UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DO AMENDOIM IAC OL3 EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA SEMEADURA

João Gabriel Moreno Ancheschi

Engenheiro Agrônomo

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DO AMENDOIM IAC OL3 EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA SEMEADURA

João Gabriel Moreno Ancheschi

Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo)

2018

Ancheschi, João Gabriel Moreno
A539p Produtividade e rendimento do amendoim IAC OL3 em função da aplicação de doses de Nitrogênio na semeadura / João Gabriel Moreno Ancheschi. – – Jaboticabal, 2018
xi, 22 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz
Banca examinadora: Felipe Batistella Filho, Manoel Evaristo Ferreira
Bibliografia

1. *Arachis hypogaea*. 2. Adubação nitrogenada. 3. Produção. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:633.368

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DO AMENDOIM IAC OL3 EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA SEMEADURA

AUTOR: JOÃO GABRIEL MORENO ANCHESCHI
ORIENTADORA: MARA CRISTINA PESSOA DA CRUZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. MARA CRISTINA PESSOA DA CRUZ
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. FELIPE BATISTELLA FILHO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo / Campus Matão/SP

Prof. Dr. MANOEL EVARISTO FERREIRA
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 21 de março de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOÃO GABRIEL MORENO ANCHESCHI nasceu em Sertãozinho/SP, no dia 03 de janeiro de 1985, filho de Antônio Celso Ancheschi e Maria Isabel Moreno, e irmão de Ana Carolina Moreno Ancheschi. Cursou agronomia no período de 2007 a 2011 no Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto/SP. De 2011 a 2013, cursou pós-graduação (especialização) em Gestão Agroindustrial no Setor da Bioenergia pela Udop/Stab, em Ribeirão Preto/SP. Trabalhou na Usina São Martinho em Pradópolis/SP de 2010 a 2016, atuando na área técnica de produção de cana-de-açúcar. No 2º semestre de 2015 iniciou curso de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo) na FCAV Unesp, campus de Jaboticabal/SP. Em 2016 iniciou atividade profissional na Coplana - Cooperativa Agroindustrial em Jaboticabal/SP, onde atua em assistência técnica aos cooperados nas culturas de amendoim, cana-de-açúcar e soja.

''Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar para além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu
Mas nele é que espelhou o céu.''

Fernando Pessoa

À minha ***esposa Natália Canella Sanches Ancheschi***, pela cumplicidade, compreensão, pelo carinho, e por ser a amiga de todas as horas, que me apoia e tem respeito incondicional, como só quem Ama é capaz.

À minha amada ***mãe Maria Isabel***, que com seu amor, dedicação e coragem me ensinou a lutar, a vencer e a seguir em frente em busca de meus sonhos e objetivos.

Ao meu ***pai Antônio Celso***, pelo apoio, incentivo e pela confiança, colocando minha formação acima de quaisquer valores, fato que proporcionou essa minha conquista.

À minha ***irmã Ana Carolina***, e ao meu ***cunhado Leandro***, pelo amor, afeto, força e companheirismo, pois estiveram muito presentes nas minhas conquistas.

À minha ***avó Teresa (in memoriam)***, que sempre me apoiou e ajudou incansavelmente para que eu chegasse até aqui.

A ***todos os meus familiares*****,** pelo incentivo, carinho e apoio nesta etapa especial de minha vida.

***Amo vocês* !!**

"Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso."

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

A ***Deus***, toda a honra deste trabalho, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, por mostrar os caminhos nas horas incertas e por suprir todas as minhas necessidades, por me incentivar em uma carreira de fé e coragem, por estar sempre guiando meus passos e trilhando meus caminhos, conforme ***Sua*** vontade, sendo minha proteção e amparo nos momentos mais difíceis.

Obrigado ***PAI***, pela fé e esperança que posso encontrar em seu filho ***Jesus***, e pela doce presença do ***Teu Espírito Santo*** consolador!

Aos Professores ***Manoel Evaristo Ferreira*** e ***José Antonio de Souza Rossato Junior*** pelas contribuições apontadas neste trabalho de pesquisa, durante o exame geral de qualificação.

Ao Engenheiro Agrônomo Igor Vanzella Pizzo, pela amizade, apoio e contribuição técnica para a elaboração do projeto.

A ***todos os amigos do Laboratório de Fertilidade do Solo*** da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (***FCAV/UNESP***), Câmpus de Jaboticabal, pela contribuição direta e indireta para que este trabalho pudesse ser concluído.

A toda equipe técnica da ***Coplana Cooperativa Agroindustrial*** pelo apoio e incentivo durante toda a condução deste trabalho.

A ***toda minha família***.

A ***todos*** que, direta, ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

À minha querida Prof.ª Mara Cristina Pessôa da Cruz,

Pela amizade e acolhida desde o início de meu interesse pela área de pesquisa, pela confiança em mim e em meu trabalho, proporcionando meu crescimento pessoal e profissional. Por toda competência com que conduziu esse trabalho. Pelo apoio em meu período de estudo e trabalho simultâneos, o qual só foi possível devido a sua confiança e credibilidade, por acreditar que eu era capaz. Por fim, pelo seu esforço e dedicação, os quais nunca conseguirei retribuir. Pelo apoio concreto e efetivo na realização deste mestrado.

Serei sempre grato!

SUMÁRIO

		página
	Resumo	x
	Abstract	xi
1.	Introdução.....	1
2.	Revisão de literatura	2
	2.1 A cultura do amendoim	2
	2.2 Fixação biológica de nitrogênio x adubação nitrogenada ...	5
3.	Material e métodos	8
4.	Resultados e discussão	11
	4.1 Estado nutricional da planta	11
	4.2 Produtividade e rendimento	14
5.	Conclusões	17
6.	Referências	17

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DO AMENDOIM IAC OL3 EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA SEMEADURA

RESUMO – Existem poucos resultados de pesquisa sobre resposta de cultivares de amendoim do grupo botânico Virgínia à adubação nitrogenada na semeadura e, para a cultivar IAC OL3, de introdução relativamente recente, não há dados disponíveis. Desta forma, foi objetivo com o presente trabalho, avaliar o estado nutricional, a produtividade e o rendimento do amendoim IAC OL3 em função de doses de N aplicadas na semeadura. O experimento foi instalado em Sertãozinho-SP, em área de Latossolo Vermelho argiloso. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram 0, 10, 20, 30 e 40 kg ha^{-1} de N aplicados na semeadura, usando ureia como fertilizante. A semeadura foi realizada em novembro de 2016 e a colheita foi feita em março de 2017, aos 125 dias após a semeadura. No florescimento foi feita coleta de folhas para avaliação do estado nutricional das plantas e, na colheita, determinou-se: produção de grãos+casca, produção de grãos, rendimento e % de grãos retidos nas peneiras 25, 23, 21 e 19 avos de polegada. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e, quando houve efeito significativo das doses de N, aplicou-se teste de comparação de médias (Tukey, 5% de probabilidade). A aplicação de doses de N de até 40 kg ha^{-1} favoreceu o aumento da concentração de N nas folhas de amendoim. No entanto, acima de 10 kg ha^{-1} de N não houve ganho de produtividade com o aumento da concentração de N nas folhas. A maior produtividade, 7.318 kg ha^{-1} de grãos, foi obtida com aplicação de 10 kg ha^{-1} de N, o que representou aumento de 33% em relação ao tratamento que não recebeu adubação nitrogenada. Com esta dose o rendimento foi de 74% de grãos, 3% maior do que no tratamento controle.

Palavras-chave: adubação nitrogenada; *Arachis hypogaea L.*; produção; classificação por peneira.

PRODUCTIVITY AND PERCENTAGE YIELD GRAINS OF PEANUT IAC OL3 AS A FUNCTION OF THE APPLICATION OF NITROGEN AT SOWING

ABSTRACT – There are few research results on the response of peanut cultivars to nitrogen fertilization and, for the relatively recent introduction IAC OL3, no data are available. Thus, the objective of this work was to evaluate the the nutritional status and the yield of peanut IAC OL3 as a function of N rates applied at sowing. The experiment was installed in Sertãozinho-SP, in a clayey Oxisol area. The experimental design was a randomized block design, with five treatments and five replications. The treatments were 0, 10, 20, 30 and 40 kg ha^{-1} N applied at sowing, using urea as fertilizer. Seeding was carried out in November 2016 and the harvest was made in March 2017, approximately 125 days after sowing. In the flowering, leaves were collected to evaluate the nutritional status of the plants, and grain yield + bark yield, grain yield, yield, and % of grains retained in sieves 25, 23, 21 and 19 were determined at harvest. Data were submitted to analysis of variance (F test) and, when there was a significant effect of the N doses, a test of comparison of means (Tukey, 5% of probability) was applied. The application of N doses of up to 40 kg ha^{-1} favored the increase of N concentration in the peanut leaves, but above 10 kg ha^{-1} of N there was no gain in productivity with the increase of N concentration in the leaves. The highest productivity, 7,318 kg ha^{-1}, was obtained with application of 10 kg ha^{-1} of N, which represented an increase of 33% in relation to the treatment that did not receive nitrogen fertilization. At this dose the yield was 74% of grains, 3% higher than the control treatment.

Keywords: nitrogen fertilization; *Arachis hypogaea* L.; yield; classification per sieve.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, 90% da produção de amendoim está concentrada no Estado de São Paulo, nas regiões da Alta Paulista e da Alta Mogiana. A cultura é explorada principalmente no verão e em áreas de reforma canavieira, com os objetivos de melhoria da fertilidade do solo, diminuição na ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas, além de ser uma oportunidade de fonte de renda para o produtor de amendoim.

Nos últimos anos, novas cultivares de amendoim foram introduzidas no mercado, tendo como destaque as IAC OL3, IAC 503 e IAC 505. Todas apresentam características muito diferentes das que eram anteriormente cultivadas, como hábito de crescimento rasteiro (prostrado), sistema de ramificação alternada e duas a três sementes por vagem. Das três cultivares mencionadas, a IAC OL3 é a que apresenta ciclo mais curto, de até 130 dias, e por esta característica é a que melhor se adapta às condições nas quais o amendoim é cultivado no Estado de São Paulo.

Devido à introdução recente das novas cultivares há necessidade de estabelecer critérios de recomendação de calagem e adubação que atendam às suas necessidades. A aplicação ou não de nitrogênio na semeadura é uma resposta que precisa ser obtida, pois ainda há controvérsias e dúvidas a este respeito, como ainda ocorre com a cultura da soja. Se estabelecida a necessidade de adubação, a definição da dose adequada para atingir o maior potencial produtivo da cultura é o passo seguinte que precisa ser dado para melhorar o manejo do N para a cultura.

A dúvida em relação à necessidade de adubação nitrogenada existe porque a maior parte do N fornecido para as plantas de amendoim é proveniente da fixação biológica, por associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium,* o que em princípio dispensa a adubação. Entretanto, na fase inicial da cultura, até que as bactérias se fixem nas raízes, formem os nódulos e iniciem a fixação biológica de nitrogênio (FBN), o N disponível no solo pode não atender a demanda da planta, em função das reservas do solo e da possibilidade de ocorrência de imobilização de N pelos microrganismos para a degradação dos restos culturais existentes no solo.

Tendo em vista as colocações feitas, a hipótese com este trabalho é que a adubação nitrogenada na semeadura do amendoim IAC OL3 aumenta a

produtividade e a qualidade dos grãos, e que doses menores podem resultar em melhor resposta.

Deste modo, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o estado nutricional, a produtividade e o rendimento do amendoim IAC OL3 em função de doses de nitrogênio aplicadas na semeadura.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A cultura do amendoim

O amendoim (*Arachis hypogaea L*.) é, juntamente com a soja e o feijão, uma das oleaginosas de maior relevância nos âmbitos mundial e nacional (HENRIQUES NETO et al., 1998; PEIXOTO et al., 2008; FERREIRA, 2014). No Brasil, a ordem de importância é soja, feijão e amendoim. Na esfera mundial, é considerado como a quarta oleaginosa de maior produção, cultivado em larga escala nos continentes americanos, africano e asiático (FERRARI NETO, 2012).

Conforme o Instituto de Economia Agrícola (2016), no período de 2005 a 2010 foram produzidos no Brasil, em média, 195 mil toneladas de amendoim ao ano, e no período de 2011 a 2016, a média alcançou 312 mil toneladas ao ano.

Dados publicados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017) permitem constatar que na safra 2016/17 a produção de amendoim superou em 7% a totalidade da safra de 2015/16 (Figura 1). O aumento da produção é reflexo tanto do aumento de área cultivada como de produtividade (Figura 2). A relevância econômica da cultura é particularmente maior no Estado de São Paulo (PEIXOTO et al., 2008; DOMINATO, 2010; GOULART et al., 2017), uma vez que 90% da produção brasileira provém das regiões paulistas, em especial de áreas de reforma de canaviais (DOMINATO, 2010). No Estado de São Paulo, os polos principais de produção de amendoim são as regiões da Alta Mogiana (região compreendida entre Ribeirão Preto, Dumont, Jaboticabal e Sertãozinho) e da Alta Paulista (Tupã e Marília), onde a maior parte do produto colhido é destinada à exportação.

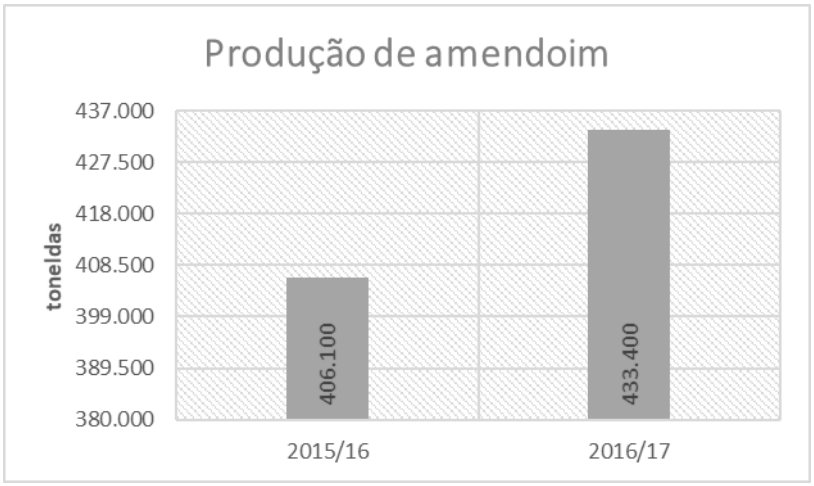

Figura 1. Produção de amendoim nas safras 2015/16 e 2016/17 (CONAB, 2017).

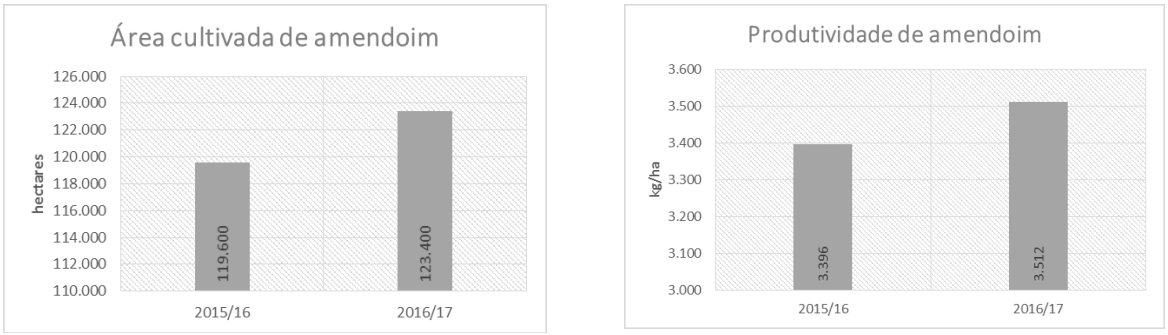

Figura 2. Área cultivada e produtividade de amendoim nas safras 2015/2016 e 2016/2017 (CONAB, 2017).

As cultivares de amendoim que existem no mundo diferenciam-se em grupos vegetativos classificados conforme características fenotípicas. Desta forma, as plantas são agrupadas de acordo com seu ciclo vegetativo, número de sementes e tamanho de frutos, tipo de ramificações e disposição de gemas vegetativas e reprodutivas (FEITOSA et al., 1993). Atualmente considera-se que a espécie *Arachis hypogaea* L. apresenta duas subespécies: *hypogaea* e *fastigiata* que são divididas e classificadas conforme a presença floral e cor das folhas, sendo verde claro para a subespécie *fastigiata* e verde escuro para *hypogaea* (FERREIRA, 2014). A subespécie *hypogaea* está relacionada aos amendoins que pertencem ao grupo vegetativo Virgínia, conhecido também como Runner. Já na subespécie *fastigiata* encontram-se os amendoins do grupo vegetativo Valência e Spanish (CAMARA, 2016). No Brasil, a busca por novas cultivares comerciais de amendoim visando o

aumento de produtividade e da qualidade nutricional não é recente (FEITOSA et al., 1993; SANTOS et al., 2006), devido ao interesse de introduzir o produto brasileiro no mercado internacional.

Para introdução do produto no mercado internacional, a qualidade e a atratividade do grão são características fundamentais, uma vez que o mercado está cada vez mais exigente (IAC, 2003).

Com o objetivo de atender a esta necessidade, o Instituto Agronômico de Campinas - IAC apresentou novas cultivares de amendoim nos últimos anos. Dentre estas cultivares destacam-se: IAC OL5, IAC OL4, IAC OL3, IAC 503 e IAC 505. Todas se caracterizam por apresentar, na composição do óleo, cerca de 80% de ácido oleico, o que permite que o grão tenha maior tempo de armazenamento em relação a variedades cultivadas no passado, podendo chegar a 12 meses (GOMES; GALDINO, 2017).

O alto teor de ácido oleico não é importante apenas para a indústria e para o comércio, mas também para o consumidor final de amendoim, pois seu consumo aumenta as taxas do colesterol que é benéfico ao organismo (LOTTENBERG, 2009).

A cultivar IAC OL3 é adaptada para regiões nas quais os produtores necessitam de plantas de ciclo de até 130 dias (GOMES; GALDINO, 2017). Sua produtividade média é de aproximadamente 4.500 kg ha^{-1} de grãos, entretanto, tem potencial para produzir aproximados 7.000 kg ha^{-1}. Ela pertence ao grupo vegetativo e comercial Runner, e é muito bem aceita no mercado de confeitaria (indústria de chocolates e outros doces), porque o grão é um pouco maior (calibres 38/42 e 40/50) e apresenta teor moderado de óleo (IAC, 2017).

Devido a introdução recente, há necessidade de estabelecer critérios de recomendação de calagem e adubação, além de outras práticas de manejo, que atendam às necessidades das cultivares de amendoim IAC. Uma das respostas que precisa ser obtida diz respeito à aplicação ou não de nitrogênio na semeadura, uma vez que o amendoim está entre as espécies que se associam com bactérias fixadoras de nitrogênio.

2.2 Fixação biológica de nitrogênio x adubação nitrogenada

Cerca de 80% da atmosfera é composta pelo nitrogênio (N_2). No entanto, a maior parte dos organismos vivos não utiliza este elemento na forma como ele se encontra na atmosfera (LINDEMANN; GLOVER, 2003). Plantas, animais e microrganismos utilizam-se, de modo geral, do nitrogênio que está nas formas de amônio e nitrato, que são usados para síntese de aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos e outros componentes indispensáveis à vida, que contenham nitrogênio (CHENG, 2008).

O nitrogênio é um dos nutrientes de maior relevância para o aumento da produtividade agrícola (MARCONDES et al., 2010; CARVALHO; ZABOT, 2012). No solo, uma das vias de entrada de N é a fixação biológica (FBN), processo no qual bactérias, que podem ser simbióticas, associativas ou de vida livre, convertem nitrogênio atmosférico (inerte) em amônia, que é uma forma biologicamente útil. Este processo é de extrema importância ao meio ambiente e a agricultura mundial (DIXON; KAHN, 2004).

Nas leguminosas cultivadas as bactérias simbióticas vivem em nódulos nas raízes. A FBN nas leguminosas começa com a penetração de bactérias, principalmente dos gêneros *Rhizobium e Bradyrhizobium,* que penetram a raiz e se multiplicam dentro das células do córtex. A planta proporciona todos os nutrientes e energia que são necessários para sobrevivência e atividade das bactérias (ZILLI et al., 2012).

Nos nódulos, a fixação do nitrogênio é feita pela bactéria, responsável pela conversão de N_2 em NH_3, usando energia proveniente da planta, mais o complexo enzimático nitrogenase (LINDEMANN; GLOVER, 2003).

No campo, pequenos nódulos podem ser vistos nas raízes cerca de duas a três semanas após a semeadura, dependendo da espécie de leguminosa e das condições de germinação. No amendoim Caiapó, do grupo Virgínia, o número de nódulos é pequeno e se mantém estável até cerca de 30 dias após a emergência. A partir dos 30 dias, o número de nódulos aumenta linearmente até 90 dias após a emergência (Figura 3; BOLONHEZI et al., 2002). Quando os nódulos são formados recentemente e ainda não fixam nitrogênio, eles geralmente são brancos ou cinza

por dentro, mas à medida que crescem, passam a apresentar cor avermelhada ou rosa, indicando que a fixação de nitrogênio começou (LINDEMANN; GLOVER, 2003). O que confere cor ao nódulo é a leghemoglobina, substância responsável por controlar a entrada de O_2 no nódulo e assegurar o funcionamento adequado da nitrogenase.

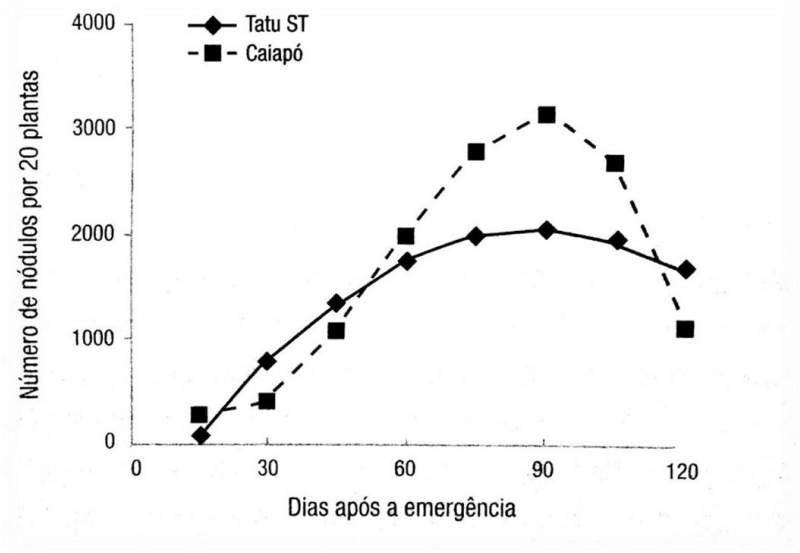

Figura 3. Número de nódulos em plantas de amendoim em cultivar de hábito ereto (Tatu ST) e em cultivar de hábito rasteiro (Caiapó).

Do ponto de vista agrícola, a FBN entre soja e *Bradyrizobium* é a mais estudada e a mais importante. Estimam-se 1.640.000 toneladas de N fixados anualmente pela cultura, em escala mundial, o que representa 77% do total fixado pelas leguminosas cultivadas no mundo. No Brasil são estimados 460.000 toneladas de N fixados por ano na cultura da soja (HERRIDGE; PEOPLES; BODDEY, 2008).

Como já comentado, a planta de amendoim é capaz de realizar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (SILVA et al., 2016), com formação de nódulos nas raízes. Os primeiros nódulos aparecem cerca de quinze dias após a emergência da planta, e ficam distribuídos em todo sistema radicular (CAMARA, 2016). O amendoinzeiro é considerado mais eficiente do que os feijões, por exemplo, quando se trata da fixação de nitrogênio (CHENG, 2008), e foi colocado juntamente com a soja em estimativas de % do N total da planta proveniente da FBN, com variação de 0 a 95% e média de 68% em áreas de experimentos, e 58% em campos de

produção, considerando neste caso mais de 800 observações em escala mundial (HERRIDGE; PEOPLES; BODDEY, 2008). No Brasil, acredita-se, o percentual de N nas plantas de amendoim proveniente da FBN deve ser muito semelhante ao da soja (80-90%), uma vez que ele é cultivado sem inoculação e sem adubação nitrogenada, com produtividades altas.

Em função da capacidade de fixar o nitrogênio, o amendoim pode ser utilizado como uma alternativa de complementar a adubação mineral de culturas subsequentes, bem como promover ciclagem de nutrientes para obtenção de ganhos em fertilidade do solo (AMBROSANO et al., 2011; SALMI et al., 2013), fazendo com que seja uma das plantas mais recomendadas para áreas de reforma de canaviais (DOMINATO, 2010).

A eficiência da fixação de N_2 é afetada por fatores externos como temperatura radicular, teor de oxigênio no nódulo, disponibilidade hídrica e disponibilidade de nutrientes, que necessitam ser melhor compreendidos num sistema de cultivo quando se busca alta produtividade e baixo custo (FAGAN et al., 2007).

Desde o relato de que a adubação nitrogenada causa atraso ou inibição no desenvolvimento dos nódulos (GIBSON; HARPER, 1985), há muita controvérsia sobre a recomendação ou não de adubação nitrogenada complementar em leguminosas como soja e amendoim, que apresentam FBN eficiente. Altas concentrações de nitrato no solo inibem a nitrogenase e Kaschuk et al. (2016) relacionaram as seguintes justificativas para este efeito: inibição da nitrogenase pelo nitrito produzido a partir da redução do nitrato no interior do nódulo; comprometimento do funcionamento da leghemoglobina pela formação de nitrosil-leghemoglobina, o que interfere na difusão do O_2 para dentro do nódulo e compromete o funcionamento da nitrogenase, que é sensível ao O_2.

Quando a recomendação de adubação nitrogenada para leguminosas fixadoras de N é feita, a justificativa é garantir o suprimento de N para a planta no início do crescimento, até que os nódulos tornem-se funcionais, ou atender ao aumento de demanda de N quando a planta entra em estádios reprodutivos, ou complementar o fornecimento de N em sistemas de alta produtividade. Cheng (2008) salienta que no início do ciclo a adubação nitrogenada pode ser eficiente quando o cultivo for feito em solos arenosos ou com baixos teores de matéria orgânica,

situações em que há baixo potencial de fornecimento de N pelo solo, e também quando a atividade fotossintética da planta for baixa, o que resulta em limitação no fornecimento de energia para a FBN. Nestes casos a adubação nitrogenada é recomendada como forma de auxiliar a própria planta na fixação biológica do elemento.

No caso da soja, Salvagiotti et al. (2008) afirmaram, com base em resultados de 128 experimentos, que a soja respondeu à adubação nitrogenada em ambientes de alta produtividade (>4,5 t ha^{-1}), e recomendaram técnicas para fornecimento de N na fase de enchimento de grãos, sem diminuir a atividade dos nódulos: colocação de adubo de liberação lenta em profundidade, abaixo da zona de nodulação; aplicação de N durante os estádios reprodutivos em ambientes de alta produtividade. No entanto, em experimentos conduzidos no Brasil, a adubação nitrogenada em semeadura ou em cobertura não interferiu na produção de biomassa e grãos de soja, e diminuiu o número e o peso dos nódulos (KASCHUK et al., 2016).

O amendoim foi muito pouco estudado em relação à FBN. Um dos trabalhos publicados no Brasil foi feito por Giardini et al. (1985), que avaliaram os efeitos da inoculação com *Rhizobium* e da aplicação de nitrogênio na cultura. No caso, a adubação com 30 kg ha^{-1} de N-ureia na semeadura não interferiu no peso de nódulos do amendoim cv. Tatu, mas houve tendência de aumentar o número de nódulos. A produção, com a adubação nitrogenada, aumentou em 20% em relação ao amendoim não adubado e não inoculado. As variedades de amendoim cultivadas atualmente são muito diferentes da Tatu e, para elas, existe apenas a recomendação de Godoy et al. (2014), de aplicação de 10 a 15 kg ha^{-1} de N na semeadura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Sertãozinho-SP, localizado a 21°09’46’’ de Latitude Sul e 47°59’39’’ de Longitude Oeste, em altitude média de 583 m. O clima é tropical, com pluviosidade maior no verão do que no inverno. De acordo com os critérios de classificação de Köppen e Geiger, o clima é Aw, com

22,0 °C de temperatura média e pluviosidade média anual de 1.446 mm (dados obtidos da Estação Agroclimatológica da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo – Copercana)**.** Durante o período de crescimento da cultura a precipitação pluvial total foi de 1.058 mm (Figura 4), sendo que o mês de maior índice foi janeiro. A média das temperaturas durante a condução do experimento foi de 25 °C. As medidas de precipitação e temperatura durante a condução do experimento foram feitas no local.

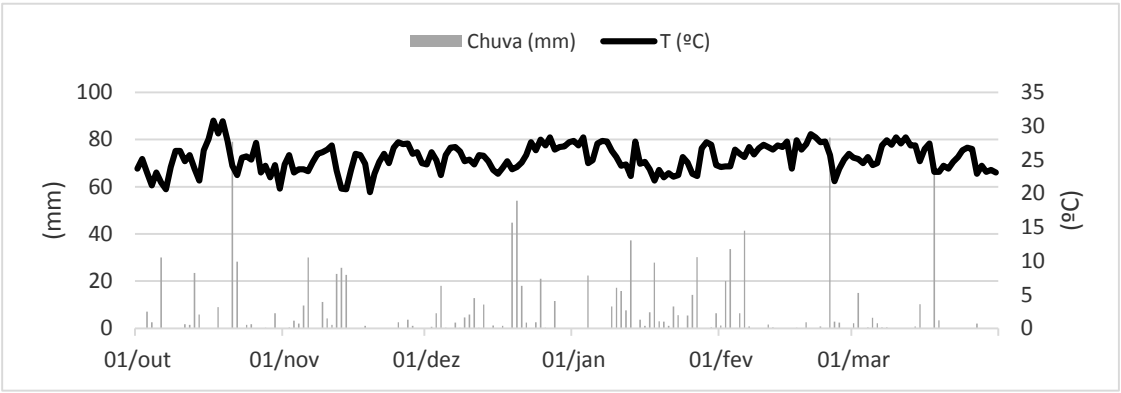

Figura 4. Precipitação pluvial (mm) e temperatura (ºC) na área experimental, no município de Sertãozinho (SP).

O experimento foi instalado em área de Latossolo Vermelho argiloso cultivado, nas duas safras anteriores, com amendoim e milho. Na área do experimento foi feita coleta de amostra do solo na camada de 0 a 20 cm para determinação das características químicas, segundo Raij et al. (2001). Os resultados obtidos foram: P, 30 mg dm^{-3}; MO, 34 g dm^{-3}; pH $CaCl_2$, 5,3; K^+, 2,3 $mmol_c$ dm^{-3}; Ca^{2+}, 36 $mmol_c$ dm^{-3}; $Mg^{2+,}$ 10 $mmol_c$ dm^{-3}; H+Al, 38 $mmol_c$ dm^{-3}; SB, 48 $mmol_c$ dm^{-3}; CTC, 86 $mmol_c$ $dm^{-3;}$ V, 56%. Com base no resultado da análise não foi necessário aplicar calcário, pois o índice de saturação por bases estava próximo de 60%, que é o valor recomendado para a cultura (QUAGGIO; GODOY, 1997).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi constituída por 7 linhas de 7 metros de comprimento, espaçadas em 0,9 metro nas entrelinhas, totalizando 44,1 m² por parcela. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio, sendo 0, 10, 20, 30 e 40 kg ha^{-1} de N aplicados na semeadura, usando ureia como fertilizante. As doses foram estabelecidas com base na recomendação de Godoy et al. (2014),

10 a 15 kg ha^{-1} de N na semeadura, para cultivo de amendoim no Estado de São Paulo.

A cultivar escolhida foi a IAC OL3, semeada mecanicamente no dia 06-11-2016. Como a semente utilizada estava com 70% de germinação, foram distribuídas 20 sementes por metro, objetivando o estande de 14 plantas por metro.

Na semeadura foi feita adubação com P e K no sulco, usando 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 20 kg ha^{-1} de K_2O, conforme recomendação de adubação de Quaggio e Godoy (1997) para produtividades maiores do que 3,0 t ha^{-1} de grãos. Os adubos utilizados foram o superfosfato simples e o cloreto de potássio. Após a semeadura foi feita aplicação da ureia em sulco aberto com enxada, ao lado da linha de semeadura, cobrindo o adubo com solo imediatamente após a distribuição. No final do dia, após a semeadura e a adubação, choveu 30 mm, em medida feita na área experimental.

Durante a condução do experimento foi feito controle de pragas, doenças e plantas daninhas conforme as recomendações para a cultura.

Aos 20 dias após a emergência (20 DAE) foi realizada a contagem do número de plantas em cada parcela, sendo que o estande médio final foi de 14 plantas por metro, não sendo necessária, portanto, a realização de desbaste.

Aos 30 DAE foi coletado o tufo apical da haste principal da planta, em 30 plantas ao acaso por parcela (AMBROSANO et al., 1996), desconsiderando as duas linhas externas e 1 metro de cada lado nas extremidades. As amostras foram preparadas conforme procedimento descrito em Carmo et al. (2000), ou seja, lavadas em água corrente, com solução de detergente neutro 1 mL L^{-1} e água deionizada. Em seguida, foram secas em papel absorvente e mantidas em estufa a 65-70ºC até atingir peso constante. Depois de secas, as amostras foram moídas e utilizadas nas determinações de macro e micronutrientes. A concentração de N foi obtida através de combustão seca realizada em analisador elementar LECO CN628. Em relação aos demais macro e micronutrientes (P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn), foram empregados os procedimentos descritos em Carmo et al. (2000).

Antes do arranquio das plantas foi feita avaliação de maturação, aos 122 DAE, obtendo-se proporção de vagens maduras maior que 70%, valor de referência para a operação de arranquio. O arranquio e a inversão das plantas foram feitos

mecanicamente aos 125 DAE, e após três dias, aos 128 DAE quando as vagens apresentaram umidade menor do que 18%, foi feita a colheita das plantas de 2 linhas de 7 m de comprimento (uma leira). Foi feita pesagem da vagem e, em seguida, separação do grão usando debulhador manual. Os grãos foram abanados para retirada de impurezas e pesados, e uma amostra de 1 kg de grãos de cada parcela foi usada para classificação dos grãos por tamanho (peneiras 25 avos de polegada, 23 avos de polegada, 21 avos de polegada e < 21 avos de polegada) e pesagem. O rendimento de grãos foi obtido fazendo a relação percentual entre massa de grãos e de casca+grãos, conforme descrito no trabalho de Dominato (2010).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando houve efeito significativo de doses de N pelo teste F, aplicou-se análise de regressão polinomial e teste de comparação de médias (Tukey, 5% de probabilidade).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estado nutricional da planta

Houve aumento da concentração de nitrogênio nas folhas de acordo com o aumento das doses de nitrogênio na adubação de semeadura do amendoim (Tabela 1), mas mesmo no tratamento sem adubação a concentração estava dentro da faixa de 30-45 g kg^{-1}, considerada adequada por Ambrosano et al. (1996) para a cv Tatu. No entanto, se considerada a faixa de suficiência citada por Balota (2014), nos tratamentos controle e 10 kg ha^{-1} de N as concnetrações estavam abaixo do adequado. Este último critério, que define 35 a 45 g kg^{-1} como faixa de suficiência, é usado no Estado da Virgínia-EUA, para variedades do grupo Runner, ao qual pertence a IAC OL3. Com aplicação de 40 kg ha^{-1} de N foi obtida a maior concentração de N nas folhas, com aumento de 8,9 g kg^{-1} em relação às plantas não adubadas com N, considerando o ajuste linear obtido entre doses de N aplicadas e concentrações de N nas folhas ($Y= 31,64 + 0,222x$, $F= 278,44^{**}$, $R^2 = 0,879$).

Tabela 1. Concentração de macronutrientes nas folhas (tufo apical) de amendoim IAC OL3, no início do florescimento, em função de doses de nitrogênio aplicadas na semeadura.

Dose de N	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha^{-1}	---------- g kg^{-1} ----------					
0	32,0 d[1]	2,38	37,60 b	11,60	5,08 b	2,12
10	34,0 c	2,28	37,40 b	12,40	5,26 b	1,94
20	36,2 b	2,26	39,00 b	12,20	4,88 b	2,08
30	36,2 b	2,18	40,40 b	12,80	4,96 b	1,88
40	42,0 a	2,44	46,20 a	13,00	6,24 a	2,04
Valor de F[2]	79,16**	2,75ns	10,65**	2,22ns	8,60**	1,42ns
CV (%)	2,61	5,99	6,16	6,63	7,98	9,28

[1] Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; [2] **, *, ns: significativo a 1%, a 5% e não significativo, respectivamente.

Em relação aos outros macronutrientes, a adubação com N não alterou as concentrações de P, Ca e S e, com aplicação de 40 kg ha^{-1} de N foram obtidas maiores concentrações de K e Mg em relação aos demais tratamentos (Tabela 1). Os resultados da análise de regressão para concentrações de K em função de doses de N não serão usados porque entre os modelos testados, o quadrático, com diminuição seguida de aumento, foi o de melhor ajuste, e a explicação biológica para este resultado é de pouca relevância, sobretudo porque a diminuição na concentração de K que levou a este ajuste foi de apenas 0,2 g kg^{-1}. Em relação ao Mg, o modelo de melhor ajuste foi o cúbico, para o qual não há explicação importante do ponto de vista biológico.

As concentrações de B, Cu e Fe não variaram em função das doses de N aplicadas na semeadura do amendoim, e as concentrações de Mn e Zn foram maiores com aplicação de 40 kg ha^{-1} de N (Tabela 2). No caso do Mn, a concentração obtida com aplicação da maior dose de N foi diferente apenas da dose 20 kg ha^{-1} e o ajuste a modelos matemáticos não contribuiu para explicação dos resultados.

As concentrações médias dos macro e micronutrientes indicam que o estado nutricional das plantas estava adequado, exceto em relação ao K, que estava em concentrações acima da faixa adequada (17 a 30 ou 33 g kg^{-1}, segundo Ambrosano et al., 1996 e Balota, 2014, respectivamente), e ao B, cujas concentrações indicam deficiência em relação à faixa de 25 a 60 mg kg^{-1}, que é comum aos critérios de interpretação de Ambrosano et al. (1996) e Balota (2014).

Tabela 2. Concentração de micronutrientes nas folhas (tufo apical) de amendoim IAC OL3, no início do florescimento, em função de doses de nitrogênio aplicadas na semeadura.

Dose de N	B	Cu	Fe	Mn		Zn	
kg ha^{-1}	---------- mg kg^{-1} ----------						
0	14,4	10,4	143,2	57,0	ab	32,6	b
10	13,2	9,6	140,0	63,6	ab	32,0	b
20	13,2	11,4	157,6	55,4	b	34,2	b
30	11,2	9,8	130,4	57,0	ab	32,8	b
40	14,6	12,4	127,0	70,0	a	39,6	a
Valor de F[2]	2,50ns	2,94ns	2,94ns	3,67*		6,67**	
CV (%)	14,36	14,25	11,24	11,81		7,84	

[1] Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; [2] **, *, ns: significativo a 1%, a 5% e não significativo, respectivamente.

As classes usadas como referência para os dados obtidos (Tabelas 1 e 2) são as de Ambrosano et al. (1996), que foram definidas no Estado de São Paulo para as variedades eretas (tipo Valência), e não para as de crescimento rasteiro do tipo Virgínia Runner, ao qual pertence a variedade IAC OL3 (GODOY, 2015), e as de Balota (2014), para as variedades do grupo Runner, mas obtidas fora das condições de clima do Estado de São Paulo. Quando se faz a interpretação das concentrações de nutrientes nas folhas deve-se levar em consideração que os valores variam em função de espécie, cultivar, estádio de crescimento, órgão, época do ano e condições ambientais como umidade do solo, luminosidade e temperatura (BATES, 1971). Há, portanto, limitações no uso das classes, mas a partir do seu uso é possível, por exemplo, admitir que, em relação ao B, a faixa de teores de ambos os autores pode estar inadequada, uma vez que não foram observados sintomas de deficiência na parte aérea e nos grãos do amendoim IAC OL3. Quanto ao K, não havia sintomas de excesso e é comum que ocorra absorção ou consumo de luxo, ou seja, havendo o nutriente disponível no solo, a planta absorve além do necessário, sem efeitos tóxicos (MEURER, 2006). Na área do experimento os teores de K^+ no solo eram médios e foi feita adubação potássica com 20 kg ha^{-1} de K_2O, o que elimina a possibilidade de excesso.

3.2 Produtividade e rendimento

A maior produção de amendoim em casca foi obtida com aplicação de 10 kg ha^{-1} de N. Com esta dose, a produção foi semelhante à obtida com aplicação de 20 kg ha^{-1} de N e maior do que a que resultou da aplicação de 30 e 40 kg ha^{-1} (Tabela 3). O mesmo comportamento foi observado para a produção de grãos, com aumento de 1.794 kg ha^{-1} com aplicação de 10 kg ha^{-1} de N, ou 33% a mais em relação ao tratamento que não recebeu adubação nitrogenada (Tabela 3). O rendimento do amendoim aumentou 3% com a aplicação de 10 kg ha^{-1} de N em relação ao tratamento não adubado.

Tabela 3. Produtividade de amendoim em casca (produtividade bruta) e em grãos (produtividade processada), e rendimento da cultivar IAC OL3 em função de doses de nitrogênio aplicadas na semeadura.

Nitrogênio	Produtividade bruta	Produtividade processada	Rendimento
kg ha^{-1}	---------- kg ha^{-1} ----------		%
0	7.825 b	5.524 b	71
10	9.922 a	7.318 a	74
20	8.644 ab	6.250 ab	72
30	8.143 b	5.857 b	72
40	8.066 b	5.857 b	73
Valor de F[2]	4,50*	7,13**	
CV (%)	9,48	8,72	

[1] Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; [2] **, *, ns: significativo a 1%, a 5% e não significativo, respectivamente.

O aumento de produtividade obtido com aplicação de 10 kg ha^{-1} de N indica que o solo não foi capaz de suprir a necessidade da planta pelos processos de mineralização do N dos resíduos e da matéria orgânica até que os nódulos se formassem e entrassem em atividade. Por outro lado, as doses maiores foram altas o suficiente para prejudicar a fixação biológica de N_2 (FBN), mas insuficientes para atender à demanda total da planta na condição de menor eficiência da FBN. Esta justificativa é bastante contestada no caso da soja, e de modo geral, para a cultura, não há recomendação de adubação nitrogenada na semeadura, uma vez que se considera que a necessidade da planta na fase inicial é muito pequena e que pode

haver prejuízo na nodulação (KASCHUK et al., 2016). Para a soja existem de fato muitas pesquisas que indicam não haver resposta à aplicação de nitrogênio (HUNGRIA et al., 2006), mas é preciso considerar que a soja é uma cultura em que se faz inoculação das sementes e se trabalha com estirpes de bactérias fixadoras selecionadas, o que não ocorre com o amendoim. Bolonhezi et al. (2005) asseguram que se o pH do solo não estiver na faixa adequada para a fixação biológica (entre 5,9 e 6,3) ou se o amendoim estiver sendo cultivado na área pela primeira vez, deve-se aplicar entre 10 e 16 kg ha^{-1} de nitrogênio. Na área do experimento o valor de pH $CaCl_2$ era 5,3 e o amendoim já havia sido cultivado em 2014/15, mas mesmo assim houve resposta dentro do intervalo de doses citado pelos autores.

Nas instruções agrícolas para as culturas de maior relevância econômica no Estado de São Paulo a recomendação é de 10 a 15 kg ha^{-1} de N (GODOY et al., 2014). Portanto, a dose de melhor resposta para o amendoim IAC OL3 obtida no presente experimento está inserida no intervalo das recomendações para a cultura no Estado de São Paulo.

A não resposta à aplicação de N com aplicação de doses maiores que 10 kg ha^{-1} (Tabela 3) está provavelmente associada aos efeitos adversos da adubação nitrogenada na FBN, uma vez que o aumento do N disponível pode diminuir a disponibilidade de oxigênio para a respiração dos nódulos (DENINSON; HARTER, 1995) ou limitar a quantidade de carboidratos necessários para o metabolismo dos nódulos. De acordo com Fagan et al. (2007) a FBN é menor na presença de adubação nitrogenada porque a adubação diminui a atividade da enzima nitrogenase. A diminuição da atividade da enzima ocorre devido ao aumento na concentração de nitrito nos nódulos ou por alteração da leghemoglobina, com perda de controle da entrada de O_2 no nódulo e inativação da enzima (KASCHUK et al., 2016). Estes efeitos podem ter ocorrido nas plantas da cultivar utilizada, IAC OL3, mas visualmente a nodulação das plantas estava alta e uniforme, independentemente da dose de N. Kaschuk et al. (2016) citam que para a soja não há benefício com a adubação nitrogenada, mas outras espécies cultivadas no Brasil como cowpea e feijão são beneficiadas por doses de 20 a 30 kg ha^{-1} de N na

semeadura e 20 a 60 kg ha^{-1} de N em cobertura, mas salientam a necessidade de fazer seleção de estirpes de Rhizobium e inoculação de sementes.

Não houve associação entre o aumento da concentração de N nas folhas (Tabela 1) e a produtividade de grãos. Provavelmente, as plantas de amendoim que receberam 10 kg ha^{-1} de N cresceram mais e houve o efeito de diluição, ou seja, a concentração de N na parte aérea das plantas diminui à medida que elas crescem, mesmo quando o suprimento de N não é limitante ao crescimento (PLÉNET; LEMAIRE, 1999).

O aumento de produtividade obtido neste trabalho com a aplicação de 10 kg ha^{-1} de N sugere a adoção deste tipo de manejo, mas há necessidade de mais pesquisas, inclusive porque a área em que o experimento foi instalado não era área de reforma de canavial e o amendoim IAC OL3 é recomendado para cultivo em áreas de reforma. Nas áreas de reforma, em função do esgotamento natural do solo e da incorporação de grande quantidade de restos culturais de relação C/N alta, a resposta da planta pode ser diferente. A palha da cana-de-açúcar apresenta relação C/N entre 68 e 97 segundo Oliveira et al. (1999), o que favorece os processos de imobilização de N, sobretudo quando a palha é incorporada ao solo, o que é feito nas áreas de reforma. Quando aumenta a taxa de imobilização, a disponibilidade de N diminui e, nestes casos, admitindo que o amendoim responda à adubação nitrogenada na semeadura, pode haver necessidade de doses maiores do que 10 kg ha^{-1}.

A produtividade de amendoim obtida no presente trabalho foi maior do que produtividade média do Estado de São Paulo que, em 2015, foi de 3,34 t ha^{-1} (IEA, 2016). Em Jaboticabal-SP, cidade da região em que o experimento foi instalado, a produtividade em 2017 foi de 5,0 t ha^{-1} (BIGHETTI, 2017). A maior produtividade obtida neste trabalho pode ter ocorrido devido a colheita ter sido manual, o que diminui as perdas em comparação com as áreas comerciais, nas quais a colheita é mecânica. Conforme Roberson (2009) as perdas na colheita do amendoim são inevitáveis, principalmente na operação de arranquio, e Cavichioli et al. (2014) determinaram valor médio de 47%. Outros fatores que favoreceram a produtividade obtida no experimento foram a boa qualidade do solo e a distribuição adequada das chuvas (Figura 2).

Com aplicação de 10 kg ha^{-1} de N foi obtida maior massa de grãos retidos nas peneiras 25 e 23 em relação ao tratamento não adubado com N (Tabela 4), ou seja, com esta dose de N houve maior produtividade e maior proporção de grãos maiores. Os grãos maiores são mais rentáveis comercialmente, devido a maior aceitação dos consumidores no mercado mundial (SUASSUNA et al., 2014).

Tabela 4. Massa e porcentagem de grãos de amendoim IAC OL3 classificados nas peneiras 25, 23, 21 e 19, em função de doses de nitrogênio aplicadas na semeadura.

Nitrogênio	Peneira 25		Peneira 23		Peneira 21		Peneira 19		Fundo	
kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}	%
0	1.902b	34,4	1.883b	34,1	1.281	23,2	363	6,6	95	1,7
10	2.661a	36,4	2.419a	33,1	1.626	22,2	469	6,4	143	2,0
20	2.298ab	36,8	2.008ab	32,1	1.393	22,3	438	7,0	113	1,8
30	2.219ab	37,9	1.820b	31,1	1.291	22,0	389	6,6	138	2,4
40	2.065ab	35,3	1.930ab	33,0	1.353	23,1	411	7,0	98	1,7
Valor de F[2]	3,4324*		3,7334**		1,7305ns		1,4950ns			
CV (%)	14,30		12,46		15,75		17,33			

[1] Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; [2] **, *, ns: significativo a 1%, a 5% e não significativo, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

A aplicação de doses de N de até 40 kg ha^{-1} na semeadura do amendoim IAC OL3 favoreceu o aumento da concentração de N nas folhas, mas interferiu pouco na concentração dos demais nutrientes.

A maior produtividade, 7.318 kg ha^{-1} de grãos, foi obtida com aplicação de 10 kg ha^{-1} de N, o que representou aumento de 33% em relação ao tratamento que não recebeu adubação nitrogenada.

A aplicação de 10 kg ha^{-1} de N na semeadura do amendoim IAC OL3 levou a aumento na massa de grãos maiores, retidos nas peneiras 25 e 23.

5. REFERÊNCIAS

AMBROSANO, E .J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC; p.189-191, 1996.

AMBROSANO, E. D.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHES, R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, v. 70, p.810-818, 2011.

BALOTA, M. **Peanut nutrition**. Petersburg: Virginia State University. 2014. 5p. (Virginia Tech)

BATES, T. E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. **Soil science**, v. 112, p. 116-130, 1971.

BOLONHEZI, D.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; GODOY, I. J.; GENTILIN Jr, O.; FREITAS, S. S. **Manejo cultural do amendoim**. In**:** O agronegócio do amendoim no Brasil. Campina Grande: Embrapa – CNPA, 2005. 451 p.

CAMARA, G. M. S. Estudo da planta de amendoim. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- ESALQ/ USP, Piracicaba. 2016. 20 p. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/sites/default/files/LPV%20506%20A02%20-%20Amendoim%20Apostila%20Estudo%20da%20Planta.pdf. Acesso em: 15 jan. 2018.

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

CARVALHO, N. L.; ZABOT, V. Nitrogênio: nutriente ou poluente? **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 6, p. 960-974, 2012.

CAVICHIOLI, F. A.; ZERBATO, C.; BERTONHA, R. R.; SILVA, R. P.; SILVA, V. F. A. Perdas quantitativas de amendoim nos períodos do dia em sistemas mecanizados de colheita. **Científica**, v. 42, p. 211-215, 2014.

CHENG, Q. Perspectives in biological nitrogen fixation research. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, p. 784-796, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_10_17_16_09_58_boletim_graos_-_julho_2017.pdf>. Acesso em: 06 dez.2017

DENINSON, R.F.; HARTER, B.L. Nitrate effects on nodule oxygen permeability and leghemoglobin. **Plant Physiology**, v.107, p.1355-1364, 1995.

DIXON, R.; KAHN, D. Genetic regulation of biological nitrogen fixation. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p. 621-631, 2004.

DOMINATO, J. Calcário e gesso na semeadura do amendoim combinados com adubação boratada foliar. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista; 2010.

FAGAN, E.B.; MEDEIROS, S.L.; MANFRON, P. A.; CASAROLLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; VAN LIER, Q. J.; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-Revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, p.89-106, 2007.

FEITOSA, C. T.; NOGUEIRA, S. S. S.; GERIN, M. A. N.; RODRIGUES FILHO, F. S. O. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agricola,** v. 50, p. 427-437,1993.

FERRARI NETO, J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, p. 1-13, 2012.

FERREIRA, T. Aspectos sanitários da cultura do amendoim. **Revista Eletrônica de Biologia,** v. 7, p. 301-320, 2014.

GIARDINI, A. R.; LOPES, E. S.; SAVY FILHO, A.; NEPTUNE, A. M. L. Inoculação com Rhizobium e aplicação de nitrogênio em amendoim. **Bragantia**, v. 44, p. 21- 39, 1985.

GIBSON, A.H.; HARPER, J.E. Nitrate effect on nodulation of soybean by *Bradyrhizobium japonicum*. **Crop Science**, v.25, p.497-501, 1985.

GODOY, I. J. Como são denominados os tipos de amendoim [internet]. Infoamendoim: Campinas, 2015. Disponível em: http://infoamendoim.com.br/site/como-sao-denominados-os-tipos-de-amendoim. Acesso em: 02 out. 2017.

GODOY, J.G.; BOLONHEZI, D.; MICELOTTO, M. D.; FINOTO, E.L.; KASAI, F.S.; FREITAS, R.R. **Amendoim**. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. (eds.) Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 7. ed. Campinas: IAC, 2014. p. 22-27. (Boletim técnico, 200)

GOMES, C.; GALDINO, M. **Desempenho de cultivares IAC de amendoim é apresentado em Pindorama**. IAC- Instituto Agronômico de Campinas. 2017. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/noticiasdetalhes.php?id=1153. Acesso em: 06 mai. 2017.

GOULART, D. F.; ALMEIDA, R. P.; RESENDE, K. C.; COSTA, F. A. M.; BEZERRA, J. R C. O desafio da estruturação da cadeia produtiva do amendoim no semiárido do Nordeste. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 19, p. 47-59, 2017.

HENRIQUES NETO, D. H.; TAVORA, F. J. A. F.; SILVA, F. P. SANTOS, M. A.; MELO, F. I. O. Componentes de produção e produtividade do amendoim submetido a diferentes populações e configurações de plantio. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 2, p.113-122, 1998.

HERRIDGE, D.F.; PEOPLES, M.B.; BODDEY, R.M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. **Plant and Soil**, v.311, p. 1-18, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I. C.; GRAHAM, P.H**. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* l. Merr.) in South America**. In: SINGH, R.P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P. K. (eds.) Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity. Houston, Texas: Studium Press, 2006. p. 43-93.

IAC. INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Cultivares IAC de amendoim. **O Agronômico**, v.55, p. 1-4, 2003.

IAC. INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Cultivares de amendoim. IAC-Instituto Agronômico de Campinas, Centro de pesquisa em grãos e fibras. 2017. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/ amendoim.php. Acesso em: 07 jul. 2017.

IEA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Amendoim: alta na produção e nas exportações. **Revista Análise e Indicadores do Agronegócio**, n.11, p. 1-5, 2016.

KASCHUK, G.; NOGUEIRA, M. A.; LUCA, M. J.; HUNGRIA, M. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium*. **Field Crops Research**, v. 195, p.21-27, 2016.

LIMA, T. M. **Cultivo de amendoim submetido a diferentes níveis de adubação e condições edafoclimáticas no Sudoeste de Goiás.** 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás – UFG, Câmpus Jataí, 2011.

LINDEMANN, W. C.; GLOVER, C. R. Nitrogen fixation by legumes. 2003. Disponível em: http://www.csun.edu/~hcbio027/biotechnology/lec10/lindemann. html. Acesso em: 14 jan. 2018

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, p. 595-607, 2009.

MARCONDES, J.; FERRAUDO, A. S.; SCAQUITTO, D. C.; ALVES, L. M. C.; LEMOS, E. G. M. . Efetividade na fixação biológica do nitrogênio de bactérias nativas isoladas de plantas de amendoim. **Ciência & Tecnologia**, v. 1, p.21-32, 2010.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (ed.) **Nutrição mineral de plantas.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.281-298.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 56, p.803-809, 1999.

PEIXOTO, C.; GONÇALVES, J. A.; PEIXOTO, M. F. S. P. P.; CARMO, D. O. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. **Bragantia**, v.67, p. 673- 684, 2008.

PEOPLES, M. B.; HERRIDGE, D. F.; LADHA, J. K. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production?. **Plant and Soil**, v. 174, p. 3-28, 1995.

PLÉNET D.; LEMAIRE, G. Relationship between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. **Plant and Soil**, v. 216, p. 65-82, 1999.

QUAGGIO, J. A.; GODOY, I. J. Amendoim. In: RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 192p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A (eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico, 2001. 235p.

ROBERSON, G. T. **Planting, harvesting, and cuing peanuts**. In: JORDAN, D. L.; BRANDENBURG, R. L.; BROWN, A. B.; BULLEN, S. G.; ROBERSON, G. T.; SHEW, B.; SPEARS, J. F. (eds.) Peanut Inf. North Carolina: Coop. Ext. Ser. Series AG-331, p.131-148, 2009.

SALMI, A. P.; RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; URQUIAGA, S.; ARAÚJO, A. P.; ABBOUD, A. C. S. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*. **Revista Ceres**, v. 60, p.79- 85, 2013.

SALVAGIOTTI, F.; CASSMAN, K.G.; SPECHT, J.E.; WALTERS, D.T.; WEISS, A.; DOBERMANN, A. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: a review. **Field Crops Research**, v. 108, p. 1-13, 2008.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. D. M. F.; REGO, G. M. BRS Havana: nova cultivar de amendoim de pele clara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1337-1339, 2006.

SILVA, A. C.; CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; NETO, M. A. D. Bactérias fixadoras de nitrogênio e substratos orgânicos no crescimento e índices clorofiláticos de amendoim. **Agropecuária Técnica**, v. 37, 2016.

SUASSUNA, T. M. F.; ANDRADE, F. P.; SUASSUNA, N. D. **Regiões produtoras de amendoim**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2014.

ZILLI, J. E.; PEREIRA, G. M. D.; JÚNIOR, I. F.; SILVA, K.; HUNGRIA, M.; ROUWS, J. C. R. Dinâmica de rizóbios em solo do cerrado de Roraima durante o período de estiagem. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 153-160, 2012.