e intervalos de aplicação de N também verificaram maior teor de N na forma de nitrato na camada superficial.

No florescimento e frutificação do maracujazeiro para o íon N-NO₃⁻ no solo, ocorreu maior proporção para a fonte ureia em relação ao sulfato de amônio (Figura 3). Isso pode ser justificado porque a maior atividade das nitrobactérias ocorre em torno de pH 8, e que a hidrólise da ureia promove aumento de pH localizado ao redor do grânulo desse fertilizante justamente para a faixa de pH entre 8 e 9, contribuindo para maior taxa de nitrificação (NETO et al., 2001). Esse comportamento é similar aos encontrados por Silva et al. (1993), que encontraram maiores taxas de nitrificação proveniente do fertilizante nitrogenado ureia em comparação com o sulfato de amônio.

Na frutificação do maracujazeiro, o íon $N-NO_3^-$ não se acumulou nas menores profundidades, ou seja, se distribuiu por todas as profundidades, não se diferenciando (Figura 4 b.1 e b.2). Em solos tropicais, as altas temperaturas e aeração do solo favorecem a rápida oxidação do $N-NH_4^+$ para $N-NO_3^-$, o que torna o $N-NO_3^-$ a forma mais disponível no solo e, por conseguinte, a mais absorvida pelas plantas, independente da fonte aplicada, além de ser um elemento carregado negativamente, tendendo a se concentrar nas maiores profundidades (CANTARELLA, 2007).

Perdas de N por lixiviação ocasionam inúmeros problemas, especialmente em relação ao meio ambiente, como a contaminação do lençol freático, diminuição da fertilidade do solo e produtividade das culturas (BOLOGNA et al. 2006). Além disso, esse processo pode representar um risco para os cultivos e para a saúde humana e animal, uma vez que reduz a qualidade da água e expõem pessoas e animais ao consumo direto (JADOSKI et. al., 2010). Segundo alguns autores, elevadas doses de N mineral aplicadas em superfície, combinadas com altas temperaturas e precipitações elevadas, influenciam o deslocamento de $N-NO_3^-$ para as camadas mais profundas do solo (AITA; GIACOMINI, 2008; COSTA et al., 2008). Segundo Camargo (1989), em solos arenosos, a perda de N por lixiviação começa ser relevante quando atinge cerca de 30% do N aplicado no solo.

b.1) $N - NO_3^- = 22,400 + 0,1229x - 0,4944y - 0,0001x^2 + 0,0063y^2$ $R^2 = 0,3947$ b.2) $N - NO_3^- = 31,0917 - 0,0447x - 0,6519y + 0,0001x^2 + 0,0112y^2$ $R^2 = 0,6966$

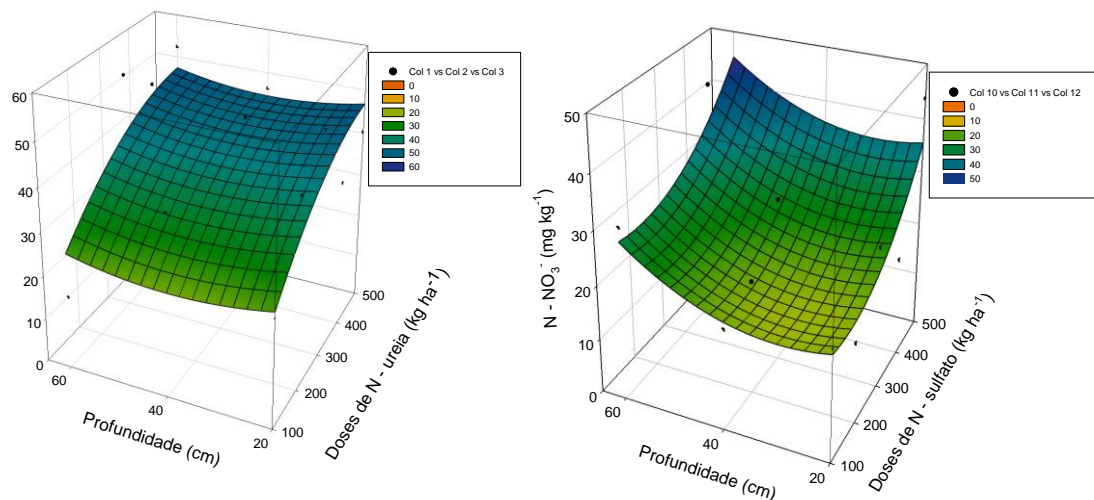


Figura 4. Superfície de resposta, da segunda coleta dos teores de $N-NO_3^-$, para as fontes de ureia (b.1) e sulfato de amônio (b.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.

No florescimento do maracujazeiro para a variável N-total, a fonte de ureia se destacou com maiores teores em relação ao sulfato de amônio e nas menores profundidades (Figura 3). O fato de ter ocorrido maior teor de N-total quando submetido a adubação com a fonte ureia, pode ser justificado, pelo maior teor de N na fonte de ureia (45%), que possivelmente contribuí para um maior acúmulo no solo (CANTARELLA, 2007).

O N-total na primeira época diferentemente do que se esperava, não sofreu influência das doses de N fornecidas com sulfato de amônio e ureia (Figura 5 c.1 e c.2). Deve-se, porém, destacar que grande proporção do N-total encontra-se na forma orgânica, que é relativamente estável e não prontamente disponível às culturas (AMADO et al., 2002). O N-total do solo parece não ser um parâmetro facilmente alterado, pois Cardoso et al. (2008) não observaram diferenças significativas nos estoques de N total promovidas pela substituição da floresta nativa por pastagem cultivada e também pela submissão da pastagem nativa para o sistema de pastejo contínuo.

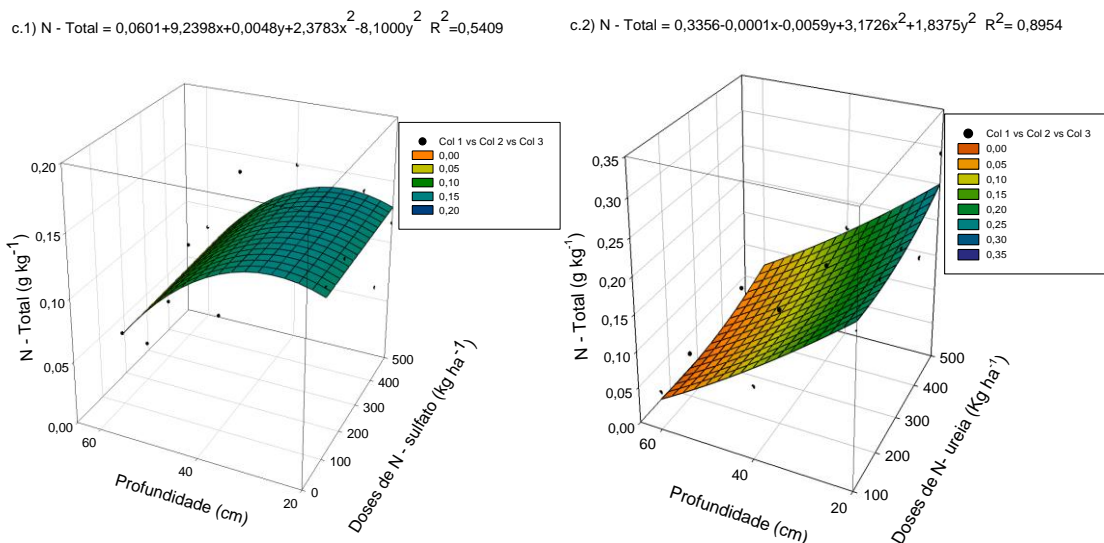


Figura 5. Superfície de resposta, na primeira coleta dos teores de N-Total, para as fontes de ureia (c.1) e sulfato de amônio (c.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.

Para a frutificação, o N-total teve comportamento semelhante ao período de florescimento em relação à profundidade, em que se concentrou nas menores profundidades. Nesse período, o incremento de maiores doses contribuiu para maiores

teores (Figura 6 d.1 e d.2). O fato das maiores concentrações de N- total estar presente na camada superficial do solo, pode estar relacionado à presença de matéria orgânica, que ocorre nesta camada em maior quantidade. Silva et al. (2005) verificaram que, independente da fonte de N usada, as maiores concentrações encontradas N- total foram na camada superficial do solo, sendo essas concentrações, diminuídas com o aumento da profundidade.

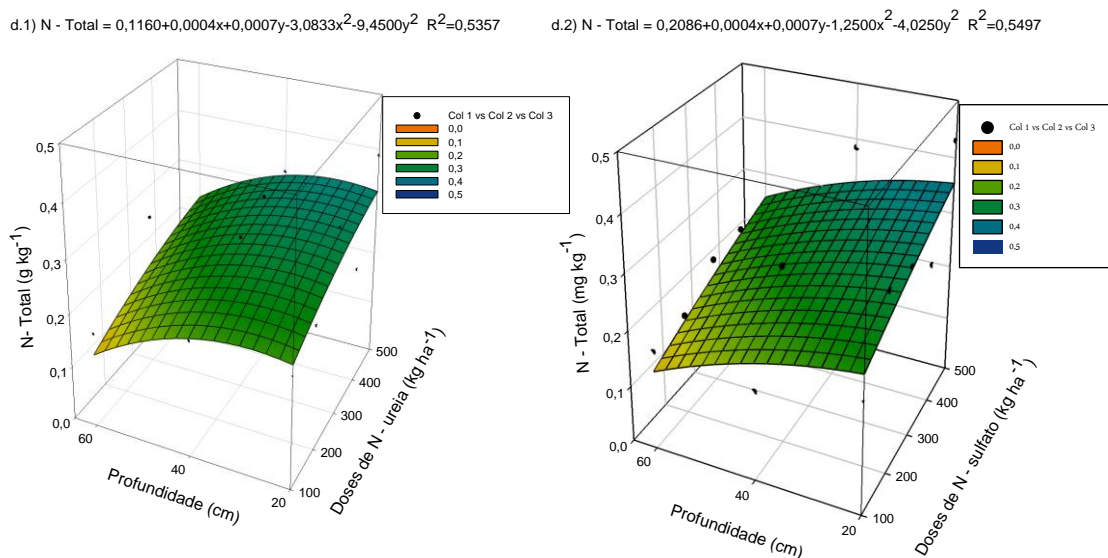


Figura 6. Superfície de resposta, da segunda coleta dos teores de N-total (d.1), para as fontes de ureia e sulfato de amônio (d.2), no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio e profundidades de coleta do solo. Os valores de x são as doses de nitrogênio e os valores de Y são as profundidades do solo.

As correlações estabelecidas nas épocas de avaliação entre os teores de N na forma de $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ e N-total em função das fontes ureia e sulfato de amônio e profundidades de 0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m são demonstradas nas tabelas 4 e 5.

Na primeira avaliação para a fonte ureia verificou correlação positiva entre os teores de $N-NH_4^+$ com a produtividade e número de frutos, nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m (Tabela 4). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Rambo et al. (2007) que detectaram mudanças na disponibilidade de N no solo e correlação positiva entre os teores no solo na fase inicial de desenvolvimento do milho e o rendimento de grãos.

Para a fonte de sulfato de amônio, o $N-NO_3^-$ se correlacionou com o N-foliar em 0,40-0,60 m, enquanto o $N-NH_4^+$ com a produtividade e número de frutos em 0-0,20 m

e clorofila em 0,20-0,40 m. Para o N-total ocorreu correlação negativa com a clorofila em 0-0,20 m.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e N-total, para as fontes de ureia e sulfato de amônio, para a 1ª coleta no período de florescimento do maracujazeiro.

	Ureia			Sulfato de amônio		
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	N-total	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	N-total
0-0,20 m						
N-foliar	0,14 ns	-0,50 ns	-0,29 ns	0,23 ns	0,07 ns	-0,13 ns
Clorofila	0,03 ns	0,08 ns	0,03 ns	0,30 ns	-0,05 ns	-0,51*
Produtividade	-0,03 ns	0,75**	-0,27 ns	0,24 ns	0,75**	0,13 ns
Nº de frutos	-0,08 ns	0,71**	-0,24 ns	0,05 ns	0,53*	0,04 ns
Peso do fruto	0,151 ns	-0,40 ns	0,014 ns	0,17 ns	0,16 ns	0,09 ns
0,20-0,40 m						
N-foliar	0,21 ns	0,11 ns	0,25 ns	0,23 ns	0,01 ns	0,10 ns
Clorofila	-0,02 ns	0,06 ns	0,15 ns	0,20 ns	0,51*	0,04 ns
Produtividade	-0,36 ns	0,58**	-0,38 ns	0,18 ns	0,05 ns	0,37 ns
Nº de frutos	-0,23 ns	0,538*	-0,41 ns	0,21 ns	-0,13 ns	0,16 ns
Peso do fruto	-0,01 ns	-0,25 ns	0,30 ns	-0,13 ns	0,25 ns	0,25 ns
0,40-0,60 m						
N-foliar	-0,09 ns	-0,19 ns	0,24 ns	0,58**	-0,09 ns	0,36 ns
Clorofila	-0,03 ns	-0,11 ns	-0,20 ns	-0,07 ns	0,06 ns	-0,01 ns
Produtividade	0,15 ns	0,24 ns	-0,23 ns	0,04 ns	0,33 ns	-0,21 ns
Nº de frutos	0,16 ns	0,11 ns	-0,15 ns	-0,04 ns	0,36 ns	-0,29 ns
Peso do fruto	-0,16 ns	0,10 ns	0,013 ns	0,11 ns	-0,13ns	0,15 ns

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ^{ns} não significativo; N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺.

Para a segunda avaliação (Tabela 5), foi verificado para a fonte ureia correlação negativo entre o N-NH₄⁺ com a clorofila na profundidade de 0-0,20 m. Já no N-NH₄⁺ houve correlação com número de frutos. VARGAS et al. (2012), ao avaliarem os teores de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺, no solo, em cinco estádios de desenvolvimento do milho, nas profundidades de 0–0,20 e 0,20–0,40 m, não observaram relação entre as frações de N no solo e o índice relativo de clorofila.

O N-NO₃⁻ se correlacionou com a clorofila na profundidade 0,20-0,40 m, N-foliar, peso dos frutos em 0,40-0,60 m e negativamente com número de frutos. HICKMANN et al. (2014), avaliaram o NO₃⁻ no solo, estocado após a adubação de cobertura, e entraram correlações do teor de NO₃⁻ com parâmetros fitotécnicos da planta, como produtividade e N-foliar, ambos nas profundidades de 0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, utilizando três formulações de NPK.

Em relação a fonte de sulfato de amônio, foram verificados correlações do NH₄⁺ com N-foliar, nas profundidades 0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. NO₃⁻ com N-foliar na profundidade 0-0,20 m e N-total com N-foliar e número de frutos.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e N-total, para as fontes de ureia e sulfato de amônio, para a 2^o coleta no período de frutificação do maracujazeiro.

	Ureia			Sulfato de amônio		
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	N-total	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	N-total
0-0,20 m						
N-foliar	0,32 ns	0,24 ns	0,16 ns	0,47*	0,64**	0,26 ns
Clorofila	-0,21 ns	-0,55*	0,08 ns	0,19 ns	-0,04 ns	-0,42 ns
Produtividade	-0,01 ns	-0,30 ns	-0,14 ns	-0,19 ns	0,16 ns	0,04 ns
Nº de frutos	0,04 ns	-0,07 ns	-0,04 ns	-0,07 ns	0,10 ns	0,07 ns
Peso do fruto	-0,04 ns	-0,15 ns	-0,11 ns	-0,15 ns	0,04 ns	-0,10 ns
0,20-0,40 m						
N-foliar	0,13 ns	0,17 ns	0,19 ns	0,40 ns	0,76**	0,51*
Clorofila	0,47*	-0,15 ns	0,52*	0,34 ns	-0,07 ns	-0,03 ns
Produtividade	-0,28 ns	-0,22 ns	-0,14 ns	0,21 ns	0,31 ns	0,06 ns
Nº de frutos	-0,37 ns	-0,43 ns	-0,33 ns	0,07 ns	0,25 ns	0,05 ns
Peso do fruto	0,29 ns	0,53*	0,38 ns	0,13 ns	0,11 ns	0,05 ns
0,40-0,60 m						
N-foliar	0,66**	-0,14 ns	-0,09 ns	0,41 ns	0,54*	0,03 ns
Clorofila	0,01 ns	-0,25 ns	-0,04 ns	0,17 ns	-0,26 ns	0,01 ns
Produtividade	-0,34 ns	0,02 ns	0,02 ns	0,05 ns	0,11 ns	0,27 ns
Nº de frutos	-0,47*	0,14 ns	0,01 ns	-0,02 ns	-0,01 ns	0,52*
Peso do fruto	0,48*	-0,18 ns	0,01 ns	0,12 ns	0,31 ns	-0,35 ns

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ^{ns} não significativo; N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺.

4. CONCLUSÃO

No período do florescimento e frutificação do maracujazeiro, as maiores concentrações de N-NH_4^+ e N-total foram encontradas na profundidade de 0-0,20 m, independentemente da fonte de N aplicada, ureia ou sulfato de amônio.

Nos teores de NO_3^- e N-total, a fonte de ureia se destacou em relação ao sulfato de amônio, já no NH_4^+ o sulfato amônio se sobressaiu.

Ocorreu lixiviação do NO_3^- até 0,60 m de profundidade na segunda coleta, para ambas as fontes de nitrogênio avaliadas no estudo.

Os teores NH_4^+ , NO_3^- e N-total nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m do solo se correlacionam com os teores de N-foliar e clorofila, número de frutos, e produtividade da cultura do maracujazeiro amarelo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2101-2111, set./out. 2008.
- ANDRADE JUNIOR AS, DIAS NS, FIGUEIREDO JUNIOR LGM, RIBEIRO VQ & SAMPAIO DB (2009) Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 10:836-841.
- ARNUTI, F. **Dinâmica do nitrogênio em argissolo em função de irrigação e adubação nitrogenada do milho em plantio direto**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós – Graduação em ciência do solo, Porto Alegre, 2014, 84f.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. & AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26: 241-248, 2002.
- BATAGLIA, O. C.; TRANI, P. E. 1983. Métodos de análise química de plantas. Campinas. Instituto Agrônomo (Boletim Técnico 78).
- BOLAN, N. S.; HEDLEY, M. J. Role of carbon, nitrogen, and sulfur cycles in soil acidification. In: rendel, z. (ed.). Handebook of soil acidity. New York: marcel dekker, 2003. p.29-56.
- BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; LANGE, A.; TRIVELIN, P.C.O. Perdas de nitrogênio pela parte aérea de plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1106-1111, 2006.
- BORGES, A. L. Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. 2. ed. Salvador: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, 1989. 179p.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n .2, p. 365-372, 2000.
- CAMARGO, P.B. **Dinâmica do nitrogênio dos fertilizantes: Uréia (¹⁵N) e aquamônio (¹⁵N) incorporados ao solo na cultura de cana-de-açúcar**. 1989. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Estado Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.376-449.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; SILVA, C. A.; CURI, N. & FREITAS, D. A. F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45:1028-1035, 2008.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A. FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S. & SANTANA, E. N. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. Vitória: Incaper, 2008. 56 p.

COSTA, K. A. D. P. et al. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: I – alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1591-1599, 2008.

EL-HENDAWY, S.; HU, Y. E.; SCHMIDHALTER, U. Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.56, n. 2 123-134, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Embrapa Mandioca e Fruticultura) Maracujá Produção: **Aspectos Técnicos**. Brasília, 2002.104p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.

FERREIRA, V. M.; BASTOS, E. A.; JÚNIOR, A. A.; CAMPECHE, L. F. M. S.; BLANCO, F. F. coeficiente de cultivo do feijão-caupi no vale do gurguéia – Piauí. XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Agosto de 2006 – João Pessoa – PB.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.

HICKMANN, C. **Dinâmica do nitrogênio e ajustes na adubação NPK para uma sequência milho-soja-milho na região dos Campos das Vertentes**. Lavras: UFLA, 2014. 159p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

IBGE (2013). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados: produção agrícola municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=23&i=P>. (Acesso em 14/12/2014).

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Informações meteorológicas, estação automática de Bom Jesus-PI. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>> Acesso 05 Mar. 2016.

JADOSKI, S. O.; SAITO, L. R.; PRADO, C.; LOPES, E. C.; SALES, L. L. S. R. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v3 n1 Jan.- Abr. 2010. Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548.

JUNIOR, D. M; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A. Solos e nutrição – perdas por volatilização de nitrogênio, fertilizante aplicado em pomares de citrus. **Laranja, Cordeirópolis**, v.23, n.1, p.263-270, 2002.

- LOBO, A. K. M.; MARTINS, M DE O.; LIMA NETO, M. C.; BONIFÁCIO, A.; SILVEIRA, J. A. G DA. Compostos nitrogenados e carboidratos em sorgo submetido à salinidade e combinações de nitrato e amônio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 390-397, 2011.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MATTOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H.;VAN RAIJ, B. Manuseio e conservação de amostra de solo para preservação do nitrogênio inorgânico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v.19, n.3, p. 423-431, Jul./Dez.1995.
- NETO, F. C.; GUERRA, H. O. C. & CHAVES, L. H. G. Nitrogênio residual em solos adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de nitrogênio. **Revista Caatinga**, 19: 161-168, 2006.
- NETO, A. E. F.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. Fertilidade do solo – curso de pós-graduação “latu sensu” (especialização) á distância.
- PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; FERREIRA, A. C. C.; MARTINS, A. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. Custo de produção e rentabilidade do maracujazeiro no mercado agroindustrial da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.397-407, 2009.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.
- RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; SANGOI, L.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Monitoramento do nitrogênio na planta e no solo para predição da adubação nitrogenada em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.407-417, 2007.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro. **Magistra**, v.20, p.264-272, 2008.
- RUGGIERO, C. Maracujá: do plantio à colheita. Anais. 5º Simpósio sobre a cultura do maracujazeiro. FUNEP/UNESP. Jaboticabal, 1998, 388 p.
- SANTOS, F.A; PETILIO, A. A.; BOSQUÊ, G. G. A influência da água e do nitrogênio na cultura do maracujá (*Passiflora edulis*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Ano V, n.10, 2006.
- SOUSA, V. F. de; FOLEGATTI, M. V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p. 51-56, 2002.

SILVA, A. P.; DURIGAN, J. F. Colheita e conservação pós colheita do maracujá. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, n.206, p. 67-71, 2000.

SILVA, C. A.; VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento inicial do feijoeiro: efeito da acidez do solo e da adição de fertilizantes nitrogenados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 24, **anais...** Goiânia, 1993. p. 33-34.

SILVA, E.C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.353 -362, 2005.

SPARK, D. L. Environmental soil chemistry. San Diego. Academic press, 1995. 267p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2. Ed. 1995. 174p.

VARGAS, V. P.; SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; FERREIRA, M. A. Os atributos nas folhas são mais eficientes que o N mineral no solo para avaliar a disponibilidade desse nutriente para o milho. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p.245-255, 2012.

VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M. & SOUZA, V. F. Estudo da aptidão agroclimática do Estado do Piauí para o cultivo da aceroleira. **Ciência Agrônômica**, 33: 5-12, 2002.

CAPÍTULO 3

TEORES DE NITROGÊNIO NO PERFIL DE UM LATOSSOLO, EM FUNÇÃO DE DISTÂNCIAS DO SISTEMA RADICULAR DO MARACUJAZEIRO AMARELO ADUBADO COM UREIA E SULFATO DE AMÔNIO, VIA FERTIRRIGAÇÃO

RESUMO

SILVA, GUSTAVO CASSIANO. **Teores de nitrogênio no perfil de um Latossolo, em função de distâncias do sistema radicular do maracujazeiro amarelo adubado com ureia e sulfato de amônio, via fertirrigação.** 2016, Cap. 3, p. 49-75. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, PI¹.

Dentre os fatores responsáveis pelo aumento da produção do maracujazeiro, se inserem o avanço da tecnificação na agricultura, o manejo da adubação mineral e o incremento do uso de irrigação e fertirrigação. O presente trabalho objetivou avaliar as concentrações de N-total, nitrato (N-NO₃⁻) e amônio (N-NH₄⁺) no perfil de um Latossolo Amarelo, em função de doses de N aplicadas via fertirrigação. As amostras de solo foram coletadas em um experimento desenvolvido na Fazenda Panasco, município de Cristino Castro, região sul do estado do Piauí. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com cinco tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹) na forma de sulfato de amônio e ureia via fertirrigação. Para cada parcela foi subdividida em 3 profundidades (0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), e 2 distâncias em torno da planta (0,15 e 0,30 m), para avaliar a dinâmica das formas de N. Foram analisados os teores de N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ no solo, nas profundidades 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. Foram gerados gráficos, considerando as doses de N fornecidas, distâncias (0,15 e 0,30 m) e as profundidades de coleta do solo para estimar os teores de N-total, N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ no solo. Independente da fonte e época de avaliação, a menor distância 0,15 m e profundidades 0,20 m e 0,40 m foram superiores em apresentar maior disponibilidade de nitrogênio, principalmente na forma de N-total, e N-NH₄⁺. A fonte sulfato de amônio contribuiu para a lixiviação do N até a profundidade 0,60 m. Existe correlação das profundidades com os teores de N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺, independente da fonte, bem como da distância de 0,15 m com a de 0,30 m.

Palavras-chave: Fertilizante mineral; dinâmica do nitrogênio; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

¹Orientador: Prof.^o Dr.^o Júlio César Azevedo Nóbrega – UFRB, Recôncavo da Bahia - BA; Co-orientadores: Prof.^a Dr.^a Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda – UFPI, Universidade Federal do Piauí.

ABSTRACT

SILVA, GUSTAVO CASSIANO. **Nitrogen content in an Oxisol profile, due to distances from the root system of yellow passion fruit fertilized with urea and ammonium sulphate by fertigation.** 2016, Ch. 3, p. 49-75. Dissertation (Master in Plant and Soil Nutrition) - Federal University of Piauí, PI¹.

Among the factors responsible for the increased production of passion fruit, fall within the advancement of technology in the agriculture, the management of mineral fertilizer and increased use of irrigation and fertigation. This study aimed to evaluate the N-total, nitrate (N-NO₃⁻) and ammonium (N-NH₄⁺) in the profile of a Oxisol, due to N rates applied by fertigation. Soil samples were collected in an experiment developed at Fazenda Panasco, Cristino Castro municipality, south of Piauí state region. The experiment was conducted in randomized blocks with five treatments and four repetitions. The treatments consisted of five N rates (100, 200, 300, 400 and 500 kg ha⁻¹) in the form of ammonium and urea fertigation sulfate. For each plot was divided into 3 layers (0-0.20; 0.20-0.40 and 0.40-0.60 m) and 2 distances around the plant (0,15 and 0,30 m) to assess the dynamics of the forms of the N-total N contents were analyzed, N-NO₃⁻ and N-NH₄⁺ in soil at depths 0-0.20, 0.20-0.40 and 0,40- 0.60 m. Graphs were generated, considering the N levels, distances (0.15 and 0.30), and the depths of the soil sampling to estimate the N-total levels, N-NH₄⁺ and N-NO₃⁻ in the soil. Regardless of the source and assessment time, the shortest distance 0.15 m and depth 0.20 m and 0.40 m were superior to present greater availability of nitrogen, mainly in the form of total-N and N-NH₄⁺. The source ammonium sulfate contributed to the leaching of N to the depth 0.60 m. There is a correlation with the depths of the N-total content, N-NO₃⁻ and N-NH₄⁺, regardless of source, and the distance of 0.15 m to 0.30 m.

Keywords: Mineral fertilizer; nitrogen dynamics; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

¹Orientador: Prof.^o. Dr.^o. Júlio César Azevedo Nóbrega – UFRB, Recôncavo da Bahia - BA; Co-orientadores: Prof.^a. Dr.^a. Vanessa Martins e Julian Junio de Jesus Lacerda – UFPI, Universidade Federal do Piauí.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as frutíferas de grande expressão econômica no Brasil, a cultura do maracujá tem se destacado nos últimos anos devido à qualidade dos seus frutos, ricos em sais minerais e vitaminas, principalmente A e C, sucos com sabores bastante agradáveis, bem aceitos pelo consumidor brasileiro, além de suas propriedades farmacêuticas (SANTO et al., 2014).

Segundo dados do IBGE, em 2013, o Brasil, possuía uma área colhida de 57.277 ha, produzindo 838.244 t, e rendimento médio de 14,63 t/ha⁻¹, com destaque para a região nordeste, com área colhida de 44.448 ha⁻¹, produzindo 622.036 t, sendo responsável por 74,21%. Entre os fatores que mais contribuem para a rentabilidade da cultura do maracujazeiro-amarelo, está à nutrição mineral das plantas, aliado a outras práticas de manejo como irrigação e fertirrigação, o que proporcionam aumento na produtividade e qualidade dos frutos (ALMEIDA, 2012).

A fertirrigação consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação, é um sistema muito utilizado na fruticultura, por apresentar várias vantagens. Quando bem conduzida contribui para a incorporação de nutriente ao solo, propiciando um uso racional, eficiente e econômico de se aplicar os fertilizantes (SANTANA et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2011). E possibilita também a aplicação dos nutrientes recomendados, de maneira parcelada, segundo a marcha de absorção da cultura, nos seus diferentes estádios de desenvolvimento (FONTES, 2005).

A técnica de fertirrigação quando manejada inadequadamente, principalmente com o uso de fertilizantes minerais em excesso, contribuiu para uma série de problemas, como a acidificação do solo, e salinização do solo, e a lixiviação de nutrientes no solo, fato que pode refletir em problemas a saúde humana e animal.

A escolha da fonte do fertilizante deve basear-se em vários fatores, incluindo disponibilidade do produto no mercado, preço dentre outros (BORGES & CARDOSO, 2003). No Brasil, a ureia e o sulfato de amônio constituem uma das principais fontes de N. A ureia é a fonte mais utilizada no mercado, isso se deve a facilidade de acesso no comércio, baixo custo por unidade de N (45% de N), elevada solubilidade e compatibilidade para a mistura com outros fertilizantes e defensivos, e alta taxa de

absorção foliar (SANTOS et al., 2011). Por outro lado, o sulfato de amônio (21% de N) também é muito utilizado, por conter o N na forma amoniacal, que quando aplicados nos solos ácidos, tendem a manter a maior parte do N na forma NH_4^+ , que é estável, além de possuir presença de enxofre em sua composição (CANTARELLA, 2007), outro nutriente importante para a nutrição vegetal.

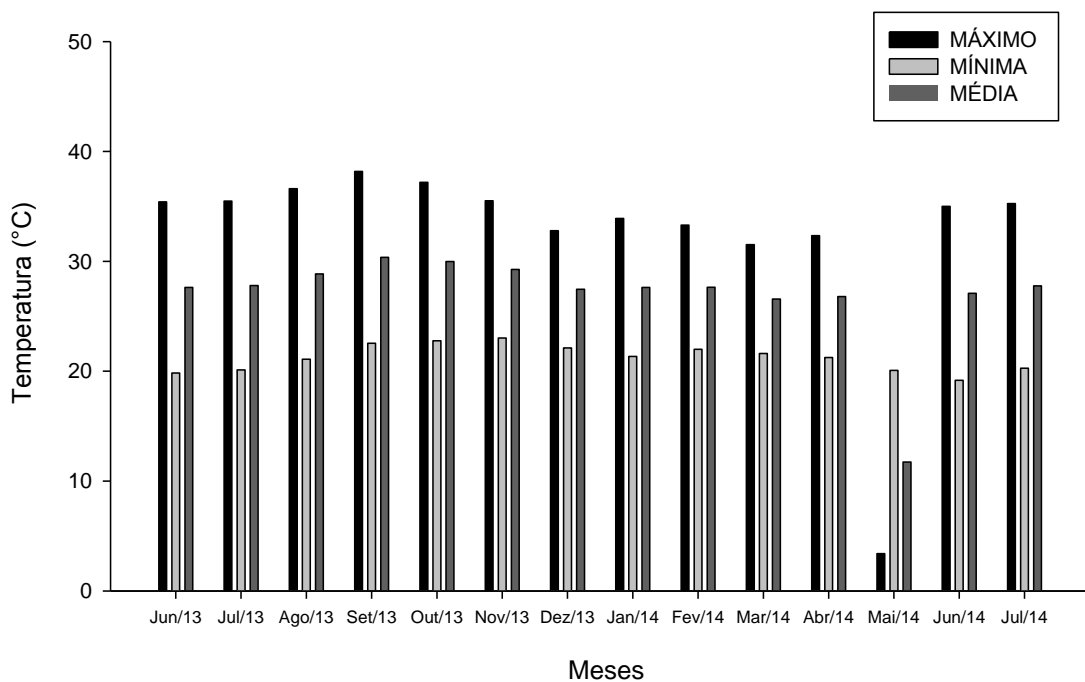
O N é, em geral, o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade. É essencial para o seu crescimento, pois participa de diversos compostos importantes para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, destacando-se as proteínas e as clorofilas (TAIZ & ZEIGER, 2009). Está presente em processos tais como absorção iônica, respiração, síntese, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006).

No solo, o N é um nutriente de alta mobilidade, pode ser absorvido pelas plantas, tanto na forma mineral catiônica (amônio – NH_4^+) como aniônica (nitrato - NO_3^-) (LOBO et al., 2011), o que faz do nitrato e do amônio as formas de nitrogênio mais importante e estudada para a nutrição das plantas. O NH_4^+ produzido a partir da mineralização ou por adubação, pode ser perdido por volatilização da amônia, principalmente quando se usa ureia, a qual quando aplicado ao solo pode sofrer hidrólise enzimática liberando N amoniacal que é volátil (SOUZA, 2012). O N nítrico é totalmente solúvel em água, e por ser carregado negativamente possui baixa adsorção com as cargas negativas da superfície das argilas, sendo facilmente lixiviado no solo (MALAVOLTA, 2006). Sua lixiviação pode causar problemas na fertilidade do solo, contaminar águas superficiais e subterrâneas, causando danos aos seres humanos e ambientes (ARNUTI, 2014).

O manejo adequado do solo e da água, aliado a fertilidade do solo, pode contribuir e controlar as perdas de N no maracujazeiro, aumentando a permanência do mesmo no solo, refletindo no aumento da produtividade e qualidade dos frutos. O presente trabalho objetivou avaliar as concentrações de nitrogênio total, nitrato e amônio no perfil de um Latossolo Amarelo, em função das distâncias do sistema radicular do maracujazeiro, adubado com ureia e sulfato de amônio via fertirrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de junho/2013 a agosto/2014 na Fazenda Panasco, município de Cristino Castro (09°03'49,7"S, 44°21'51,3"W, Alt. 34,1 m), região sul do estado do Piauí. O clima da região é quente e úmido e segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa com precipitação média entre 900 e 1.200 mm ano⁻¹ distribuídos entre os meses de outubro e abril, com temperatura média anual de 26,6°C (VIANA et al., 2002). Durante a execução do experimento acompanhou-se os dados climáticos desta região, como pode ser observada na figura 1. Os dados meteorológicos utilizados neste estudo correspondem ao período de julho de 2013 a agosto de 2014 e foram obtidos na estação meteorológica automática mais próxima da área experimental, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), especificamente da unidade situada em Bom Jesus, PI com latitude 09°06'00".



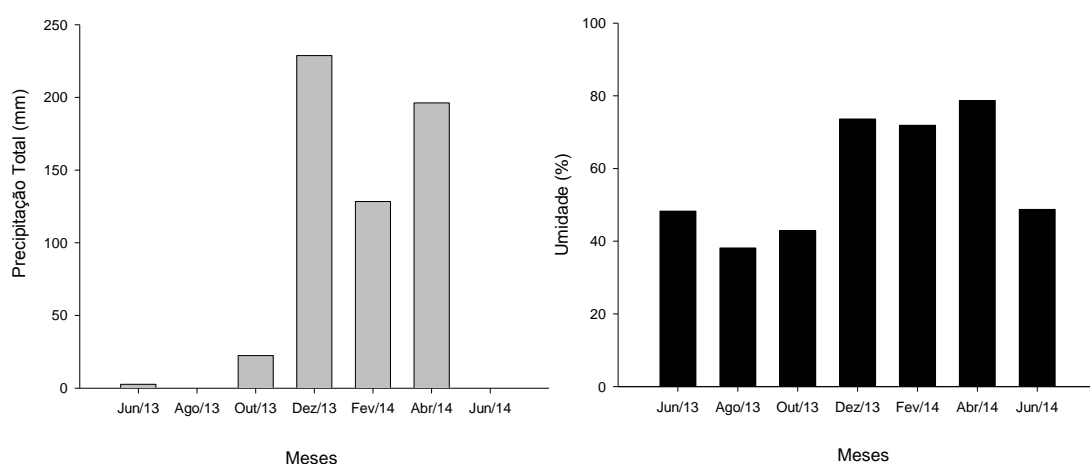


Figura 1. Temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, mensais durante a execução do experimento. Bom Jesus – PI, 2013-2014.

O solo onde foi conduzido o experimento foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, com textura arenosa. A caracterização química e granulométrica do solo da área experimental encontra-se na tabela 1. A água utilizada para irrigação foi oriunda de poço artesiano localizado próximo à área experimental.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2013.

Atributos	Unidade	0-0,20 m	0,20-0,40 m	Atributos	Unidade	0-0,20 m	0,20-0,40 m
Químicos				Físicos			
pH	CaCl ₂	5,10	4,80	M.O	g kg ⁻¹	11,00	12,00
B	mg dm ⁻³	0,19	0,23	Areia	g kg ⁻¹	840,00	860,00
Zn	mg dm ⁻³	2,20	2,40	Silte	g kg ⁻¹	50,00	40,00
P	mg dm ⁻³	10,80	37,40	Argila	g kg ⁻¹	110,00	100,00
K ⁺	mg M ⁻³	59,00	72,00	DS	Kg dm ⁻³	1,40	1,60
H+Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	1,60	1,60	DP	Kg dm ⁻³	2,60	2,60
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,00	1,00	Porosidade total	%	38,60	46,10
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,30	1,00	Classificação		Areia franca	
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,30	0,30	CC	cm ³ cm ⁻³	0,17	0,19
SB	cmolc dm ⁻³	1,75	1,48	PMP	cm ³ cm ⁻³	0,11	0,14
CTC	cmolc dm ⁻³	3,35	3,08				
V	%	52,24	48,05				
m	%	0,00	6,30				

P, k: Extrator: Melich (HCl + H₂SO₄); Al, Ca, Mg: Extrator KCl1M; MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; V = Valor de saturação por bases; CTC = capacidade de troca de cátions; DS = densidade do solo, DP = densidade de partículas, CC = capacidade de campo (-10kPa) e PMP = ponto de murcha permanente (-1500 kpa).

Tabela 2. Resultado da análise química do solo, no final do experimento na camada de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade. Cristino Castro – PI, 2014.

Atributos Químicos	Unidade	0-0,20 m	0,20-0,40 m
pH	CaCl ₂	5,03	4,60
Zn	mg dm ⁻³	2,80	1,45
P	mg dm ⁻³	31,19	11,08
K ⁺	mg dm ⁻³	220,50	153,80
H+Al ³⁺	mg M ⁻³	1,85	1,97
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,40	0,76
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	1,45	0,93
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,70	0,33
SB	cmolc dm ⁻³	2,36	1,63
CTC	cmolc dm ⁻³	4,22	3,61

CTC = Capacidade de troca de catiônica [Ca²⁺+ Mg²⁺+Na⁺+k⁺, (H⁺+Al³⁺)]; SB = soma de bases

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹) fornecidas via sulfato de amônio e ureia. Cada parcela foi subdividida em 3 profundidades (0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m) e 2 distâncias (0,15 e 0,30 m), para avaliar a dinâmica das formas de N, desse modo o experimento foi constituído de 120 unidades experimentais.

As mudas foram produzidas em sacos plásticos de 10 x 20 cm, com substrato composto por esterco bovino curtido, areia lavada e solo na proporção de 2:1:1. Foi semeada uma semente por saco a um cm de profundidade. O transplântio foi realizado aos 60 dias quando as mudas atingiram uma altura de 25 cm.

O preparo do solo consistiu de uma aração e gradagem, em seguida foi realizada a correção do solo com calcário dolomítico de acordo com a análise química de solo. A incorporação do calcário foi realizada com auxílio de uma grade de discos acoplada a um trator. A determinação da necessidade de calagem foi realizada pelo método de neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, segundo a recomendação da Comissão Estadual de Fertilidade Solo do Estado da Bahia (BORGES, 1989).

As covas foram abertas nas dimensões de 40 x 40 x 40 cm e foram alocadas em conformação quadrada nas distâncias de plantio de 3 x 3 m, com densidade de 1.111 plantas ha⁻¹, conforme recomendações de Ruggiero (1998). Para cada cova foi adicionada 12 litros de esterco bovino e calcário dolomítico baseado na análise do solo.

A adubação durante o ciclo da cultura (primeiro ano de cultivo) para N, K₂O e S, foi realizada via fertirrigação, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram aplicados via calagem (calcário dolomítico) e os micronutrientes foram aplicados duas vezes no pré-florescimento via

foliar. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentaram as primeiras gavinhas, com altura de 30 a 40 cm de altura, aproximadamente 45 dias após a semeadura. A fertirrigação foi realizada 15 dias após o transplântio, com sequência semanal durante todo o ciclo da cultura, conforme a recomendação da Embrapa (2002), sendo distribuídas da seguinte forma: dos totais de N e K, foram aplicados 10% nos primeiros dois meses; 12% entre o 3º e 4º mês; 15% entre o 5º e 6º mês; 19% entre o 7º e 8º mês; e 44% e nos últimos 4 meses (mais detalhes em anexos). A aplicação foi realizada por injetor do tipo Venture, instalado no cabeçal de controle do sistema de irrigação.

A amostragem do solo foi realizada em duas épocas: a primeira ocorreu no período de fevereiro/2014, no estágio de florescimento, e a segunda em abril/2014, no período de frutificação da cultura. As amostras de solo foram coletadas a um raio de 0,15 e 0,30 m ao redor da planta, nas profundidades de 0–0,20; 0,20–0,40 e 0,40–0,60 m do perfil do solo. Em cada parcela foi coletada uma amostra composta, constituída por três amostras simples. Após a coleta do material em campo, as amostras foram secas ao ar, limpas, peneiradas em peneiras de 2 mm de malha, e armazenadas em sacos plásticos, para posterior análise no laboratório. Em cada amostra de solo foram determinadas as concentrações de N total, nitrato e amônio, empregando-se o método de destilação Kjeldahl, com posterior quantificação por titulação com ácido sulfúrico (TEDESCO et al., 1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando observadas diferenças significativas entre as doses de N ou entre as profundidades de coleta foram geradas equações de regressão dos teores de N-total, $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$, em função das doses de N fornecidas e das profundidades. As análises estatísticas foram feitas com uso do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para primeira coleta realizada no período de florescimento do maracujazeiro, para a fonte de ureia, foi verificado efeito significativo da variável N-total para a profundidade, distância e interação distância e profundidade. No N-NO₃⁻ observou-se efeito significativo para as doses, profundidades e distâncias. Enquanto no N-NH₄⁺ ocorreu efeito significativo foi verificado para todos os tratamentos. Na segunda avaliação realiza no período de frutificação do maracujazeiro usando a fonte de ureia, foi verificado efeito significativo na variável N-total, para as doses, profundidades e distâncias. No N-NO₃⁻ não ocorreu efeito significativo nos tratamentos estudados, enquanto no NH₄⁺ ocorreu efeito significativo apenas para as doses e distâncias (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para as doses de nitrogênio (D), profundidade (P), interação dose e profundidade (D*P), distância (Dis), interação dose e distância (D*Dis), interação distância e profundidade (Dis*P) e interação dose, distância e profundidade (Dis*D*P) para as variáveis N-Total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ na primeira coleta, realizada no período de florescimento e na segunda realizada no período de frutificação do maracujazeiro, para a fonte de ureia.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		1ª Coleta – Florescimento (Ureia)			2ª Coleta - Frutificação (Ureia)		
		N-total	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-total	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
Bloco	3	0.001	361	1479	0.001	17.8	378
Dose(D)	4	0.001 ns	1678**	14424**	0.035*	852*	1384 ns
Erro 1	12	0.002	236	463	0.0080	158	462 ns
Profundidade (P)	2	0.124**	6423**	30922**	0.071**	205 ns	23.2 ns
D x P	8	0.002 ns	696**	3040 ns	0.006 ns	127 ns	366 ns
Erro 2	24	0.002	137	670	0.006	180	231 ns
Distância (Dis)	1	0.121**	1713**	29158**	0.121**	2058**	637 ns
D x Dis	4	0.004 ns	295*	1275 ns	0.009 ns	260 ns	384 ns
Dis x P	2	0.041**	392*	2029 ns	0.009 ns	48.4 ns	88.6 ns
Dis x D x P	8	0.002 ns	249*	846 ns	0.004 ns	158 ns	431 ns
Erro 3	51	0.003	111	1252	0.007	158	285 ns
Total	119	0.784	43709	278905	1.18	23695	41102
CV1 (%)		45.84	35.52	30.73	41.79	43.37	58.08
CV2 (%)		49.95	27.10	36.97	36.63	46.38	41.11
CV3 (%)		54.33	24.38	50.51	40.41	43.45	45.63
Média Geral		0.105	43.27	70.05	0.21	28.99	37.01
		mg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ns não significativo; N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺.

Na fonte de sulfato de amônio na primeira avaliação, observou-se para a variável N-total, houve efeito significativo em profundidade, distância, interação entre doses e distâncias, interação distâncias e profundidades, e interação doses, distâncias e profundidades. O N-NO₃⁻ teve efeito significativo para as dose, profundidades,

distâncias e interação entre doses distâncias e profundidades. Enquanto no NH_4^+ ocorreu efeito significativo para todas as variáveis estudadas e para interação dose e distâncias. Para a segunda coleta, a variável N-total, teve efeito significativo para os tratamentos doses, profundidades e distâncias. No NO_3^- teve efeito significativo para as doses, profundidades e interação dose e distância. E para N-NH_4^+ , teve efeito significativo para as doses e profundidades (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para as doses de nitrogênio (D), profundidade (P), interação dose e profundidade (D*P), distância (Dis), interação dose e distância (D*Dis), interação distância e profundidade (Dis*P) e interação dose, distância e profundidade (Dis*D*P) para as variáveis N-Total, N- NO_3^- e N- NH_4^+ na primeira coleta, realizada no período de florescimento e na segunda coleta realizada no período de frutificação do maracujazeiro, para a fonte de Sulfato de amônio.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		1ª Coleta (Sulfato de amônio)			2ª Coleta (Sulfato de amônio)		
		N-total	N- NH_4^+	N- NO_3^-	N-total	N- NH_4^+	N- NO_3^-
		Florescimento			Frutificação		
Bloco	3	0.006	1134	848	0.009	238	204.
Dose(D)	4	0.001 ns	31082**	6743**	0.059**	1003*	3441**
Erro 1	12	0.001	910	265	0.005	225	526
Profundidade (P)	2	0.028**	4448**	7641**	0.077**	660*	3542**
D*P	8	0.002 ns	974 ns	3295**	0.008 ns	138 ns	538 ns
Erro 2	24	0.001	428	324	0.006	136	389
Distância (Dis)	1	0.017**	6445**	1659*	0.2929**	48 ns	8704**
D*Dis	4	0.003*	265 ns	1860**	0.020 ns	219 ns	1386**
Dis*P	2	0.006**	1623 ns	2946**	0.003 ns	489 ns	292 ns
Dis*D*P	8	0.003*	1682*	3298**	0.010 ns	117 ns	145 ns
Erro 3	51	0.001	676	308	0.010	210	313
Total	119	0.296	224357	139255	1.726	73514	26598
CV1 (%)		48.19	45.39	32.28	36.20	52.66	57.40
CV2 (%)		42.32	31.14	35.67	39.34	40.97	49.36
CV3 (%)		39.67	39.12	34.75	50.48	50.80	44.31
Média Geral		0.092	66.48	50.51	0.205	39.95	28.53
		mg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ^{ns} não significativo; N-total, N- NO_3^- e N- NH_4^+ .

Para ambas as coletas na cultura do maracujazeiro amarelo (1ª e 2ª coleta), percebe-se que os teores de N-total são baixa, isso possivelmente pode estar relacionado com a textura do solo, nessa região são solos bem arenosos, e pela reduzida disponibilidade de matéria (GALVÃO, et al. 2005).

Para a fonte de ureia na primeira avaliação do maracujazeiro, foi verificado que a maior concentração de N-total foi na menor profundidade e na menor distância em torno da planta, sendo reduzindo conforme o aumento das profundidades do solo. E quando comparado às distâncias em cada profundidade, houve maior acúmulo de N-total até a profundidade de 0,20-0,40 m e nas menores distâncias 0,15 m (Tabela 5) e (Figura 2). A maior parte do N-total está presente na camada superficial, de onde o

maior teor de matéria orgânica que ocorre nessa camada (NETO et al., 2006). Esses resultados estão de acordo Silva et al. (2005), que encontraram maiores concentrações de N-mineral total na camada superficial do solo e concentração reduzida com aumento da profundidade, independente da fonte utilizada.

Tabela 5. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-Total), para a interação distância e profundidade (Dis*P) da primeira coleta (Florescimento) para as plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

	Ureia - N-total	1 ^a Coleta – Florescimento
Profundidade (0-0,20)		
Distancia 0,15	0,22 a	
Distancia 0,30	0,10 b	
Profundidade (0,20-0,40)		
Distancia 0,15	0,13 a	
Distancia 0,30	0,06 b	
Profundidade (0,40-0,60)		
Distancia 0,15	0,05 a	
Distancia 0,30	0,05 a	

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

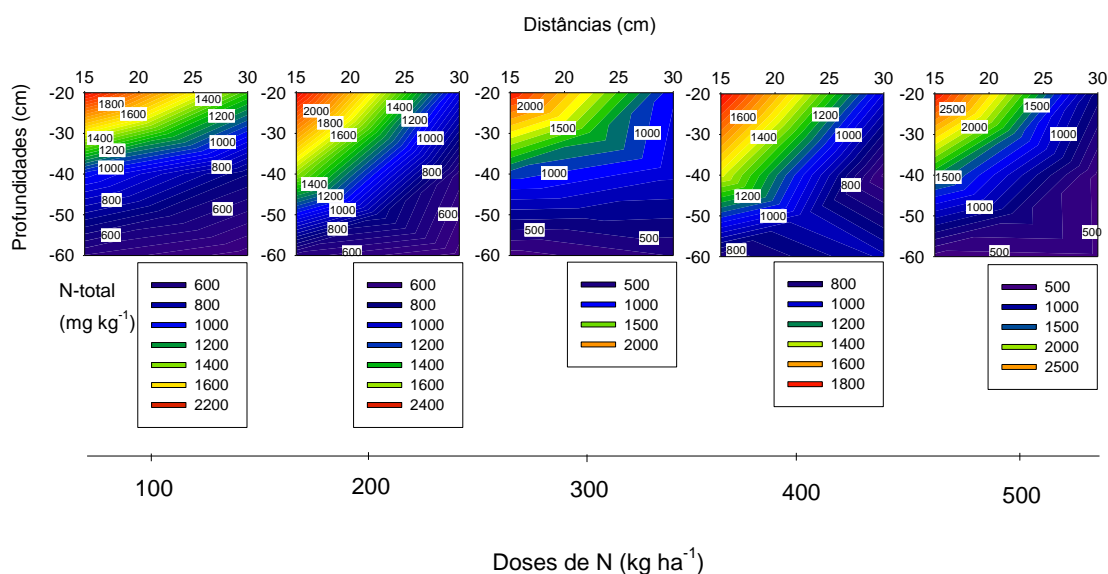


Figura 2. Teores de N-total na primeira coleta (Florescimento) do maracujazeiro cultivado no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular do maracujazeiro (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.

Na segunda coleta foram encontradas maiores concentração de N-total nas menores profundidades (0-0,20 e 0,20-0,40 m) e menor distância (Tabela 6) e (Figura 3). Comprovando mais uma vez a justificativa da matéria orgânica que se concentra nas camadas superficiais, mais que pode lixiviar para as camadas mais subsuperficiais.

Basso e Cerreta (2000) observaram maiores concentrações de N- total até a profundidade de 0,40 m.

Tabela 6. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-total), para os efeitos isolado da distância (Dis) e profundidade (P) da segunda coleta (Frutificação), para as plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

	Ureia (N-total)	2 ^a Coleta – Frutificação
Profundidade	N-total	
0-0,20	0,25 a	
0,20-0,40	0,22 a	
0,40-0,60	0,16 b	
Distâncias	N-total	
Distancia 0,15	0,24 a	
Distancia 0,30	0,18 b	

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

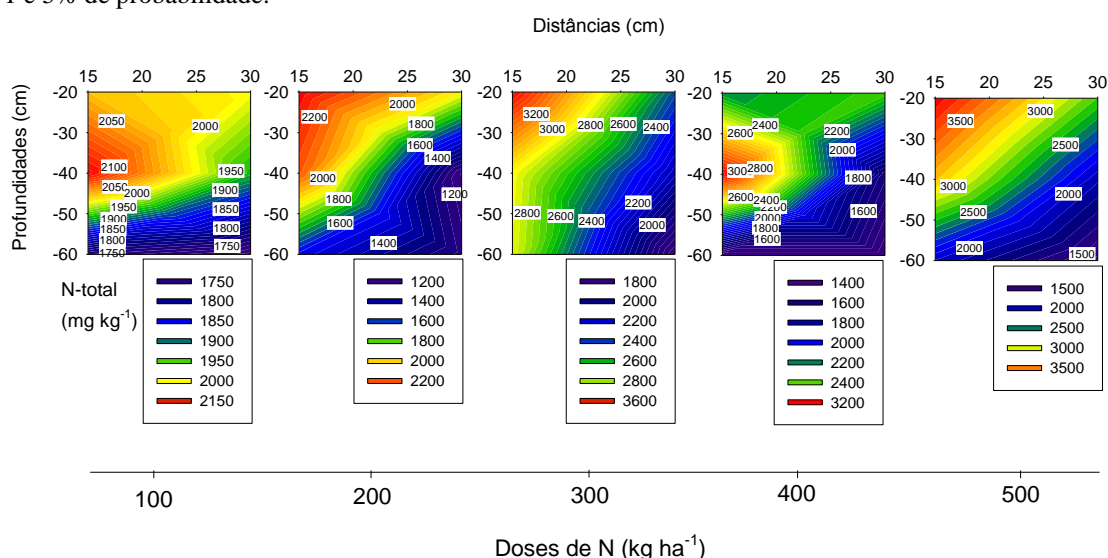


Figura 3. Teores de N-Total da segunda coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.

Para o N-NO₃⁻ ocorreu comportamento semelhante ao N-total, em que o mesmo se concentrou nas menores profundidades e menor distância da planta. No entanto, na segunda avaliação não ocorreu diferença entre os tratamentos estudados (Tabela 7) e (Figura 4). O fato do maior acúmulo do N-NO₃⁻ ter ocorrido nas primeiras profundidades pode ser justificado pelo maior teor de matéria orgânica, em elevar a capacidade de troca catiônica do solo e capacidade de retenção de água, diminuindo assim, a lixiviação do NO₃⁻ no perfil do solo (MAIA, 1999). Além do manejo adequado, o parcelamento de doses de N pode contribuir para redução das perdas de NO₃⁻ no sistema solo. NETO et al. (2006), encontraram maiores concentrações de NO₃⁻ na

camada superficial, ao avaliar o teor de N residual em solos adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação. A redução da concentração do NO_3^- de acordo com o aumento da profundidade, está em desacordo com os resultados obtidos por OLIVEIRA et al. (2001), uma vez que os mesmos verificaram aumento do NO_3^- com a profundidade.

Tabela 7. Desdobramento com efeito isolado para o íon nitrato (N-NO_3^-), na profundidade e distâncias na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

Profundidade	Ureia (N-NO_3^-)	1ª Coleta – Florescimento
0-0,20	100,95 a	
0,20-0,40	62,14 b	
0,40-0,60	47,05 c	
Distâncias		
Distancia 0,15	85,63 a	
Distancia 0,30	54,46 b	

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

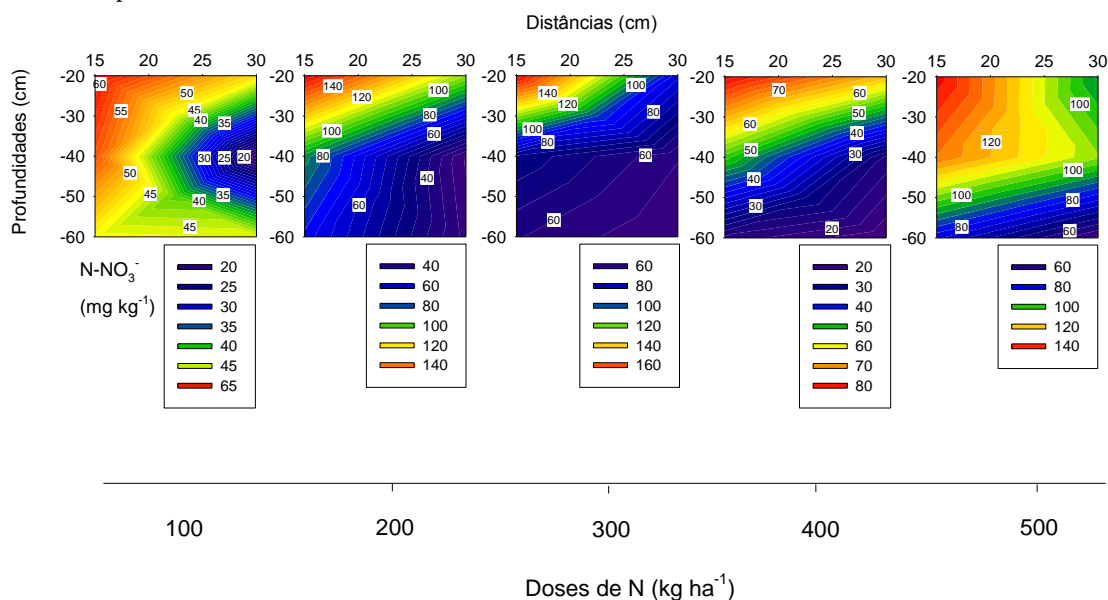


Figura 4. Teores de N-NO_3^- da primeira coleta (Florescimento) do maracujazeiro em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha^{-1}), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m) e profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m) para a fonte ureia.

Na segunda coleta para o N-NO_3^- verificou-se uma distribuição por todas as profundidades e distância estudadas (Tabela 8) e (Figura 5). Isso demonstra a dinâmica desse íon no solo, não somente em profundidade, mas também no sentido horizontal em torno da planta e em lateral, podendo em muitas situações causar sérios prejuízos para a

cultura e as outras, que se encontrarem próximas ao local de aplicação, e em casos de doses inadequadas.

Tabela 8. Desdobramento com efeito isolado para o íon nitrato (N-NO_3^-), na profundidade e distâncias na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

Profundidade	Ureia (N-NO_3^-)	2ª Coleta – Frutificação
0-0,20	36,48 a	
0,20-0,40	36,66 a	
0,40-0,60	37,88 a	
Distâncias		
Distancia 0,15	34,70 a	
Distancia 0,30	39,31 a	

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

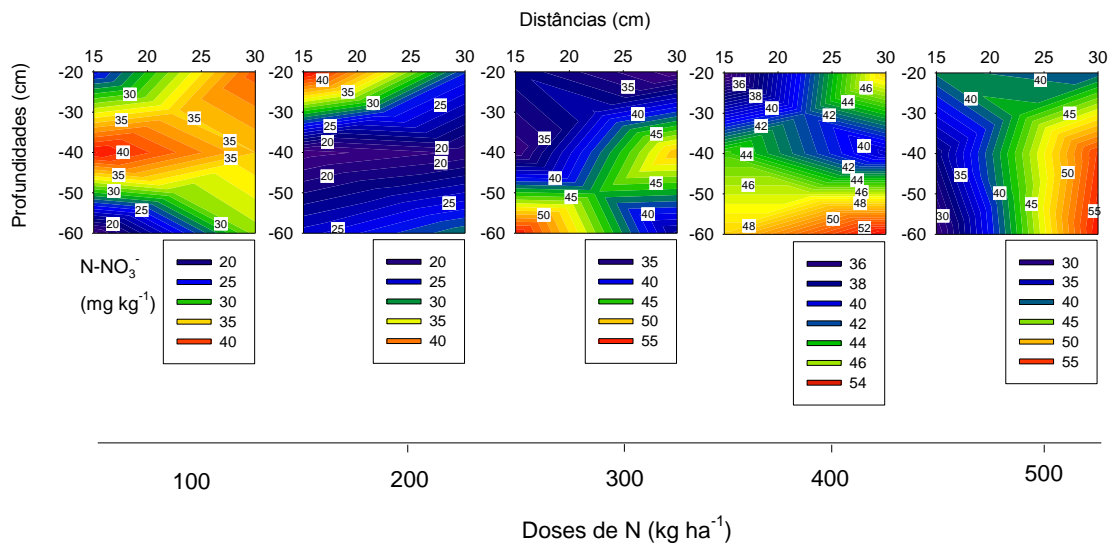


Figura 5. Teores de N-NO_3^- na segunda coleta (Frutificação) no maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha^{-1}), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), e profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.

As maiores concentrações de N-NH_4^+ ocorreram em torno da menor profundidade e menor distância, na primeira coleta e com acréscimo de doses (Tabela 9) e (Figura 6). O fato do N-NH_4^+ ter se concentrado nas camadas superficiais, se dá por ser um cátion, o que facilita sua adsorção as cargas eletronegativas das argilas e da matéria orgânica do solo, fato que minimiza sua perda para camadas mais profundas do solo (SANTOS et al., 2011). Quando comparado às doses em cada profundidade e distância, na distância de 0,15 m ocorreu maior acúmulo de N-NH_4^+ na profundidade 0-0,20 m, até a dose de 200 kg ha^{-1} , a partir dessa dose houve uma distribuição por todas as camadas, sendo que nas maiores doses já não se observou diferenças estatísticas. No entanto, na distância de 0,30 m, a dose de 100 kg ha^{-1} concentrou maior teor N-NH_4^+ na

menor profundidade (0-0,20), o que ocasionou uma distribuição por todas as camadas, sendo que nas maiores doses já não se observou essa diferença. Isso pode ser justificado pelo fato de com o acréscimo de maiores doses de N, contribuem para perdas para as camadas mais profundas. Segundo SILVA et al. (1999), as perdas de N em solos arenosos são reduzidas, quando se aplica N parcelado e em taxas menores de 200 kg ha⁻¹. GONÇALVES et al. (2001) e OLIVEIRA et al. (2001) encontraram presença de formas NH₄⁺ para as camadas subsuperficial mesmo em pequenas quantidades.

Tabela 9. Desdobramento do íon amônio (N-NH₄⁺), para a interação doses, distâncias e profundidade (D*Dis*P), na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

		Ureia (N-NH ₄ ⁺)		1ª – Coleta Florescimento				
Dose	Dist	Prof	Doses					
			100	200	300	400	500	
0,15	a	0-0,20	63,26 a	78,58 a	81,46 a	64,31 a	49,60 a	42,35 a
		0,20-0,40	43,65 b	36,62 b	61,10 b	60,30 a	35,70 a	31,50 a
		0,40-0,60	34,23 c	48,73 b	23,42 c	38,20 b	28,75 a	25,12 a
0,30	b	0-0,20	49,09 a	52,56 a	45,50 b	62,23 a	42,57 a	42,57 a
		0,20-0,40	41,94 a	31,33 b	64,32 a	49,97 a	26,37 a	37,7 a
		0,40-0,60	27,45 b	28,74 b	28,02 b	30,48 b	23,75 a	26,25 a

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

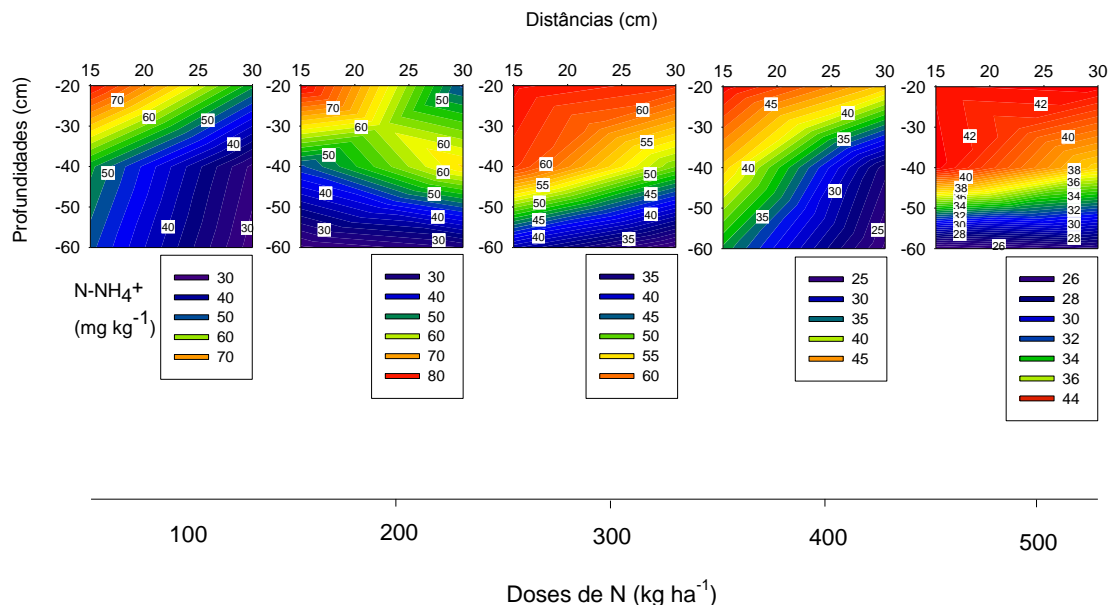


Figura 6. Teores de N-NH₄⁺ na primeira coleta (Florescimento) no maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.

Na segunda coleta o NH₄⁺ se acumulou na menor distância (Tabela 10) e (Figura 7). Fato justificado por ser o local de aplicação do fertilizante, próximo ao tronco da

planta do maracujazeiro, o que faz com que a região possua a maior disponibilidade de N para as plantas. Para Souza et al. (2002), a maioria das raízes de maracujazeiro finas (60 a 80%), se concentram num raio de 0,60 m do tronco da planta e na profundidade de 0,30 m a 0,45 m de profundidade.

Tabela 10. Desdobramento do íon de Amônio ($N-NH_4^+$), para efeito isolado nas distâncias, na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

Distâncias	ureia ($N-NH_4^+$)	2ª – Coleta Frutificação
0,15	33,13 a	
0,30	24,85 b	

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

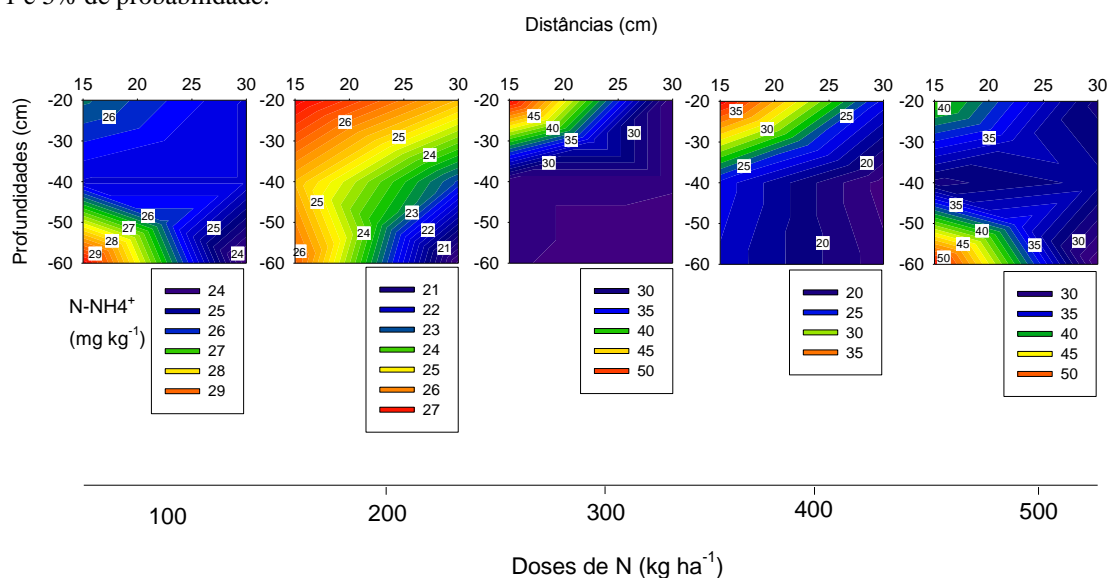


Figura 7. Teores do $N-NH_4^+$ na segunda coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 $kg\ ha^{-1}$), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte ureia.

Para a fonte sulfato de amônio na primeira avaliação do maracujazeiro, o N-total apresentou maiores valores na profundidade de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, com acréscimo de doses, foram reduzindo de acordo com a profundidade e menor distância da cultura do maracujazeiro (Tabela 11) e (Figura 8). Quando comparada as doses em cada distância e profundidade, na distância de 0,15 m, as doses que proporcionaram maior acúmulo de N-total, foi até a aplicação de 300 $kg\ ha^{-1}$ na profundidade de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, após essas doses não se observou diferenças nos teores de N-total. Na distância de 0,30 m não ocorreu diferença com o aumento das doses em relação às profundidades.

Tabela 11. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-Total), para a interação distâncias, doses e profundidade (Dis*D*P), na primeira coleta (Florescimento) em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

		Sulfato de amônio (N-Total)		1ª – Coleta Florescimento				
Dist	Prof			Doses				
		100	200	300	400	500		
0,15	a	0-0,20	0,12 a	0,13 a	0,13 a	0,17 a	0,07 a	0,11 a
		0,20-0,40	0,12 a	0,09 a	0,18 a	0,10 b	0,09 a	0,14 a
		0,40-0,60	0,06 b	0,05 a	0,03 b	0,04 c	0,08 a	0,08 a
0,30	b	0-0,20	0,09 a	0,08 a	0,06 a	0,10 a	0,10 a	0,13 a
		0,20-0,40	0,07 b	0,08 a	0,05 a	0,05 a	0,10 a	0,09 a
		0,40-0,60	0,06 b	0,03 a	0,05 a	0,07 a	0,08 a	0,06 a

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

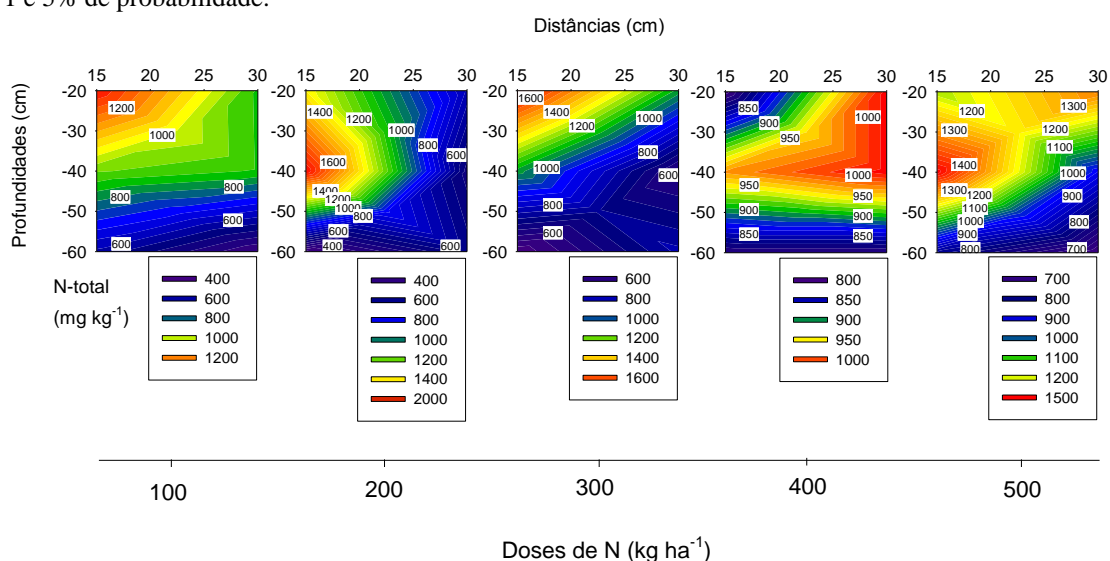


Figura 8. Teores de N-total na primeira coleta (Florescimento) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.

Na segunda avaliação os maiores teores se encontram na menor profundidade e menor distância (Tabela 12) e (Figura 9). Isso por que a maior parte do N-total está contida na matéria orgânica, que é relativamente estável e não diretamente disponível para as plantas, sendo necessário o processo de mineralização. A quantidade de N liberada é pequena, e a taxa de mineralização da matéria orgânica é de ordem de 1 a 3% ao ano, variando conforme as práticas de manejo do solo e das condições ambientais (BELOW, 2002). Embora o teor de matéria orgânica seja baixo, é na camada superficial onde ocorre maior teor de matéria orgânica, decrescendo com aumento da profundidade.

Tabela 12. Desdobramento dos teores de nitrogênio total (N-Total), para o efeito isolado das profundidades (P) e distância (D) na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

Profundidade (m)	Sulfato de amônio (N-Total)	2ª – Coleta Frutificação
0-0,20		0,24 a
0,20-0,40		0,20 b
0,40-0,60		0,16 c
Distâncias (m)		
0,15		0,25 a
0,30		0,15 b

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade. .

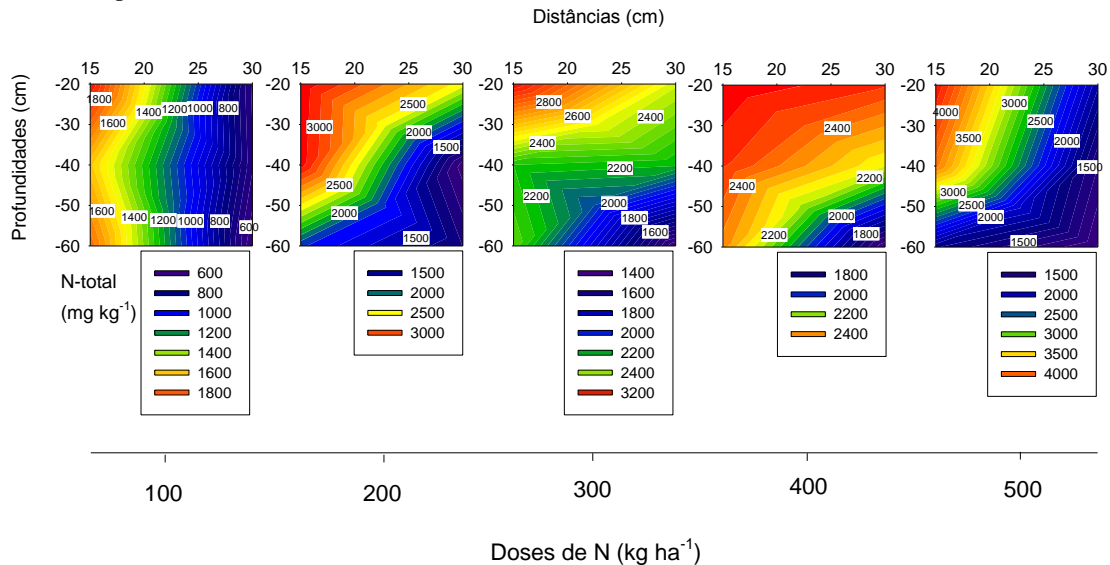


Figura 9. Teores de N-total na segunda coleta (Frutificação) dos teores de N total, do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.

Na primeira avaliação do NO₃⁻ foram encontrados maiores valores na menor distância (0,15 m), com adição de doses de N e nas profundidades de 0-0,20 e 0,40-0,60 m (Tabela 13) e (Figura 10). Quando se comparou as doses em cada profundidade e distância, a maior dose proporcionou maior acúmulo, na profundidade de 0-0,20 e 0,40-0,60 m, na distância de 0,15 m. Já para a distância de 0,30 m, ocorreram teores de N-NO₃⁻ por todas as profundidades, mesmo com incremento de doses não se diferenciando. SEXTON et al. (1996) detectaram aumento da lixiviação do NO₃⁻, quando as doses de N superaram os 100 kg ha⁻¹, para crescimento de milho em solo arenoso, inclusive com aumento exponencial da lixiviação quando os teores forem superiores a 250 kg ha⁻¹. HICKMANN (2014), concluiu em estudo, que o NO₃⁻ é a forma que predomina até a

profundidade de 0,60 m, independente da época de coleta e da sequência soja-pousio-milho.

Tabela 13. Desdobramento dos teores de íons de nitrato (N-NO_3^-), para a interação distâncias, doses e profundidade (Dis*D*P), na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

		Sulfato de amônio (N-NO_3^-)		1ª – Coleta Florescimento				
		Prof		Doses				
dist				100	200	300	400	500
0,15	a	0-0,20	89,99 a	51,20 a	131,88 a	61,97 a	43,07 a	161,82 a
		0,20-0,40	58,83 b	38,92 a	63,52 a	60,90 a	41,62 a	89,17 b
		0,40-0,60	72,61 b	34,72 a	54,55 b	82,40 a	45,70 a	145,70 a
0,30	b	0-0,20	60,64 a	30,65 a	53,90 a	75,07 a	33,65 a	109,95 a
		0,20-0,40	50,78 a	19,72 a	55,80 a	34,12 a	33,65 a	110,63 a
		0,40-0,60	66,03 a	30,43 a	65,90 a	56,65 a	44,62 a	132,55 a

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

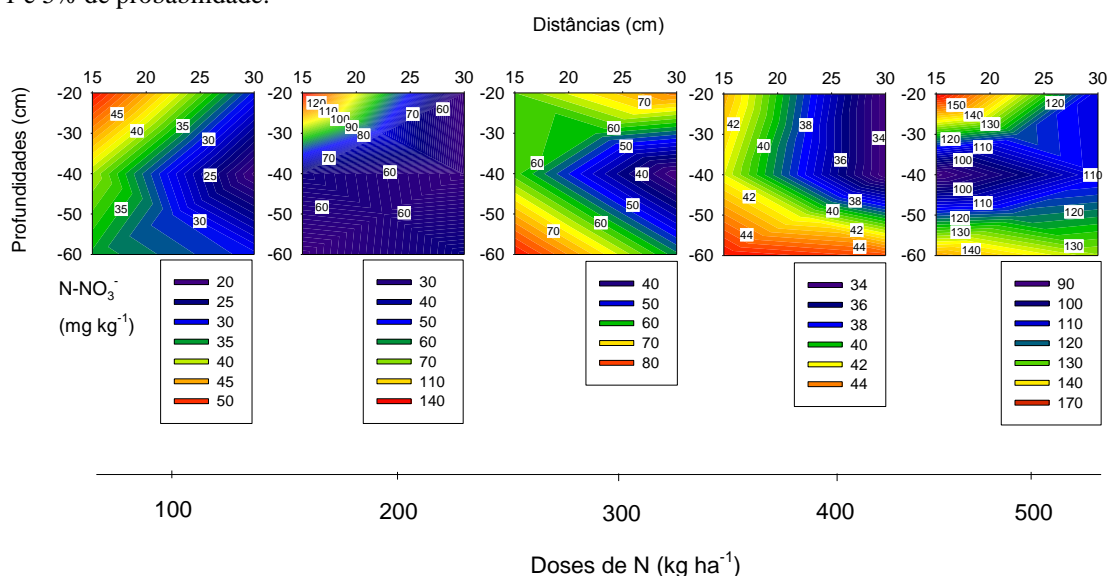


Figura 10. Teores de N-NO_3^- na primeira coleta (Florescimento) de maracujazeiro cultivado Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha^{-1}), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.

Para a segunda avaliação foram encontradas maiores concentração de NO_3^- nas maiores profundidades (0,40-0,60 m) (Tabela 14) e (Figura 11). O fato do NO_3^- ter ocorrido nas maiores profundidades, pode ser justificado devido ao íon possuir característica de ser carregado negativamente, sendo repellido dos coloides orgânicos e inorgânicos do solo onde predominam a mesma carga (GONÇALVES et. al., 2000).

Tabela 14. Desdobramento dos íons de nitrato ($N-NO_3^-$), para o feito isolado das profundidades (P) na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

Profundidades	Sulfato de amônio ($N-NO_3^-$)	2ª – Coleta Frutificação
0-0,20	25,567 b	
0,20-0,40	26,862 b	
0,40-0,60	33,162 a	

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

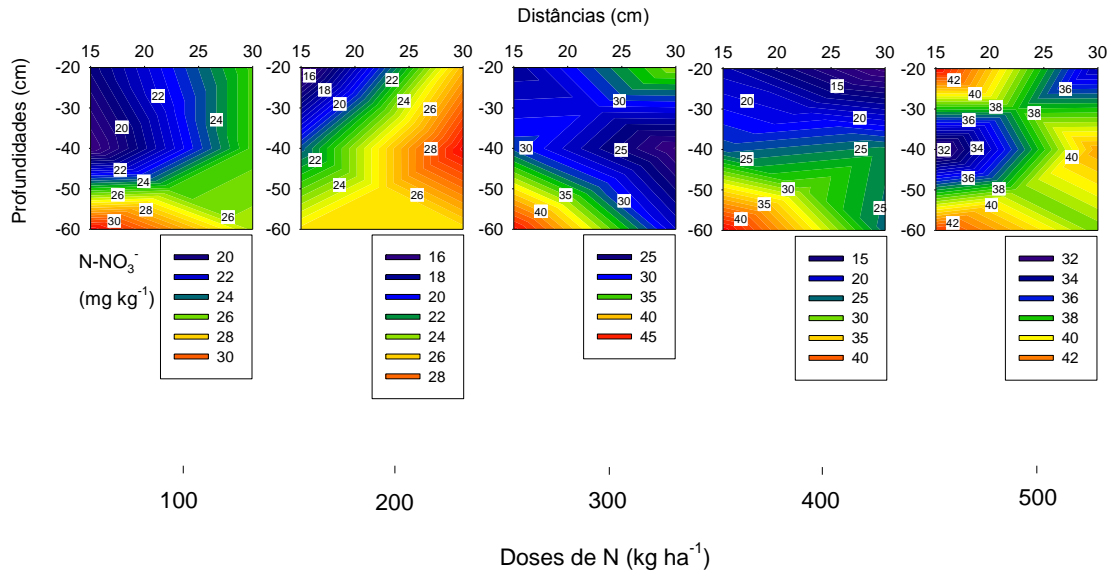


Figura 11. Teores de $N-NO_3^-$ da segunda coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 $kg\ ha^{-1}$), distâncias em torno do sistema radicular do maracujazeiro (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.

Para o $N-NH_4^+$ na primeira avaliação, foi verificado que na menor distância (0,15 m) e menores profundidades (0-0,20), e com acréscimo de doses, proporcionaram maiores teores de $N-NH_4^+$ (Tabela 15) e (Figura 12). Quando comparado às doses em cada profundidade e distância, os maiores teores de NH_4^+ na distância de 0,15 m foram com o incremento de doses 200, 300, 500 $kg\ ha^{-1}$, o íon NH_4^+ na profundidade de 0-0,20 m. Na distância 0,15-0,30 m a maior concentração de NH_4^+ foi na profundidade de 0-0,20 m na maior dose.

Tabela 15. Desdobramento dos teores de íons de amônio ($N-NH_4^+$), para a interação distâncias, doses e profundidade (Dis*D*P), na primeira coleta (Florescimento), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

		Sulfato de amônio ($N-NH_4^+$)		1ª – Coleta Florescimento				
Distâncias	Profundidades	Doses						
		100	200	300	400	500		
15	a	0-0,20	79,67 a	34,30 a	122,72 a	117,72 a	43,92 a	79,70 a
		0,20-0,40	41,19 b	37,95 a	45,06 b	47,95 c	30,08 a	44,93 b
		0,40-0,60	41,84 b	28,85 a	33,20 b	89,30 b	28,92 a	28,92 b
30	b	0-0,20	53,01 a	29,31 a	27,93 b	29,31 b	44,40 a	134,12 a
		0,20-0,40	47,56 a	34,71 a	56,00 a	68,40 a	44,40 a	34,31 b
		0,40-0,60	39,81 a	28,52 a	33,72 b	87,15 a	24,30 a	25,37 b

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

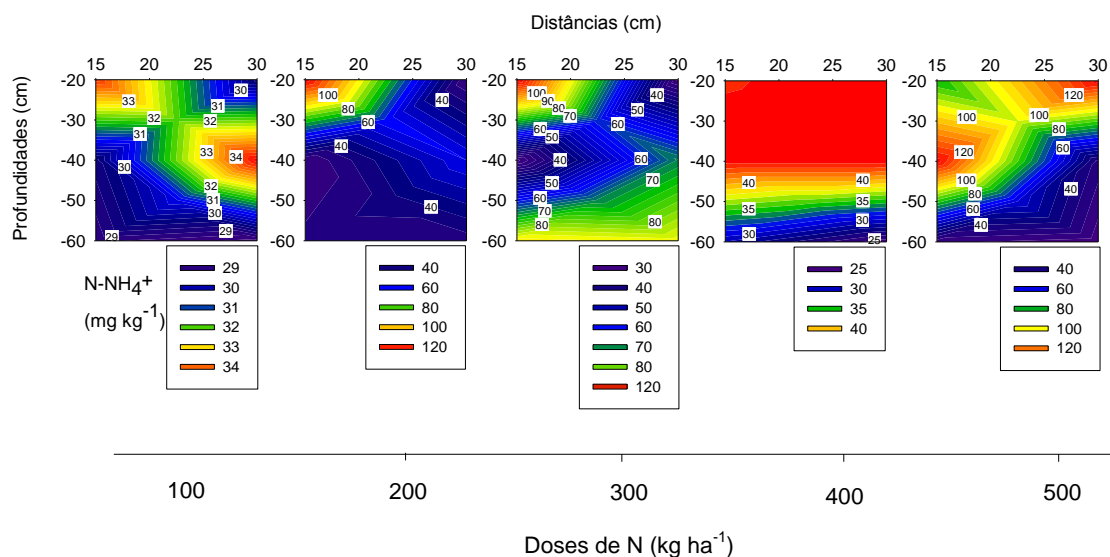


Figura 12. Teores de $N-NH_4^+$ na primeira coleta (Frutificação) do maracujazeiro cultivado em Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 $kg\ ha^{-1}$), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.

Na segunda avaliação se observou maiores concentrações de $N-NH_4^+$ somente nas menores distâncias, quando submetida às maiores doses de N aplicada (Tabela 16) e (Figura 13). Quando comparado às doses em cada distância, o NH_4^+ se concentrou na menor distância, no entanto, essa diferença só ocorreu nas maiores doses (400 e 500 $kg\ ha^{-1}$). BATISTA (2006), também verificou que os teores de NH_4^+ nas camadas superficiais de solo aumentaram a medida que aumentou a dose aplicada de nitrogênio.

Tabela 16. Desdobramento do íon de amônio ($N-NH_4^+$), para a interação dose (D) e distância (Dis), na segunda coleta (Frutificação), em plantas de maracujazeiro, cultivada em Cristino Castro – Piauí.

2ª – Coleta Frutificação		
Doses ($Kg\ ha^{-1}$)	Dis	$N-NH_4^+$
100	0,15	21,29 a
100	0,30	23,62 a
200	0,15	41,46 a
200	0,30	30,91 a
300	0,15	47,54 a
300	0,30	35,58 a
400	0,15	60,37 a
400	0,30	28,58 b
500	0,15	71,75 a
500	0,30	38,50 b

Médias seguidas de letras iguais, não se diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

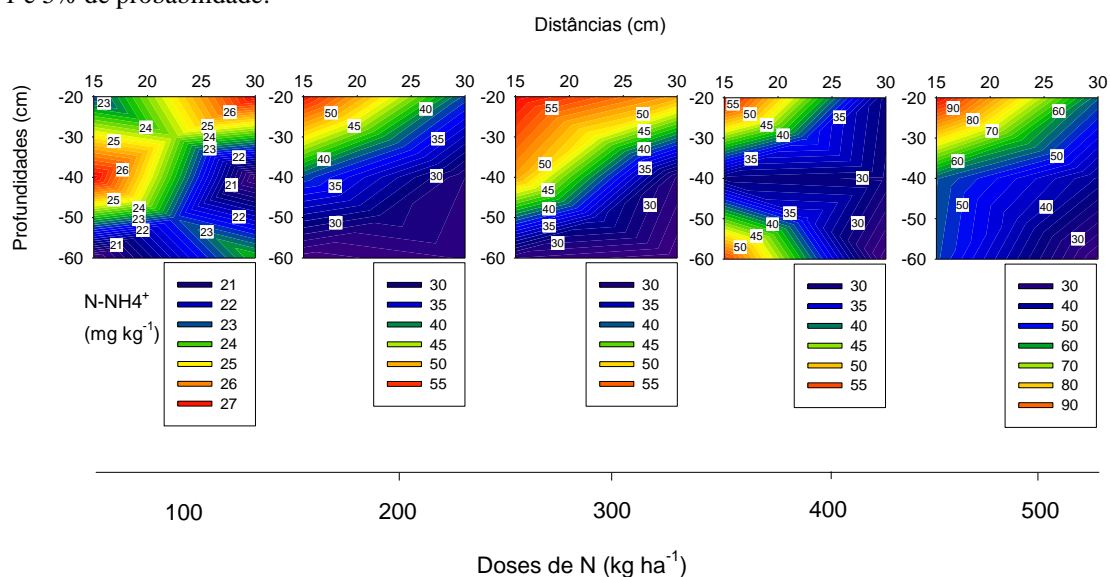


Figura 13. Teores de $N-NH_4^+$, na segunda coleta (Florescimento) da cultura do maracujazeiro, no Latossolo Amarelo em função de diferentes doses de nitrogênio (100, 200, 300, 400 e 500 $kg\ ha^{-1}$), distâncias em torno do sistema radicular (0,15 e 0,30 m), nas profundidades de coleta do solo (0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), para a fonte de sulfato de amônio.

As correlações estabelecidas dos teores de N na forma de N-total, $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$ para as profundidades 0,20, 0,40 e 0,60 m, em função das fontes de ureia e sulfato de amônio mostrado na tabela 17. Para as fontes de ureia e sulfato de amônio foi observado de fontes variável, entre os teores de N-total, $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$ com as diferentes profundidades avaliadas

Houve correlação entre a profundidade 0,20 m, para N-total com as profundidades de 0,40 e 0,60 m para as duas fontes, comprovando a ideia de que uma profundidade se correlaciona com a outra, independente da predominância em alguma

profundidade. Para o N-NH_4^+ e N-NO_3^- comportamento semelhante também foi verificado.

Houve correlação negativa do N-NH_4^+ na profundidade de 0,20 m, com o N-total da profundidade 0,60 m, para ambas as fontes. Isso ocorre porque a maior parte do N-NH_4^+ está na camada superficial, um cátion facilmente retido nas cargas eletronegativas das argilas e da matéria orgânica do solo fato que minimiza sua perda para maiores profundidades do solo (SANTOS et al., 2011). O N-total também se concentra nas menores profundidades pelo fato de estar relacionado à presença de matéria orgânica, que ocorre nesta camada em maior quantidade. Isso explica a correlação inversa quando se relaciona a profundidade de 0,20 m do N-NH_4^+ com a 0,60 m do N-total.

Tabela 17 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de nitrato (N-NO_3^-), amônio (NH_4^+) e N-total, para a fonte de ureia e sulfato de amônio, nas profundidades de 0,20, 0,40 e 0,60 m.

Ureia						
	N-total _{0,40}	N-NO ₃ ⁻ _{0,40}	N-NH ₄ ⁺ _{0,40}	N-total _{0,60}	N-NO ₃ ⁻ _{0,60}	N-NH ₄ ⁺ _{0,60}
N-total _{0,20}	0,54**	-0,05 ns	-0,17 ns	0,31**	0,10 ns	0,08 ns
N-NO ₃ ⁻ _{0,20}	-0,28 ns	0,53**	0,32**	-0,46**	0,24*	0,07 ns
N-NH ₄ ⁺ _{0,20}	-0,21 ns	0,27 ns	0,38*	-0,31*	0,25*	0,31**
N-total _{0,40}	-	-0,05 ns	-0,07 ns	0,56*	-0,02ns	0,04 ns
N-NO ₃ ⁻ _{0,40}	-	-	0,28*	-0,21 ns	0,37**	0,03 ns
N-NH ₄ ⁺ _{0,40}	-	-	-	-0,24*	0,19 ns	0,19 ns
N-total _{0,60}	-	-	-	-	-0,21*	-0,05ns
N-NO ₃ ⁻ _{0,60}	-	-	-	-	-	-0,03ns
N-NH ₄ ⁺ _{0,60}	-	-	-	-	-	-
Sulfato de amônio						
	N-total _{0,40}	N-NO ₃ ⁻ _{0,40}	N-NH ₄ ⁺ _{0,40}	N-total _{0,60}	N-NO ₃ ⁻ _{0,60}	N-NH ₄ ⁺ _{0,60}
N-total _{0,20}	0,53**	-0,27*	0,18 ns	0,54 **	-0,16 ns	0,07 ns
N-NO ₃ ⁻ _{0,20}	-0,18 ns	0,69**	0,18 ns	-0,40**	0,66**	0,12 ns
N-NH ₄ ⁺ _{0,20}	0,15 ns	0,39**	0,20 ns	-0,10 ns	0,49**	0,14 ns
N-total _{0,40}	-	-0,14 ns	0,28*	0,42**	-0,14 ns	-0,03 ns
N-NO ₃ ⁻ _{0,40}	-	-	0,09 ns	-0,32*	0,67**	0,041 ns
N-NH ₄ ⁺ _{0,40}	-	-	-	0,11 ns	0,12 ns	0,43**
N-total _{0,60}	-	-	-	-	-0,27*	-0,04 ns
N-NO ₃ ⁻ _{0,60}	-	-	-	-	-	0,15 ns
N-NH ₄ ⁺ _{0,60}	-	-	-	-	-	-

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ns não significativo; ⁽¹⁾ Nitrogênio total, ⁽²⁾ Nitrato e ⁽³⁾ Amônio.

Para ambas as fontes ocorreram correlação negativa dos teores de N-NO_3^- da profundidade de 0,20 m, com o N-total da profundidade de 0,60 m (Tabela 18). Isso ocorre porque a maior parte do N-total está na camada superficial ou nas menores profundidades avaliadas (NETO et al., 2006). Por sua vez, o N-NO_3^- por ser um íon que é carregado negativamente, não se fixa as superfícies das argilas, e da matéria orgânica

carregadas negativamente, fazendo com que se desloque o íon no perfil do solo (MALAVOLTA, 2006).

As correlações estabelecidas entre as distâncias de 0,15 m e 0,30 m de coleta, entre os teores de N-total, N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺, em função das fontes de sulfato de amônio e ureia. Foi observado também, que para ambas as fontes foram verificadas correlações entre as fontes de N e distância das plantas.

O fato de ter ocorrido correlação dos teores de N-NO₃⁻ da distância de 0,15 m, com os de N-NH₄⁺ da distância de 0,30 m, para ambas as fontes, é justificado pelo processo de nitrificação. O processo de nitrificação ocorre em condições de solos aerados, sendo que o N-NH₄⁺ existente é convertido em N-NO₃⁻ em três a quatro semanas, aproximadamente, dependendo do pH do solo (SOUSA e LOBATO, 2002; CANTARELLA, 2007).

Os teores de N-NH₄⁺ da distância de 0,15 m se correlacionam com o da distância de 0,30 m, assim como o N-NO₃⁻ da distância de 0,15 m, com o da distância de 0,30 m e o N-total, mostrando que essas formas se correlacionam em distância, e que o íon se desloca em distância.

Tabela 18 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o conteúdo de nitrato (N-NO₃⁻), amônio (N-NH₄⁺) e N-total, para as fontes de ureia e sulfato de amônio, nas distâncias de 0,15 e 0,30 m.

	Ureia			Sulfato de amônio		
	N-total ₃₀	N-NO ₃ ⁻ ₃₀	N-NH ₄ ⁺ ₃₀	N-total ₃₀	N-NO ₃ ⁻ ₃₀	N-NH ₄ ⁺ ₃₀
N-total ₁₅	0,49**	0,11 ns	-0,07 ns	0,39**	-0,22*	-0,01 ns
N-NO ₃ ⁻ ₁₅	-0,30**	0,46**	0,44**	-0,25*	0,66**	0,41**
N-NH ₄ ⁺ ₁₅	-0,01 ns	0,29*	0,54**	0,16 ns	0,20*	0,28**

** e * significativo a 1 e 5 % respectivamente, ^{ns} não significativo; ⁽¹⁾ N-total, ⁽²⁾ N-NO₃⁻ e ⁽³⁾ N-NH₄⁺.

4. CONCLUSÃO

Independente da fonte e época de avaliação, a menor distância 0,15 m e profundidades 0,20 m e 0,40 m foram superiores em apresentar maior disponibilidade de nitrogênio, principalmente na forma de N-total, e N-NH_4^+ .

A fonte sulfato de amônio contribuiu para a lixiviação do N até a profundidade 0,60 m.

Existe correlação das profundidades com os teores de N-total, N-NO_3^- e N-NH_4^+ , independente da fonte, bem como da distância de 0,15 m com a de 0,30 m.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. F. Nutrição de maracujazeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 12-17, jul-set, 2012.
- ARNUTI, F. **Dinâmica do nitrogênio em Argissolo em função de irrigação e adubação nitrogenada do milho em plantio direto**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós – Graduação em ciência do solo, Porto Alegre, 2014, 84f.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.905 - 915, 2000.
- BATISTA, K. **Nitrogênio e enxofre na implantação do capim-marandu em substituição ao capim-braquiária em degradação num solo com baixa matéria orgânica**. 2006. 125 f. Tese (doutorado) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BELOW, F. E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada no milho**. Piracicaba: Potafos, 2002. (Informações agronômicas, 99).
- BORGES, A. L. **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. 2. ed. Salvador: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, 1989. 179p.
- BORGES, A.L.; CARDOSO, S. da S. Nutrição e fertirrigação do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ, 2003. 1 CD-Rom.
- CANTARELLA, H. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: Simpósio sobre informações recentes para otimização da produção agrícola, 2007, Piracicaba.
- CERETA, C.A.; BASSO, C.J.; FLECHA, A.M.T.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B.; MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.16, n.1, p.163-171, 2002.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Embrapa Mandioca e Fruticultura) Maracujá Produção: **Aspectos Técnicos**. Brasília, 2002.104p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.

FONTES, P. S. F. **Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro amarelo utilizando o DRIS**. Tese de Doutorado em Produção Vegetal – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro 2005.100 f.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:955-962, 2005.

GONÇALVES, C. N.; CERRETA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessão de culturas com plantas de cobertura de milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.153-159, 2000.

GONÇALVES, J.L.M.; MENDES, K.C.F.S.; SASAKI, C.M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.601 - 616, 2001.

IBGE (2013). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados: produção agrícola municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=23&i=P>. (Acesso em 14/12/2014).

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Informações meteorológicas, estação automática de Bom Jesus-PI. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>> Acesso 05 Mar. 2016.

OLIVEIRA, F.C. Percolação de nitrato em Latos-solo Amarelo Distrófico afetada pela aplicação de composto de lixo urbano e adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.731 -741, 2001.

LOBO, A. K. M.; MARTINS, M DE O.; LIMA NETO, M. C.; BONIFÁCIO, A.; SILVEIRA, J. A. G DA. Compostos nitrogenados e carboidratos em sorgo submetido à salinidade e combinações de nitrato e amônio. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 390-397, 2011.

HICKMANN. C. **Dinâmica do nitrogênio e ajustes na adubação NPK para uma sequência milho-soja-milho na região dos Campos das Vertentes**. Lavras: UFLA, 2014. 159p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

MAIA, C.E. **Reserva e disponibilidade de nitrogênio pela adição continuada de adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico**. 1999. 55f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

NETO, F. C.; GUERRA, H. O. C. & CHAVES, L. H. G. Nitrogênio residual em solos adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de nitrogênio. **Revista Caatinga**, 19: 161-168, 2006.

RUGGIERO, C. Maracujá: do plantio à colheita. **Anais**. 5º Simpósio sobre a cultura do maracujazeiro. FUNEP/UNESP. Jaboticabal, 1998, 388 p.

SEXTON, B.T.; MONCRIEF, J.F.; ROSEN, C.J.; GUPTA, S.C. & CHENG, H.H. Optimizing nitrogen and irrigation inputs for corn based on nitrate leaching and yield on a coarse-textured soil. **J. Environ. Quality**, 25:983-992, 1996.

SANTOS, P. C.; LOPES, L. C.; FREITAS, S. J.; SOUSA, L. B.; CARVALHO, A. J. C. Crescimento inicial e teor nutricional do maracujazeiro amarelo submetido à adubação com diferentes fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 722-728, Outubro 2011.

SANTOS, G. P.; NETO, A. J. L.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUTO, A. G. L. crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, sob diferentes fontes e doses de fósforo em cobertura. **Biosci. J., Uberlândia**, v. 30, supplement 2, p. 525-533, 2014.

SANTANA, G. S.; COELHO, E. F.; SILVA, T. M.; RAMOS, M. M. Relação entre potássio na solução do solo, umidade e condutividade elétrica aparente do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, p.142-151, 2007.

SILVA, E.C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.353 -362, 2005.

SILVA, M.S.; COSTA, L.A. de M.; BENINCA-SA, M.; LUCAS JR., J. de. Avaliação das perdas de nitrato em solo irrigado e submetido à diferentes intensidades de radiação solar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.82 - 88, 1999.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa cerrados, 2002. 416 p.

SOUZA, J. A. **Lixiviação de nitrato e volatilização de amônia em Latossolo cultivado com café sob diferentes fontes de nitrogênio**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2012. 85f.

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

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2. Ed. 1995. 174p.

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

VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M. & SOUZA, V. F. Estudo da aptidão agroclimática do Estado do Piauí para o cultivo da aceroleira. **Ciência Agrônômica**, 33: 5-12, 2002.

Anexos

Tabela 1. Distribuição das cinco doses de N: 100, 200, 300, 400 e 500 Kg/ha/ano (1.111 plantas ha⁻¹) para a fonte ureia (45%).

FONTE DE (N) UREIA		100 Kg/ha/ano de N	200 Kg/ha/ano de N	300 Kg/ha/ano de N	400 Kg/ha/ano de N	500 Kg/ha/ano de N
*Meses	%Kg de Ureia.....				
1 e 2 mês	10	0,480	0,960	1,440	1,920	2,400
3 e 4 mês	12	0,576	1,152	1,728	2,304	2,880
4 e 5 mês	15	0,720	1,440	2,160	2,880	3,600
7 e 8 mês	19	0,912	1,824	2,736	3,648	4,560
9 e 12 mês	44	2,112	4,224	6,336	8,448	10,560
Total/ano	100	4,800	9,600	14,400	19,200	24,000

* 1 e 2 mês (10% de 100 Kg/ha/ano de N = 0,480 Kg de ureia), a fertirrigação foi realizada semanalmente, ou seja, (480/8 = 60 g de ureia, por fertirrigação), assim sucessivamente para os demais tratamentos.

Tabela 2. Distribuição das cinco doses de N: 100, 200, 300, 400 e 500 Kg/ha/ano (1.111 plantas ha⁻¹) para a fonte de sulfato de amônio (20%).

FONTE DE (N) SULFATO DE AMÔNIO		100 Kg/ha/ano de N	200 Kg/ha/ano de N	300 Kg/ha/ano de N	400 Kg/ha/ano de N	500 Kg/ha/ano de N
*Meses	%Kg de Sulfato de amônio.....				
1 e 2 mês	10	1,080	2,160	3,240	4,320	5,400
3 e 4 mês	12	1,296	2,592	3,888	5,184	6,480
4 e 5 mês	15	1,620	3,240	4,860	6,480	8,100
7 e 8 mês	19	2,052	4,104	6,156	8,204	10,260
9 e 12 mês	44	4,752	9,509	14,256	19,008	23,760
Total/ano	100	10,800	21,600	32,400	43,200	54,000

Tabela 3. Distribuição de K₂O para todos os tratamentos com a fonte de cloreto de potássio (KCL 60%), com recomendação de 300 Kg de K₂O/ha/ano (1.111 plantas/ha) = 24 plantas/tratamento = 270 g/planta/ano

*Meses	%	Kg de KCL
1 e 2 mês	10	1,080
3 e 4 mês	12	1,296
5 e 6 mês	15	1,620
7 e 8 mês	19	2,052
9 e 12 mês	44	4,752
Total/ano	100	10,800

* 1 e 2 mês (10% de 100 Kg/ha/ano de N = 1,080 Kg de KCl), a fertirrigação foi realizada semanal, ou seja, (1080/8 = 135 g de KCl, por fertirrigação), assim sucessivamente para os demais meses.

Tabela 4. Resumo da fertirrigação para os tratamentos com ureia.

Gramas de ureia por aplicação semanal para cada tratamento					
TRATAMENTOS					
1 e 2 mês	100 Kg de N	200 Kg de N	300 Kg de N	400 Kg de N	500 Kg de N
26/10/2013	60	120	180	240	300
02/11/2013	60	120	180	240	300
09/11/2013	60	120	180	240	300
16/11/2013	60	120	180	240	300
23/11/2013	60	120	180	240	300
30/11/2013	60	120	180	240	300
07/12/2013	60	120	180	240	300
14/12/2013	60	120	180	240	300
3 e 4 mês					
21/12/2013	64	128	192	256	320
28/12/2013	64	128	192	256	320
04/01/2014	64	128	192	256	320
11/01/2014	64	128	192	256	320
18/01/2014	64	128	192	256	320
25/01/2014	64	128	192	256	320
01/02/2014	64	128	192	256	320
08/02/2014	64	128	192	256	320
15/02/2014	64	128	192	256	320
5 e 6 mês					
22/02/2014	90	180	270	360	450
01/03/2014	90	180	270	360	450
08/03/2014	90	180	270	360	450
15/03/2014	90	180	270	360	450
22/03/2014	90	180	270	360	450
29/03/2014	90	180	270	360	450
05/04/2014	90	180	270	360	450
12/04/2014	90	180	270	360	450
7 e 8 mês					
19/04/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
26/04/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
03/05/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
10/05/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
17/05/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
24/05/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
31/05/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
07/06/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
14/06/2014	101,3	202,7	304,0	405,3	506,7
9 e 12 mês					
21/06/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
28/06/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
05/07/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
12/07/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
19/07/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
26/07/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
02/08/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
09/08/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
16/08/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
23/08/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
30/08/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
06/09/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
13/09/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
20/09/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2

27/09/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
04/10/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
11/10/2014	124,2	248,5	372,7	496,9	621,2
TOTAL	4800	9600	14400	19200	24000

Tabela 5. Resumo da fertirrigação para os tratamentos com Sulfato de amônio.

g de Ureia por aplicação semanal para cada tratamento					
TRATAMENTOS					
1 e 2 mês	100 Kg de N	200 Kg de N	300 Kg de N	400 Kg de N	500 Kg de N
26/10/2013	135	270	405	540	675
02/11/2013	135	270	405	540	675
09/11/2013	135	270	405	540	675
16/11/2013	135	270	405	540	675
23/11/2013	135	270	405	540	675
30/11/2013	135	270	405	540	675
07/12/2013	135	270	405	540	675
14/12/2013	135	270	405	540	675
3 e 4 mês					
21/12/2013	144	288	432	576	720
28/12/2013	144	288	432	576	720
04/01/2014	144	288	432	576	720
11/01/2014	144	288	432	576	720
18/01/2014	144	288	432	576	720
25/01/2014	144	288	432	576	720
01/02/2014	144	288	432	576	720
08/02/2014	144	288	432	576	720
15/02/2014	144	288	432	576	720
5 e 6 mês					
22/02/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
01/03/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
08/03/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
15/03/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
22/03/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
29/03/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
05/04/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
12/04/2014	202,5	405	607,5	810	1012,5
7 e 8 mês					
19/04/2014	228	456	684	912	1140
26/04/2014	228	456	684	912	1140
03/05/2014	228	456	684	912	1140
10/05/2014	228	456	684	912	1140
17/05/2014	228	456	684	912	1140
24/05/2014	228	456	684	912	1140
31/05/2014	228	456	684	912	1140
07/06/2014	228	456	684	912	1140
14/06/2014	228	456	684	912	1140
9 e 12 mês					
21/06/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
28/06/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
05/07/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
12/07/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
19/07/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
26/07/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
02/08/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
09/08/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6

16/08/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
23/08/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
30/08/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
06/08/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
13/09/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
20/09/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
27/09/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
04/10/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
11/10/2014	279,5	559,1	838,6	1118,1	1397,6
TOTAL	10800	21600	32400	43200	54000