

Morgana L. de F. Freire<sup>1</sup>Napoleão E. de M. Beltrão<sup>2</sup>Tantravahi V. R. Rao<sup>3</sup>Hudson E. A. Menezes<sup>3</sup>

# Análise de crescimento não-destrutiva do amendoineiro submetido a doses de $\text{CaSO}_4$ e $\text{P}_2\text{O}_5$

## RESUMO

Devido à ausência de informações relativas à análise de crescimento não destrutiva para a cultura do amendoim, em função da adubação, realizou-se o presente trabalho. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação e constou de 20 tratamentos com três repetições, em esquema fatorial  $5 \times 4$ , sendo os fatores cinco doses de  $\text{CaSO}_4$  (0; 300; 600; 900 e  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e quatro doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0; 50; 100 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ). O crescimento da planta do amendoim foi acompanhado por meio da variação da altura, da área foliar e do diâmetro do caule, em intervalos regulares de 10 dias durante o seu ciclo. Para comparar a análise de crescimento usaram-se as seguintes variáveis de produção: peso de sementes, peso de vagens e número de vagens por planta. A resposta do amendoineiro à aplicação das doses de  $\text{CaSO}_4$  ou  $\text{P}_2\text{O}_5$  para as variáveis de crescimento, não sofreu alterações significativas. Para as variáveis de produção houve diferenças significativas entre os tratamentos, em que as doses médias recomendadas são de  $300,0$  e  $86,9 \text{ kg ha}^{-1}$  para  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente, tomando-se como referência o peso de sementes. O amendoim não desenvolveu rapidamente os sintomas característicos de deficiência, particularmente com as variáveis de crescimento avaliadas.

**Palavras-chave:** adubação, altura das plantas, diâmetro caulinar, área foliar, *Arachis hypogaea* L.

## Non-destructive analysis of growth of peanut as related to $\text{CaSO}_4$ and $\text{P}_2\text{O}_5$ doses

## ABSTRACT

The lack of informations regarding non-destructive growth analysis of peanut crop with respect to the fertilization motivated this research work. The experiment was carried out in a greenhouse and consisted of 20 treatments, with three replications, in a  $5 \times 4$  factorial experimental design. The factors were five doses of  $\text{CaSO}_4$  (0, 300, 600, 900 and  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) and four doses of  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0, 50, 100 and  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ). The peanut plants were accompanied by measurements of plant height, leaf area and stem diameter at regular intervals of 10 days during the crop cycle. To compare the yields the following yield variables were used: weight of the seeds, weight of the kernels and the number of beans per plant. The peanut response to the applications of the doses of  $\text{CaSO}_4$  or  $\text{P}_2\text{O}_5$  for the growth variables did not show significant differences. However, for the yield variables significant differences occurred between the treatments, in which the doses recommended are  $300,0$  and  $86,9 \text{ kg ha}^{-1}$  of  $\text{CaSO}_4$  and  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectively, taking seed weight as reference. The peanut plants did not rapidly developed the symptoms of deficiency with respect to the growth variables studied.

**Key words:** fertilization, height of plants, stem diameter, leaf area, *Arachis hypogaea* L.

<sup>1</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Física, Rua: Juvêncio Arruda, S/N Campus Universitário (Bodocongó). CEP 58.109-790, Campina Grande-PB, Fone: (83) 3315-3343, E-mail: morganafreire@uepb.edu.br,

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Algodão), Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP 58107-720, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3341-3608, E-mail: nbeltrão@cnpa.embrapa.br,

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1031, E-mail: ramana@dca.ufcg.br

## INTRODUÇÃO

O amendoim é uma planta incomum visto que suas vagens se desenvolvem abaixo do solo, ou seja, sua frutificação é hipógea, motivo pelo qual o cuidado com o solo para o bom rendimento da cultura do amendoim é ainda maior, pois os frutos absorvem nutrientes diretamente do substrato (solo), e exigem uma porosidade elevada para o processo de trocas respiratórias com a atmosfera, bem como para a boa qualidade da vagem produzida.

A nutrição e a adubação apresentam aspectos controversos na cultura do amendoim. As estimativas experimentais da adubação fosfatada e da calagem em variáveis agronômicas, ora são positivas ora não têm efeitos (Nakagawa et al., 1993, Marubayashi et al., 1997) porém a falta de qualquer elemento essencial à planta afeta seu crescimento, desenvolvimento e produção. Em termos de sintomas de deficiências de nutrientes, tem-se que a omissão de fósforo e cálcio causa redução de 35 e 75%, respectivamente, na altura das plantas (Rodrigues Filho et al., 1988).

Os métodos de avaliação do estado nutricional das plantas se baseiam, em geral, na análise de solo, na análise de plantas, na diagnose visual e/ou na avaliação das variáveis de produção (fisiológicas e agronômicas). No caso do amendoim, a maioria das pesquisas tem suas respostas avaliadas por meio de variáveis agronômicas (Nakagawa et al., 1973; Walker, 1975; Fornasieri et al., 1987); todavia, o crescimento de um vegetal depende, em termos gerais, do desenvolvimento e da expansão celular, processo sensível à quantidade de nutrientes do solo; então, a análise de crescimento se apresenta como uma técnica válida através da qual se estudam as bases fisiológicas da produção tornando evidentes as influências exercidas pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas. Esta técnica descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo entre duas amostragens sucessivas. Os procedimentos para seu uso são relatados em vários trabalhos, como Blackman (1978), Richards (1969), Hesketh & Jones (1980) e Fitter & Hay (1981).

No caso da cultura do amendoim, a análise de crescimento tem sido empregada para estudos dos efeitos da densidade de plantio (Enyi, 1977); estresse hídrico (Sivikumar & Sarma, 1986); potenciais de água nas folhas (Ong, 1986); modelagem de crescimento e produção de cultivares (Boote et al., 1986); eficiência no uso da radiação (Bell et al., 1992); e eficiência no uso da água (Wright et al., 1994; Fideles Filho, 1997; Silva, 1997), que podem representar o crescimento e o desenvolvimento da cultura, ao longo do ciclo fenológico, mediante o controle das variáveis susceptíveis às modificações com o tempo, além da fácil quantificação.

A análise de crescimento, particularmente a denominada não destrutiva e cujas variáveis têm como base, em geral, a determinação da altura, do diâmetro caulinar, da área foliar por folha e da área foliar por planta, não tem sido registrada para a cultura do amendoim, em especial quando o propósito é a adubação.

Neste trabalho se propôs quantificar as alterações do crescimento do amendoim quando submetido a diferentes doses de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ , através da técnica não destrutiva.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPq), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Campina Grande, PB (7°8'S de latitude, 35°32'W de longitude e 547,6m de altitude). A cultivar de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), objeto de estudo, foi a BR-1, de ciclo curto (98 dias), recomendada para as condições de sequeiro.

O experimento constou de 20 tratamentos, com três repetições, e esquema fatorial 5 x 4, cujos fatores foram cinco doses de  $\text{CaSO}_4$  (0; 300; 600; 900 e 1200 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0; 50; 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), totalizando 60 unidades experimentais, dispostas em delineamento estatístico de blocos completos ao acaso. Os vasos de 22 litros foram pintados de cinza metálica com furos, para facilitar a drenagem e lixiviação. As doses de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  foram aplicadas em cobertura na semeadura.

Assim, os adubos minerais sulfato de cálcio (16% de Ca) e superfosfato triplo (42%  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 12% Ca), foram considerados fontes de cálcio e fósforo. O nitrogênio também foi incorporado pela aplicação de sulfato de amônio (20% de N), em dose única de 20 kg ha<sup>-1</sup> para todos os tratamentos, no início da floração.

O material do solo utilizado foi caracterizado física (Tabela 1) e quimicamente (Tabela 2) na EMBRAPA-Algodão e no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997). A caracterização física constitui a granulometria, densidade, porosidade e conteúdo de água (CC – Capacidade de Campo e PMP – Ponto de Murcha Permanente). A caracterização química constou das determinações de pH (em água), teor de matéria orgânica (MO), nutrientes disponíveis (P, K, Ca, Na e Mg) e alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ). Utilizou-se, no experimento, o horizonte superficial de um Neossolo Regolítico, típico da região de Campina Grande, PB.

**Tabela 1.** Características físicas do solo na profundidade de 0,20m

**Table 1.** Physical characteristics of the soil in 0,20m depth

Granulometria (%)			Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)	Conteúdo de água (%)		Classificação Textural
Areia	Silte	Argila	Solo	Partícula	-	CC (0,03 MPa)	PMP (1,5 MPa)	-
60,54	19,47	19,99	1,50	2,72	44,85	6,36	1,79	Franco Arenoso

**Tabela 2.** Características químicas do solo utilizado na profundidade de 0,20m**Table 2.** Chemical characteristics of the soil in 0,20m depth

Complexo Sortivo (mmol. dm <sup>-3</sup> )						P	MO
Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	pH	(mg dm <sup>-3</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )
14,0	4,0	7,0	1,1	1,0	5,0	1,69	4,4

Análise: Embrapa-Algodão, Campina Grande-PB

As irrigações foram diárias, de forma a se repor a água consumida na evapotranspiração (cerca de 500 mL) e manter o solo com umidade próxima à capacidade de campo. Depois da fase de floração foram utilizados cerca de 700 mL de água em cada unidade experimental.

O crescimento do amendoim foi acompanhado através de dados relativos à variação da altura das plantas, da área foliar e do diâmetro do caule, em intervalos regulares de 10 dias, durante o ciclo da cultura.

Para determinação das variáveis de crescimento: altura de plantas, diâmetro caulinar e área foliar, usaram-se, respectivamente, trena, paquímetro e régua. As variáveis de crescimento foram determinadas a cada 10 dias após a emergência. A área foliar foi quantificada multiplicando-se os valores da área foliar do folíolo pelo número de folíolos por planta. Obteve-se a área de cada folíolo pelo seu comprimento (Comp) e largura (Larg), em que se considerou a forma elíptica para o folíolo, cuja área é  $\frac{\pi L \text{ larg Comp}}{4}$ .

Após a análise de variância e de acordo com o nível de significância no teste F para as doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, procedeu-se o estudo de regressão. As variáveis de crescimento foram ajustadas a modelos logísticos, conhecidos também por modelos sigmóides. Dentre vários modelos existentes na literatura, utilizou-se o seguinte (Richards, 1969):

$$Y_i = \frac{A}{1 + e^{-(B + C t_i)}} + \varepsilon_i$$

onde:

A - estimativa assintótica do crescimento máximo

B e C - constantes de ajustamento

t<sub>i</sub> - tempo em dias

ε<sub>i</sub> - erro experimental

Utilizaram-se, para comparação do uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para a avaliação dos efeitos das doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as variáveis de produção: peso de vagens, peso de sementes e número de vagens por planta, avaliadas pelo método da análise da variância univariada. Os dados das variáveis de produção foram submetidos a análise de regressão e de variância de regressão, de acordo com a metodologia de Pimentel & Conagin (1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância dos dados relativos às variáveis de crescimento de altura da planta (cm), diâmetro caulinar (cm) e área foliar (cm<sup>2</sup>), correspondentes aos 90 dias após a emergência, encontram-se na Tabela 3. Na análise de variância verificou-se - interação (P < 0,005) das doses de CaSO<sub>4</sub> e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para o diâmetro caulinar e área foliar. O efeito significativo relatado teve probabilidade de 5% pelo teste F.

**Tabela 3.** Análise de variância para variáveis relacionadas à avaliação do crescimento das plantas do amendoim BR-1, submetidas a diferentes doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em casa-de-vegetação**Table 3.** Analysis of variance for variables related to analysis of the growth of peanut plants BR-1, submitted to different doses of CaSO<sub>4</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, in a green-house

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura <sup>(T)</sup>	Diâmetro	Área Foliar <sup>(T)</sup>
A Doses de CaSO <sub>4</sub> (I - 1)	4	0,524NS	0,0011NS	8,972NS
B Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (J - 1)	3	0,842*	0,0017NS	29,407NS
A x B CaSO <sub>4</sub> x P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (I - 1) (J - 1)	12	0,322NS	0,001*	29,420*
Tratamentos		0,4468NS	0,0016*	25,113NS
Blocos (k - 1)	2	0,330NS	0,0006NS	11,7327NS
Resíduo (IJ - 1) (K - 1)	38	0,255	0,0008	12,466
CV%		9,24	5,76	5,93
Total (IJK - 1)				

T - Dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ 

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

NS - Não significativo pelo teste F

Houve diferença significativa das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para altura e da interação doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para o diâmetro do caule e área foliar, mas, para a altura e área foliar não observou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3); na análise de variância dessas variáveis houve a transformação dos dados, em  $\sqrt{x+1}$ .

Para as análises de variância aos 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após a emergência das plantas não se constatou efeitos significativos dos tratamentos porém aos 80, apresentam-se com os mesmos efeitos dos 90 dias após a emergência das plantas.

Para o diâmetro do caule, a significância entre os tratamentos ocorreu pelo fato de que quando se faz a análise de variância da regressão, observou-se interações significativas apenas nos desdobramentos das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dentro da dose de 900 kg ha<sup>-1</sup> de CaSO<sub>4</sub> (com 1% de probabilidade pelo teste F) e das doses de CaSO<sub>4</sub> dentro da dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (com 5% de probabilidade pelo teste F) mas os modelos de regressão linear e quadrático não foram significativos e o desvio de regressão foi de 1% de probabilidade, fato que, implicitamente, justifica a razão de não se usar superfícies de respostas na apresentação dos resultados.

As variáveis referentes à análise de crescimento das plantas do amendoim (altura, diâmetro caulinar e área foliar) foram avaliadas nas diferentes fases do ciclo cultural (dos 10 aos 90

dias após a emergência – DAE) e apresentaram tendência logística para todas as doses de cálcio e fósforo. A Tabela 4 apresenta os valores dos parâmetros A, B e C da análise de crescimento, que se ajustaram aos dados experimentais, de forma significativa ( $P < 0,001$ ), para todos os tratamentos testados, com tendência logística e elevados coeficientes de regressão ( $R^2$ ), correspondendo a um modelo exponencial  $y = A / [1 + e^{-(B+Ct)}]$ .

O crescimento do amendoim (Figura 1) independente da adubação, apresentou três fases distintas: uma inicial, anterior ao aparecimento dos ginóforos, com crescimento relativamente lento (aproximadamente até os 40 DAE); outra intermediária, do início do aparecimento dos ginóforos até o começo do enchimento dos grãos (aproximadamente até os 70 DAE), com crescimento acelerado e a última, quando ocorre o desenvolvimento das sementes, em que o aumento da altura e da área foliar é muito lento e as curvas tendem a se aproximar de um patamar. No caso do diâmetro, essas fases não estão bem distintas e apresentam crescimento lento até cerca dos 40 DAE; a partir deste período, as curvas se aproximam de um patamar, fase da floração e do aparecimento dos primeiros ginóforos; essas fases são semelhantes às observadas por Feitosa et al. (1993) para várias cultivares do amendoim,

quando avaliaram o crescimento, em termos do acúmulo de matéria seca.

A forma geral das curvas obtidas para cada variável estudada, está de acordo com as de outros trabalhos, conforme literatura (Silva, 1997; Fideles Filho, 1997).

Portanto, a resposta do amendoim à aplicação das doses de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  para as variáveis de crescimento, em particular para o diâmetro do caule, que apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, não se mostrou satisfatória, fato este identificado quando se fez a avaliação das curvas das doses de  $\text{CaSO}_4$  dentro das de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e vice-versa, em que não se pode determinar o tratamento com maior crescimento, evento comprovado através da análise de variância (Tabela 3) e das curvas apresentadas na Figura 1.

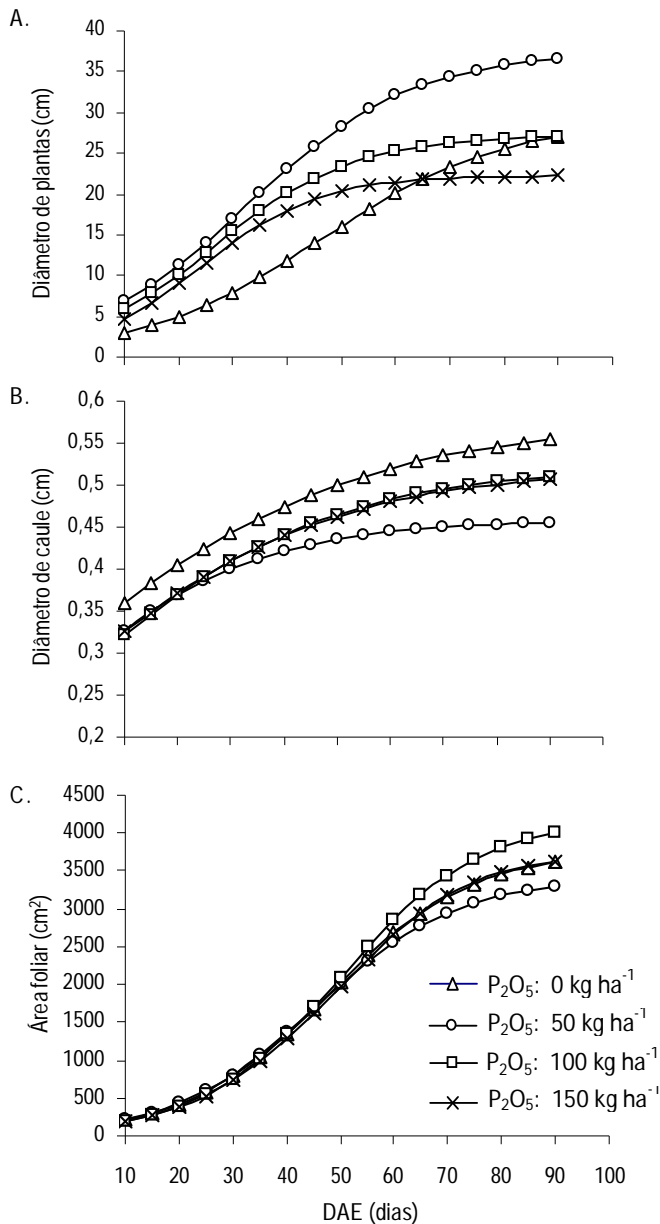
Segundo Street & Öpik (1974), uma fase de crescimento vegetativo é seguida por uma de crescimento reprodutivo e essa transição é usualmente marcada pelo ápice caulinar que se modifica muito abruptamente, passando da produção de órgãos vegetativos para a produção de flores. No caso do crescimento das plantas do amendoim, este ápice se refere a partir dos 40 DAE, ao período de florescimento e aparecimento dos primeiros ginóforos; talvez a explicação para o fato das variáveis de crescimento das plantas do amendoim não apre-

**Tabela 4.** Coeficientes da equação  $y = A / [1 + e^{-(B+Ct)}]$  ajustados aos dados de altura das plantas, diâmetro do caule e área foliar, para cada tratamento, onde t é o tempo em dias após a emergência

**Table 4.** Coefficients of the equation  $y = A / [1 + e^{-(B+Ct)}]$  adjusted to the data of plant height, stem diameter and leaf area, for each treatment, where t is the time in days after emergency

Tratamentos (kg/ha)		Coeficientes											
CaSO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Altura				Diâmetro do caule				Área foliar			
		A	B	C	R <sup>2</sup>	A	B	C	R <sup>2</sup>	A	B	C	R <sup>2</sup>
0	0	26,091	-2,344	0,073	0,980**	0,518	0,225	0,043	0,984**	4389,616	-4,101	0,082	0,999**
0	50	33,190	-2,114	0,074	0,973**	0,506	-0,170	0,066	0,975**	4081,461	-3,606	0,075	0,988**
0	100	29,855	-2,420	0,068	0,968**	0,502	-0,219	0,060	0,984**	4343,848	-3,394	0,065	0,992**
0	150	38,271	-2,239	0,068	0,967**	0,469	-0,029	0,053	0,973**	4046,261	-3,210	0,060	0,989**
300	0	26,813	-2,197	0,063	0,987**	0,531	0,203	0,043	0,994**	4136,170	-3,926	0,080	0,996**
300	50	33,470	-2,214	0,061	0,973**	0,521	0,225	0,044	0,979**	4680,294	-3,807	0,074	0,985**
300	100	22,791	-1,865	0,060	0,972**	0,481	0,323	0,034	0,938**	4065,433	-3,558	0,070	0,985**
300	150	28,151	-2,067	0,053	0,954**	0,500	0,330	0,046	0,988**	2894,700	-3,352	0,077	0,988**
600	0	23,030	-2,342	0,074	0,982**	0,487	0,452	0,033	0,970**	3536,143	-3,300	0,066	0,987**
600	50	30,150	-2,155	0,064	0,974**	0,478	0,182	0,046	0,967**	4112,539	-3,912	0,081	0,989**
600	100	34,057	-2,034	0,049	0,965**	0,472	0,635	0,075	0,955**	4421,079	-3,499	0,069	0,984**
600	150	27,375	-2,532	0,077	0,978**	0,483	-0,355	0,073	0,972**	3945,399	-4,539	0,100	0,997**
900	0	29,185	-2,746	0,059	0,991**	0,577	0,169	0,034	0,977**	3786,560	-3,741	0,077	0,994**
900	50	37,386	-2,160	0,066	0,974**	0,459	0,408	0,051	0,977**	4188,978	-3,801	0,076	0,997**
900	100	27,152	-2,086	0,078	0,969**	0,523	0,065	0,040	0,991**	3766,488	-3,568	0,075	0,991**
900	150	22,296	-2,209	0,091	0,954**	0,519	0,118	0,040	0,982**	3390,957	-3,454	0,076	0,996**
1200	0	30,950	-2,473	0,067	0,990**	0,494	0,273	0,043	0,994**	3885,322	-3,549	0,072	0,997**
1200	50	35,056	-2,236	0,056	0,964**	0,515	-0,133	0,049	0,989**	3807,181	-3,370	0,069	0,994**
1200	100	37,569	-2,517	0,067	0,968**	0,499	-0,532	0,067	0,999**	3591,616	-3,860	0,081	0,992**
1200	150	32,919	-2,282	0,060	0,979**	0,499	-0,261	0,064	0,997**	4099,549	-3,614	0,076	0,995**

\*\* Valores estatisticamente significativos pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.  
(OBS) Coeficientes do modelo significativos a 1% de probabilidade pelo teste t.



**Figura 1.** Influência das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dentro da dose de 900 kg ha<sup>-1</sup> de CaSO<sub>4</sub> sobre (A) altura, (B) diâmetro do caule e (C) área foliar de plantas do amendoim em função do DAE (dias após a emergência), em condições de casa-de-vegetação. Curvas típicas de cada variável de crescimento

**Figure 1.** Influence of the doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> inside the dose of 900 kg ha<sup>-1</sup> of CaSO<sub>4</sub> on (A) height, (B) stem diameter and (C) leaf area of peanut plants as a function of DAE (days after the emergency), in green-house conditions. Typical curves of each growth variable

sentarem significância para as doses de CaSO<sub>4</sub> e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, seja o “tempo de reação”, apresentado pela planta para o padrão de transporte desses nutrientes para o seu metabolismo. Seria um tempo para o reajustamento dos nutrientes com o solo e depois com a planta; este reajustamento se deve ao fato da adubação ter sido realizada no momento do plantio. Por esta razão, de modo geral, as adubações CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não contribuíram para uma diferença significativa das variáveis de crescimento por alongação mas devem estar contribuindo para a formação (crescimento) dos órgãos reprodutivos. Este fato pode ser identificado na Tabela 5, em que se constata diferenças significativas nos tratamentos, nas doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e na interação das doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $P < 0,001$ ) para as variáveis de produção, peso de vagens (PV), peso de sementes (PS) e número de vagens (NV) por planta. A Tabela 6 apresenta as doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> recomendadas para cada variável, ou seja, de máxima produtividade; os valores das variáveis PV, PS e NV para as doses recomendadas de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e para o tratamento em que estas doses são nulas e o aumento da produtividade, usando como referência os valores do tratamento em que as doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> são nulas. Tomando-se como base o peso de sementes, as doses recomendadas de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> são 300,0 e 86,9 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 5.** Análise de variância para variáveis relacionadas à avaliação da produção das plantas do amendoim BR-1, peso de vagens (PV), peso de sementes (PS) e número de vagens por planta (NV), submetidas a diferentes doses de CaSO<sub>4</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em casa-de-vegetação

**Table 3.** Analysis of variance for variables related to yield variables of peanut plant BR-1, weight of kernels (PV), weight of seeds (PS) and the number of kernels (NV) per plant submitted to the different doses of CaSO<sub>4</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, in a greenhouse

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		PV	PS	NV
A Doses de CaSO <sub>4</sub> (I - 1)	4	31,88**	2,36**	75,89**
B Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (J - 1)	3	15,97**	17,33**	28,40**
A x B CaSO <sub>4</sub> x P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (I - 1) (J - 1)	12	14,93**	1,79**	73,36**
Tratamentos	19	18,66**	4,37**	66,79**
Blocos (k - 1)	2	1,12NS	0,13NS	2,22NS
Resíduo (IJ - 1) (K - 1)	38	0,39	0,18	3,59
CV%		3,67	3,18	7,26
Total (IJK - 1)				

T - Dados transformados em  $\sqrt{x + 1}$

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

NS - Não significativo pelo teste F

**Tabela 6.** Valores das doses recomendadas da produção por planta para as doses 0 kg ha<sup>-1</sup> CaSO<sub>4</sub> e 0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e para as doses recomendadas e, aumento percentual da produtividade das variáveis peso de vagem (PV), peso de sementes (PS) e número de vagens por planta (NV)

**Table 6.** Values of doses recommended, yield per plant for the doses of 0 kg ha<sup>-1</sup> CaSO<sub>4</sub> and 0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and for doses recommended and percent increase in the productivity of the variables weight of kernels (PV), weight of seeds (PS) and the number of kernels (NV)

Variável	Produção por Planta		Doses Recomendadas		Aumento % na Produtividade <sup>(3)</sup>
	0 kg ha <sup>-1</sup> CaSO <sub>4</sub> e 0 kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>(1)</sup>	Doses recomendadas <sup>(2)</sup>	CaSO <sub>4</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	
PV (g)	15,33	19,57	300,0	67,2	27,66
PS (g)	12,37	14,18	300,0	86,9	14,63
NV	17,67	31,5	686,7	63,0	78,27

(1) - Valores obtidos através de medições; (2) - Valores determinados através dos efeitos de regressão; (3) - Aumento na produtividade com relação a ausência de aplicação de nutrientes

O amendoim seria então, uma espécie vegetal que não desenvolve rapidamente os sintomas característicos de deficiência, sobretudo com as variáveis de crescimento aqui colocadas; e não é uma planta indicadora, como as que fazem parte da gama de plantas para testes de suspeitas de deficiência mineral do solo; talvez isto explique por que o amendoim só dá indícios para estudos de deficiência mineral nas variáveis ditas de produção e as variáveis de crescimento não destrutivas, sejam ferramenta útil para avaliação entre cultivares (Alvarez et al., 2005), do déficit hídrico (Correia & Nogueira, 2004) e da omissão de macronutrientes (Rodrigues Filho et al., 1988).

Apesar da análise de crescimento ser uma tentativa válida para se estudar as bases fisiológicas da produção, em que são colocadas em evidência as influências exercidas por variáveis ambientais, genéticas e agrônomicas, a utilizada aqui parece não relatar bem os fatores externos das doses de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Um argumento para isso pode estar no fato de que o uso da técnica não destrutiva parece não ser a viável quando o fenômeno a ser estudado é a adubação mineral (e, principalmente, quando esta foi executada no momento da semeadura); já se colocou antes o tempo de resposta da planta aos nutrientes e, em especial, àqueles que apresentam baixa mobilidade quanto a redistribuição na planta como, por exemplo, o cálcio e o enxofre ou, ainda, que as variáveis estudadas poderiam responder melhor se o fator a ser estudado fosse, por exemplo, o estresse hídrico (Silva, 1997; Fideles Filho, 1997; Silva, 1999; Nóbrega et al., 2001). Uma outra explicação que poderia ser colocada é considerar o amendoim uma planta rústica, ou seja, uma cultura que muito se beneficia da adubação residual de culturas antecedentes (Cope et al., 1984; Rosolem et al., 1993).

Finalmente, apesar de algumas significâncias das doses de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  nas variáveis de crescimento, os diferentes tratamentos empregados não determinaram variações substanciais do amendoizeiro.

## CONCLUSÕES

Apesar da análise de crescimento, não destrutiva ser ferramenta valiosa na avaliação das cultivares, o crescimento das plantas do amendoim, refletido pelas variáveis de crescimento, não sofreu alterações substanciais devido às adubações de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

As variáveis de produção: peso de sementes, peso de vagens e número de vagens por planta, apresentaram alterações em virtude das adubações de  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Para se avaliar o efeito de adubação no amendoim é mais conveniente o uso das variáveis de produção.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez, R.C.F.; Rodrigues, J.D.; Marubayashi, O.M., Alvarez, A.C.C.; Crusciol, C.A.C. Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.); Acta Scientia Agronomy, Maringá, v. 27, n. 4, p. 611-616, 2005.
- Bell, M.J.; Wright, G.C.; Hammer, G.I. Night temperature effects radiation use efficiency in peanut. Crop Science, v. 32, p. 1329-1335, 1992.
- Blackman, P.A.; Rochester, E.W.; Hammond, J.M. Effects of irrigation on peanut disease. Proceeding American Peanut Research & Education Association, v. 10, p. 68. Abstr., 1978.
- Boote, K. J.; Jones, J. W.; Mishoe, J. W.; Wilkerson, G. G. Modeling growth and yield of groundnut. In: Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of International Symposium. ICRISAT Sahelian Center: Niamey, Niger, ICRISAT, Patancheru. Andhra Pradesh, India, 1986. p. 243-255.
- Cope, J. I.; Starling, J. G.; Ivey, H. V.; Mitchell Junior, C. C. Response of peanuts and other crops to fertilizers and lime in two long term experiments. Peanut Science, v.11, n. 2, p. 91-94, 1984
- Correia, K. G.; Nogueira, R. J. M. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico, Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 4, n. 2, 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. Manual de método de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLS, 1997. 212p.
- Enyi, B.A.C. Physiology of grain yield in groundnuts (*Arachis hypogaea*). Experiment Agriculture, v. 13, p. 101-110, 1977.
- Feitosa, C.T.; Nogueira, S.S.S.; Gelin, M.A.N.; Rodrigues Filho, M.A.N. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.50, n.3, p.427-437, 1993.
- Fideles Filho, J. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas a cultura do amendoim sob diferentes níveis de irrigação. Universidade Federal da Paraíba, Tese de Doutorado (Recursos Naturais), Campina Grande-PB, 1997. 97p.
- Fitter, A.H.; Hay, R.K.M. Environmental physiology of plants. Academic Press, New York, 1981. p. 7-55.
- Fornasieri, J.L.; Ferreira, M.E.; Vitti, G.C.; Fornasieri Filho, D. Efeitos do uso de calcário e gesso sobre algumas características produtivas do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) "das águas". Científica, Jaboticabal, v.15, p.45-54, 1987.
- Hesketh, J. D.; Jones, J. W. Integrating traditional growth analysis techniques with recent modeling of carbon and nitrogen metabolism. Predicting photosynthesis for ecosystem models. Boca Raton, v. 1, p. 51-92, 1980.
- Marubayashi, O.M.; Rosolem, C.A., Nakagawa, J.; Zanotto, M. D. Adubação fosfatada, produção e qualidade de sementes de populações de amendoim. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.9, p. 885-892, 1997.
- Nakagawa, J.; Nakagawa, J.; Boaretto, A. E. Ensaios com doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura do adubo fosfatado na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea*, L.). Revista Agricultura, Piracicaba, n. 48, p. 37-44, 1973.
- Nakagawa, J.; Nakagawa, J.; Imaizumi, I.; Rossetto, C.A.V. Efeitos de fontes de fósforo e da calagem na produção de amendoim. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n.4, p. 421-431, 1993.

- Nóbrega, J.Q.; Rao, T.V.R.; Beltrão, N.E. de M; Fideles Filho J. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.3, p. 437-443, 2001.
- Ong, C.K. Agroclimatological factors affecting phenology of groundnut. In: *Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of an International Symposium. ICRISAT Sahelian Center Niamey, Niger, ICRISAT, Patanchery. Andhra Pradesh, India*, p. 115-126, 1986.
- Pimentel Gomes, F.; Conagin, A. Experimentos de adubação: planejamento e análise estatística. 2º Simpósio de Estatística Aplicada a Experimentação Agronômica. 32ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, Londrina – Paraná, 1987.
- Richards, F.J. The quantitative analysis of growth. In: Stewart, F. C. *Plant physiology: a treatise*. New York, Academic Press, 1969. P 3-76.
- Rodrigues Filho, F.S.O.; Feitosa, C. T.; Gerin, M.A.N. Omissão de macronutrientes em plantas de amendoim; *Bragantia*, Campinas, v. 47, n.2, p. 305-312. 1988.
- Rosolem, C.A.; Marabayashi, O. M.; Zanotto, M.D. Produção de genótipo de amendoim em função da adubação fosfatada. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 24., Goiânia, 1993. Resumo. Goiânia: SBCS, p. 55, v.2, 1993.
- Silva, L.C. Respostas ecofisiológicas e desempenho agrônomico do amendoim cv. BR1 submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação. Universidade Federal da Paraíba, Tese de Doutorado (Recursos Naturais), Campina Grande-PB, 1997. 126p.
- Silva, L.C. Taxa de crescimento cultural, resistência estomática e produtividade do amendoim em condições de irrigação. *Revista Oleogênica Fibrosa*, Campina Grande, v.3, n.1, p. 61-64, jan-abr., 1999.
- Sivakumar, M.V.; Sarma, P. S. Studies on water relations of groundnut. In: *Agrometeorology of Groundnut. Proceedings of an International Symposium. Niamey: ICRISAT Sahelian Center Niger, Patanchery: ICRISAT*, p. 83-98, 1986.
- Street, H.E.; Öpik, H. *Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento*, São Paulo: Polígono, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. 315p.
- Walker, M.E. Calcium requirements for peanuts. *Comm. Soil Sci. Pl. Anal.*, v.6, n. 3, p. 299-313, 1975.
- Wright, G.C. Nageswara Rao, R. C. Farquhar, G.D. Water-use efficiency and carbon isotop discrimination in peanut under water deficit conditions. *Crop Science*, Madison, v. 34, p. 92-97, 1994.