



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CAMPUS DE ITAPETINGA

EFEITO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA ASSOCIADA À ADUBAÇÃO NITROGENADA
SOBRE CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE *Arachis pintoi* cv. Belmonte

RITA MANUELE PORTO SALES

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de concentração: Produção de ruminantes

RITA MANUELE PORTO SALES

**EFEITO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA ASSOCIADA À ADUBAÇÃO NITROGENADA
SOBRE CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE *Arachis pintoi* cv. Belmonte**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Itapetinga - BA, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes.

Professora Orientadora: D.Sc. Daniela Deitos Fries

Professor Co-Orientador: D.Sc. Aureliano José Vieira Pires

Professor Co-Orientador: D.Sc. Paulo Bonomo

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL

2011

DEDICO

À Deus e mentores;
À minha jornada evolutiva;
Aos meus pais Milton Sales e Maristela Alves Porto;
À minha irmã Potira Porto Sales;
Aos familiares que sorriram mais que eu em minhas conquistas;
Aos amigos que acompanham meus passos.

OFEREÇO

À minha orientadora Daniela Deitos Fries;
Aos colegas de trabalho, alunos de iniciação científica;
Aos professores Paulo Bonomo e Aureliano J. Vieira Pires.

AGRADECIMENTOS

“Cristãos, amai-vos, este o primeiro ensinamento; instrui-vos, este o segundo.”

Espírito de Verdade (Paris, 1860)

À Deus e aos professores por conduzirem a professora Daniela Deitos Fries a minha orientação no mestrado. Hoje, tenho a certeza que não poderia ter recebido melhor mestre;

À você, Prof.^a Daniela, o meu ‘obrigada’ não só por me passar o seu conhecimento, dedicar horas ao meu aprendizado, mas também por abraçar o mestrado comigo, por me passar segurança e tranquilidade nos momentos de insegurança, desafios e novos aprendizados. Obrigada pelo exemplo de professora, companheira e ser humano;

Aos professores Aureliano José Vieira Pires, Paulo Bonomo e Ulysses Cecato obrigada pela confiança e por acreditarem no meu merecimento. São meus espelhos de profissionais, orientadores e homens dignos de respeito e admiração;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pela possibilidade de aprendizado e realização da pesquisa;

Aos professores e funcionários do Programa de pós-graduação em Zootecnia pela atenção, dedicação e profissionalismo;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que auxiliou na condução da pesquisa e estudos;

Aos colegas: Paulo Henrique, Cleide, Iasmyny, Daiane, Aline, Joelma, Mateus, Itaguatiara (Thuca), Tallita, Iracema e Sérgio por cada gota de suor na casa de vegetação e nos laboratórios e por cada minuto de atenção dedicado ao projeto, obrigada;

Ao meu querido Allan, pelo companheirismo, apoio moral e constante, obrigada. Os dias de preocupação e trabalho intenso são aliviados com o seu afeto. A Tia Gessi pelas deliciosas esfiras e guloseimas que alegraram os dias de trabalho, eu e os meninos citados acima agradecemos;

Aos meus pais, obrigada por acreditarem em mim e estarem sempre dispostos a ajudar, mesmo que no silêncio. À vocês dedico cada conquista minha e o mais sincero amor que possuo.

BIOGRAFIA

RITA MANUELE PORTO SALES, filha de Milton Sales e Maristela Alves Porto, nasceu em 22 de agosto de 1981, em Itapetinga, Bahia.

Em 2003, iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, finalizando o mesmo em 2008.

Em março de 2009 iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes.

Em 04 de março de 2011, defendeu a presente Dissertação.

RESUMO

SALES, R.M.P. **Efeito da deficiência hídrica associada à adubação nitrogenada sobre crescimento e estabelecimento de *Arachis pintoi* cv. Belmonte.** Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2011. 65 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes)¹.

Objetivou-se avaliar o crescimento do *Arachis pintoi* cv. Belmonte (amendoim forrageiro) adubado com nitrogênio e em condições de estresse hídrico. O experimento foi realizado em casa de vegetação, cujo delineamento experimental foi um fatorial 4 x 4, quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg N/ha) e quatro regimes hídrico (25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo), com 4 repetições. As avaliações de crescimento englobaram as características morfológicas e estruturais como: taxa de aparecimento foliar e filocrono, taxa de alongamento do estolão, largura e comprimento final da folha, número total de folhas verdes e senescentes, número de estolões por planta, número de estolões laterais e massa seca de folha, estolões e raiz, e características bioquímicas: conteúdo relativo de água e déficit de saturação hídrica, clorofilas totais, *a* e *b*, açúcares solúveis totais, redutores e sacarose de folha, estolão e raiz. A produção da parte aérea da planta aumentou nas doses entre 40 e 80 kg de N/ha, acelerando seu crescimento e desenvolvimento, facilitando a colonização da área pela planta. A dose de 40 kg de N/ha se mostrou eficiente no estabelecimento inicial do amendoim forrageiro sem prejudicar o desenvolvimento das raízes e dos nódulos, necessários para posterior fixação e absorção de nutrientes importantes para a planta. Em condições hídricas favoráveis (70 a 100% da capacidade de campo), o fornecimento de nitrogênio influencia positivamente no desenvolvimento da parte aérea do amendoim forrageiro, aos 85 dias de crescimento, sendo as doses de 40 e 80 kg de N/ha mais eficientes, por diminuir o tempo de estabelecimento do amendoim forrageiro, com aumento do número de estolões por vaso, taxa de alongamento do estolão e número de folhas. Nas raízes, doses mais elevadas (90 a 120 kg de N/ha) de nitrogênio reduzem seu crescimento. A presença de nitrogênio no solo tem efeito positivo em condições de baixa disponibilidade de água (regimes hídricos menores que 50% da capacidade de campo), uma vez que, promove maior crescimento e manutenção da área foliar durante o período de estresse. A presença de nitrogênio aumenta os conteúdos de clorofila totais, *a* e *b* do amendoim forrageiro, resultando em maior crescimento. Em deficiência hídrica, o fornecimento de nitrogênio não influencia na manutenção do conteúdo de água na planta e promove maiores conteúdos de açúcares solúveis totais e sacarose em estolões do amendoim forrageiro, sob condições hídricas favoráveis (>75% da capacidade de campo), evidenciando a atuação desse nutriente no incremento da taxa fotossintética. Doses de 120 kg de N/ha promovem maiores conteúdos de sacarose na raiz em baixa disponibilidade de água, o que

pode estar relacionado a uma tolerância da espécie ao estresse hídrico por esse carboidrato ser osmoticamente ativo.

PALAVRAS-CHAVE: água, açúcares, desenvolvimento, nodulação, leguminosa, raiz

¹ Orientadora: Daniela Deitos Fries, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Aureliano José Vieira Pires e Paulo Bonomo, *D.Sc.*, UESB.

ABSTRACT

SALES, R.M.P. Effect of water stress associated with fertilization nitrogen on growth and establishment of *Arachis pintoi* cv. Belmonte. Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2011. 65 p. (Dissertation – Magister Scienti in Animal Science – Ruminant Production)².

The objective was to evaluate the growth of *Arachis pintoi* cv. Belmonte (peanut) and fertilized with nitrogen under conditions of water stress. The experiment was conducted in a greenhouse. The design experiment was a 4 x 4, four doses of N (0, 40, 80 and 120 kg N / ha) and four of water system (25, 50, 75 and 100% of capacity field) with four repetitions. Evaluations of growth encompassed the morphogenesis and structural such as leaf appearance rate and phyllochron, rate stolon elongation, width and length of sheet, the total number of green and senescent leaves, number of stolons per plant, number of stolons side and dry weight of leaf, rhizome and root and biochemical characteristics: relative water content and water saturation deficit, total chlorophyll a and b, soluble sugars, reducing sugars and sucrose in leaves, stolons and roots. The production of the plant canopy increased at doses between 40 and 80 kg N/ha, accelerating their growth and development, facilitating the colonization of the area by the plant, without harming the development of roots and nodules. The dose of 40 kg N/ha proved effective in the initial establishment of peanut without harming the development of roots and nodules, which are necessary for subsequent fixation and absorption of important nutrients for the plant. Under favorable moisture conditions (70 to 100% of field capacity), the nitrogen supply positively affects the development of shoots of peanut, 85 days of growth, with rates of 40 and 80 kg N/ha more efficient by reducing the time of establishment of the legume, with an increase in the number of stolons per pot, extension rate of stolons and number of leaves without harming the production of roots and nodules. In roots, higher doses (90 to 120 kg N / ha) of nitrogen reduce their growth. The presence of nitrogen in the soil has a positive effect in conditions of low water availability (water systems smaller than 50% of field capacity), since it promotes more growth and maintenance of leaf area during the period of stress. The presence of nitrogen increases the total content of chlorophyll, a and b, resulting in higher growth. In drought, the supply of nitrogen did not influence the maintenance of water content in the plant. The nitrogen supply promotes higher content of soluble sugars and sucrose in stolon of peanut under favorable water conditions (>75% of field capacity), evidencing the performance of this nutrient in the growth of photosynthetic rate. Doses of 120 kg N/ha promotes higher content of sucrose in the root at low water availability, which may be related to a kind of tolerance to water stress by this carbohydrate being osmotically active.

KEYWORDS: water, sugars, development, nodulation, legume, root

² Adviser: Daniela Deitos Fries, *D.Sc.*, UESB and CO-advisers: Aureliano José Vieira Pires and Paulo Bonomo, *D.Sc.*, UES

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 -	Efeito da dose de N sobre massa seca da folhas verdes (MSF), massa seca do estolão (MSE), razão folha:estolão (F/E), massa seca de raiz (MSR), volume da raiz (Vraiz) e razão parte aérea:raiz (PA/R) de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento.....	26
Tabela 1.2 -	Efeito da dose de N sobre número e peso seco de nódulos de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento.....	27
Tabela 1.3 -	Efeito da dose de N sobre número total de folhas verdes por vaso, razão comprimento/largura do folíolo (C/L), taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento.....	28
Tabela 1.4-	Efeito da dose de N sobre a taxa de alongamento do estolão (TAIE), comprimento final do estolão (CFE), número de estolões secundários (NEsec) e número de estolões por vaso (NEvaso) de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento.....	29
Tabela 2.1 -	Efeito da dose de N e do regime hídrico sobre número e peso seco de nódulos de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte	42
Tabela 3.1 –	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre o conteúdo relativo de água (CRA) e Déficit de saturação hídrica (DSH) de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte.....	57
Tabela 3.2 –	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre o teor de clorofilas totais, <i>a</i> e <i>b</i> de <i>Arachis pinto</i> cv. Belmonte.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre massa seca de folha, massa seca de estolão, massa seca da raiz e razão parte aérea:raiz de <i>Arachis pintoi</i> cv. Belmonte.....	41
Figura 2.2.	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre o número total de folhas verdes (NTFverdes) e número total de folhas senescentes (NTFsenescentes) de <i>Arachis pintoi</i> cv. Belmonte.....	43
Figura 2.3.	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre a taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono de <i>Arachis pintoi</i> cv. Belmonte.....	44
Figura 3.1.	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre açúcares redutores (AR), açúcares solúveis totais (AST) e sacarose (SAC) das folhas de <i>Arachis pintoi</i> cv. Belmonte.....	59
Figura 3.2.	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre açúcares redutores (AR), açúcares solúveis totais (AST) e sacarose (SAC) dos estolões de <i>Arachis pintoi</i> cv. Belmonte.....	61
Figura 3.3.	Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre açúcares redutores (AR), açúcares solúveis totais (AST) e sacarose (SAC) das raízes de <i>Arachis pintoi</i> cv. Belmonte.....	62

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO GERAL14

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS17

CAPÍTULO 1

Adubação nitrogenada e o estabelecimento de mudas do *Arachis pintoi* produzidas a partir de estacas19

 RESUMO20

 ABSTRACT21

1.2 INTRODUÇÃO22

1.3 MATERIAL E MÉTODOS23

1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO25

1.5 CONCLUSÃO31

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS32

CAPÍTULO 2

Efeito da deficiência hídrica associada à adubação nitrogenada sobre o crescimento de *Arachis pintoi*34

 RESUMO35

 ABSTRACT36

2.2 INTRODUÇÃO37

2.3 MATERIAL E MÉTODOS38

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO40

2.5 CONCLUSÃO	46
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

CAPÍTULO 3

Conteúdo Relativo de Água, clorofila e carboidratos em plantas de <i>Arachis pintoi</i> sob efeito de regimes hídricos e adubação nitrogenada	49
RESUMO	50
ABSTRACT	51
3.2 INTRODUÇÃO	52
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	54
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.5 CONCLUSÃO	63
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

INTRODUÇÃO GERAL

A produção animal em pastagens é de mais baixo custo e promoveu nos últimos anos, grandes avanços em produtividade. Além do aspecto econômico, têm sido intensificados atualmente os debates sobre problemas relativos à saúde humana e sua relação com aspectos sanitários dos rebanhos, qualidade e composição dos produtos de origem animal, qualidade do meio ambiente, impacto ambiental e o bem estar animal. Uma das alternativas para permitir intensificação da produção de maneira equilibrada, sustentável e ecologicamente correta é o uso de leguminosas forrageiras (Silva, 2008).

A utilização de leguminosas forrageiras, como bancos de proteína ou em consorciação com gramíneas constitui uma importante prática para a suplementação protéica de bovinos, melhorando e diversificando a dieta do animal, e reduzindo os custos de produção quando comparado à pastagens de gramíneas exclusivas adubadas com nitrogênio mineral. Além disso, as leguminosas contribuem para o fornecimento de nitrogênio ao solo e às plantas consorciadas, aumentando a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema, pela sua reciclagem e transferência para a gramínea acompanhante, por meio da fixação biológica.

Dentre as leguminosas forrageiras, o *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro), devido a sua rusticidade, qualidade nutricional, tolerância ao pisoteio, produção subterrânea de sementes e cobertura vegetal do solo é considerada uma leguminosa de múltipla utilidade e apresenta resultados promissores para persistência em consórcio com gramíneas. Além disso, como a maioria das leguminosas tropicais, apresenta o ponto de crescimento protegido, o que permite a manutenção de uma área foliar residual considerável, mesmo quando submetido a um pastejo contínuo e intenso (Machado et al., 2004; Purcino et al., 2004).

Com origem na região central da América do Sul, notadamente nos Cerrados e nas regiões costeiras do Brasil (Valls, 1992), o *Arachis pintoi* é uma leguminosa herbácea perene, de hábito estolonífero prostrado, que lança estolões horizontalmente em todas as direções em quantidade significativa, o que dá origem a muitos pontos de crescimento, os quais são bem protegidos do pastejo realizado pelos animais (Lima et al., 2003). Com isso, essa leguminosa cresce bem em associação com gramíneas agressivas tais como *Brachiaria* spp., sendo utilizada para consorciação. Em regiões com mais de quatro meses de seca, as plantas podem perder folhas e alguns estolões podem morrer, entretanto, normalmente se recuperam rapidamente após o início das chuvas.

A baixa disponibilidade de água no solo é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas. No Brasil, o semi-árido nordestino compreende amplas áreas em que a reduzida precipitação pluviométrica se constitui no fator ambiental mais limitante. As mudanças globais nas condições ambientais têm acarretado aumentos gradativos de períodos de seca, inclusive em áreas em que as chuvas são frequentes (Brandom, 2007) e esse fato pode

resultar em agravamentos de deficiência hídrica, num futuro próximo (Chaves & Oliveira, 2004).

Sabe-se que a exposição das plantas à limitação de água no ambiente promove várias mudanças fisiológicas e de desenvolvimento. Existe uma carência de estudos relacionados às características fisiológicas e adaptações das plantas ao estresse hídrico, principalmente, em se tratando de forrageiras. Sendo assim, se torna necessário estudos que englobem características fisiológicas, bioquímicas e anatômicas, sem perder de vista a sua interação com outros fatores ambientais.

Morfogênese é definido por Chapman e Lemaire (1993) como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço. O conhecimento da morfogênese das plantas que compõem uma pastagem é de importância fundamental para que se possam tomar decisões de manejo, incluindo desde a adubação e irrigação, ao controle da densidade de animais (Nabinger & Pontes, 2001).

O estresse hídrico é um fator limitante ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas. Em plantas adaptadas ou tolerantes, ocorrem alterações morfológicas e metabólicas, em resposta às condições de deficiência hídrica, que contribuem para a sobrevivência nesses ambientes (Blum, 1996, Xiao et al, 2009). A adaptação das plantas pode ocorrer de duas formas: evitando a seca ou tolerando-a. Evitar é a habilidade das plantas de manter os potenciais hídricos dos tecidos altos, ao passo que tolerar é a habilidade de manter suas funções normais até mesmo em potenciais hídricos baixos (Reddy et al., 2004).

A inibição do crescimento pode ser uma resposta adaptativa de sobrevivência das plantas sob estresse hídrico, uma vez que lhes permite desviar a assimilação de carbono e a energia para a produção de moléculas protetoras (Zhu, 2002) e/ou para a manutenção do crescimento da raiz em busca de água (Chaves et al., 2003). Em contrapartida, essa resposta pode influenciar na absorção total de carbono, devido à redução da área foliar total (Zhu, 2001).

Os solutos orgânicos são compatíveis com processos celulares e são acumulados em altas concentrações no citosol, com o progresso da seca. Quando o estresse hídrico torna-se intenso (conteúdo relativo de água menor que 70%) ou prolongado, as folhas podem murchar, as células encolhem e pode ocorrer um estresse mecânico nas membranas. A recuperação dos tecidos danificados, nessas condições, está intimamente ligada à capacidade da planta de evitar ou reparar os danos nas membranas, mantendo-as estáveis durante a desidratação e a reidratação (Chaves & Oliveira, 2004). A produção de osmólitos permite estabilizar as membranas e manter a conformação das proteínas sob potenciais hídricos foliares baixos.

A investigação das características de tolerância à deficiência hídrica do amendoim forrageiro aliada à adubação nitrogenada poderá contribuir para o conhecimento mais expressivo de adaptação de plantas sob condições de estresse. Além disso, essa forrageira nativa poderá ser uma opção como pastagem associada a gramíneas, contribuindo favoravelmente com

o nitrogênio do solo, proporcionando menor custo ao produtor e minimizando danos ao solo decorrentes da atividade pecuária.

As leguminosas conferem para as gramíneas, através do consórcio, um aporte de N por meio de sua simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, transferindo assim o nitrogênio biologicamente fixado por meio da excreção de compostos nitrogenados, pela decomposição de raízes e nódulos ou decomposição de resíduos de folhas e caules e fezes e urina de animais (Lima et al. 2003). Estudos demonstram que as leguminosas chegam a fixar 100 kg de N/ha/ano. Mendes et al. (2008), avaliando a interferência da adubação nitrogenada na produtividade e na nodulação da soja, concluíram que a aplicação de 200 kg/ha de N prejudicou a nodulação, reduzindo a massa seca dos nódulos.

Além da falta de estudos sobre efeito de adubação nitrogenada sobre a nodulação, são escassos também os relacionados à resposta das raízes aos diferentes manejos e adubações, sua persistência e influência, já que representa importantes funções de estabelecimento, desde absorção de água e nutrientes, suporte, reserva de carboidratos necessários ao crescimento da planta e perenidade em situações adversas.

O conhecimento das características de crescimento e limitação causados pela deficiência hídrica do amendoim forrageiro aliada à adubação nitrogenada poderá contribuir para o conhecimento mais expressivo de adaptação de plantas sob condições de estresse e estabelecimento. Além disso, essa forrageira nativa poder ser uma opção como pastagem associada a gramíneas, contribuindo favoravelmente com o nitrogênio do solo, proporcionando menor custo ao produtor e minimizando danos ao solo decorrente da atividade pecuária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUM, A. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. **Plant Growth Regul.**, v.20, p.135-148, 1996.

BRANDOM, H. Drought tolerance in crop plants can conserve water and Energy. **Delta Farm Press**, v.64, n.45, 2007.

CHAPMAN, D; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress, 17, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** p.95-104. 1993.

CHAVES, M. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, v.30, p.239-264, 2003.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.407, p.2365-2384, 2004.

LIMA, J.A; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R. et al. Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Greg). 2003. UFLA/CNPq. Disponível em: www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol01.pdfT. Acesso em 20 março. 2009.

MACHADO, A.N.; FERREIRA, O.G.L.; SIEWERDT, L. et al. Fósforo e potássio na qualidade da forragem de *Arachis pintoi* introduzido em campo natural. In:Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41. **Anais...** Campo Grande, 2004, p.15.

MENDES, I. de C.; JUNIOR, F.B. dos R.; HUNGRIA, M. et al. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.43, n.8, p.1053-1060, 2008.

NABINGER, C.; PONTES, L. da S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Piracicaba-SP, 2001.

PURCINO, H.M.A.; VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M. et al. Adaptabilidade e características nutricionais de acessos de *Arachis pintoi* às condições edafoclimáticas do cerrado de Minas

Gerais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41. **Anais...** Campo Grande, 2004, p.1-4.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v.161, p.1189-1202, 2004.

SILVA, S.C. da, Desafios e perspectivas para a pesquisa e uso de leguminosas em pastagens tropicais: uma reflexão. In: II Encontro sobre Leguminosas: Desafio e Perspectivas. **Anais...** Nova Odessa – SP, 2008 p.163.

VALLS, J.F.M. Origem do germoplasma de *Arachis pinto* disponível no Brasil. In: RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, 1., 1992, Brasília. **Reunión Sabanas...** Cali: Embrapa-CPAC / CIAT, 1992. p.81-96. (Documento de Trabajo, 117).

XIAO, B.Z.; CHEN, X.; XIANG, C.B.; TANG, N.; ZHANG, Q.F.; XIONG, L.Z. Evaluation of seven function- known candidate genes for their effects on improving drought resistance of transgenic rice under field conditions. *Mol. Plant*, 2, 73-83, 2009.

ZHU, J. K. Cell signaling under salt, water and cold stresses. **Current Opinion in Plant Biology**, v.4, p.401-406, 2001.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v.53, p.247-273, 2002.

CAPÍTULO 1

Adubação nitrogenada e o estabelecimento de mudas do *Arachis pinto* produzidas a partir de estacas

RESUMO

SALES, R.M.P. **Adubação nitrogenada e o estabelecimento de mudas do *Arachis pintoi* produzidas a partir de estacas**. Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2011. 57 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes)¹.

Objetivou-se avaliar o crescimento do *Arachis pintoi* cv. Belmonte adubado com nitrogênio em duas idades de crescimento. O experimento foi realizado em casa de vegetação. O delineamento experimental foi um fatorial 2 x 4, duas idades (70 e 85 dias) e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 and 120 kg N/ha), com 4 repetições. As avaliações de crescimento englobaram as características morfológicas e estruturais como: taxa de aparecimento foliar e filocrono, taxa de alongamento do estolão, número total de folhas verdes/vaso, razão comprimento/largura do folíolo, número de estolões por vaso, número de estolões secundários, comprimento final do estolão, e de produção como massa seca de folha, estolões e raiz, volume de raiz, e razão folha/estolão e parte aérea/raiz. Houve um incremento na massa seca de folhas verdes em 3,0, 4,9 e 2,8 vezes na presença de 40, 80 e 120 kg de N/ha. O nitrogênio proporcionou 8 vezes mais folhas em 15 dias. A dose de 120 kg de N/ha foi responsável pelas maiores massa seca de estolão em 70 e 85 dias (2,8 e 13,4g, respectivamente), o que resultou em maior crescimento da parte aérea em detrimento ao crescimento da raiz, que teve máxima produção em 66 kg de N/ha (4,2g). A idade de 85 dias proporcionou aumento de 3,7 vezes o número de folhas verdes, que apresentou maior número na dose de 120 kg de N/ha (361 folhas). O maior comprimento do estolão (48,0 cm) foi encontrado em 86 kg de N/ha, e maior número de estolões (20 estolões/vaso) entre 78 e 82 kg de N/ha.

PALAVRAS-CHAVE: água, desenvolvimento, leguminosa, nodulação, raiz

ABSTRACT

SALES, R.M.P. **Nitrogen and establishment of seedlings of *Arachis pintoi* grown from cuttings.** Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2011. 57 p. (Dissertation – Magister Scienti in Animal Science – Ruminant Production)².

The objective was to evaluate the growth of *Arachis pintoi* cv. Belmonte fertilized with nitrogen at two ages of growth. The experiment was a factorial 2 x 4, two ages (70 and 85 days) and four nitrogen levels (0, 40, 80 and 120 kgN/ha), with four repetitions. Growth evaluations encompassed the morphogenesis and structural as leaf appearance rate and phyllochron, extension rate of stolons, number of green leaves/pot, ratio length/width of leaves, number of stolons per pot, number of secondary stolons, final length of stolons, and mass production as leaf, rhizome and root, root volume, and ratio leaf/stolon and shoot/root. There was an increase in dry weight of green leaves in 3,0, 4,9 and 2,8 fold in the presence of 40, 80 and 120 kg N/ha. Nitrogen provided 8 times more leaves in 15 days. The dose of 120 kg N/ ha was responsible for the largest stolon dry weight in 70 and 85 days (2,8 and 13,4 g, respectively), which resulted in greater shoot growth at the expense of root growth, which had the maximum yield of 66 kg N/ha (4,2 g). The age of 85 days showed an increase of 3,7 times the number of green leaves that had the highest number in a dose of 120 kg N/ha (361 sheets). The greatest length of stolons (48,0cm) was found in 86 kg N/ha, and a larger number of runners (20 rhizome/pot) between 78 and 82 kg N/ha.

KEYWORDS: water, development, legume, nodulation, root

1.1 INTRODUÇÃO

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte), lançada pela comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), é uma leguminosa rasteira, muito agressiva quanto à cobertura de solo devido aos seus estolões, os quais se fixam no solo por enraizamento dos nós, e apresenta seus pontos de crescimento protegidos, conferindo-lhe grande resistência sob pastejo (Jank et al., 2005).

De acordo com Ramos et al. (2010), o estabelecimento do amendoim forrageiro pode ser considerado muito lento, constituindo-se numa das principais limitações da espécie, dependendo da fertilidade do solo, regime hídrico, modo de propagação e densidade de propágulos.

Em avaliação ao estabelecimento de acessos de amendoim forrageiro, Valentim et al., (2003) observaram que a cultivar Belmonte apresentou 96% de cobertura de solo com dez semanas após plantio e que plantas dessa cultivar são capazes de emitir estolões e colonizar uma área com diâmetro médio entre 174 e 204 cm, em um período de 120 dias de estabelecimento.

Dentre os fatores que interferem o potencial de produção de uma planta forrageira, além do seu potencial determinado geneticamente, é a baixa disponibilidade de nutrientes e de água, o que mais interfere na produtividade e na qualidade da forragem (Patês et al., 2007).

A adubação, especialmente a nitrogenada, é fundamental para o aumento da biomassa. O nitrogênio é o nutriente controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento na biomassa devido ao incremento na fixação de carbono (Nabinger, 2001).

Segundo Fagundes et al., (2006), além da disponibilidade de nutrientes e escolha adequada da espécie forrageira, é necessária a compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o manejo e o ambiente, ferramenta importante para avaliação da dinâmica do crescimento de plantas forrageiras.

O entendimento da formação e desenvolvimento de folhas da espécie é importante para o crescimento vegetal, uma vez que, as folhas são essenciais para a fotossíntese, que é, por sua vez, meio de formação de novos tecidos (Lemaire & Chapman, 1996).

Assim, quando se entende a dinâmica de crescimento e desenvolvimento das plantas que compõem uma pastagem e suas respostas morfofisiológicas aos fatores que as influenciam, se torna mais fácil adequar o manejo visando a sustentabilidade do sistema de produção, respeitando os limites ecofisiológicos das plantas forrageiras (Nascimento Júnior & Adese, 2004).

Nesse estudo, objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre o estabelecimento e crescimento do *Arachis pintoi* cv. Belmonte em duas idades.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação pertencente ao laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, *Campus* “Juvino Oliveira”, no município de Itapetinga-BA, no período de julho a outubro de 2010. O ensaio foi conduzido em um esquema fatorial 2 x 4, sendo duas idades (70 e 85 dias) e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha), disposto no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 32 vasos plásticos com capacidade para 10 dm³.

Foi utilizado um solo classificado como neossolo quartzarênico órtico, de textura Areia-franca, coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. Depois de passado em peneira com malhas de quatro mm, foi realizado o enchimento dos vasos e coletado o material para análise de solo. A análise química do solo, realizados no Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da UESB, apresentou os seguintes resultados: pH em água = 5,7; P = 37 mg.dm⁻³; K = 0,30 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺ = 3,0 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 1,4 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,1 cmol_c.dm⁻³; H = 2,1 cmol_c.dm⁻³; SB = 4,7 cmol_c.dm⁻³; T = 6,9 cmol_c.dm⁻³; V = 68% e M.O = 29 g.dcm⁻³.

De acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Alvarez V. & Ribeiro, 1999), não houve necessidade de calagem, uma vez que o valor de saturação por base se encontrava em 68% na camada de solo coletado. Sendo as leguminosas classificadas, pelos mesmos autores, como médio nível tecnológico, os valores de P e K também se encontravam adequados, sem haver necessidade de correção.

As mudas de amendoim forrageiro foram produzidas a partir de estacas de estolões de plantas matrizes obtidos no *Campus* Juvino Oliveira. O plantio das estacas, com um nó, foi realizado em 21 de julho de 2010 e, após a brotação, foi realizado desbaste mantendo-se 4 plantas por vaso. Durante o experimento, o nível de água no solo foi mantido próximo a capacidade de campo, sendo todos vasos pesados a cada 2 dias.

Para determinação da capacidade de campo, todos os vasos com solo seco foram pesados, saturado com água e, após escoamento total da água, pesados novamente. Pela diferença de peso seco e encharcado foi determinada a máxima capacidade de retenção de água, que foi em torno de 20%.

As doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha, correspondente a 0,44, 0,89 e 1,33 g/uréia/vaso) foram parceladas em duas aplicações, sendo a primeira realizada no dia do plantio das estacas e a segunda após 20 dias.

Após os períodos de 70 e 85 dias, os vasos foram desmontados por meio da lavagem contínua com água corrente e as plantas foram dissecadas em raiz, folhas e estolões. As temperaturas mínima, máxima e média foram registradas no período e apresentaram valores médios de 17,5°C, 39,5°C e 28,5°C, respectivamente.

Foram determinados o volume de raiz (dcm^3), com uso de proveta volumétrica, e a massa seca de raiz, folhas e estolões por vaso por meio de secagem em estufa de 60°C por 72 horas.

Para o estudo do crescimento foi marcado um estolão por vaso, com fitas coloridas, totalizando quatro repetições por tratamento. As medições foram realizadas a cada dois dias, durante o período experimental. Em cada estolão marcado foram avaliados: aparecimento de ápice foliar e exposição completa da folha, comprimento do estolão; número, comprimento e largura dos folíolos completos, número de estolões secundários e estolões por vaso. A partir desses dados foram avaliadas as características morfogênicas (taxa de aparecimento foliar, filocrono e taxa de alongamento do estolão) e estruturais (número total de folhas verdes e estolões, largura e comprimento final dos folíolos e do estolão, número de estolões por vaso e estolões secundários):

- Número total de folhas verdes por vaso (NTFverdes) foi obtido por meio da contagem do número de folhas em expansão e expandidas por vaso;

- Razão comprimento/largura estimadas pela média da divisão do comprimento dos quatro folíolos pela largura de folhas completamente expandidas;

- A taxa de aparecimento foliar (TApF) foi calculada pelo número de folhas (pecíolos) surgidas nos estolões marcados de cada vaso pelo número de dias envolvidos (folhas/dia);

- O filocrono corresponde ao inverso da TApF (dia/folha);

- A taxa de alongamento do estolão TAIE (mm/dia) foi estimada pela diferença entre comprimento final (cm) e comprimento inicial do estolão (cm), dividido pelo intervalo de dias entre as medidas.

- Comprimento final do estolão CFE (cm) obtido pela diferença entre a medida inicial e final do estolão no período experimental;

- Número de estolões secundários/estolão estudados obtido pela contagem do estolões secundários surgidos no período no estolões avaliados;

- Número de estolões por vaso (NEvaso) estimada pela contagem do número de estolões por vaso, no final do período experimental.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação a idade, a dose de N e a interação idade \times dose de N, testados a 5% de probabilidade. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância e o efeito do nitrogênio foi avaliado por análise de regressão, por meio de polinômios ortogonais, pela decomposição da soma de quadrado de nitrogênio em efeitos linear e quadrático. As idades foram comparadas pelo teste F.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca de folhas verdes (MSF) apresentou resposta quadrática para doses de N ($P < 0,05$) e interação ($P < 0,05$) deste com as idades (Tabela 1.1). Para as plantas que não receberam nitrogênio, não houve diferença na massa seca de folhas verdes entre 70 e 85 dias, já com adubações de 40, 80 e 120 kg de N/ha as plantas incrementaram na massa seca das folhas de 3,0, 4,9 e 2,8 vezes aos 85 dias, respectivamente. Para a idade de 70 dias de crescimento, a maior MSF foi em 120 kg de N/ha, com 4,3 g. Em 85 dias, devido resposta quadrática de N, a maior massa seca de folhas verdes foi, aproximadamente, 14,0 g em 84 kg de N/ha.

A massa seca do estolão (MSE) aumentou de forma linear ($P < 0,05$) a medida que se aumentou a quantidade de N, com efeito de interação com as idades ($P < 0,05$). O nitrogênio proporcionou um incremento na MSE de 4,2 vezes para 40 kg de N/ha e de 4,6 vezes para 80 e 120 kg de N/ha (Tabela 1.1). Nas duas idades de crescimento, 70 e 85 dias, a dose de 120 kg de N/ha foi responsável pelas maiores MSE (2,8 e 13,4 g respectivamente). O nitrogênio é controlador de diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento de biomassa devido ao incremento na fixação de carbono (Nabinger, 2001).

A massa seca de folha verde e estolão aumentou a razão folha/estolão (F/E), devido ao crescimento linear do estolão em função das doses de N e idade ($P < 0,05$), havendo uma redução de 24% na razão folha/estolão (Tabela 1.1). Observa-se que o nitrogênio promoveu aumento na produção da parte aérea do amendoim forrageiro, provavelmente, em resposta a maior eficiência fotossintética das folhas e ao alongamento do estolão, o que diminuiu a razão folha/estolão. As plantas que não receberam nitrogênio apresentaram a maior razão folha/estolão (1,8:1), mesmo assim, a massa seca de folhas foi bastante reduzida em relação à presença de nitrogênio. Por outro lado, a redução nessa razão aos 85 dias, foi mais evidente em 120 Kg de N/ha, caracterizando a maior produção de estolão nessa dose.

A massa seca de raiz (MSR) respondeu de forma quadrática ($P < 0,05$) à adubação nitrogenada, com efeito positivo também das idades ($P < 0,05$), o que resultou, em geral, em um incremento de 2,3 vezes na MSR para a idade de 85 dias em comparação a 70 dias de crescimento (Tabela 1.1), apresentando o valor máximo de 4,2 g com 66 kg de N/ha. Da mesma forma, houve efeito quadrático das doses de N ($P > 0,05$) sobre o volume de raiz (Vraiz), alcançando um máximo de 38,0 mL (68 kg de N/ha), e com um aumento no volume de 2,2 vezes aos 85 dias em comparação a 70 dias de crescimento (Tabela 1.1).

A razão parte aérea/raiz (PA/R) foi influenciada ($P < 0,05$) de forma linear pelas doses de N e pelas idades (Tabela 1.1), apresentando aos 85 dias um aumento na razão PA/R de 1,5 vezes em relação aos 70 dias. Esse aumento foi mais expressivo para a dose de 120 kg de N/ha,

a qual atingiu uma razão de, aproximadamente, 4:1, onde também apresentou maior MSE, com reposta linear ao nitrogênio. Esses dados demonstram a contribuição do nitrogênio, principalmente, para o crescimento de parte aérea.

Tabela 1.1 - Efeito da dose de N sobre massa seca da folhas verdes (MSF), massa seca do estolão (MSE), razão folha:estolão (F/E), massa seca de raiz (MSR), volume da raiz (Vraiz) e razão parte aérea:raiz (PA/R) de *Arachis pintoi* cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento

Idade	Kg de N/ha				Média	Equação	R ²
	0	40	80	120			
Massa seca de folhas verdes (g)							
70	2,4 a	3,9 b	2,8 b	4,5 b	3,4 b	$\hat{Y} = 2,6435 + 0,0101N - 0,00003N^2$	0,505
85	4,6 a	11,7 a	13,7 a	12,4 a	10,6 a	$\hat{Y} = 4,708 + 0,22N - 0,0013N^2$	0,998
Média	3,5	7,8	8,3	8,4			
Massa seca de estolão (g)							
70	1,3 a	2,1 b	2,2 b	2,8 b	2,1 b	$\hat{Y} = 1,366 + 0,012N$	0,918
85	3,1 a	8,9 a	10,2 a	12,9 a	8,8 a	$\hat{Y} = 4,161 + 0,077N$	0,918
Média	2,2	5,5	6,2	7,8			
Razão folha/estolão							
70	2,1	1,8	1,5	1,6	1,8 a		
85	1,5	1,4	1,4	1,1	1,3 b	$\hat{Y} = 1,7698 - 0,0037N$	0,981
Média	1,8	1,6	1,5	1,3			
Massa seca de raiz (g)							
70	1,8	2,7	2,0	2,4	2,2 b		
85	3,6	5,9	5,8	4,9	5,1 a	$\hat{Y} = 2,8227 + 0,0401N - 0,0003N^2$	0,846
Média	2,7	4,8	3,9	3,7			
Volume de raiz (mL)							
70	21,3	20,8	21,8	22,5	21,7 b		
85	36,3	52,5	53,8	43,8	46,7 a	$\hat{Y} = 28,8 + 0,27N - 0,002N^2$	0,999
Média	28,8	36,6	37,8	33,1			
Razão parte aérea/raiz							
70	2,0	2,2	3,3	3,1	2,7 b		
85	2,6	3,5	4,3	5,2	3,9 a	$\hat{Y} = 2,331 + 0,0158N$	0,972
Média	2,3	2,9	3,8	4,1			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t e na linha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A idade de 85 dias e a dose de 40 kg de N/ha proporcionaram maior massa seca de nódulo e número de nódulos, 0,43 g e 291 nódulos, respectivamente, nas raízes do amendoim forrageiro (tabela 1.2). Por outro lado, as doses de 80 e 120 kg de N/ha resultaram em massa seca e número de nódulos expressivamente menores aos 85 dias em relação a ausência de adubação nitrogenada, o que indica que altas doses de nitrogênio interferem negativamente na nodulação.

Tabela 1.2 - Efeito da dose de N sobre número e peso seco de nódulos de *Arachis pintoi* cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento

Idade	Kg de N/ha				Média
	0	40	80	120	
Número de nódulos					
70	7,3	90,3	3,50	40,3	35,3
85	220,8	291,0	35,3	41,0	147,0
Média	114,0	190,6	19,4	40,6	
Peso seco de nódulos (g)					
70	0,01	0,12	0,01	0,03	0,04
85	0,32	0,43	0,05	0,07	0,22
Média	0,17	0,27	0,03	0,05	

O número de folhas verdes por vaso (NFV) apresentou um aumento linear ($P < 0,05$) em relação às doses de N e às idades (tabela 1.2), sendo a dose de 120 kg de N/ha correspondente ao maior número de folhas verdes/vaso (aproximadamente 361 folhas) e a idade de 85 dias proporcionou aumento de 3,7 vezes no NFV. O número de folhas presentes em um vegetal está relacionado ao potencial de acúmulo de biomassa da planta, característica importante para recomendações de utilização das espécies, pois cada planta, dependendo de suas características morfológicas, varia em tempo necessário para estacionalidade da produção de matéria seca (Silva et al., 2010). Assim, observou-se que a adubação nitrogenada auxiliou no acúmulo de biomassa do amendoim forrageiro, diminuindo o tempo de seu estabelecimento, por auxiliar no processo de crescimento e desenvolvimento da planta, com crescimento do estolão e aumento no número de folhas.

Segundo Rasmussen et al. (2010), a relação comprimento/largura dos folíolos do *Arachis pintoi* é quase sempre menor que 2,0, o que pode ser observado com o cultivar Belmonte (Tabela 1.3), que respondeu de forma linear à adubação nitrogenada, apresentando na ausência de N uma razão C/L de 1,8 e na presença de qualquer dose de N, a relação C/L de aproximadamente 1,7, não diferindo nas idades estudadas.

O nitrogênio influenciou de forma quadrática ($P < 0,05$) a taxa de aparecimento foliar (TApF), sem efeito das idades (Tabela 1.3). Maior TApF (0,2 folha/dia aproximadamente) foi encontrada, segundo a equação de regressão, entre as doses de 58 a 120 kg de N/ha. Além de considerar o efeito do nitrogênio sobre a produção de massa seca, a influência desse nutriente pode ser atribuída ao aumento na TApF, contribuindo para o crescimento do vegetal e resultando em aumento na área foliar (Thomas, 1983).

Tabela 1.3 - Efeito da dose de N sobre número total de folhas verdes por vaso, razão comprimento/largura do folíolo (C/L), taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono de *Arachis pintoi* cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento

Idade	Kg de N/ha				Média	Equação	R ²
	0	40	80	120			
Número total de folhas verdes/vaso							
70	54,8	92,0	62,0	109,5	79,6 b		
85	188,0	313,3	359,0	312,8	293,3 a	$\hat{Y} = 135,31 + 1,05N$	0,906
Média	121,4	202,6	210,5	258,8			
Razão comprimento/largura do folíolo							
70	1,73	1,71	1,71	1,70	1,71		
85	1,88	1,71	1,64	1,65	1,72	$\hat{Y} = 1,7812 - 0,0011N$	0,814
Média	1,81	1,71	1,68	1,68			
Taxa de aparecimento foliar (nº folha/dia)							
70	0,15	0,19	0,18	0,19	0,18		
85	0,15	0,21	0,19	0,21	0,19	$\hat{Y} = 0,1542 + 0,0001N - 0,000005N^2$	0,784
Média	0,15	0,20	0,19	0,20			
Filocrono (nº dia/folha)							
70	6,7	5,4	5,2	5,5	5,7		
85	6,9	4,9	5,3	4,7	5,5	$\hat{Y} = 6,7411 - 0,0422N + 0,0002N^2$	0,907
Média	6,8	5,2	5,2	5,1			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t.

O inverso da TApF, denominado filocrono também teve efeito quadrático das doses de N ($P < 0,05$), apresentando menor número de dias (4,5 aproximadamente) entre as doses de 100 a 112 kg de N/ha (tabela 1.3). O efeito da adubação nitrogenada sobre a TApF, e, conseqüentemente, sobre o filocrono, pode ser atribuído à influência no N nos processos fisiológicos das plantas, pois o aparecimento de folhas está diretamente relacionado à produção de massa seca e melhor relação entre carbono e nitrogênio (Santos et al., 2009).

A taxa de alongamento do estolão (TAIE) respondeu de forma linear às doses de N e às idades estudadas ($P < 0,05$), de forma que aumentou 2,8 vezes aos 85 dias em relação aos 70 dias de crescimento (tabela 1.4). A dose de 120 kg de N/ha foi responsável pela maior TAIE, aproximadamente 1,0 cm/dia. As doses de N influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$), tanto o comprimento final do estolão como o número de estolões por vaso, os quais, também, aumentaram com a idade ($P < 0,05$). Houve um aumento de 1,5 e 1,3 vezes no comprimento final do estolão e número de estolões por vaso, respectivamente, para a idade de 85 dias em relação 70 dias de crescimento do amendoim forrageiro (tabela 1.4). O maior comprimento de estolão (48,0 cm) foi encontrado na dose de 86 kg de N/ha, e o maior número de estolões por vaso (20 estolões/vaso) entre 78 e 82 kg de N/ha.

Tabela 1.4- Efeito da dose de N sobre a taxa de alongamento do estolão (TAIE), comprimento final do estolão (CFE), número de estolões secundários (NEsec) e número de estolões por vaso (NEvaso) de *Arachis pintoi* cv. Belmonte aos 70 e 85 dias de crescimento

Idade	Kg de N/ha				Média	Equação	R ²
	0	40	80	120			
Taxa de alongamento do estolão (cm/dia)							
70	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5 b		
85	1,1	1,3	1,4	1,4	1,3 a	$\hat{Y} = 0,7902 + 0,0018N$	0,797
Média	0,8	0,9	1,0	1,0			
Comprimento final do estolão (cm)							
70	28,5	35,1	37,4	35,4	34,1 b		
85	36,9	60,3	51,9	60,1	52,3 a	$\hat{Y} = 33,893 + 0,3277N - 0,0019N^2$	0,811
Média	32,7	47,7	44,7	47,8			
Número de estolões secundários/estolão							
70	2,5	4,3	6,8	7,3	5,2 b		
85	3,3	6,8	9,5	10,8	7,6 a	$\hat{Y} = 3,225 + 0,0525N$	0,960
Média	2,9	5,5	8,1	9,0			
Número de estolões por vaso							
70	13,5	17,0	18,8	16,8	16,5 b		
85	17,3	21,0	22,8	22,0	20,8 a	$\hat{Y} = 15,0313 + 0,1281N - 0,0008N^2$	0,995
Média	15,4	19,0	20,8	19,8			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t.

O número de estolões laterais, contados a partir do estolão principal, respondeu de forma linear à adubação nitrogenada ($P < 0,05$) e às idades ($P < 0,05$), apresentando 9,5 estolões secundários em 120 kg de N/ha e 1,5 vezes mais estolões na idade de 85 dias, em comparação a 70 dias de crescimento (tabela 1.4). O crescimento lateral dos estolões é uma característica de grande influência na velocidade de estabelecimento do amendoim forrageiro, por determinar a capacidade de colonização da área pelas plantas (Valentim et al., 2003).

1.4 CONCLUSÃO

Para uma velocidade de estabelecimento do *Arachis pintoi* cv. Belmonte, a adubação nitrogenada se mostra ferramenta eficiente e para o estabelecimento inicial dessa leguminosa.

O nitrogênio apresentou melhor efeito após 85 dias, promovendo um crescimento significativo do amendoim forrageiro, principalmente da parte aérea.

A produção da parte aérea da planta aumentou nas doses entre 40 e 80 kg de N/ha, acelerando seu crescimento e desenvolvimento, facilitando a colonização da área pela planta, sem prejudicar o desenvolvimento de raiz e nódulos.

A dose de 40 kg de N/ha se mostrou eficiente no estabelecimento inicial do amendoim forrageiro sem prejudicar o desenvolvimento das raízes e dos nódulos, necessários para posterior fixação e absorção de nutrientes importantes para a planta.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação, Viçosa, 1999, p.41-60.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M. da.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V. de.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. da. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

JANK, L.; VALLE, C.B. do.; RESENDE, R.M.S. Novas alternativas forrageiras para pastagens tropicais. In: Zootec, 21. **Anais...** Campo Grande, 2005.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB International. 1996. p.3-36.

NABINGER, C. Manejo da desfolha In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2001. p.192-210.

NASCIMENTO JR., D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.289-330.

PATÊS, M.M. da S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F. da.; SANTOS, L.C.; CARVALHO, G.G.P. de C.; FREIRE, M.A.L.F. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1736-1741, 2007.

RASMO, A.K.B.; BARCELLOS, A. de O.; FENANDES, F.D. **Plantas Forrageiras**. Viçosa-MG: UFV, 2010. Cap8.

SANTOS, L.C.; BONOMO, P.; SILVA, V.B.; PATÊS, N.M. da S.; SILVA, C.C.F. da.; PIRES, A.J.V. Características morfogênicas de braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.31, n.1, p.221-226, 2009.

SILVA, V.J. da.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; TEIXEIRA, V.I.; SANTOS, M.V.F dos; LIRA, M. de A.; MELLO, A.C.L de. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.97-102, 2010.

THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, v.51, p.363-371, 1983.

VALENTIM, J.F.; ANDRADE, C.M.S. de.; MENDONÇA, H.A. de; SALES, M.F.L. Velocidade de estabelecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1569-1577, 2003.

CAPÍTULO 2

**Efeito da deficiência hídrica associada à adubação nitrogenada sobre o crescimento de
*Arachis pinto***

RESUMO

SALES, R.M.P. **Efeito da deficiência hídrica associada à adubação nitrogenada sobre crescimento de *Arachis pintoi***. Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2011. 57 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes)¹.

Objetivou-se avaliar o crescimento do *Arachis pintoi* cv. Belmonte adubado com nitrogênio e em condições de estresse hídrico. O experimento foi realizado em casa de vegetação. O delineamento experimental foi um fatorial 4 x 4, quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg N/ha) e quatro níveis de regime hídrico (25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo), com 4 repetições. As avaliações de crescimento englobaram as características morfogênicas e estruturais como: taxa de aparecimento foliar e filocrono, taxa de alongamento do estolão, largura e comprimento final dos folíolos, número total de folhas verdes e senescentes, comprimento final do estolão, número de estolões por vaso, e de produção como: massa seca de folha, estolões e raiz, e razão parte aérea:raiz. Doses próximas a 120 kg de N e 100% da capacidade de campo proporcionou maiores massa seca de folha (14,0g) e estolão (12,5g). Doses de 90 a 120 kg de N/ha reduziram o crescimento da raiz e afetaram o número e peso dos nódulos. O número de folhas verdes respondeu a presença de nitrogênio e disponibilidade de água, apresentando maior número (364 folhas) em 80 kg de N/ha e 80% da capacidade de campo, e menor número (25 folhas) na ausência de nitrogênio e 25% da capacidade de campo. A taxa de aparecimento do estolão respondeu ao regime hídrico apresentando 0,5 cm/dia em 25% da capacidade de campo, e 1,4 cm/dia em 100% da capacidade de campo. Já o comprimento final do estolão foi influenciado pela presença de N e regime hídrico, com maior comprimento (58,2cm) em 70 kg de N/ha e 100% da capacidade de campo.

PALAVRAS-CHAVE: água, desenvolvimento, leguminosa, nodulação, raiz

ABSTRACT

SALES, R.M.P. Effect of water stress associated with fertilization nitrogen on growth of *Arachis pintoi*. Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2011. 57 p. (Dissertation – Magister Scienti in Animal Science – Ruminant Production)².

The objective was to evaluate the growth of *Arachis pintoi* cv. Belmonte fertilized with nitrogen and water stress conditions. The experiment was conducted in a greenhouse. The experiment was a 4 x 4, four nitrogen levels (0, 40, 80 and 120 kg N/ha) and four levels of water regime (25, 50, 75 and 100% of field capacity) with four repetitions. Growth evaluations encompassed morphogenesis and structural as leaf appearance rate and phyllochoron, extension rate of stolons, width and length of leaves, total number of green and senescent leaves, the final length of stolons, stolon number per pot and production as dry mass of leaf, rhizome and root, and ratio shoot to root. Rates close to 120 kg of N/ha and 100% of field capacity resulted in higher leaf dry weight (14,0g) and stolons (12,5g). Doses from 90 to 120 kg de N/ha reduced root growth and affect the number and weight of nodules. The number of green leaves responded to the presence of nitrogen and water availability, showing a higher number (364 sheets) of 80 kg N/ha and 80% of field capacity, and fewer (25 sheets) in the absence of nitrogen and 25% of field capacity. Appearance rates of stolons responded to the water system showing 0,5cm/day in 25% of field capacity, and 1,4 cm/day at 100% of field capacity. Since the final length of stolons was influenced by the presence of nitrogen and water regime, with greater length (58,2 cm) at 70 kg N/ha and 100% of field capacity.

KEYWORDS: water, development, legume, nodulation, root

2.1 INTRODUÇÃO

As leguminosas têm sido amplamente estudadas com o intuito de se obter uma produção animal de baixo custo, de maneira equilibrada, sustentável e ecologicamente correta (Silva, 2008). No sul da Bahia se destaca o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) pela sua rusticidade, qualidade nutricional e cobertura vegetal do solo, característica que proporciona recuperação de áreas de pastagens degradadas, além de boa adaptação a solos de baixa fertilidade, capacidade de produção e de multiplicação vegetativa através de estolões (Pizarro & Rincón, 1994).

Uma das maiores contribuições do amendoim forrageiro ao sistema de produção, como de qualquer outra leguminosa, é seu potencial em fixar o nitrogênio atmosférico, resultando em uma forragem de melhor valor nutritivo e na melhoria da fertilidade do solo (Miranda et al., 2003).

O nitrogênio é constituinte de importantes componentes celulares, como clorofila, proteínas e ácidos nucléicos, exigido em grande quantidade e que limita o crescimento vegetal (Taiz & Zeiger, 2009). Uma vez supridas as necessidades básicas de nutrientes, é o nitrogênio que determina a velocidade de crescimento e produção da forragem (Silva et al., 2008). Dessa forma, a adubação nitrogenada é utilizada como mecanismo de aceleração do crescimento da forragem.

Em leguminosas, a adubação nitrogenada pode interferir na formação de nódulos e, conseqüentemente, na fixação biológica do nitrogênio. Mendes et al. (2008), avaliando a interferência da adubação nitrogenada (50 e 200 kg de N/ha) associada a inoculação na produtividade e nodulação da soja, concluíram que a aplicação de 200 kg/ha de N apesar de apresentar rendimento na cultura, prejudicou a nodulação.

Outro fator limitante ao crescimento das forrageiras é a disponibilidade hídrica. Sabe-se que a exposição das plantas à limitação de água no ambiente promove várias mudanças fisiológicas, e que algumas plantas exibem alguns mecanismos de tolerância a seca como diminuição da área foliar, abscisão foliar e crescimento acentuado da raiz (Taiz & Zeiger, 2009).

Existe uma carência de estudos relacionados à fisiologia e adaptação de leguminosas forrageiras ao estresse hídrico. Além disso, sendo o nitrogênio, o segundo fator mais limitante para produção de biomassa em um ecossistema natural (Lemaire, 1997), se tornam necessários estudos que relacionem a deficiência hídrica à adubação nitrogenada.

Nesse estudo, objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento de *Arachis pintoi* cv. Belmonte cultivado em diferentes condições hídricas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação pertencente ao laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, *Campus* “Juvino Oliveira”, no município de Itapetinga-BA, no período de julho a outubro de 2010. O ensaio foi conduzido em um esquema fatorial 2 x 4, sendo duas idades (70 e 85 dias) e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha), disposto no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 32 vasos plásticos com capacidade para 10 dm³.

Foi utilizado um solo classificado como neossolo quartzarênico órtico, de textura Areia-franca, coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. Depois de passado em peneira com malhas de quatro mm, foi realizado o enchimento dos vasos e coletado o material para análise de solo. A análise química do solo, realizados no Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da UESB, apresentou os seguintes resultados: pH em água = 5,7; P = 37 mg.dm⁻³; K = 0,30 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺ = 3,0 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 1,4 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,1 cmol_c.dm⁻³; H = 2,1 cmol_c.dm⁻³; SB = 4,7 cmol_c.dm⁻³; T = 6,9 cmol_c.dm⁻³; V = 68% e M.O = 29 g.dcm⁻³.

De acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Alvarez V. & Ribeiro, 1999), não houve necessidade de calagem, uma vez que o valor de saturação por base se encontrava em 68% na camada de solo coletado. Sendo as leguminosas classificadas, pelos mesmos autores, como médio nível tecnológico, os valores de P e K também se encontravam adequados, sem haver necessidade de correção.

As mudas de amendoim forrageiro foram produzidas a partir de estacas de estolões de plantas matrizes obtidos no *Campus* Juvino Oliveira. O plantio das estacas, com um nó, foi realizado em 21 de julho de 2010 e, após a brotação, foi realizado desbaste mantendo-se 4 plantas por vaso. Durante o experimento, o nível de água no solo foi mantido próximo a capacidade de campo, sendo todos vasos pesados a cada 2 dias.

Para determinação da capacidade de campo, todos os vasos com solo seco foram pesados, saturado com água e, após escoamento total da água, pesados novamente. Pela diferença de peso seco e encharcado foi determinada a máxima capacidade de retenção de água, que foi em torno de 20%. A determinação da reposição de água para cada capacidade de campo foi calculada em relação a essa diferença.

As doses de N (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha, correspondente a 0,44, 0,89 e 1,33 g/uréia/vaso) foram parceladas em duas aplicações, sendo a primeira realizada no dia do plantio das estacas e a segunda após 20 dias.

Após o período de crescimento, as plantas foram submetidas aos regimes hídricos de 25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo do solo, e o crescimento foi avaliado por um período de 15 dias, determinado pela senescência das plantas submetidas ao regime de 25% da

capacidade de campo. Após esse período, os vasos foram desmontados por meio da lavagem contínua com água corrente e as plantas foram dissecadas em raiz, folhas e estolões. As temperaturas mínima, máxima e média foram registradas no período e apresentaram valores médios de 17,5°C, 39,5°C e 28,5°C, respectivamente.

Foram determinados o volume de raiz (dcm³), com uso de proveta volumétrica, e a massa seca de raiz, folhas e estolões por vaso por meio de secagem em estufa de 60°C por 72 horas.

Para o estudo do crescimento foi marcado um estolão por vaso, com fitas coloridas, totalizando quatro repetições por tratamento. As medições foram realizadas a cada dois dias, durante o período experimental. Em cada estolão marcado foram avaliados: aparecimento do ápice foliar e exposição completa da folha, comprimento do estolão; número, comprimento e largura das folhas completas (sendo estas compostas pelos pecíolos); número de folhas senescentes. A partir desses dados foram avaliadas as características morfogênicas (taxa de aparecimento foliar, filocrono e taxa de alongamento do estolão) e estruturais (número de folhas verdes, número de folhas senescentes, número total de folhas e estolões, largura e comprimento final dos folíolos e do estolão). Essas variáveis foram calculadas da seguinte maneira:

A taxa de aparecimento foliar (TApF): obtida pelo número de folhas (pecíolos) surgidas nos estolões marcados de cada vaso pelo número de dias envolvidos (folhas/dia);

O filocrono corresponde ao inverso da TApF (dia/folha);

A taxa de aparecimento do estolão TAIE (mm/dia) = obtida pela diferença entre comprimento final (cm) e comprimento inicial do estolão (cm), dividido pelo intervalo de dias entre as medidas.

Número total de folhas verdes por vaso (NTFverdes): obtido por meio da contagem do número de folhas em expansão e expandidas por vaso;

Número total de folhas senescentes por vaso (NTFsenescentes): obtido por meio da contagem do número de folhas senescentes por vaso;

Largura e comprimento final dos folíolos (cm): obtido pela média da medida dos quatro folíolos de folhas completamente expandidas;

Comprimento final do estolão CFEstolão (cm): obtido pela diferença entre a medida inicial e final do estolão no período experimental;

Número de estolões por vaso (NEvaso): foi realizada contagem do número de estolões por vaso, no final do período experimental.

Os dados foram submetidos a análise de regressão múltipla, com seleção de modelos lineares significativos até 5% de probabilidade pelo teste F, cujos coeficientes foram analisados pelo teste t, separadamente. Testou-se inicialmente uma equação com efeito linear, quadrático e cúbico além dos efeitos de interação dos fatores regime hídrico e doses de nitrogênio. Para escolha do modelo mais adequado também foi observado o R².

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito das doses de nitrogênio (N) e do regime hídrico (RH) sobre a massa seca de folha (MSF), estolão (MSE) e raiz (MSR). Houve resposta quadrática da massa seca de folha para a interação entre N e regime hídrico (Figura 2.1A). Nesse caso, o aumento na massa seca de folha ocorreu em função do aumento do N e do regime hídrico, chegando a 14,0 g de folhas por vaso em 115 kg de N/ha e 90% da capacidade de campo. Tais resultados indicam a influência positiva do nitrogênio na produção de folhas e da necessidade de água pela planta para manter o crescimento e utilização desse nutriente.

Para a massa seca do estolão (MSE), foi verificada interação das doses de N x regime hídrico, com efeito quadrático do N (Figura 2.1B). A maior produção de massa seca de estolão (12,5 g) foi encontrada em para a dose de 120 kg de N e a 100% da capacidade de campo. Verificou-se que altas doses de nitrogênio pouco influenciou na MSF e MSE com regimes hídricos abaixo de 50% da capacidade de campo demonstrando, mais uma vez, a necessidade de água para o aproveitamento desse nutriente.

Houve resposta quadrática da massa seca de raiz para N e regime hídrico (Figura 2.1C). Em condições hídricas favoráveis (acima de 75% da capacidade de campo) houve uma redução no crescimento da raiz para as doses de 90 a 120 kg de N/ha, provavelmente por não haver necessidade de seu crescimento devido à alta disponibilidade de nitrogênio e água no solo. A maior massa seca de raiz foi próximo a 6,0 g com a dose de 70 kg de N e 80% da capacidade de campo. O volume de raiz (Vraiz) teve efeito linear do regime hídrico, e quadrático do N, segundo a equação: $Vraiz = 19,688 + 0,222**N - 0,0021**N^2 + 0,265*CC$ (*significativo pelo teste t $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,772$.

Como observado com os dados de massa seca de raiz, o nitrogênio não influenciou de forma favorável no crescimento desse órgão, uma vez que, o maior volume de raiz (52,0 mL) foi encontrado em 50 kg N/ha e 100% da capacidade de campo e houve redução nesse volume para doses maiores que 50 kg N/ha em qualquer regime hídrico.

Comparando os pesos de folha, estolão e raiz, nota-se que a parte aérea foi beneficiada pela presença de altas doses de nitrogênio, quando em condições hídricas favoráveis, não ocorrendo o mesmo para as raízes. Tais resultados podem ser justificados, possivelmente, pelo fato de haver alta disponibilidade de nutrientes e água no solo, permitindo o crescimento da parte aérea sem a necessidade de expansão radicular para uma eficiente absorção.

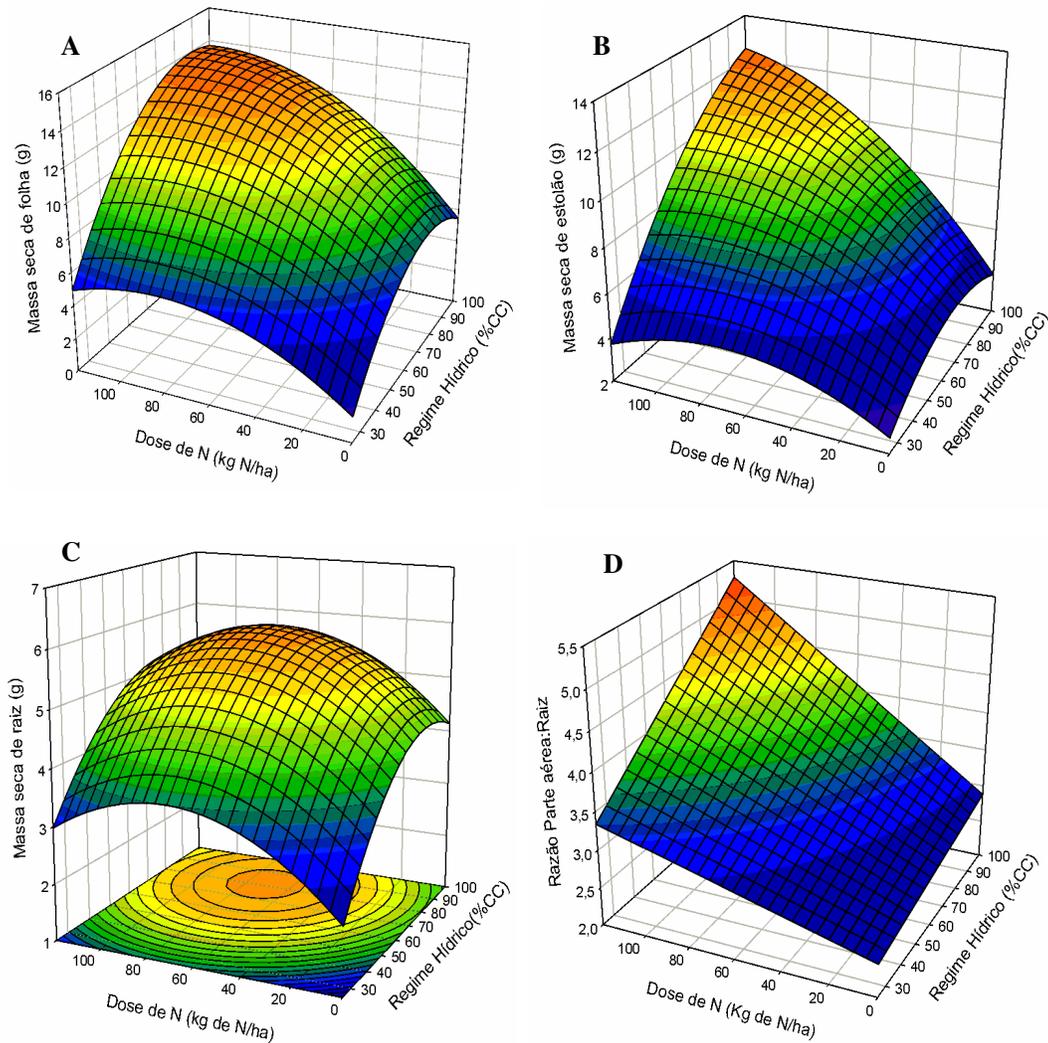


Figura 2.1. Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre (A) Massa seca de folha (MSF); (B) Massa seca de estolão (MSE); (C) Massa seca da raiz (MSR); e (D) Razão parte aérea:raiz (PA:R), segundo as equações: $MSF = -5,23 + 0,089N - 0,00062*N^2 + 0,336CC - 0,0022*CC^2 + 0,00054**NCC$ (* $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,913$; $MSE = -0,173 + 0,0384N - 0,000428**N^2 + 0,140**CC - 0,000997**CC^2 - 0,000851*NCC$ (* $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,967$; $MSR = -0,259 + 0,042*N - 0,00293**N^2 + 0,114*CC - 0,000701*CC^2$ (* $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,861$; e $PA:R = 2,27295 + 0,00352N + 0,00606CC + 0,00016491*NCC$, (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,899$.

A razão parte aérea/raiz (PA:R) apresentou efeito para interação entre N e regime hídrico (Figura 2.1D). A maior razão parte aérea/raiz (5:1) ocorreu na dose de 120 kg N/ha e de 100% da capacidade de campo, corroborando com os dados de massa seca, pois nessas condições apresentou maior produção de parte aérea em relação a raiz. Segundo Belanger et al. (1992), o incremento de N geralmente aumenta o crescimento da parte aérea em detrimento do crescimento radicular, o que é esperado quando não há déficit de nutrientes e água, o que justifica também os resultados de massa seca e volume de raiz.

Verificou-se que em regimes hídricos abaixo de 50% da capacidade de campo, bem como a dose de 120 kg de N/ha resultaram em menor número e peso seco de nódulos nas raízes do amendoim forrageiro. Por outro lado, 40 e 80 kg de N/ha não interferiram na produção de nódulos, apresentando valores semelhantes àqueles da ausência de nitrogênio (tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Efeito da dose de N e do regime hídrico sobre número e peso seco de nódulos de *Arachis pintoi* cv. Belmonte

% CC	Kg de N/ha				Média
	0	40	80	120	
	Número de nódulos				
25	99	122	210	52	120
50	110	79	43	5	59
75	119	279	171	50	154
100	221	291	35	41	147
Média	137	193	115	37	
	Peso seco de nódulos (g)				
25	0,13	0,15	0,19	0,04	0,13
50	0,13	0,10	0,04	0,01	0,07
75	0,12	0,41	0,17	0,05	0,19
100	0,32	0,43	0,05	0,07	0,22
Média	0,17	0,27	0,11	0,04	

Houve efeito quadrático do N e do regime hídrico para número total de folhas verdes (Figura 2.2A). A dose de 80 kg de N/ha e 80% da capacidade de campo resultaram em maior número de folhas verdes, aproximadamente 364, enquanto que, as plantas que não receberam nitrogênio e estiveram no menor regime hídrico (25% da capacidade de campo) apresentaram menor número de folhas verdes (25 folhas). O número total de folhas se torna uma variável importante por influenciar diretamente a produção de matéria seca (Silva et al., 2009), sendo a principal fonte de alimento para os animais criados a pasto além de ser responsável pela fotossíntese e na alocação de recursos para o crescimento da planta.

Para o número total de folhas senescentes ocorreu interação entre N e regime hídrico, o que resultou em maior número de folhas senescentes (78, aproximadamente) na dose de 120 kg de N/ha e no regime hídrico de 25% da capacidade de campo (Figura 2.2B). O regime hídrico entre 70 e 100% da capacidade de campo, em qualquer dose de N, resultou em menor NTFsenescentes, o que demonstra que a disponibilidade de água é fundamental para a manutenção da área foliar verde. Sabe-se que o número de folhas vivas é relativamente

constante para cada espécie (Hodgson, 1990), que o momento de senescência é decorrente do tempo limitado de vida da folha, o qual é determinado por características genéticas e influenciado por condições climáticas e do ambiente (Peternelli, 2003), e que o processo de senescência das forrageiras é acelerado com aumento das doses de nitrogênio, reduzindo a duração de vida das folhas (Silva et al., 2009).

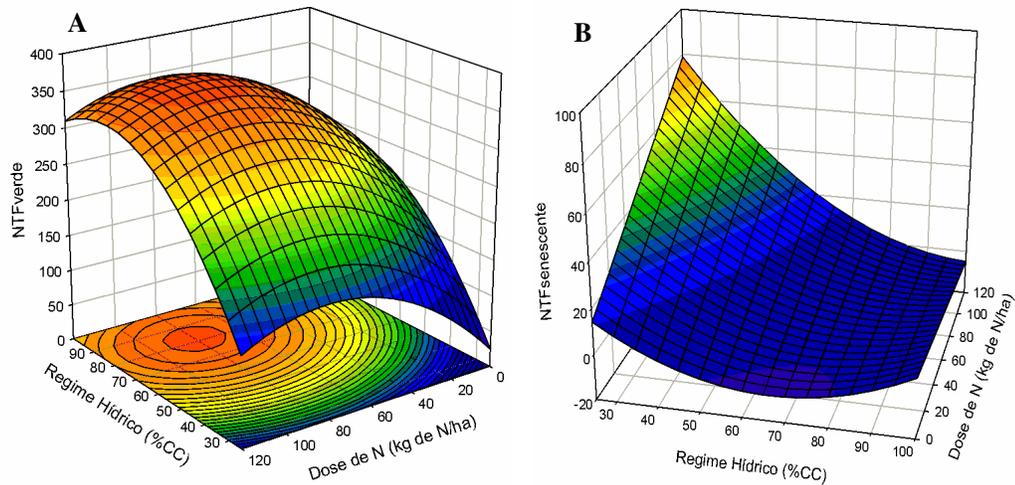


Figura 2.2. Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre (A) número total de folhas verdes (NTFverdes) e (B) número total de folhas senescentes (NTFsenescentes), segundo as equações: $NTF_{verdes} = -199,556 + 3,282*N - 0,0206*N^2 + 10,583*CC - 0,0648*CC^2$ (* $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,882$ e $NTF_{senescente} = 50,534 + 0,748*N - 1,790*CC + 0,0135*CC^2 - 0,00842*N*CC$ (* $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,844$.

Decompondo os efeitos da adubação nitrogenada e do regime hídrico, observou-se efeito quadrático do regime hídrico e da interação doses de N x regime hídrico para a taxa de aparecimento foliar (TA_pF), alcançando-se o máximo, em torno de 1,2 folhas/dias, em 120 kg de N/ha e 90% da capacidade de campo e a mínima, em torno de 0,9 folhas/dias, nessa mesma dose de N e 25% da capacidade de campo (Figura 2.3A). De maneira geral, a adubação de até 15 kg de N/ha, assim como, os regimes hídricos abaixo de 50% da capacidade de campo proporcionaram os menores TA_pF. Isso comprova o efeito positivo do N sobre a TA_pF, divulgada na literatura, e destacando a necessidade de condições hídricas adequadas para que haja disponibilidade e utilização desse nutriente pela planta. A falta de água no solo promove o fechamento estomático a fim de reduzir a perda de água pela transpiração, diminuindo, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes pelas raízes (Taiz & Zeiger, 2009).

Segundo Ludlow & Ng (1977), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois interrompe o alongamento de folhas e raízes muito antes que os

processos de fotossíntese e divisão de células sejam afetados. Isso ocorre porque a divisão e, principalmente, o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular.

O filocrono, que indica o tempo gasto para a formação de uma folha, respondeu de forma quadrática ao regime hídrico, havendo também interação entre N e regime hídrico (Figura 2.3B). A combinação 25% da capacidade de campo e 120 kg N/ha apresentou o maior filocrono (6,6 dias/folha), e o seu menor valor foi em torno de 85% da capacidade de campo e 115 kg N/ha (4,6 dias/folha), reafirmando as colocações sobre TApF. Segundo Silva et al. (2009), o nitrogênio possui uma importância na redução do tempo para o aparecimento de duas folhas sucessivas, aumentando a produção de novas células e tendo reflexo positivo no número de folhas por planta, o que é de grande importância, sendo as folhas a parte da planta com maior valor nutritivo.

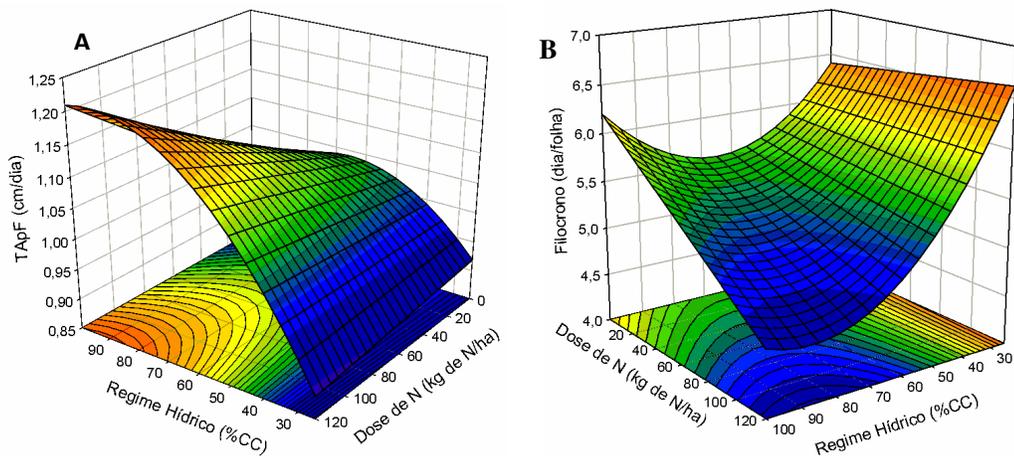


Figura 2.3. Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre (A) taxa de aparecimento foliar (TApF) e (B) filocrono, segundo as equações: $TApF = 0,723 - 0,00108N + 0,00965*CC - 0,0000733*CC^2 + 0,000032*NCC$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,766$ e $Filocrono = 7,787 + 0,00671*N - 0,0687*CC + 0,000528*CC^2 - 0,000196*NCC$ (* $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,744$.

A largura final dos folíolos (LFF) apresentou efeito linear do N segundo a equação $LFF = 1,257 + 0,0014*N$ (*significativo pelo teste t $P < 0,01$), com $R^2 = 0,559$. Nessas condições, a menor largura encontrada foi em torno de 1,3 cm na ausência de N e a maior em torno de 1,4 cm na dose de 120 kg de N/ha. Para o comprimento final dos folíolos (CFF), verificou-se efeito linear do N e quadrático do regime hídrico, segundo a equação $CFF = 2,487 + 0,0014*N - 0,0109*CC + 0,0000875*CC^2$ (*significativo pelo teste t $P < 0,05$), com $R^2 = 0,485$. O maior

comprimento de folhas foi em torno de 2,4 cm nas condições de 100% da capacidade de campo e 120 kg de N/ha, e a menor em torno de 2,1 cm em 60% da capacidade de campo e ausência de N. O suprimento de nitrogênio promoveu um aumento positivo no tamanho das folhas, contribuindo com a produção de massa seca da folha observada na Figura 1A. Ao mesmo tempo esse efeito positivo do N sobre o NTFverdes, MSF, LFF e CFF favoreceu o aumento da senescência foliar, junto com a deficiência hídrica, provavelmente por acelerar o ciclo vegetativo, como explicado e sugerido para o número total de folhas verdes.

A taxa de alongamento do estolão (TAIE) foi influenciada apenas pelo regime hídrico, segundo a equação $TAIE = 0,241 + 0,0116*CC$ (*significativo pelo teste t $P < 0,01$), com $R^2 = 0,567$, apresentando em torno de 0,5 cm/dia em condições de 25% da capacidade de campo e 1,4 cm/dia em 100% da capacidade de campo. O comprimento final do estolão (CFestolão) apresentou efeito quadrático para as doses de N, segundo a equação $CFestolão = 31,813 + 0,217**N - 0,00157**N^2 + 0,189*CC$ (*significativo pelo teste t $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,532$. Dessa forma, o maior comprimento final do estolão foi encontrado em 70 kg de N/ha e 100% da capacidade de campo, alcançando em torno de 58,2 cm. Segundo Duru & Ducrocq (2000), quanto maior o comprimento do colmo (estolão) maior será o comprimento final da folha, além de aumentar o intervalo de aparecimento de folhas, o que foi observado nesses resultados.

Houve efeito quadrático tanto para as doses de N como para regime hídrico para o número de estolões por vaso (NEvaso), segundo a equação $NEvaso = 7,941 + 0,0946*N - 0,000459**N^2 + 0,344*CC - 0,00253*CC^2$ (*significativo pelo teste t $P < 0,01$; ** $P < 0,05$), com $R^2 = 0,662$. O maior número de estolões encontrado foi em torno de 24,5 estolões na dose de 105 kg de N/ha e em 70% da capacidade de campo. O aumento de estolões por planta promove uma maior cobertura do solo pela planta forrageira, contribuindo para a redução da degradação do solo, por diminuir a exposição ao impacto da chuva e a exposição ao sol (Silva et al., 2009).

2.4 CONCLUSÃO

Em condições hídricas favoráveis (70 a 100% da capacidade de campo), o fornecimento de nitrogênio influencia favoravelmente no desenvolvimento da parte aérea do *Arachis pintoi* cv. Belmonte, aos 85 dias de crescimento, sendo as doses de 40 e 80 kg de N/ha mais eficientes, por diminuir o tempo de estabelecimento do amendoim forrageiro, com aumento do número de estolões por vaso, taxa de alongamento do estolão e número de folhas, sem prejudicar a produção de raiz e nódulos. Nas raízes, doses mais elevadas (90 a 120 kg de N/ha) de nitrogênio reduzem seu crescimento.

A presença de nitrogênio no solo tem efeito positivo em condições de baixa disponibilidade de água (regimes hídricos menores que 50% da capacidade de campo), uma vez que, promove maior crescimento e manutenção da área foliar durante o período de estresse.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação, Viçosa, 1999, p.41-60.

BÉLANGER, G., GASTAL, F., WAREMBOURG, F. The effects of nitrogen fertilization and the growing season on carbon partitioning in a sward of tall fescue. **Annals of Botany**, v.70, p.239-244, 1992.

CHAPMAN, D; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress, 17, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** p.95-104. 1993.

DURU, M., DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice**. New York: John Wiley and Sons, 1990, 203p.

LEMAIRE, G. (Ed.). Diagnosis of the nitrogen status in crops. Berlin: Springer, 1997. p. 1-56. In: LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: Aspectos agrônômicos**. 2.ed. Sao Paulo: ANDA, 1992. 64p. (ANDA. Boletim Tecnico, 4).

LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.42, p.263-272, 1977.

MENDES, I. de C.; JUNIOR, F.B. dos R.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D.M.G. de; CAMPO, R.J. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.43, n.8, p.1053-1060, 2008.

MIRANDA, C.H.B.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) por intermédio da abundância natural de ¹⁵N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1859-1865, 2003.

PETERNELLI, M. **Características morfofisiológicas e estruturais do capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv. Marandu) sob intensidades de pastejo.** Pirassununga, 2003. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP. 2003.

PIZARRO, E.A.; RINCÓN, A. Regional experience with forage *Arachis* in South America. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B., eds. **Biology and Agronomy of Forage Arachis.** 1994. Cali, Colômbia: CIAT, 1994, p.144-157.

SILVA, C.C.F. da; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V; MARANHÃO, C.M. de A.; PATÊS, N.M. da S.; SANTOS, L.C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.

SILVA, S.C. da; NASCIMENTO JR, D. do; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: Conceitos Básicos, Produção e Manejo.** Viçosa: Suprema, 2008. 24-29p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 4ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009. 95-102p.

CAPÍTULO 3

Água, clorofila e carboidratos em plantas de *Arachis pinto* sob efeito de regimes hídricos e adubação nitrogenada

RESUMO

SALES, R.M.P. **Água, clorofila e carboidratos em plantas de *Arachis pintoi* sob efeito de regimes hídricos e adubação nitrogenada.** Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2011. 57 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes)¹.

Objetivou-se avaliar o conteúdo relativo de água e os teores de clorofila e de carboidratos do *Arachis pintoi* cv. Belmonte adubado com nitrogênio e em condições de estresse hídrico. O experimento foi realizado em casa de vegetação. O delineamento experimental foi um fatorial 4 x 4, quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg N/ha) e quatro níveis de regime hídrico (25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo), com 4 repetições. As avaliações bioquímicas englobaram: conteúdo relativo de água e déficit de saturação hídrica, clorofilas totais, *a* e *b*, e açúcares redutores, solúveis totais e sacarose de folha, estolão e raiz. O conteúdo relativo de água respondeu o regime hídrico apresentando 73,4 e 91,5% de água nas folhas em 25 e 100% da capacidade de campo, respectivamente. A presença de maiores conteúdos de clorofilas totais, *a* e *b* (8,19; 5,04 e 3,15 mg/g de MS, respectivamente) nas folhas foram encontradas na dose de 120 kg de N/ha. O regime hídrico de 25% da capacidade de campo foi responsável pelos menores conteúdos de açúcares redutores e totais tanto nas folhas como no estolão. A raiz também apresentou menores conteúdos de açúcares totais (51,8 mg/g MS) e redutores (24,9 mg/g MS) em 25% da capacidade de campo, por outro lado conteúdos de sacarose foram maiores nessas condições o que pode estar relacionado com uma tolerância da planta a deficiência hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: água, açúcares, desenvolvimento, leguminosa

ABSTRACT

SALES, R.M.P. **Water, chlorophyll and carbohydrate in plants of *Arachis pintoi* under the effect of water regimes and nitrogen fertilization.** Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2011. 57 p. (Dissertation – Magister Scientist in Animal Science – Ruminant Production)².

The objective was to evaluate the relative water content and chlorophyll content and carbohydrate of *Arachis pintoi* cv. Belmonte fertilized with nitrogen and water stress conditions. The experiment was conducted in a greenhouse. The experiment was a 4 x 4, four nitrogen levels (0, 40, 80 and 120 kg N/ha) and four levels water regime (25, 50, 75 and 100% of field capacity) with four repetitions. The biochemical evaluations covered: relative water content and water saturation deficit, total chlorophyll, *a* and *b*, and reducing sugars, sucrose and total soluble leaf, stolon and root. The relative content said the water system showing 73,4 and 91,5% water in the leaves at 25 and 100% of field capacity, respectively. The presence of higher contents of total chlorophyll, *a* and *b* (8,19, 5,04 and 3,15 mg/g DM, respectively) were found in the leaves at 120 kg N/ha. The water regime of 25% field capacity was responsible for the lower content of reducing sugars and total as much as the leaves on stolons. The root also showed the lowest content of total sugars (51,8 mg/g DM) and reducing sugars (24,9 mg/g DM) in 25% of field capacity, on the other side of sucrose contents were higher in these conditions which can be related to a plant's tolerance to water deficit.

KEYWORDS: water, sugars, development, legume

3.1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a exposição das plantas à limitação de água no ambiente promove várias mudanças fisiológicas e de desenvolvimento. Entretanto, o entendimento básico da fisiologia, da bioquímica e dos mecanismos moleculares para percepção, tradução e tolerância à seca é ainda um grande desafio para a biologia (Valliyodan & Nguyen, 2006).

Devido às conseqüências das mudanças climáticas globais e à dificuldade de adaptação de plantas forrageiras em ambientes semi-áridos, é importante que novas investigações se voltem para o desenvolvimento de plantas que podem crescer e produzir com menos água. Para isso, o entendimento dos mecanismos das diferentes respostas das plantas ao ambiente externo é uma necessidade (Chaves & Oliveira, 2004; Broman, 2007).

As respostas fisiológicas das plantas à falta de água no solo envolvem alto grau de complexidade, pois dependem também da ação conjunta de outros fatores de estresses. O tempo, a intensidade e a duração do estresse são características determinantes dos efeitos produzidos pela seca (Bray, 1997; Chaves & Oliveira, 2004). Em relativa redução gradativa da disponibilidade de água pode-se permitir melhor adaptação da planta à condição de deficiência, restringindo a extensão da injúria.

A diminuição do conteúdo relativo de água (CRA), em resposta à seca, tem sido observada em grande variedade de culturas e plantas que vivem naturalmente em ambientes secos (Gratani & Varone, 2004; Clavel et al., 2005; Chylinski et al., 2007). A extensão da resposta à queda no CRA difere entre as espécies e pode, inclusive, ser um indicativo de baixa capacidade da planta de recuperar-se após o estresse (Gratani & Varone, 2004; Chylinski et al., 2007).

Reduções no CRA e no potencial hídrico foliar promovem um declínio da taxa fotossintética foliar (Lawlor & Cornic, 2002), devido ao fechamento estomático. A prevenção da perda de água, em função do fechamento estomático, bem como o aperfeiçoamento dos mecanismos de absorção de água do solo com baixa umidade, além do investimento adicional no aprofundamento do sistema radicular, são alterações fisiológicas que conferem às plantas maior capacidade de tolerar, em certa extensão, as variações do estado hídrico (Chaves & Oliveira, 2004).

O ajuste osmótico, ou seja, o acúmulo ativo de compostos no interior da célula é outro aspecto apresentado pelas plantas para manter o turgor celular. A manutenção do turgor celular é importante porque permite a continuidade dos processos de crescimento, expansão, divisão celular e fotossíntese, uma vez que a divisão e a expansão celular são diretamente inibidas pelo estresse hídrico (Zhu, 2001).

As reduções da taxa fotossintética e da concentração interna de CO₂ inibem o metabolismo fotossintético total (Reddy et al., 2004). A menor assimilação de carbono pode

influenciar na redução do crescimento da planta, uma das primeiras respostas ao estresse abiótico. Em períodos de seca, plantas tolerantes podem reduzir o crescimento do caule, enquanto a elongação das raízes é estimulada, o que permite a sua penetração no solo em busca de água (Yin et al., 2005; Chylinski et al., 2007).

Em geral, o estresse hídrico pode levar a um aumento (sob estresse moderado) ou a uma estabilização (estresse severo) da concentração de açúcares solúveis nas folhas, apesar da baixa assimilação de carbono, pois o crescimento e a exportação de fotoassimilados também são inibidos (Chaves & Oliveira, 2004). Aumentos da atividade da invertase ácida, coincidindo com um rápido acúmulo de glicose e frutose em folhas de milho foram verificados por Trouverie et al. (2003).

Sob potencial hídrico reduzido, as atividades da frutose-1,6 bisfosfatase e da sacarose fosfato sintase diminuem, o que indica que a taxa de síntese de sacarose e amido é fortemente influenciada pelo estresse hídrico (Haupt-Herting & Fock, 2002). A inibição das atividades dessas enzimas regula a síntese de sacarose e amido tão bem quanto a partição desses carboidratos, sob estresse hídrico (Reddy et al., 2004).

O conhecimento dos fatores limitantes ao crescimento das plantas é importante para o seu estabelecimento e manutenção na pastagem. Quanto sua produção, o nitrogênio se destaca, sendo considerado um dos nutrientes minerais mais relevantes por ser componente essencial dos aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios e clorofila, além de outros compostos orgânicos essenciais à planta (Lavres Júnior & Monteiro, 2003).

Devido à relação existente entre a concentração de N total e a concentração de clorofila nas folhas, esse atributo tem sido utilizado para avaliar o estado nutricional das plantas com relação ao nitrogênio, assim como para determinação da necessidade de nitrogênio (Girardim, 1985).

Neste trabalho objetivou-se o conteúdo relativo de água e os teores de clorofila e de carboidratos de *Arachis pintoi* cv. Belmonte sob diferentes condições de deficiência hídrica e adubação nitrogenada.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação pertencente ao laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, *Campus* “Juvino Oliveira”, no município de Itapetinga-BA, no período de julho a outubro de 2010. O ensaio foi conduzido em um esquema fatorial 2 x 4, sendo duas idades (70 e 85 dias) e quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha), disposto no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 32 vasos plásticos com capacidade para 10 dm³.

Foi utilizado um solo classificado como neossolo quartzarênico órtico, de textura Areia-franca, coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. Depois de passado em peneira com malhas de quatro mm, foi realizado o enchimento dos vasos e coletado o material para análise de solo. A análise química do solo, realizados no Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da UESB, apresentou os seguintes resultados: pH em água = 5,7; P = 37 mg.dm⁻³; K = 0,30 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺ = 3,0 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 1,4 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,1 cmol_c.dm⁻³; H = 2,1 cmol_c.dm⁻³; SB = 4,7 cmol_c.dm⁻³; T = 6,9 cmol_c.dm⁻³; V = 68% e M.O = 29 g.dcm⁻³.

De acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Alvarez V. & Ribeiro, 1999), não houve necessidade de calagem, uma vez que o valor de saturação por base se encontrava em 68% na camada de solo coletado. Sendo as leguminosas classificadas, pelos mesmos autores, como médio nível tecnológico, os valores de P e K também se encontravam adequados, sem haver necessidade de correção.

As mudas de amendoim forrageiro foram produzidas a partir de estacas de estolões de plantas matrizes obtidos no *Campus* Juvino Oliveira. O plantio das estacas, com um nó, foi realizado em 21 de julho de 2010 e, após a brotação, foi realizado desbaste mantendo-se 4 plantas por vaso. Durante o experimento, o nível de água no solo foi mantido próximo a capacidade de campo, sendo todos vasos pesados a cada 2 dias.

Para determinação da capacidade de campo, todos os vasos com solo seco foram pesados, saturado com água e, após escoamento total da água, pesados novamente. Pela diferença de peso seco e encharcado foi determinada a máxima capacidade de retenção de água, que foi em torno de 20%. A determinação da reposição de água para cada capacidade de campo foi calculada em relação a essa diferença.

As doses de N (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha, correspondente a 0,44, 0,89 e 1,33 g/uréia/vaso) foram parceladas em duas aplicações, sendo a primeira realizada no dia do plantio das estacas e a segunda após 20 dias.

Após o período de crescimento, as plantas foram submetidas aos regimes hídricos de 25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo do solo, e o crescimento foi avaliado por um período de 15 dias, determinado pela senescência das plantas submetidas ao regime de 25% da capacidade

de campo. Após esse período, os vasos foram desmontados através da lavagem contínua com água corrente e as plantas foram dissecadas em raiz, folhas e estolões. As temperaturas mínima, máxima e média foram registradas no período e apresentaram valores médios de 17,5°C, 39,5°C e 28,5°C, respectivamente.

Após período de crescimento, que foi de 70 dias, as plantas foram submetidas aos regimes hídricos de 25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo por um período de 15 dias, e após período de estresse hídrico realizado as seguintes avaliações:

Conteúdo relativo de água (CRA) e Déficit de Saturação Hídrica (DSH)

O CRA foi medido em folíolos de três folhas completamente expandidas em cada repetição, coletadas de plantas diferentes. Imediatamente após a coleta, os folíolos foram divididos em seis partes e as avaliações de massa fresca (MF), massa túrgida (MT) e massa seca (MS) foram feitas. A seguinte fórmula foi utilizada para o cálculo do CRA (Barrs, 1968):

$$\text{CRA (\%)} = \frac{\text{MF} - \text{MS}}{\text{MT} - \text{MS}} \times 100$$

Para calcular o Déficit de Saturação Hídrica (indica quanto de água falta a um tecido em relação ao estado de completa saturação), usou-se a seguinte fórmula:

$$\text{DSH (\%)} = \frac{(\text{MT} - \text{MS}) - (\text{MF} - \text{MS})}{\text{MT} - \text{MS}} \times 100$$

Clorofilas totais, a e b

Duzentos miligramas de massa fresca de três folhas por repetição, foram, imediatamente após a coleta, pesados e macerados em acetona 80% gelada, mantendo-se condições de pouca iluminação. Em seguida, filtrou-se o homogenato, completando-se o volume para 20 mL e realizou-se a quantificação em espectrofotômetro a 645 e 663 nm. O cálculo das clorofilas foi realizado através das seguintes fórmulas (Arnon, 1949):

$$\text{Clorofilas totais} = (20,2 \times \text{Abs}_{645}) + (8,02 \times \text{Abs}_{663})$$

$$\text{Clorofila } a = (12,7 \times \text{Abs}_{663}) - (2,69 \times \text{Abs}_{645})$$

$$\text{Clorofila } b = (22,9 \times \text{Abs}_{645}) - (4,68 \times \text{Abs}_{663})$$

Açúcares solúveis totais e açúcares redutores

Para a extração dos carboidratos foram macerados e homogeneizados 500 mg de massa seca de folhas, caules e raízes em 4 mL do seguinte tampão: fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0) e ácido ascórbico 20 mM, seguido de centrifugação a 3.000 rpm por 20 minutos e coleta do sobrenadante. O processo foi realizado por mais duas vezes e os sobrenadantes combinados.

Açúcares solúveis totais foram quantificados pelo método da Antrona (Dische, 1962) e açúcares redutores pelo método do DNS (Miller, 1959).

Os dados foram submetidos a análise de regressão múltipla, com seleção de modelos lineares significativos até 5% de probabilidade pelo teste F, cujos coeficientes foram analisados pelo teste t, separadamente. Testou-se inicialmente uma equação com efeito linear, quadrático e cúbico além dos efeitos de interação dos fatores regime hídrico e doses de nitrogênio. Para escolha do modelo mais adequado também foi observado o R^2 .

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Conteúdo relativo de água (CRA) e o déficit de saturação hídrica (DSH) apresentaram efeito linear ($P < 0,05$) do regime hídrico, apresentados na tabela 3.1. De acordo com as equações, o CRA aumentou com a disponibilidade de água para a planta, onde apresentou 73,4% de conteúdo de água em 25% da capacidade de campo e 91,5% no regime hídrico de 100% da capacidade de campo, sem interferência das doses de nitrogênio. Por outro lado, o DSH apresentou maior valor (26,6%) no regime hídrico de 25% da capacidade de campo, diminuindo progressivamente essa percentagem até um valor de 8,5% no regime hídrico de 100% da capacidade de campo, também sem influência das doses de nitrogênio.

Tabela 3.1 – Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre o conteúdo relativo de água (CRA) e Déficit de saturação hídrica (DSH) de *Arachis pintoi* cv. Belmonte

% CC	Kg de N/ha				Média	Equação	R ²
	0	40	80	120			
Conteúdo relativo de água (%)							
25	72,3	78,0	67,5	72,3	72,5		
50	84,4	87,2	86,9	77,1	83,9		
75	87,7	85,1	89,3	81,0	85,8	$\hat{Y} = 72,711 - 0,0334 + 0,188 * CC$	0,659
100	86,5	90,2	87,8	88,8	88,3		
Média	82,7	85,1	82,9	79,8			
Déficit de saturação hídrica (%)							
25	27,6	22,0	32,5	27,8	27,5		
50	15,6	12,8	13,1	22,9	16,1		
75	12,3	14,9	10,7	19,0	14,2	$\hat{Y} = 27,287 + 0,033N - 0,188 * CC$	0,659
100	13,5	9,8	12,2	11,2	11,7		
Média	17,3	14,9	17,1	20,2			

*significativo pelo teste t $P < 0,05$

O CRA reflete diretamente alterações na taxa fotossintética (Lawlor & Cornic, 2002), uma vez que, com a deficiência hídrica ocorre o fechamento estomático e, conseqüentemente, reduz a entrada de CO₂. A extensão da resposta à queda no CRA difere entre as espécies e pode, inclusive, ser um indicativo de baixa capacidade da planta de recuperar-se após o estresse (Gratani & Varone, 2004; Chylinski et al., 2007). No presente trabalho, as plantas que estavam em 25% da capacidade de campo, apresentavam-se murchas, o que confirma os resultados

obtidos para CRA e DSH. As plantas de 50 e 75% da capacidade de campo, apesar de não apresentarem murcha, mostram um pequeno déficit de saturação hídrica, evidenciando início de estresse hídrico nessas plantas.

Os conteúdos de Clorofilas totais, clorofila *a* e clorofila *b* responderam de forma linear ($P < 0,05$) às doses de nitrogênio (Tabela 3.2). Foi verificado o conteúdo máximo de clorofilas totais, *a* e *b* (8,19; 5,04 e 3,15 mg/g de MS, respectivamente) com a dose de 120 Kg de N/ha. Tais resultados evidenciam que a presença de nitrogênio contribuiu com o aumento de clorofila nas folhas e, conseqüentemente, influenciou de forma efetiva na taxa fotossintética, promovendo maior crescimento da planta como descrito nos capítulos 1 e 2.

Tabela 3.2 – Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre o teor de clorofilas totais, *a* e *b* de *Arachis pintoi* cv. Belmonte

% CC	Kg de N/ha				Média	Equação	R ²
	0	40	80	120			
Clorofilas totais (mg clorofila/g MS)							
25	7,61	6,45	7,57	8,14	7,44		
50	5,08	5,52	7,13	7,83	6,39		
75	5,85	6,02	8,43	7,51	6,95	$\hat{Y} = 6,384 + 0,0169*N - 0,00939CC$	0,823
100	5,45	6,04	6,80	7,61	6,47		
Média	6,00	6,01	7,48	7,77			
Clorofila <i>a</i> (mg clorofila/g MS)							
25	4,20	4,23	4,72	5,16	4,58		
50	3,30	3,23	4,12	4,92	3,89		
75	3,32	3,80	4,88	4,65	4,16	$\hat{Y} = 4,0475 + 0,0102*N - 0,00903CC$	0,892
100	3,41	3,65	3,85	4,03	3,74		
Média	3,56	3,73	4,39	4,69			
Clorofila <i>b</i> (mg clorofila/g MS)							
25	3,42	2,22	2,85	2,98	2,87		
50	1,78	2,29	3,01	2,91	2,50		
75	2,53	2,22	3,55	2,86	2,79	$\hat{Y} = 2,338 + 0,00681*N - 0,000364CC$	0,726
100	2,04	2,39	2,95	3,58	2,74		
Média	2,44	2,28	3,09	3,08			

*significativo pelo teste t $P < 0,05$

O nitrogênio é componente essencial de vários constituintes celulares, dentre eles a clorofila (Lavres Júnior & Monteiro, 2003), cuja quantificação tem sido utilizada para avaliar o estado nutricional das plantas com relação ao nitrogênio (Girardim, 1985). Em condições de

estresse hídrico, principalmente quando combinado com excesso de calor ou de radiação, as plantas perdem clorofila (Havaux & Tardy, 1999), de forma que o conteúdo total de clorofilas nas folhas pode ser um indicativo do estresse hídrico nas plantas (Gratani & Varone, 2004; Chylinski et al., 2007). No presente trabalho, não foi verificada redução nos conteúdos de clorofilas totais em função do estresse hídrico, o que pode ser devido ao fato de que, principalmente, em 25% da capacidade de campo, as plantas secaram do ápice do estolão para a base sem apresentar clorose.

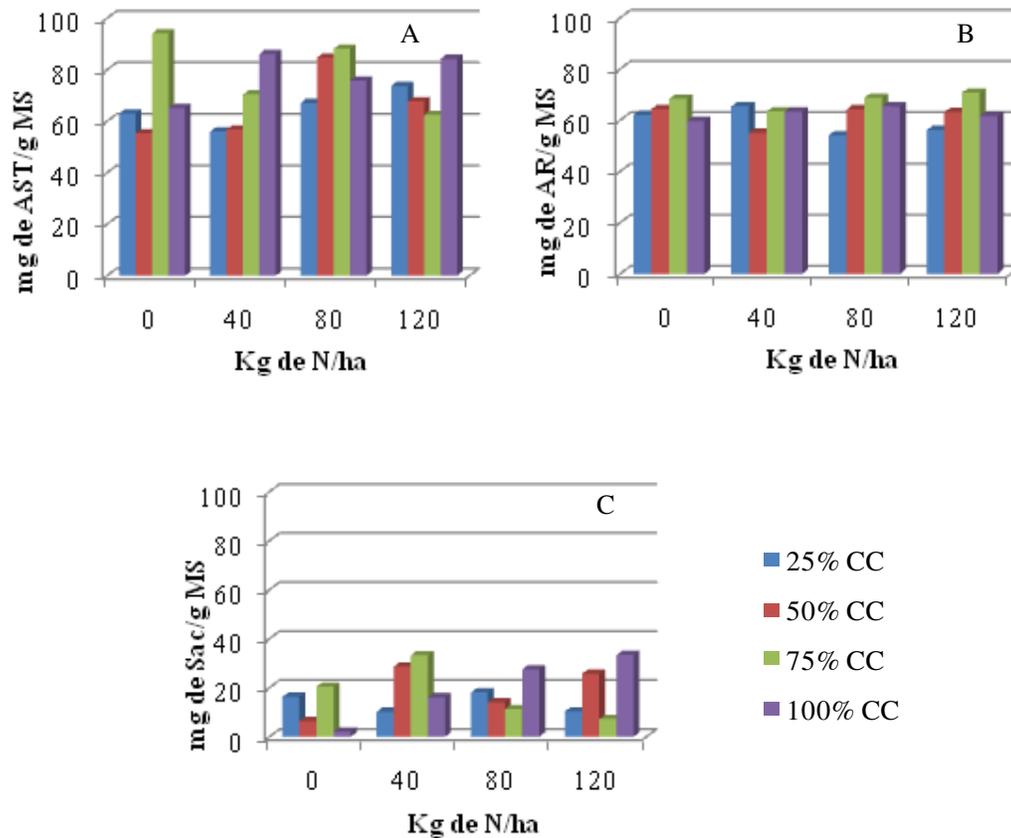


Figura 3.1. Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre (A) Açúcares solúveis totais (AST); (B) Açúcares redutores (AR) e (C) Sacarose (SAC) das folhas, segundo as equações: Açúcares redutores = $54,434 + 0,0452N + 0,0795*CC$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,527$; e Açúcares solúveis totais = $56,181 + 0,0484N + 0,205*CC$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,306$.

O regime hídrico influenciou de forma linear ($P < 0,05$) o conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) da folha (Figura 3.1 A e B). Segundo as equações obtidas para as variáveis, os menores conteúdos obtidos para AR e AST foram 56,4 e 61,3 mg/g MS, respectivamente, para o regime hídrico de 25% da capacidade de campo, e maiores

conteúdos, 67,8 e 82,5 mg/g MS respectivamente, para o regime hídrico de 100% da capacidade de campo.

Como na folha os carboidratos são produzidos por meio da fotossíntese, este processo é diretamente influenciado pelo estresse hídrico (Valliyodan & Nguyen, 2006). É comum alterações nas concentrações desses carboidratos em função do regime hídrico. Ao mesmo tempo, por se tratar de um órgão fonte, os carboidratos não permanecem na folha em grandes quantidades, pois estão sendo produzidos e transportados para outros órgãos (Taiz & Zeiger, 2009) o que pode explicar a variação, principalmente, da sacarose na folha (Figura 3.1 C). Em geral, o estresse hídrico pode levar a um aumento (sob estresse moderado) ou a uma estabilização (estresse severo) da concentração de açúcares solúveis nas folhas, apesar da baixa assimilação de carbono, pois o crescimento e a exportação de fotoassimilados também são inibidos (Chaves & Oliveira, 2004).

O conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de estolão tiveram efeito quadrático ($P < 0,05$) das doses de nitrogênio e do regime hídrico (figura 3.2 A e B), havendo efeito da interação entre os tratamentos para AST de estolão. Para AR, a dose de 120 kg de N/ha e o regime hídrico entre 65 a 75% da capacidade de campo resultaram em maior conteúdo, aproximadamente 82,8 mg/g MS, e os menores conteúdos (44,0 mg/g MS de estolão) nas doses de 40 a 50 kg de N/ha e no regime hídrico de 25% da capacidade de campo. Já os AST, apresentaram menor conteúdo, 109,7 mg/g MS, na interação entre a ausência de nitrogênio e regime hídrico de 25% da capacidade de campo, e maior conteúdo, 174,1 mg/g MS, na interação de 120 kg de N/ha e regime hídrico de 100% da capacidade de campo. Altos conteúdos de AST em caules, sendo que a maior parte desses carboidratos é Sacarose (Figura 3.2 C), evidencia a função de transporte de fotoassimilados desse órgão. Ao mesmo tempo, maiores concentrações de AST e Sacarose em condições hídricas mais adequadas, demonstram alta atividade fotossintética. Segundo Reddy et al. (2004), a deficiência hídrica causa mudanças na relação entre alguns dos produtos finais da fotossíntese, como amido e sacarose, afetando, inevitavelmente, a partição de fotoassimilados para toda a planta.

O conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de raiz responderam de forma quadrática ($P < 0,05$) às doses de N e ao regime hídrico (figura 3.3). De acordo com as equações, o regime hídrico de 25% da capacidade de campo proporcionou os menores conteúdos de AR e AST da raiz, onde a combinação com a dose de 65 kg de N/ha resultou em menor AR (24,9 mg/g MS) e a dose de 40 kg de N/ha em menor conteúdo de AST (51,8 mg/g MS). Enquanto que, os maiores conteúdos de AR e AST ocorreram em 75% da capacidade de campo com ausência de N (56,9 mg/g MS) e 120 kg de N/ha (91,8 mg/g MS), respectivamente. Da mesma forma que para o estolão, o regime hídrico de 25% da capacidade de campo proporcionou menores concentrações de carboidratos, principalmente de AR. Por outro lado, os conteúdos de Sacarose foram maiores nessas condições, de maior deficiência

hídrica, o que pode estar relacionado com o efeito osmótico que esses carboidratos podem exercer em deficiência hídrica. O acúmulo de solutos está relacionado com a capacidade das plantas de tolerar a seca, pois eles ajudam a prevenir a perda de água e a manter o turgor celular, devido ao seu efeito osmótico. Dentre eles, destacam-se prolina, sacarose, oligossacarídeos, e outros (Tamura et al., 2003; Reddy et al., 2004). Mudanças nos conteúdos desses metabólitos estão associadas com funções de proteção celular ou com a manutenção da estrutura dos componentes celulares. Entretanto, muitas plantas não são hábeis para sintetizar esses metabólitos especiais (Seki et al., 2007).

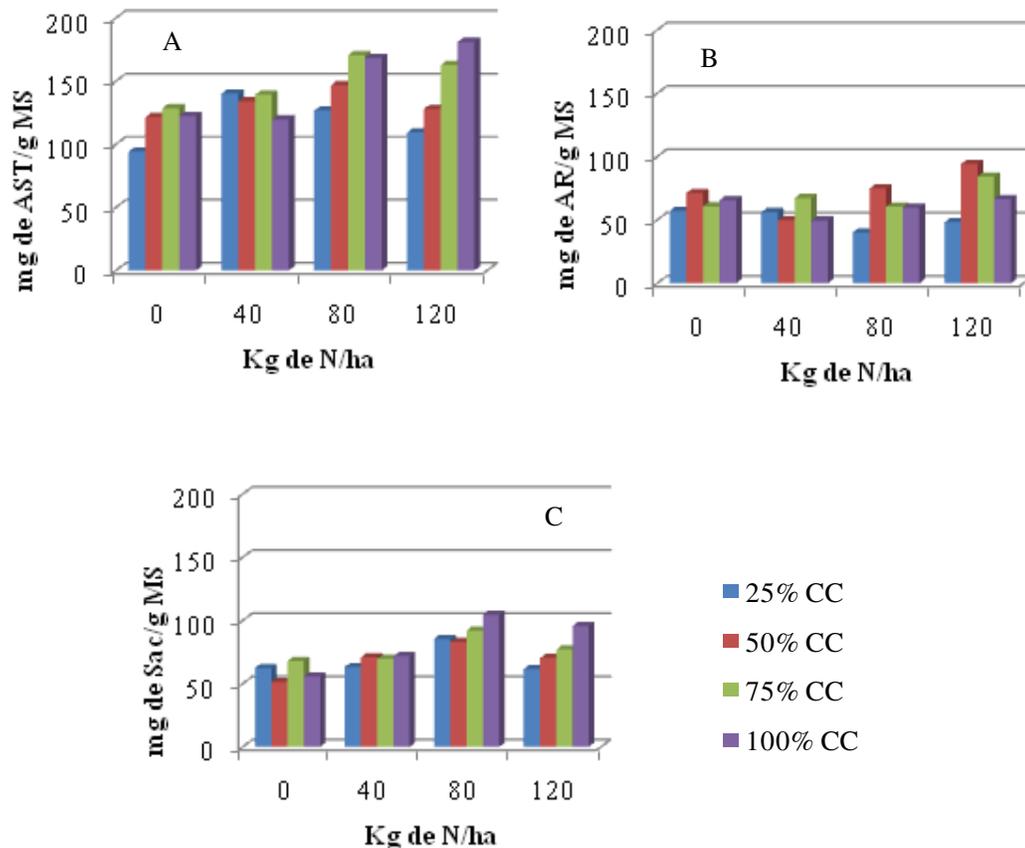


Figura 3.2. Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre (A) Açúcares solúveis totais (AST); (B) Açúcares redutores (AR) e (C) Sacarose (SAC) dos estolões, segundo as equações: Açúcares redutores = $19,900 - 0,342*N + 0,00352*N^2 + 1,596*CC - 0,0119*CC^2$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,603$; e Açúcares solúveis totais = $91,595 + 0,299N - 0,00382*N^2 + 0,898*CC - 0,00697*CC^2 + 0,0068NCC$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,787$.

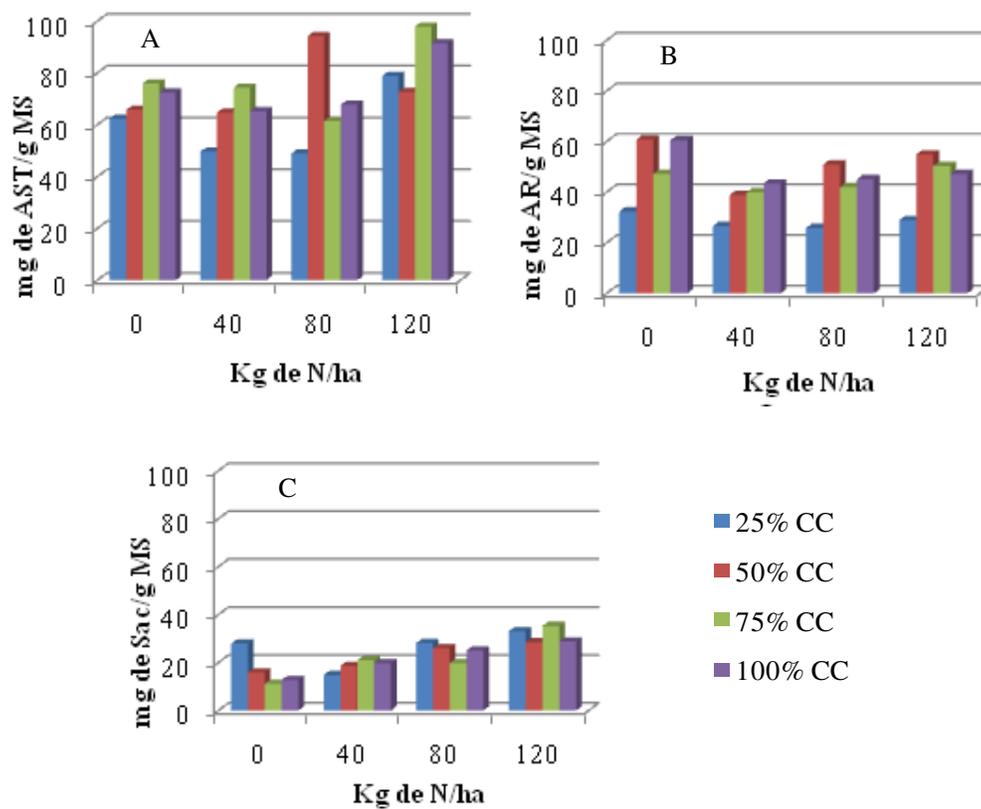


Figura 3.3. Efeito das doses de nitrogênio e do regime hídrico sobre (A) Açúcares solúveis totais (AST); (B) Açúcares redutores (AR) e (C) Sacarose (SAC) das raízes, segundo as equações: Açúcares redutores = $12,112 - 0,353*N + 0,00272*N^2 + 1,158*CC - 0,00749*CC^2$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,709$; e Açúcares solúveis totais = $35,846 - 0,296*N + 0,00357*N^2 + 1,0612*CC - 0,00702*CC^2$ (* $P < 0,05$), com $R^2 = 0,604$.

3.4 CONCLUSÃO

A presença de nitrogênio aumenta os conteúdos de clorofila totais, *a* e *b* do *Arachis pintoi* cv. Belmonte, resultando em maior crescimento.

Em deficiência hídrica, o fornecimento de nitrogênio não influencia na manutenção do conteúdo de água na planta do amendoim forrageiro.

O fornecimento de nitrogênio promove maiores conteúdos de açúcares solúveis totais e sacarose em estolões do amendoim forrageiro, sob condições hídricas favoráveis (>75% da capacidade de campo), evidenciando a atuação desse nutriente no incremento da taxa fotossintética.

Doses de 120 kg de N/ha promovem maiores conteúdos de sacarose na raiz em baixa disponibilidade de água, o que pode estar relacionado a uma tolerância da espécie ao estresse hídrico por esse carboidrato ser osmoticamente ativo.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação, Viçosa, 1999, p.41-60.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Bet vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1949.

BARRS, H. D. Determination of water deficits in plant tissues. Water deficits and plant growth, vol 1. Academic Press, New Delhi, 1968.

BRAY, E. A Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, v.2, n.2, p.48-54, 1997.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.407, p.2365-2384, 2004.

CHYLINSKI, W. K.; LUKASZEWSKA, A. J.; KUTNIT, K. Drought response of two bedding plants. **Acta Physiol Plant**, v.29, p.399-406, 2007.

CLAVEL, D.; DRAME, N. K.; ROY-MACAULEY, H.; BRACONNIER, S.; LAFFRAY, D. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. **Environmental Experimental of Botany**, v.54, p.219-230, 2005.

DEMMIG-ADAMS, B.; GILMORE, A. M.; ADAMS, W. W. In vivo functions of carotenoids in higher plants. **The FASEB Journal**, v.10, p.403-412, 1996.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p.477-520.

GIRARDIM, P.; TOLLENAAR, M.; MULDON, J.F. The effects of temporary nitrogen starvation on leaf photosynthetic rate and chlorophyll content of maize. **Canadian Journal of Plant Science**, v.65, p.491-500, 1985.

GRATANI, L.; VARONE, L. Leaf key traits of *Erica arborea* L., *Erica multiflora* L. and *Rosmarinus officinalis* L. co-occurring in the Mediterranean maquis. **Flora**, v.199, p.58-69, 2004.

HAUPT-HERTING, S.; FOCK, H. P. Oxygen exchange in relation to carbon assimilation in water-stressed leaves during photosynthesis. **Annals of Botany**, v.89, p.851-859, 2002.

HAVAUX, M.; TARDY, F. Loss of chlorophyll with limited reduction of photosynthesis as an adaptive response of Syrian barley landraces to high-light and heat stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.26, p.569-578, 1999.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F.A. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.

LAWLOR, D. W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant and Cell Environment**, v.25, p.275-94, 2002.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v.161, p.1189-1202, 2004.

TROUVERIE, J.; THÉVENOT, C.; ROCHER, J.-P.; SOTTA, B.; PRIOUL, J.-L. The role of abscisic acid in the response of a specific vacuolar invertase to water stress in the adult maize leaf. **Journal Experimental Botany**, v.54, p.2177-2186, 2003.

YIN, C.; PENG, Y.; ZANG, R.; ZHU, Y.; LI, C. Adaptive responses of *Populus kangdigensis* to drought stress. **Physiologia Plantarum**, v.123, p.445-451, 2005.

ZHU, J. K. Cell signaling under salt, water and cold stresses. **Current Opinion in Plant Biology**, v.4, p.401-406, 2001.