

Produtividade, atributos industriais e avaliação econômica de castanha em cajueiro-anão precoce adubado com doses crescentes de nitrogênio e potássio, em cultivo sob sequeiro¹

Nut yield, industrial characteristics and economic evaluation of rain-fed CCP 76 dwarf cashew clone as affected by nitrogen and potassium fertilization

Lindbergue Araujo Crisóstomo², Adroaldo Guimarães Rossetti³, Carlos Roberto Machado Pimentel², Paulo Diógenes Barreto⁴ e Raimundo Nonato de Lima⁴

RESUMO

Foi realizado um experimento de campo, em regime de sequeiro, com o clone de cajueiro-anão precoce CCP 76, no espaçamento de 7 x 7 m, no período de maio de 1995 a dezembro de 2002, com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica sobre o rendimento de castanha, atributos tecnológicos e retorno econômico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com a combinação de quatro níveis de nitrogênio (N) (0; 51,0; 102,0 e 153,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹), na forma de uréia, e potássio (K₂O) (0; 24,5; 49 e 73,4 kg ha⁻¹ ano⁻¹), na forma de cloreto de potássio. A produtividade de castanha foi crescente do primeiro ao sétimo ano de cultivo. No sétimo ano (2002), observou-se efeito significativo do nitrogênio e potássio sobre a produtividade de castanha, com o máximo de rendimento 1.753 kg ha⁻¹ nas doses de 55,83 e 31,20 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, estimado pela equação: $Y = 1254,3333 + 10,3492N + 13,4701K - 0,0765N^2 - 0,1642K^2 - 0,0577NK$ ($R^2 = 0,6388$). Não foram observados efeitos significativos da adubação sobre os atributos tecnológicos da castanha. O melhor retorno econômico, de US\$ 355,36 ha⁻¹ ano⁻¹, foi observado com a aplicação de 21,9 e 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, respectivamente.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, castanha de caju, cultivo de sequeiro, adubação do cajueiro.

ABSTRACT

A rain-fed trial, with CCP 76 dwarf cashew clone, on a 7 m x 7 m spacing, carried out from May 1995 to December 2002, to evaluate nitrogen and potassium application over cashew nut productivity, industrial characteristics and profits from fertilization. The experimental design was a randomized block with four levels of each, nitrogen (0; 51.0; 102.0 and 153.3 kg ha⁻¹ year⁻¹) as urea and potassium (K₂O) (0; 24.5; 49.0 and 73.4 kg ha⁻¹ year⁻¹) as potassium chloride. Nut yield increased from 1st to 7th year cropping. Maximum nut yield of 1,753 kg ha⁻¹ was obtained in 7th year with 55.83 and 31.20 kg ha⁻¹ year⁻¹ of N and K₂O, respectively. Nitrogen and potassium needs of cashew plants can be estimated by the equation: $Y = 1254,3333 + 10,3492N + 13,4701K - 0,0765N^2 - 0,1642K^2 - 0,0577NK$ ($R^2 = 0,6388$). Nut quality was not influenced by nitrogen and potassium application. A profit of US\$ 355,36 was obtained with 21,9 and 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ of N and K₂O combination.

Index terms: *Anacardium occidentale*, cashew nut, dwarf cashew, cashew fertilization, rain-fed crop.

¹ Recebido para publicação em 05/02/2004. Aprovado em 07/04/2004.

² Engenheiro Agrônomo, D. Sc., pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita 2270, CEP 60511-110 Fortaleza, CE. E-mail: lindbergue@cnpat.embrapa.br ; pimentel@cnpat.embrapa.br

³ Matemático, M. Sc., pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: adroaldo@cnpat.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: diogenes@cnpat.embrapa.br ; rlima@cnpat.embrapa.br

Introdução

A área brasileira ocupada com cajueiro é de, aproximadamente, 629.000 ha, da qual 80% é encontrada na Região Nordeste, principalmente nos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, propiciando 35.700 empregos no campo, 20.000 na indústria processadora, e divisas anuais da ordem de 135 milhões de dólares (Paula Pessoa et al., 1995).

Dois tipos de cajueiros são encontrados no Brasil: o comum e o anão precoce. O cajueiro-anão precoce ocupa aproximadamente 3% da área cultivada (Barros et al., 1998) e, devido ao seu porte, a colheita manual do pseudofruto e fruto é facilitada, propiciando total aproveitamento da produção, tanto para consumo *in natura* como para a indústria.

No que concerne à adubação, Ghosh e Bose (1986) avaliaram o efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, isoladamente ou em combinações binárias e terciárias, tendo relatado que os maiores rendimentos de castanha foram obtidos com a combinação N, P₂O₅ e K₂O equivalente a 200, 75 e 100 g planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Posteriormente, Ghosh (1989), trabalhando com plantas de sete anos de idade, por três anos sucessivos, concluiu que o maior rendimento de castanha foi obtido com a combinação N, P₂O₅ e K₂O (500, 200 e 200 g planta⁻¹ ano⁻¹). Resultados semelhantes foram relatados por Mahanthesh e Melanta (1994), contudo, a dose de fósforo foi somente a metade daquela observada pelo autor anterior. Quando da avaliação de doses crescentes de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 g planta⁻¹ ano⁻¹) na presença de P₂O₅ e K₂O, nas doses de 200 e 400 g planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, Ghosh (1990), constatou que as variáveis peso de castanha, número de castanha, altura e envergadura de plantas foram crescentes e atingiram o máximo com 600 g de N planta⁻¹ ano⁻¹. Grundon (1999), trabalhando por três anos sucessivos, com plantas de quatro anos de idade, relatou aumentos substanciais sobre a produção de castanha, com aplicação de fósforo até 288 g planta⁻¹ ano⁻¹ e enxofre até 176 g planta⁻¹ ano⁻¹ porém, nenhuma reposta foi observada com aplicação de K₂O, até 3.000 g planta⁻¹ ano⁻¹. Estudando a localização da aplicação de fertilizantes, Subramanian et al. (1995) observaram que o maior rendimento de castanha em plantas com quinze anos de idade, foi obtido com 250, 125 e 125 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, quando aplicados em uma faixa circular de 1,5 m de largura e raios de 1,5 e 3,0 m de distância do tronco.

Objetivando à avaliação da produção de matéria seca de plantas de cajueiro, Vishnuvardhana et al. (2002) observaram que os maiores rendimentos de castanha foram obtidos com a combinação N, P e K, (1000, 250 e 250) g planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Contudo, do ponto de vista econômico, a formulação N, P, K, (500, 250, 250) g planta⁻¹ ano⁻¹ foi o tratamento que produziu melhor resultado.

Geralmente, pouca ou nenhuma ênfase tem sido dada à avaliação econômica da aplicação de fertilizantes sobre o rendimento de castanha. Na Índia, Vidyachandra e Hanamashetti (1984) em experimento de campo com aplicação de N, P₂O₅ e K₂O, nas doses de 127, 181 e 108 g planta⁻¹ ano⁻¹, isoladamente ou em combinações binária e terciária, durante seis anos, relataram lucro líquido de R\$19,10 (US\$ 0,42) planta⁻¹ com a combinação terciária. Na Austrália, segundo Grundon (1999), a adubação normalmente é restrita à cobertura com nitrogênio e potássio, com custo variando de US\$ 0,16 a 0,32 planta⁻¹ ano⁻¹ tendo relatado, ainda, que aplicações de fertilizantes em maiores doses, quando comparadas com as tradicionalmente utilizadas, propiciaram receita variando de US\$ 169 a 468 ha⁻¹ ano⁻¹.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação com nitrogênio e potássio em cajueiro-anão precoce em regime de sequeiro, sobre a produtividade de castanha, os teores de nutrientes nas folhas, atributos industriais (peso da castanha e amêndoa, percentual de casca e amêndoa e relação casca amêndoa) e, ainda, o benefício econômico advindo da adubação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido a partir de 1995, em um solo Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média, no Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical, de coordenadas geográficas: 4° 11' 38.6"S e 38° 29' 51.5"W, altitude 60 m, precipitação pluvial média anual 931 mm e temperatura média anual 25 °C. As características químicas e físicas do perfil do solo na área experimental encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com dois fatores (N e K₂O), quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos resultaram da combinação de quatro doses dos dois fatores (nitrogênio 0; 51; 102 e 153 kg ha⁻¹ ano⁻¹) equivalentes a (0; 250; 500 e 750 g planta⁻¹ ano⁻¹), tendo como fonte a uréia, e (potássio 0; 24,48; 48,96

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do perfil do solo Argissolo Vermelho-Amarelo, Pacajus, CE.

Atributos	Horizontes			
	0-26	26-52	52-120	120-140+
Profundidade (cm)				
M.O. g/kg	13,8	4,7	3,5	4,0
pH _{água 1:2,5}	5,8	5,6	5,3	4,8
P* g kg ⁻¹	2,8	0,8	0,9	1,8
K* mmol _c kg ⁻¹	1,5	0,8	0,7	0,8
Ca** mmol _c kg ⁻¹	18,7	21,7	15,9	17,9
Mg** mmol _c kg ⁻¹	2,6	2,0	1,8	2,0
Na* mmol _c kg ⁻¹	4,2	4,5	4,7	3,9
Al* mmol _c kg ⁻¹	0,5	0,5	1,0	3,0
H+Al*** mmol _c kg ⁻¹	9,1	7,4	9,1	13,2
Cu* mg kg ⁻¹	0,25	-	-	-
Fe* mg kg ⁻¹	5,6	10,5	12,9	7,7
Mn* mg kg ⁻¹	5,3	2,6	1,0	0,9
Zn* mg kg ⁻¹	1,5	0,6	0,6	0,3
SB mmol _c kg ⁻¹	27,0	29,0	23,1	24,6
CTC mmol _c kg ⁻¹	36,1	36,4	32,2	37,8
V%	75,0	80	72	65
Argila g kg ⁻¹	38,0	53,0	59,8	120,6
Silte g kg ⁻¹	19,0	20,0	16,7	33,4
Areia fina g kg ⁻¹	236,0	220,0	283,5	261,5
Areia grossa g kg ⁻¹	707,0	707,0	640,0	584,5

Extratores: Mehlich¹, Solução de KCl 1,0 M², Acetato de cálcio 1,0M³.

e 73,44 kg ha⁻¹ ano⁻¹), equivalentes a (0; 120; 240 e 360 g planta⁻¹ ano⁻¹), na forma de cloreto de potássio aplicados, a partir do quarto ano após o transplante das mudas. No primeiro ano aplicaram-se 25% das doses testadas, com incrementos anuais de 25% até o terceiro ano. Utilizaram-se mudas enxertadas do clone CCP 76, transplantadas em covas de 40 x 40 x 40 cm e espaçadas de 7 x 7 m. Após abertura, foram colocados no fundo das covas, 100 g de calcário dolomítico e estas completadas com uma mistura de terra superficial, 150 g de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 50 g de FTE BR-12. Na estação seca de 1995 todas as plantas receberam duas porções semanais de 20 litros de água, para garantia da sobrevivência.

Anualmente, e no período das chuvas, os fertilizantes nitrogenado e potássico, para cada tratamento, foram aplicados em três parcelas iguais e distribuídos em sulcos circulares, cujo raio foi aumentado em função da área de terreno coberta pela copa da planta. Juntamente com a primeira dose de N e de K₂O aplicaram-se, por planta ano, 150 g de P₂O₅ e 100 g de FTE BR-12.

De todas as parcelas, colheram-se quatro folhas maduras mais jovens do fluxo do ano, por ocasião do início da floração e nos quatro pontos

cardeais. O material colhido foi seco e os conteúdos de nitrogênio e potássio quantificados. Na mesma ocasião foram coletadas amostras compostas do solo, quatro por planta, totalizando 16 subamostras por tratamento. A colheita de castanhas foi realizada semanalmente, as quais, após secagem ao sol por 72 horas, foram pesadas. Amostras de castanhas maturadas e colhidas no mês de outubro foram utilizadas para análise dos atributos industriais. Os dados da produção anual de castanha, os teores de N e K nas folhas, peso de amêndoas, percentagem de amêndoas, de casca e relação casca amêndoas, e teor de potássio trocável nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm foram submetidas à análise de variância, utilizado-se um modelo de regressão linear, ajustado pelo método dos mínimos quadrados, por meio da equação: $Y = a_0 + b_0N + b_2K + b_4NK + b_1N^2 + b_3K^2$. A partir desta foram determinados os pontos de produção máxima, técnica e econômica. Os níveis ótimos, do ponto de vista técnico e a superfície de resposta foram calculados conforme Khuri e Cornell (1996).

Para a análise econômica, o modelo utilizado foi o da função de produção, que expressa a relação entre quantidade de produto e de insumos requeridos para produzir aquela quantidade, cuja forma é: $Y = f(X_i)$ na qual, Y é a variável dependente que representa a quantidade de castanha de caju produzida ha⁻¹ ano⁻¹; X_i as variáveis independentes, representando as quantidades de nitrogênio e potássio aplicadas ha⁻¹ ano⁻¹.

Para fins de análise técnica e econômica foram utilizados os dados de rendimento coletados aos sexto e sétimo anos após o transplante das mudas. Para determinação do ponto ótimo econômico foram considerados os preços vigentes em 2001/2002, tanto de insumos como de castanha no âmbito de produtor: castanha US\$ 0,29 kg⁻¹, N US\$ 0,22 kg⁻¹ e K₂O US\$ 0,23 kg⁻¹. Na determinação do ponto ótimo econômico considerou-se: $\partial\pi/\partial X_i = \partial Y/\partial X_i = PX_i/PY$ onde: π (lucro) = $PY - \sum PX_i$; $\partial\pi/\partial X_i = 0$ e $\partial^2\pi/\partial X_i^2 < 0$, Y (produção de castanha), X (quantidade do adubo), PX_i (preço do adubo) e PY (preço da castanha *in natura*) e considerando-se $\pi = RT - C$, onde: RT é a receita com a comercialização da castanha de caju *in natura* e C os gastos com colheita, adubos, manejo e tratos culturais.

Resultados e Discussão

Rendimento de castanha

Observando-se os resultados contidos na Tabela 2, constata-se que a produtividade média de

Tabela 2 - Produtividade de castanha de caju (média das quatro repetições) de plantas com idade variando de um a sete anos, em cultivo de sequeiro, Pacajus - CE.

Tratamento		Ano de cultivo						
N	K ₂ O	1	2	3	4	5	6	7
---- (kg ha ⁻¹) ----		----- kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----						
0	0	5,6	130,8	73,4	411,9	637,2	1.184,4	1.237,4
0	24,5	4,4	185,9	166,5	535,7	775,5	1.508,5	1.512,2
0	49	6,9	149,2	156,8	628,2	851,3	1.448,6	1.657,1
0	73,4	2,0	143,3	100,1	454,7	660,5	1.279,8	1.211,3
51	0	10,7	198,9	188,3	639,1	863,9	1.636,4	1.639,9
51	24,5	4,2	192,0	152,8	611,3	872,2	1.384,5	1.475,0
51	49	9,9	192,7	178,2	620,6	879,6	1.733,5	1.790,8
51	73,4	6,0	152,9	139,2	512,8	744,6	1.488,3	1.594,8
102	0	8,1	227,8	226,3	659,7	952,8	1.747,2	1.581,6
102	24,5	4,8	180,6	156,6	518,5	723,9	1.440,0	1.604,3
102	49	13,6	187,2	209,8	703,5	775,5	1.658,2	1.592,6
102	73,4	4,5	148,3	121,2	541,8	704,8	1.493,9	1.425,8
153	0	6,5	215,4	213,1	624,3	817,2	1.678,1	1.644,6
153	24,5	7,3	209,6	233,9	711,7	948,2	1.735,9	1.751,8
153	49	8,3	233,4	185,0	648,8	904,4	1.620,8	1.885,5
153	73,4	3,7	172,7	136,1	596,0	802,1	1.358,0	1.636,5

castanha foi praticamente desprezível no primeiro ano, o que é comum na cultura do cajueiro, independente da aplicação de adubos. No terceiro ano observou-se diminuição na produtividade, em relação ao segundo, com exceção dos tratamentos N e K₂O (0; 49) (102; 49) e (153; 24,5), cujos aumentos foram de 7,60; 22,60 e 24,30 kg ha⁻¹ equivalentes a 5,09%; 12,07% e 11,59%, respectivamente. O decréscimo observado pode ser atribuído à redução na quantidade de chuvas caídas em 1997 e 1998. No geral, observa-se uma curva de produtividades crescentes até o sexto ano, constata-se que nessa idade, a média de todos os tratamentos foi 190% mais elevada que a obtida no ano anterior, enquanto cresceu apenas 1,4% do sexto para o sétimo ano. Daí, pode-se inferir que a estabilidade da produção foi atingida a partir do sexto ano.

A análise estatística dos dados de produção nos anos de 2001 e 2002 (sexto e sétimo anos) revelou que a produção de castanha varia de forma significativa com diferentes doses de N e K₂O, podendo

ser representada, no sexto ano, pela equação: $Y = 1280,1461 + 5,5800N + 6,2352K - 0,0184N^2 - 0,0692K^2 - 0,03488NK$ ($R^2 = 0,6441$), Figura 1, e no sétimo ano, pela equação: $Y = 1254,3333 + 10,3492N + 13,4701K - 0,0765N^2 - 0,1642K^2 - 0,0577NK$ ($R^2 = 0,6388$), Figura 2. Com base nesses modelos, estimou-se que o máximo de produção, no sexto ano, seria atingido com doses próximas de 142,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (698 g planta⁻¹ ano⁻¹) de N e 9,1 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (45 g planta⁻¹ ano⁻¹) de K₂O, enquanto que no sétimo ano para um ótimo de produção as doses recomendadas estariam em torno de 55,8 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (273 g planta⁻¹ ano⁻¹) de N e 31,2 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (153 g planta⁻¹ ano⁻¹) de K₂O.

Ghosh e Bose (1986) reportaram que o máximo de rendimento de castanha de plantas com seis anos de idade foi obtido com 200 g e 100 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, resultados estes, para o sétimo ano, próximos aos encontrados no presente estudo. Em pesquisa com plantas de sete anos de idade (Ghosh, 1989), concluiu que o maior rendimento de castanha foi obtido com a combinação N, P₂O₅, K₂O

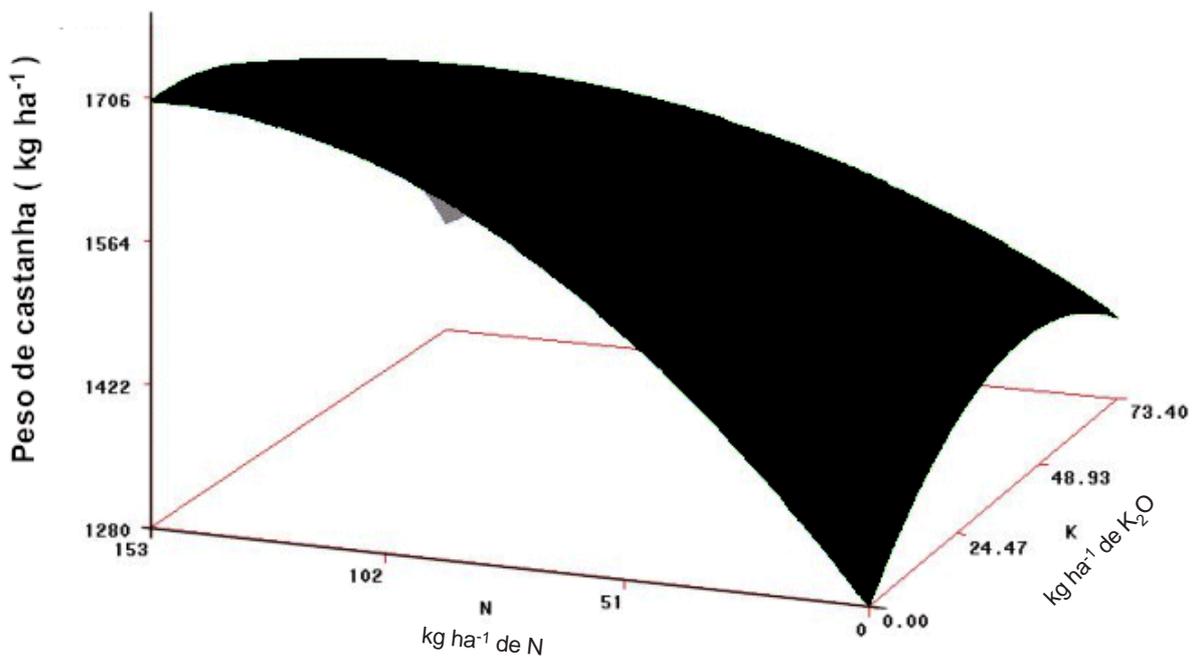


Figura 1 - Resposta do cajueiro-anão precoce de sequeiro a N e K, em 2001.

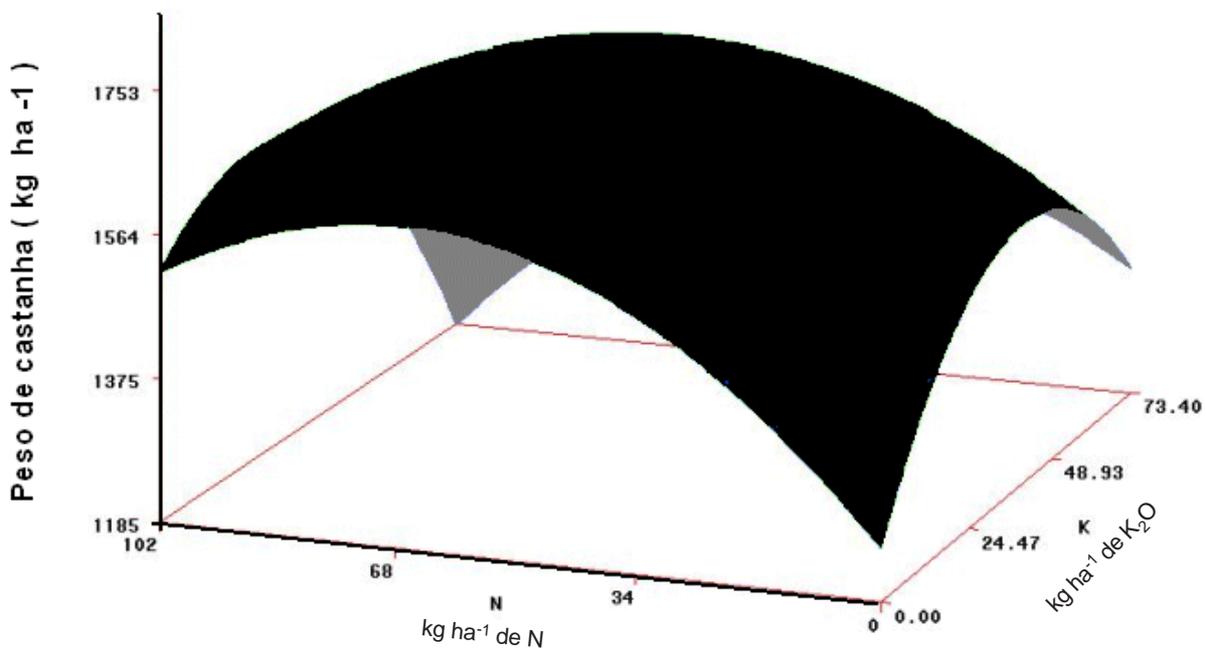


Figura 2 - Resposta do cajueiro-anão precoce de sequeiro a N e K, em 2002.

(500; 200 e 200 g planta⁻¹ ano⁻¹), (equivalentes a 102, 41 e 41 kg ha⁻¹ ano⁻¹) semelhante à reportada por Mahanthesh e Melanta (1994) e Sawke et al. (1985) com a combinação N, P₂O₅, K₂O (500; 100 e 250 g planta⁻¹ ano⁻¹), as quais, são, aproximadamente, duas vezes superiores às utilizadas na presente pesquisa. Por sua vez, Vishnuvardhana et al. (2002) relataram que o maior rendimento de castanha foi obtido com a combinação de N, P₂O₅ e K₂O (1000, 250 e 250 g planta⁻¹ ano⁻¹), respectivamente, onde a dose de N foi praticamente quatro vezes a calculada nesta pesquisa.

Comparando-se as quantidades de N calculadas para o sétimo ano, observou-se que, em termos percentuais, foi apenas 39% daquela calculada para o sexto ano. Disto, pode-se inferir que o suprimento de nitrogênio de um ano teve influência sobre o ano seguinte. Por outro lado, quando da análise das doses de K₂O calculadas para o sétimo ano, observou-se que foi 241% superior àquela do ano anterior. Esse comportamento do cajueiro, assemelha-se ao apresentado pelo cafeeiro em safras de alta e baixa produção (Silva et al., 2001), embora não se tenha observado no presente trabalho, alternância de safra. No entanto, Richards (1993) aventou a possibilidade de alternância de safra a qual, pode se tornar evidente com o envelhecimento da planta. Comparando-se a dose de K₂O encontrada por Mahanthesh e Melanta (1994) com a calculada para o sétimo ano, observou-se que essa foi apenas 76% da reportada pelos autores citados. Por outro lado, Grundon (1999) afirmou que a resposta para K₂O até a dose 3.000 g planta⁻¹ ano⁻¹ era linear, contrariando, portanto, os resultados encontrados neste trabalho e os relatados por outros autores. Tais diferenças poderão ser atribuídas à capacidade suprimento de potássio do solo do pesquisador citado, bem como, ao potássio acumulado nos tecidos das plantas, em razão dos incrementos ocorridos desde o início do cultivo.

Conteúdos foliares de N e K

Os teores médios de nitrogênio nas folhas (Tabela 3), variaram de 14,34 e 16,41 g kg⁻¹ sendo o da testemunha superior em todos os tratamentos, exceto em dois que receberam as maiores doses de N e K₂O (102 e 73,4 kg ha⁻¹) e (173 e 49 kg ha⁻¹). Richards (1993) atribui essa diferença ao efeito de diluição, uma vez ter sido constatado que as plantas adubadas apresentavam maior volume de copa. A esse respeito, observou-se que as plantas testemunhas apresentaram volume da copa inferior às da aduba-

das corroborando, desta maneira, com a hipótese do autor acima citado. A análise estatística dos conteúdos de N e K (Tabela 3) não revelou diferença significativa $p = 5\%$ para as doses de N aplicadas ao solo sobre o teor de N foliar. Vale salientar, que o conteúdo foliar de N no tratamento testemunha foi similar ao relatado por Bezerra et al. (1999) em folhas do clone CCP 76 com oito anos de idade não adubadas (colhidas no mês de junho) e inferior aos relatados por Latis e Chibiliti (1988), Calton et al. (1961), Martin-Prevel, et al. (1976) e muito próximos dos encontrados por Lefèbvre (1973), Richards (1993) e Kumar et al. (1982). Tais diferenças podem ser atribuídas à época de amostragem, material genético, idade das plantas e adubação nitrogenada aplicada.

Com relação ao potássio, os teores foliares médios variaram de 8,58 a 9,74 g kg⁻¹ (Tabela 3) e, quando analisados do ponto de vista estatístico não foram detectadas diferenças significativas entre tra-

Tabela 3 - Teores médios de nitrogênio e potássio em folhas de cajueiro, com sete anos de idade, adubados com doses crescentes de nitrogênio e potássio e potássio trocável do solo. Pacajus, CE, 2002.

Tratamentos		Nutrientes nas folhas	
N	K ₂ O	N	K
---- (kg ha ⁻¹) ----		----- (g kg ⁻¹) -----	
0	0	16,30a	8,88efg
0	24,5	15,20a	8,99defg
0	49	15,23a	9,13de
0	73,4	15,98a	9,43bc
51	0	15,23a	8,74gh
51	24,5	15,81a	9,09def
51	49	15,76a	9,24cd
51	73,4	16,01a	9,53bc
102	0	15,36a	8,86fg
102	24,5	14,34a	8,94efg
102	49	15,69a	9,20cd
102	73,4	16,37a	9,74a
173	0	15,50a	8,58h
173	24,5	16,09a	8,93ef
173	49	16,41a	9,11def
173	73,4	15,59a	9,43bc

Médias seguidas por letras comuns não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

tamentos. Esses resultados foram similares aos reportados por Lefèbvre (1973), Richards (1993) e Kumar et al. (1982), e inferiores aos reportados por Latis e Chibiliti (1988) e por Bezerra et al. (1999), para o clone CCP 76.

A análise de regressão das variáveis rendimento de castanha e conteúdo foliar de N não revelou significância estatística. Por outro lado, foi observado efeito linear significativo entre o conteúdo de potássio e o rendimento de castanha ($Pr < 0,0001$), $R^2 = 0,6919$, indicando que à medida que aumentou o teor de K na folha aumentou também o rendimento. Quanto ao conteúdo de potássio no solo, foi observada relação com o rendimento de castanha $Pr < 0,0003$ e $R^2 = 0,5903$, para o sétimo ano (Tabelas 2 e 3). Richards (1993) observou que o conteúdo de potássio no solo teve grande impacto sobre o rendimento de castanha, tendo constatado significância estatística entre as duas variáveis ($R^2 = 0,951$).

Atributos industriais

A análise estatística aplicada aos atributos industriais apresentados na Tabela 4 permitiu observar que esses atributos não foram influenciados pelos tratamentos de adubação aplicados. A esse respeito, Kumar e Sreedhan (1986) relataram que o peso de castanha foi diminuído com incrementos nas doses de nitrogênio aplicadas. Observaram, também, que o potássio não teve nenhum efeito significativo sobre o peso de castanha, concordando, dessa maneira, com os resultados relatados por Richards (1993).

Ponto ótimo econômico

Para manter-se em qualquer tipo de negócio e adotar novas tecnologias, a atividade necessita gerar lucros financeiros e, no caso do setor agrícola, esta situação é crucial para que o produtor permaneça em atividade. A determinação do ponto ótimo econômico foi calculada por meio da equação:

Tabela 4 - Atributos tecnológicos de castanha de caju clone CCP 76, submetido a níveis crescentes de nitrogênio e potássio (média das quatro repetições). Pacajus, CE, 2002.

Tratamentos		Peso médio		Casca	Amêndoa	Relação Casca/Amêndoa
N	K ₂ O	Castanha	Amêndoa			
---- (kg ha ⁻¹) ----		----- (g) -----		----- % -----		
0	0	6,52 a	2,11 a	82,8 a	17,2	4,9 a
0	24,5	7,80 a	2,10 a	81,2 a	18,8	4,4 a
0	49	6,73 a	2,09 a	83,0 a	17,0	4,9 a
0	73,4	6,03 a	2,09 a	79,9 a	20,1	4,1 a
51	0	6,89 a	2,10 a	79,1 a	20,9	4,1 a
51	24,5	7,21 a	2,09 a	81,2 a	18,8	4,3 a
51	49	7,48 a	2,11 a	81,5 a	18,5	4,5 a
51	73,4	7,05 a	2,10 a	80,8 a	19,2	4,4 a
102	0	7,20 a	2,11 a	81,1 a	18,9	4,4 a
102	24,5	6,54 a	2,10 a	79,0 a	21,0	3,9 a
102	49	6,88 a	2,11 a	80,4 a	19,7	4,2 a
102	73,4	7,01 a	2,11 a	81,8 a	18,2	4,6 a
173	0	6,98 a	2,10 a	82,6 a	17,4	4,8 a
173	24,5	7,19 a	2,09 a	78,7 a	21,3	3,8 a
173	49	7,40 a	2,09 a	81,8 a	19,0	4,3 a
173	73,4	6,73 a	2,09 a	81,1 a	18,9	4,3 a

Médias seguidas por letras comuns não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

$$Y = 1254,3333 + 10,3491N + 13,4701K - 0,0765N^2 - 0,1642K^2 - 0,0577NK \quad (R^2 = 0,6388).$$

De acordo com essa equação, para se obter o ponto ótimo econômico para a produção de castanha de caju em regime de sequeiro foi necessário o aporte de 21,9 e 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, respectivamente. Nesse nível, a produção alcançada foi de 1.536,3 kg ha⁻¹ de castanha de caju *in natura*. A utilização de doses de adubos acima das calculadas, poderá elevar a produção, contudo, o lucro, para o produtor, tenderá a decrescer, o que não é interessante do ponto de vista econômico.

Com relação ao lucro máximo calculado, considerando-se os preços de castanha *in natura* e dos insumos utilizados, foi de US\$ 355,36 hectare⁻¹ ano⁻¹. Comparando-se a produtividade máxima de 1.753,4 kg ha⁻¹ com a dose máxima do ponto de vista econômico a diferença foi de 217,1 kg ha⁻¹. Essa diferença pode ser creditada aos preços dos insumos utilizados e ao da comercialização de castanha *in natura*. Esta situação mostra que a produtividade máxima do ponto de vista técnico é, em geral, superior ao do ponto de lucro máximo. Vidyachandra e Hanamashetti (1984), na Índia, em experimento de adubação com aplicação de N, P₂O₅ e K₂O nas doses de 35, 50, e 30 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, observaram lucro líquido de US\$ 103,00 ha⁻¹ ano⁻¹. Por sua vez, Grundon (1999), na Austrália, relatou taxa de retorno, para o produtor, com apenas cobertura com N e K₂O, no valor de US\$ 280,80 ha⁻¹ ano⁻¹. O resultado sobre lucro líquido encontrado na presente pesquisa foi superior ao relatado por Vidyachandra e Hanamashetti (1984) e Grundon (1999). Vale salientar que os autores citados utilizaram material vegetal, formulações de fertilizantes e quantidades diferentes.

Conclusões

1. O cajueiro-anão precoce cultivado em regime de sequeiro responde, satisfatoriamente, à adubação com N e K₂O.
2. A produtividade máxima (1.753,4 kg ha⁻¹) de castanha no sétimo ano foi muito próxima da máxima econômica 1.536,3 kg ha⁻¹.
3. A adubação com N e K₂O não propiciou aumentos significativos sobre os atributos industriais.
4. O maior retorno econômico foi conseguido com aplicação de 21,9 e 8,5 kg ha⁻¹ ano de N e K₂O, respectivamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras e ao International Potash Institute pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- BARROS, L. de M.; PAIVA, J.R.; CAVALCANTI, J.J.V. Cajueiro anão precoce: melhoramento genético: estratégias e perspectivas. **Biotecnologia**, Brasília, v. 2, n. 6, p. 18-21, 1998.
- BEZERRA, F.C.; FRAGOSO, H. de A.; HERNANDEZ, F.F.F. Avaliação do estado nutricional de cajueiro anão-precoce, clones CP-76 e CP-09. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 21, n.2, p. 208-211, 1999.
- CALTON, W.E.; VAIL, J.W.; PADHYE, V.P. Leaf composition of some tropical crops. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Nairobi, v. 27, p.13-19, 1961.
- GHOSH, S.N.; BOSE, T.K. Nutritional requirement of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in laterite tract of West Bengal. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 18, n. 1, p. 11-17, 1986.
- GHOSH, S.N. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on flowering duration, yield and shelling percentage of cashew (*Anacardium occidentale* L.) **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 19, n. 1, p. 19-23, 1989.
- GHOSH, S.N. Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of cashew in old plantation. **The Cashew**, Kerala, v. 4, n. 1, p. 15-17, 1990.
- GRUNDON, N.J. Cashew nuts in North Queensland respond to phosphorus and sulfur fertilizers. **Better Crops International**, Norcross, v. 13, n.2, p. 22-24, 1999.
- KHURI, A.I.; CORNELL, J.A. **Response surfaces: designs and analysis**. 2. ed. New York: Marcell Dekker, 1996. 570p.
- KUMAR, P.H.; NAIR, B.P.; RAKHIAPPAN, P.; NAGABHUSHANAM, S.; MOHAN, E. Variation in mineral composition of leaves of cashew (*Anacardium occidentale* L.) as affected by season, position and age. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 14, n.1, p.7-10, 1982.

- KUMAR, P.H.; SREEDHARAN, C. Nut characteristics as influenced by different levels of NPK in cashews (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 18, n.2, p. 15-17, 1986.
- LATIS, T.; CHIBILITI, G. Foliar diagnosis of nutrient deficiencies in cashew: a study conducted in the Western Province of Zambia. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Bologna, v. 82, n.4, p. 677-689, 1988.
- LEFÈBVRE, A. La fertilization minérale de l'anacardier. **Fruits**, Paris, v. 28, n.10, p.691-697, 1973.
- MAHANTHESH, B; MELANTA, K.R. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Cashew**, Chintamani, v.8, n.4, p.14-18, 1994.
- MARTIN-PREVEL, P.; MARCHAL, J.; LEFÈBVRE, A; COTTENIE, A. Foliar analysis and mineral nutrition of cashew in Madagascar. In: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LE CONTROLE DE L'ANACARDIER DE PLANTES CULTIVÉES, 1976, Bélgica. **Annales**. Bélgica: Rijksuniversiteit, 1976. v.2. p. 641-651.
- PAULA PESSOA, P.F.A. de; LEITE, L.A.S.; PIMENTEL, C.R.M. Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. In: ARAÚJO, J.P.P. de; SILVA, V.V. da (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 292p.
- RICHARDS, N.K. Cashew response to water and nutrients in a sandy red earth soil of the Northern Territory. In: DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRY AND FISHERIES. **Cashew Research in Northern Territory, Australia 1997 – 1991**. Darwin, 1993. p. 17-38. (Technical Bulletin, 202)
- SAAWKE, D.P.; GUNJATE, R.T.; LIMAYE, V.P. Effect of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on growth and production of cashew nut. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.108, p.95-99, 1985.
- SILVA, E. de B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G; FURLANI NETO, A.E. Resposta do cafeeiro à adubação potássica em safras de alta e baixa produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1131-1137, 2001.
- SUBRAMANIAN, S.; HARRIS, C.V; MANIVANNAN, K.; THAGAVELU, S. Studies on method of fertilizer application in cashew. **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v.43, n.1-2, p.38-39, 1995.
- VIDIACHANDRA, B.; HANAMASHETTI, S.I. Response of cashew to nitrogen, phosphorus and potash application. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v.16, n.3, p.17-18, 1984.
- VISHNUVARDHANA; THIRUMALANJU, G.T.; RAGHURAMULU, Y.; JANAKIRAMAN, N.; SHANKARANARAYMA, V.; SHIVAPPA. Influence of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of cashew under eastern dry zone of Karnataka. **Cashew**, Chintamani, v. 16, n. 2, p. 39-42, 2002.