



FRUTÍFERAS TROPICAIS

LINDBERGUE A. CRISOSTOMO

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL



**SIMPÓSIO SOBRE
POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA**



SÃO PEDRO-SP, 22 a 24 de Setembro de 2004

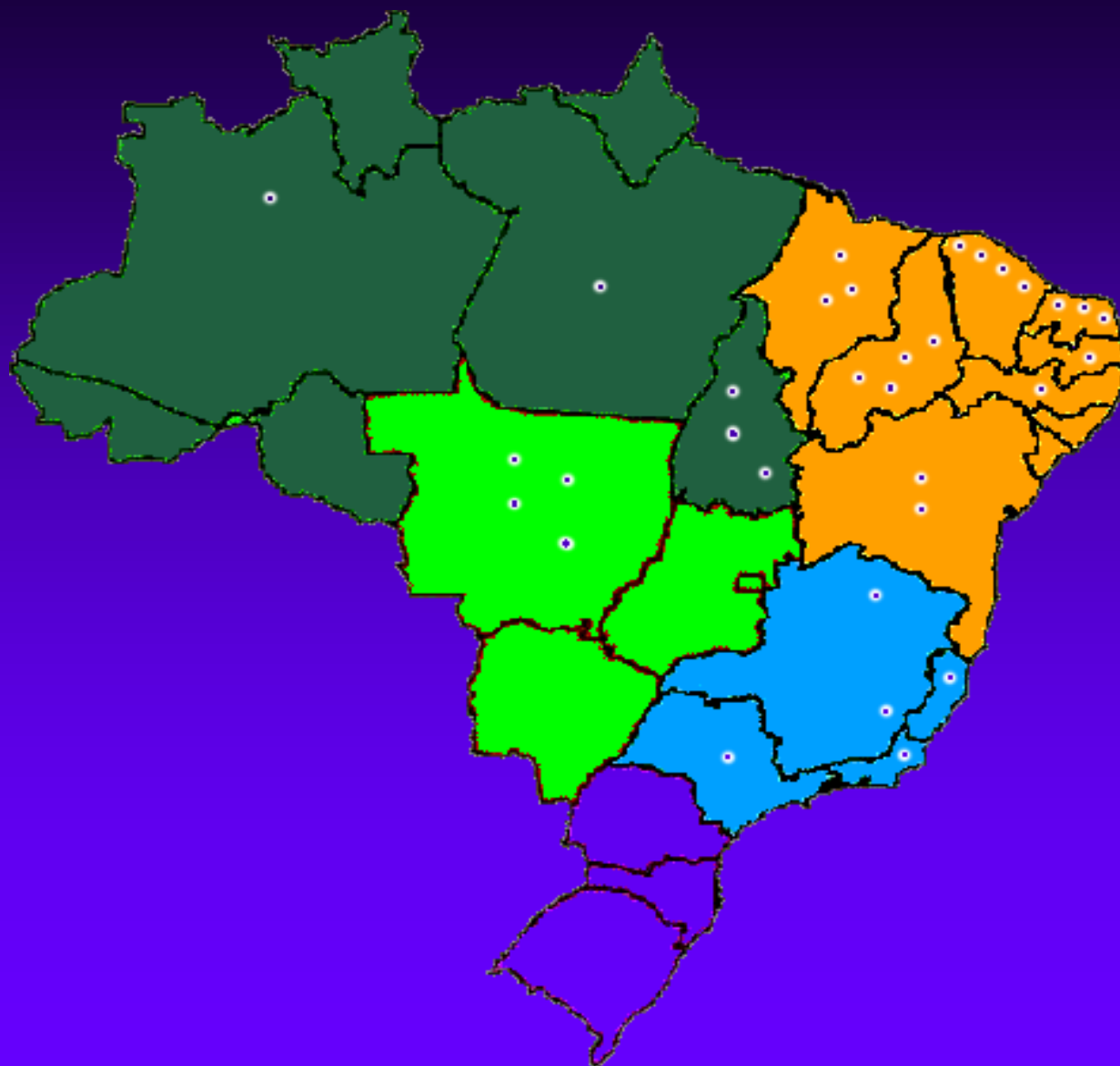
CAJU

- **Área mundial cultivada em 2002: 2,86 milhões de hectares**
- **Rendimento médio da cultura: 530 kg ha⁻¹**
- **Principais países produtores de castanha: Índia, Nigéria, Brasil, Vietnã, Tanzânia**
- **Taxa de crescimento médio anual da produção - período 1995/2002: 2,86%**
- **Principais países exportadores de amêndoas: Índia, Vietnã, Brasil e Holanda**

GENERALIDADES SOBRE O CAJUEIRO

ASPECTOS GERAIS	ANÃO PRECOCE	COMUM
ÁREA CULTIVADA/COLHIDA-BRASIL	25.000 ha	629.474 ha
ÁREA CULTIVADA /COLHIDA -CEARÁ	8.000 ha	343.550 ha
ESTIMATIVA DE EMPREGOS		
CAMPO		37.500
INDUSTRIA		15.000
RECEITA ANUAL		
PRODUTOR		R\$ 76.357.000
EXPORTAÇÃO DE AMÊNDOAS		US\$ 140.314.060
ASPÉCTOS ESPECÍFICOS		
ALTURA	4 - 5 m	8 - 15 m
DIÂMETRO DA COPA	5 - 7 m	10 - 20 m
ESPAÇAMENTO	7 X 7 m ou 8 X 7 m	10 X 10 m a 15 X 15m
PRIMEIRA FLORAÇÃO	6 - 18 MESES	3 - 5 ANOS
PRODUÇÃO ECONÔMICA	APÓS 3ºANO	APÓS 8º ANO
RENDIMENTO kg ha ⁻¹	1500 - 3500	Média 250

CAJU NO BRASIL



SOLOS E ADUBAÇÃO DO CAJUEIRO

- No Brasil, aproximadamente 80% da área ocupada com cajueiro é encontrada na região nordeste, principalmente nos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, em solos de textura arenosa, baixa fertilidade natural, baixos teores de matéria orgânica e altamente lixiviados (Crisostomo, 1991).
- Ghosh & Bose (1986) avaliaram o efeito da aplicação de N, P e K isoladamente e em combinações binárias e terciárias, tendo relatado que os maiores rendimentos de castanha foram obtidos com a combinação N, P e K equivalente a 200, 75 e 100 g planta⁻¹ ano⁻¹.

- **Mahanthesh & Melanta (1994)** relataram resultados semelhantes aos de Ghosh & Bose (1986) contudo, a dose de fósforo foi somente a metade.
- **Subramanian et al. (1995)**, observaram que o maior rendimento de castanha em plantas com 15 anos foi obtido com 250, 125 e 125 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, quando aplicados em faixa circular de 1,5 m de largura, cobrindo a área entre 1,5 m e 3,0 m de distância do tronco.

- **Grundon (1999), trabalhando por três anos sucessivos com plantas com quatro anos de idade, relatou que o rendimento de castanha em relação à testemunha foi aumentado com aplicação de fósforo, até 288 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅, e enxofre, até 176 g planta⁻¹ ano⁻¹ de S. Contudo, não observou resposta da produção com aplicação de K, até 3.000 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K. Do ponto de vista econômico, observou que para plantas com oito anos de idade a recomendação em g planta⁻¹ ano⁻¹ seria 144 e 44 de P₂O₅ e S, respectivamente.**

RESULTADOS DE PESQUISA COM CAJUEIRO ANÃO PRECOCE SOB SEQUEIRO

Local: Campo Experimental de Pacajus

Solo 

Clone: CCP 76

Espaçamento: 7 x 7 m

Tratamentos - 16

N 0 250 500 750 g planta⁻¹ ano⁻¹

K₂O 0 120 240 360 g planta⁻¹ ano⁻¹

Delineamento: blocos ao acaso

RESULTADOS

PRODUÇÃO DE CASTANHA 

EQUAÇÕES DE RESPOSTA 

ANÁLISE FOLIAR 

ANÁLISE ECONÔMICA 

ATRIBUTOS INDUSTRIAIS 

Conclusões

- 1.** O cajueiro anão precoce cultivado em regime de sequeiro responde satisfatoriamente à adubação com N e K;
- 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 K 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⁻¹ de N e K, respectivamente.

COCO ANÃO PARA ÁGUA

- **A exploração do coco anão para água tem crescido substancialmente no Brasil**
- **O coco anão no NE brasileiro é cultivado principalmente em solos arenosos e de baixa fertilidade natural (Sobral, 1989)**
- **A quantidade de nutrientes extraída pelo coqueiro é elevada dada a floração e frutificação e maturação de frutos simultâneos (Ohler, 1984)**

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Local: Fazenda Passagem das Pedras

Solo: Neossolo Quartzarênico

Espaçamento: 7,0 x 9,5 m

Tratamentos: 10 combinações N x K₂O de acordo com a matriz PLAN PUEBLA III 

Delineamento: blocos ao acaso

Repetições : 4

Resultados: 

Novo experimento: fatorial 4x3x4 (NPK)

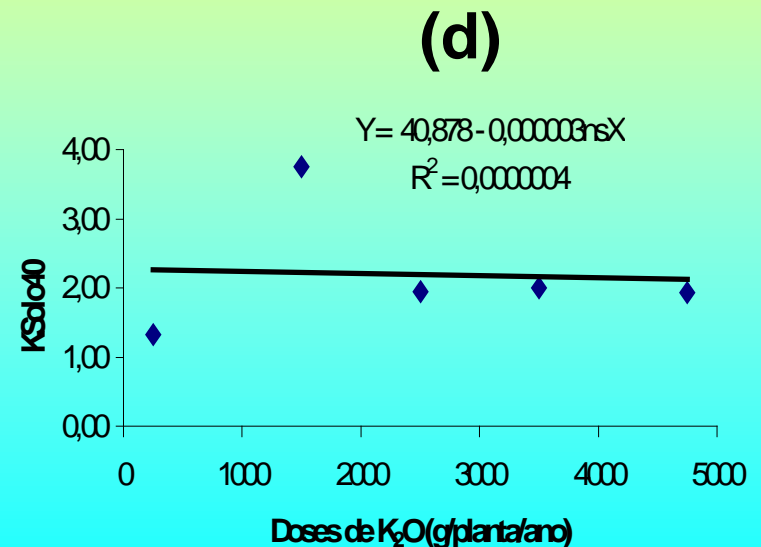
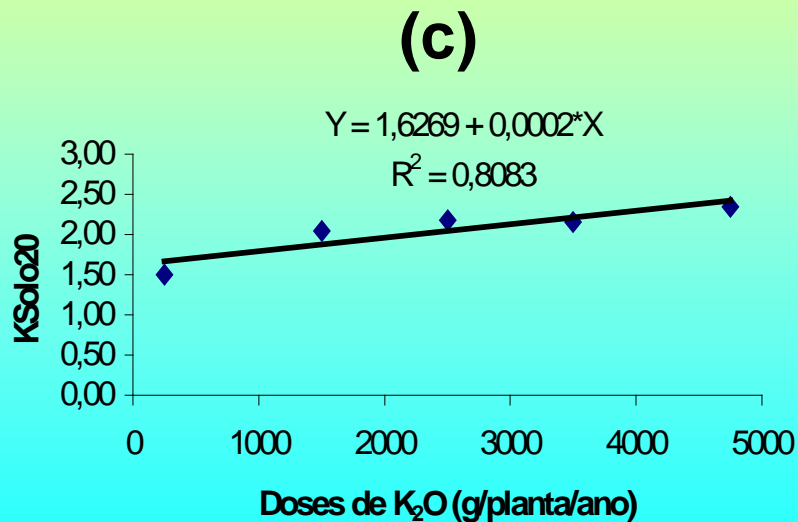
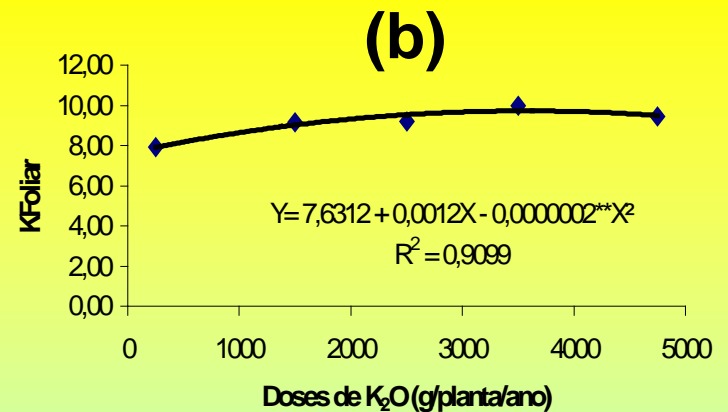
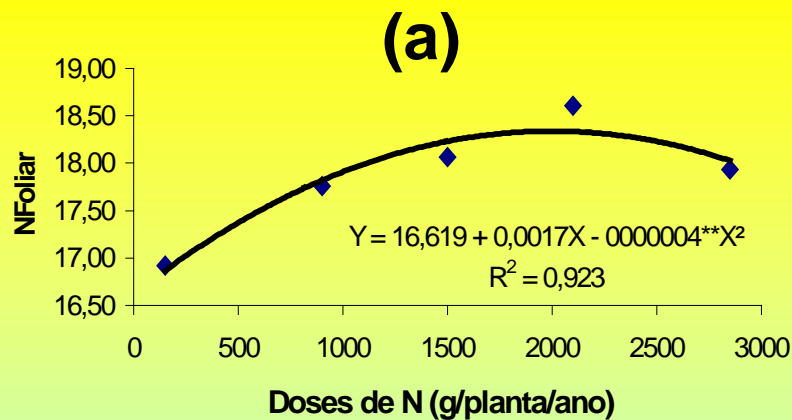


Figura 3 – Teores foliares de nitrogênio (a), de potássio (b), teores de potássio na camada de 0-20 cm (c) e na camada de 20-40 cm (d) em função das doses de nitrogênio e potássio aplicadas.

BANANA

- **O Brasil é o terceiro produtor mundial de banana**
- **A área brasileira cultivada com banana é de aproximadamente 508 mil hectares com rendimento de cerca de 6,3 milhões de toneladas de frutos (FAO, 2003)**
- **A área cultivada com banana no Estado do Ceará é cerca de 40.000 ha**

- **A produção e a produtividade da bananeira são influenciadas pela adubação e as fertilizações devem ser adaptadas às condições edafoclimáticas**
- **A deficiência de N e K é uma das principais causas da baixa produtividade da bananeira e as quantidades de nutrientes recomendadas variam com os teores dos elementos no solo, com a produção esperada, com o manejo da cultura e com o material genético utilizado**

PESQUISA COM BANANA

Local: Fazenda Frutacor

Solo: Cambissolo

Espaçamento: 4 x 2 x 2

Tratamentos: 9 combinações N e K₂O conforme a matriz PLAN PUEBLA III 

Delineamento: blocos ao acaso

Repetições : 3

Resultados:



Conclusões

5. Os três ciclos de produção de bananas na cultivar Pacovan sob irrigação em área de Cambissolo não foram influenciados por doses de N e K_2O , após adubação de base com esterco de curral (20 L planta^{-1}), fosfato monoamônico ($200 \text{ g planta}^{-1}$) e micronutrientes ($100 \text{ g planta}^{-1}$ de FTE-BR12).
6. Aspectos de qualidade das bananas foram positivamente afetados pela adubação nitrogenada e potássica aplicada em cobertura.

CONCLUSÕES FINAIS

- 1.** As doses de N influenciaram positivamente as características número de flores femininas, número de cachos e número de frutos.
- 2.** As doses de K_2O , por sua vez, influenciaram positivamente o número de flores femininas, o número de frutos e os teores de sólidos solúveis.
- 3.** Nas condições deste estudo, a aplicação de doses médias de $3.295 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N e de $4.416 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O , em média, proporcionou a obtenção da MEF em relação às características estudadas, doses estas que corresponderam a um teor crítico foliar médio para N de $17,5 \text{ g kg}^{-1}$ e para K de $10,44 \text{ g kg}^{-1}$.
- 4.** O teor crítico médio de K na camada de 0-20 cm (K_{20}) foi de $2,50 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$.

OBRIGADO !

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

Característica	Horizontes			
	0-26	26-52	52-120	120-140+
Profundidade (cm)	0-26	26-52	52-120	120-140+
M.O g kg ⁻¹	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: Mehlich*, Solução de KCl 1,0 M**, Acetato de cálcio 1,0M***



Tabela 3. Teores médios de nitrogênio e de potássio em folhas de cajueiro com sete anos de idade e adubadas com doses crescentes de N e K, Pacajus, 2002

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

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



Tabela 2 - Produtividade de castanha de caju (média das quatro repetições) de plantas com idade variando de 1 a 7 anos, em cultivo de sequeiro, Pacajus - CE

Tratamento (kg ha ⁻¹)		kg ha ⁻¹ ano ⁻¹							
N	K ₂ O	1	2	3	4	5	6	7	
0	0	5,6	130,8	73,4	411,9	637,2	1184,4	1237,4	
0	24,5	4,4	185,9	166,5	535,7	775,5	1508,5	1512,2	
0	49	6,9	149,2	156,8	628,2	851,3	1448,6	1657,1	
0	73,4	2,0	143,3	100,1	454,7	660,5	1279,8	1211,3	
51	0	10,7	198,9	188,3	639,1	863,9	1636,4	1639,9	
51	24,5	4,2	192,0	152,8	611,3	872,2	1384,5	1475,0	
51	49	9,9	192,7	178,2	620,6	879,6	1733,5	1790,8	
51	73,4	6,0	152,9	139,2	512,8	744,6	1488,3	1594,8	
102	0	8,1	227,8	226,3	659,7	952,8	1747,2	1581,6	
102	24,5	4,8	180,6	156,6	518,5	723,9	1440,0	1604,3	
102	49	13,6	187,2	209,8	703,5	775,5	1658,2	1592,6	
102	73,4	4,5	148,3	121,2	541,8	704,8	1493,9	1425,8	
153	0	6,5	215,4	213,1	624,3	817,2	1678,1	1644,6	
153	24,5	7,3	209,6	233,9	711,7	948,2	1735,9	1751,8	
153	49	8,3	233,4	185,0	648,8	904,4	1620,8	1885,5	
153	73,4	3,7	172,7	136,1	596,0	802,1	1358,0	1636,5	



$$\hat{Y} = 1280,1461 + 5,5800N + 6,2352K - 0,0184N^2 - 0,0692K^2 - 0,03489NK \quad (R^2 = 0,6441)$$

Máximo rendimento: 1.703 kg ha⁻¹

142,5 e 9,1 kg ha⁻¹ano⁻¹ N e K₂O

$$\hat{Y} = 1254,3333 + 10,3492N + 13,4500K - 0,0765N^2 - 0,1645K^2 - 0,0577NK \quad (R^2 = 0,6388)$$

Máximo rendimento: 1.753 kg ha⁻¹

55,8 e 31,2 kg ha⁻¹ano⁻¹ N e K₂O



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

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 (kg ha ⁻¹)		Peso médio			Casca (g)	Relação Casca/Amêndoa
N	K ₂ O	Castanha (g)	Amêndoa	% Casca %		
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	79,1a	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

A determinação do ponto ótimo econômico foi calculado através da equação:

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

De acordo com essa equação, para se obter o ponto ótimo econômico para a produção de castanha, foi necessário o aporte de 21,9 e 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, respectivamente. Neste 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.

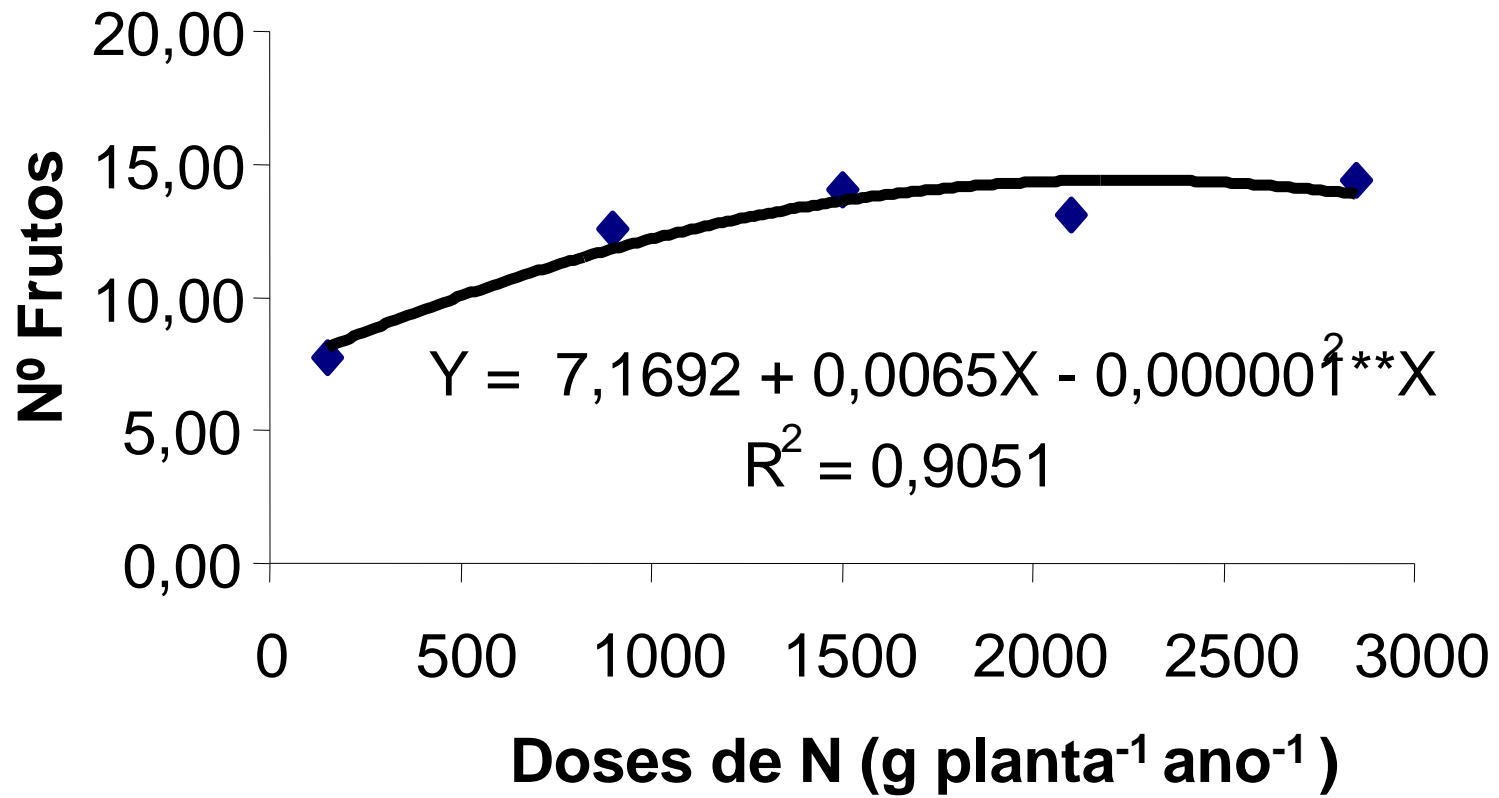


Experimento Coqueiro – Doses calculadas de acordo com a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite ($2^k + 2k + 1 + 1$), para dois fatores (N e K).

Nível 0: N = 225 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e K₂O = 375 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Anos 2003 e 2004).

Tratamento	Nível N	Nível K₂O	Dose N - - - - (g pl ⁻¹ ano ⁻¹) - - - -	Dose K₂O
1	- 0,4	- 0,4	135	225
2	- 0,4	0,4	135	525
3	0,4	- 0,4	315	225
4	0,4	0,4	315	525
5	- 0,9	- 0,4	22,5	225
6	0,9	0,4	427,5	525
7	- 0,4	- 0,9	135	37,5
8	0,4	0,9	315	712,5
9	0	0	225	375
10	- 0,9	- 0,9	22,5	37,5





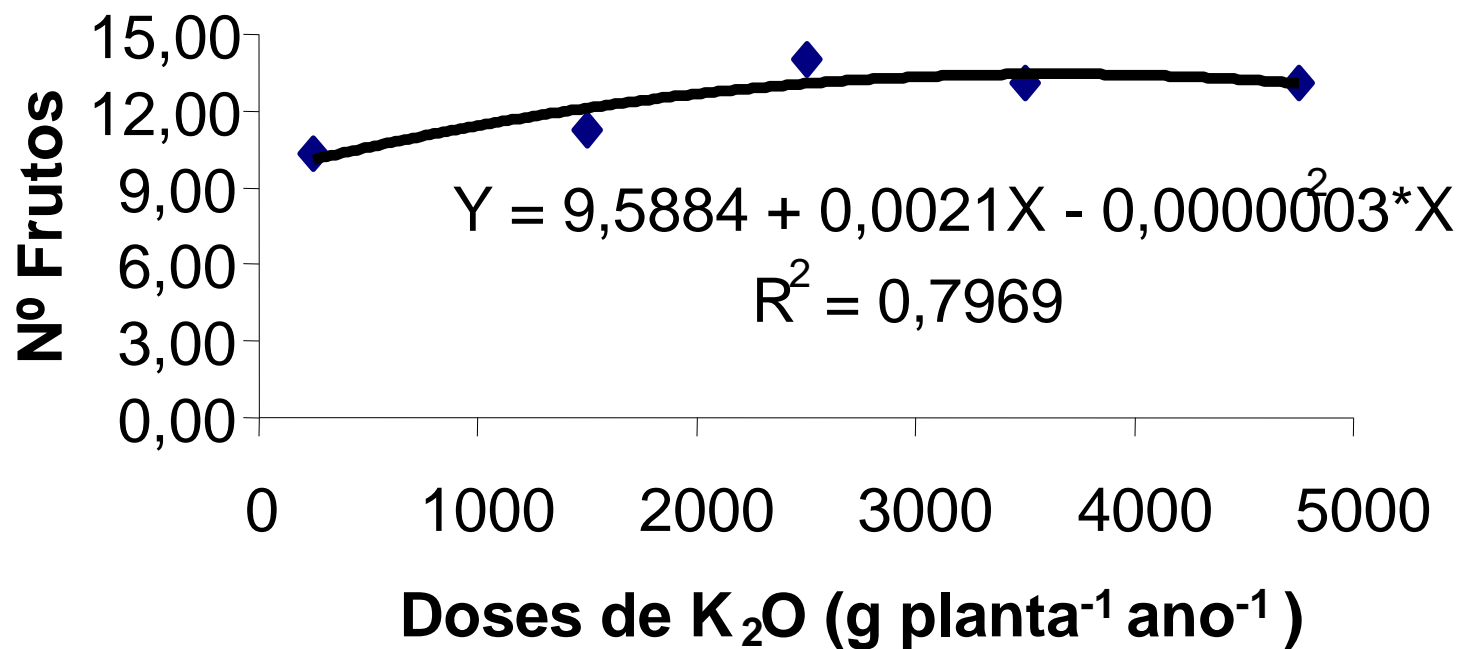


Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento com banana.

Tratamentos (kg ha⁻¹ ano⁻¹)	Fator 1	Fator 2	Doses	
			N	K₂O
1	-0,4	-0,4	180	330
2	-0,4	0,4	180	770
3	0,4	-0,4	420	330
4	0,4	0,4	420	770
5	-0,9	-0,4	30	330
6	0,9	0,4	570	770
7	-0,4	-0,9	180	55
8	0,4	0,9	420	1.045
9	0	0	300	550

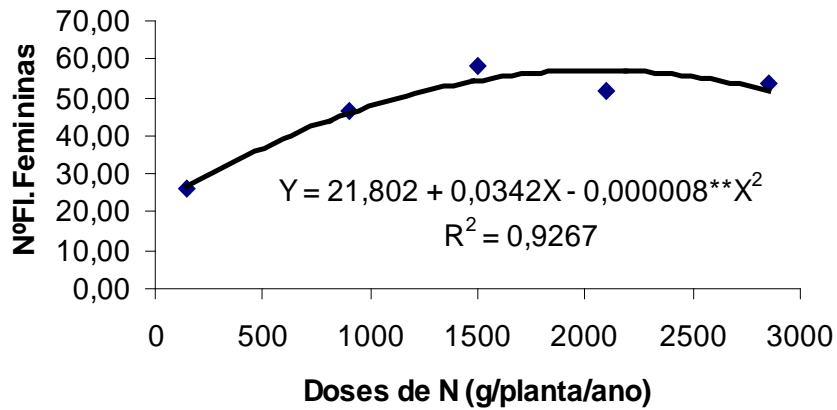


TABELA 1. Produção de bananas durante três ciclos da cultivar Pacovan, sob irrigação, em decorrência da adubação nitrogenada e potássica na chapada do Apodi, baixo Jaguaribe, Estado do Ceará, Brasil.

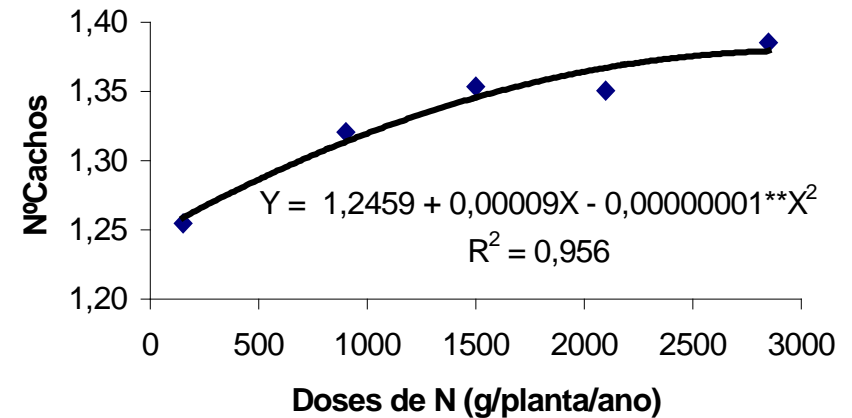
N	K ₂ O	Produtividade (t ha ⁻¹)		
		1° ciclo	2° ciclo	3° ciclo
kg ha ⁻¹	ano ⁻¹			
180	330	34,33	45,94	36,49
180	770	33,64	43,18	36,73
420	330	34,84	43,80	37,79
420	770	33,28	40,26	34,16
30	330	33,09	43,54	38,59
570	770	33,51	40,29	35,79
180	55	35,80	43,94	36,90
420	1045	31,44	44,69	34,97
300	550	35,65	43,90	37,36
Médias		33,95	43,28	36,53
Efeitos				
L		NS	NS	NS
Q		NS	NS	NS
	L	NS	NS	NS
	Q	NS	NS	NS
CV (%)		8,7	8,8	11,5

⁽¹⁾Cachos com engajo; ⁽²⁾Efeitos L (linear), Q (quadrático) e NS (não significativo ($p>0,05$)) para doses de N e K₂O.

(a)



(b)



(c)

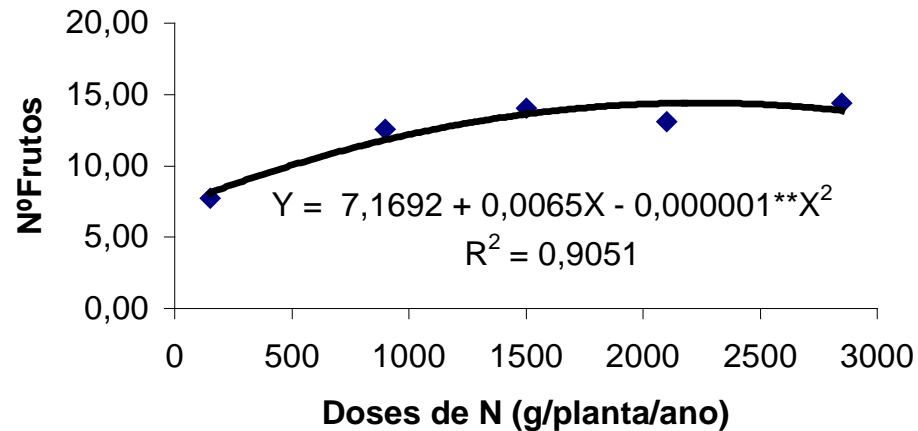
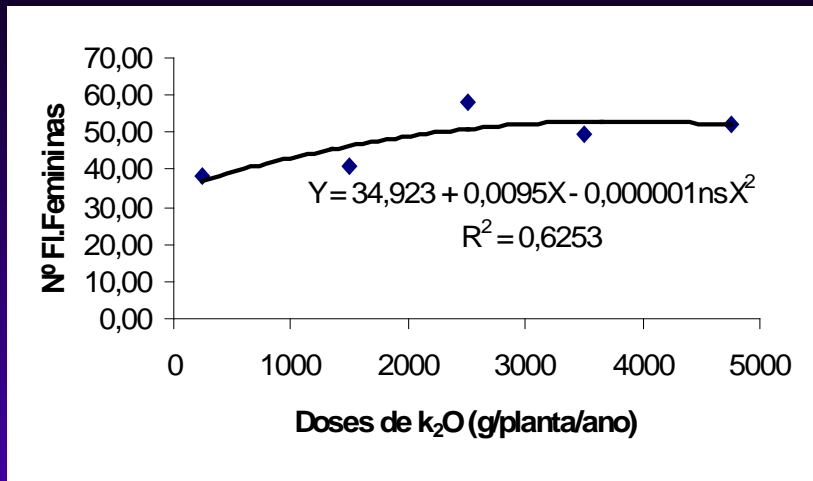
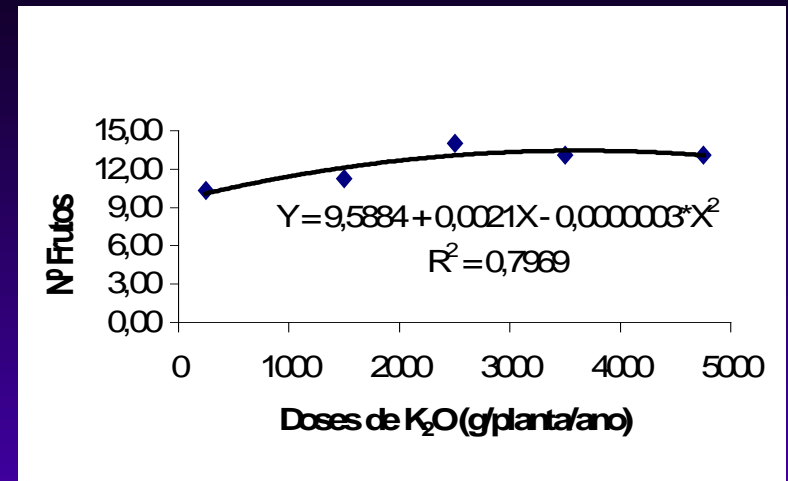


Figura 1 – Número de flores femininas (a), N° de cachos (b) e N° de frutos (c) em função das doses de nitrogênio aplicadas.

(a)



(b)



(c)

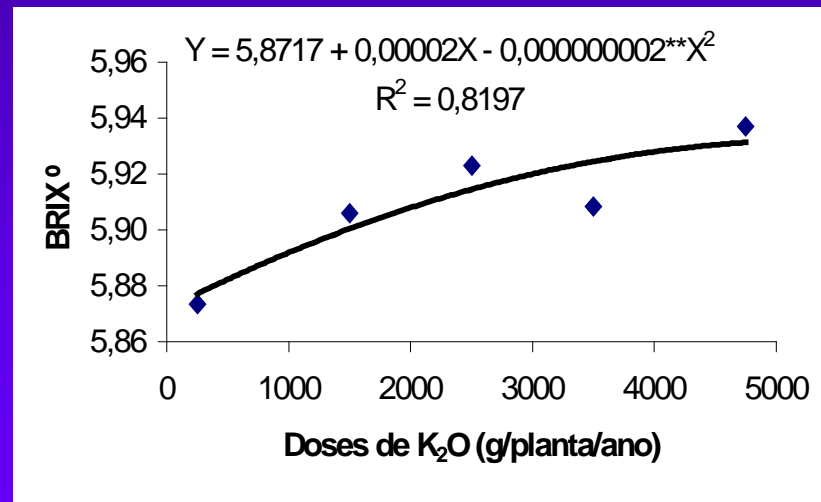


Figura 2 – Número de flores femininas (a), N° de frutos (b) e °Brix (c) em função das doses de potássio aplicadas.