

PRODUÇÃO DO CACAUEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO¹

ROGER LUIZ DA SILVA ALMEIDA², LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES^{2*}, PAULO BONOMO³, ROGER LUIZ DA SILVA ALMEIDA JUNIOR⁴, JOSELY DANTAS FERNANDES⁵

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi analisar as características físicas dos frutos do cacau e a produção do cacau clonal CCN-51 submetido a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação no semiárido baiano em um experimento realizado em campo na propriedade Vale do Sol em Jequié, BA. O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados em um fatorial 4x4 sendo os tratamentos constituídos pelas lâminas de irrigação (L1= 1146,35 mm; L2= 1335,66 mm; L3= 1525,58 mm; L4= 1717,58 mm) e as doses de nitrogênio (N1= 249,3 kg ha⁻¹; N2= 307,2 kg ha⁻¹; N3= 365,0 kg ha⁻¹; N4= 422,9 kg ha⁻¹), em quatro repetições. As doses de nitrogênio e a interação entre elas com as lâminas de irrigação influenciaram positivamente no número de sementes por fruto, no número de frutos por planta e no peso das amêndoas por fruto; as lâminas de irrigação influenciaram no número de frutos por planta do cacau clonal CCN-51. As lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e a interação entre estes influenciaram positivamente na produção de amêndoas secas do cacau clonal CCN-51. O tratamento L3N3 foi o que promoveu a maior produtividade no campo de amêndoas de cacau para comercialização com 1025,69 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L.. Irrigação localizada. Fertirrigação. Produtividade.

CACAO PRODUCTION SUBMITTED TO DIFFERENT WATER SLIDES AND NITROGEN DOSES

ABSTRACT - The aim of this study was to analyze the physical characteristics of the fruits of cocoa and cocoa producing clonal CCN-51 submitted to irrigation and nitrogen fertigation applied in semi-arid of Bahia in an experiment conducted in the field on the property in Vale do Sol, Jequié, BA. The statistical experimental design was randomized blocks in a 4x4 factorial with treatments consisting of the sheets of water (L1 = 1146.35 mm, L2 = 1335.66 mm, L3 = 1525.58 mm, L4 = 1717.58 mm) and the nitrogen (N1 = 249.3 kg ha⁻¹, N2 = 307.2 kg ha⁻¹, N3 = 365.0 kg ha⁻¹, N4 = 422.9 kg ha⁻¹), with four replications. Nitrogen doses and the interaction between them with water slides positively influenced the number of seeds per fruit, number of fruits per plant and weight of almonds per fruit; water slides influenced the number of fruits per plant clonal cocoa CCN-51. The water slides, nitrogen and the interaction between these positively influenced the production of dry almonds of cocoa clonal CCN-51. Treatment L3 N3 showed higher productivity of cocoa almonds for sale with 1025.69 kg ha⁻¹.

Keywords: *Theobroma cacao* L.. Drip irrigation. Fertigation. Productivity.

* Autor para correspondência.

¹ Recebido para publicação em 27/06/2013; aceito em 30/06/2014.

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, como pré-requisito para a obtenção ao Título de Doutor pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

² Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG, Avenida Aprígio Veloso, 882, 58429140, Campina Grande-PB, rogerluizzz@bol.com.br; lhgarofalo@hotmail.com.

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Praça Primavera, s/n, 45700000, Itapetinga-BA, pbonomo@uesb.br.

⁴ Graduando em Engenharia Florestal, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista-BA, rogerluizfilho@gmail.com.

⁵ Departamento de Agroecologia e Agropecuária, da Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca - PB, joselysolo@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

As principais espécies brasileiras do cacauero são o “forasteiro” ou cacau roxo, *Treobroma leocarpum*, Bern, e o “criolo”, *Treobroma cacao*, Linnaeus, sendo esta última, da família *Sterculiaceae*, originária do continente Sul Americano. Esta planta é perene, atingindo entre 4 a 12 metros de altura, de grande importância econômica, que geralmente começa a produzir frutos aos três anos de idade (OETTERER, 2006).

O primeiro produtor mundial de cacau é a Costa do Marfim com uma produção de 1,5 milhões de toneladas em setembro de 2011 seguida por Gana, segundo maior produtor com uma safra estimada em 1 milhão de toneladas no mesmo período. O Brasil que já foi o maior produtor mundial de cacau se encontra atualmente na sétima posição tendo produzido na safra de outubro de 2011 a setembro de 2012, 220 mil toneladas. O estado da Bahia é o maior produtor nacional com 153.393,4 toneladas ou 2.556.556 sacos o que representa 76,3%; os outros estados juntos com 47.571,1 toneladas ou 792.852 sacos representam 23,7% da produção (CEPLAC, 2013).

A existência de poucos estudos acerca das qualidades físicas dos frutos de cacau justifica este trabalho, uma vez que tais informações podem ser importantes para despertar um maior interesse dos produtores quanto ao plantio de sementes com características mais saudáveis bem como para a pesquisa científica que pode realizar a eleição adequada de material visando o maior aproveitamento comercial do fruto. Assim é de fundamental importância a caracterização física dos frutos de cacau a fim de identificar plantas que produzem frutos com características de qualidade superior para serem utilizadas em melhoramento genético e para fins industriais. Segundo Brito e Silva (1983), os estudos do comprimento e diâmetro durante o desenvolvimento do fruto de cacau podem fornecer subsídio ao estudo do peso fisiológico ou murchamento precoce dos frutos.

A planta do cacau requer solos profundos, bem drenados e ricos em potássio e nitrogênio, desenvolvendo-se bem em regiões com chuvas regularmente distribuídas durante o ano, de índice acima de 1.500mm (SOUZA JUNIOR, 1997).

Uma das novas alternativas para recuperar a produção de cacau no Brasil disseminado pela vassoura de bruxa é a produção de cacau clonal e, principalmente, irrigado no semiárido nordestino. Resultados recentes com cacau irrigado no município de Linhares-ES mostraram que a introdução ou a adaptação de tecnologias concorreu para um significativo incremento da produção no estado do Espírito Santo. Uma lavoura de cacau irrigada, com espaçamento de três metros entre as plantas (1.100 plantas por hectare), produz 1500 kg ha⁻¹; esta mesma lavoura sem irrigação atinge uma média de 600 kg ha⁻¹ (SIQUEIRA, 2008).

O CCN51 (Colección Castro Naranja) é ori-

undo de uma planta F1 do cruzamento entre ICS95 x IMC67, cruzada com um clone nativo do oriente equatorial denominado "Canelos" (BARTLEY, 1986). Produz frutos vermelho arroxeados quando imaturos, passando a amarelo alaranjado quando maduros, com casca levemente enrugada e sementes com coloração interna púrpura clara, apresentando resistência moderada às doenças como podridão parda e vassoura de bruxa (CAMPO; ANDÍA, 1997).

A nutrição mineral das plantas é um importante fator ambiental, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas (MILLER; CRAMER, 2004), inclusive pelo cacau (CHEPOTE et al., 2005; ALMEIDA et al., 2012). O nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do cacau, e, a sua deficiência causa clorose nas folhas (novas e velhas), verde pálido, redução no tamanho das folhas e da planta, folhas espessas e duras apresentando, em casos extremos, necrose a partir da extremidade do limbo. A exigência de nitrogênio pelas plantas de cacau, na fase inicial da produção, corresponde a 212 kg ha⁻¹ para a produção de 1000 kg de sementes secas (THONG; NG, 1978). A recomendação de adubação nitrogenada de formação varia com a idade das plantas, ou seja, 1; 2 e 3 anos, correspondente a 20; 30 e 40 g/planta, respectivamente. Para adubação de formação, a recomendação para as plantas do cacau corresponde a 60 kg de N/ha (CAMPOS, 1981; PEREIRA; MORAIS, 1987).

O uso de fertilizantes solúveis na água de irrigação tem sido uma das práticas adotadas pelos produtores de cacau na região do semiárido da Bahia, especialmente uréia e sulfato de potássio como fonte de nitrogênio e potássio, respectivamente. Siqueira et al. (2011) concluiu que o cacau fertirrigado é uma nova tecnologia que tem se mostrado rentável para os produtores de fertilizantes solúveis e têm uma maior influência na produtividade. Entretanto, são poucos os estudos de calibração da fertirrigação para a produção de cacau.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as características físicas dos frutos do cacau e a produção do cacau clonal CCN-51 submetido a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação no semiárido baiano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na fazenda Vale do Sol no período de novembro de 2009 até janeiro de 2012, em Jequié, Bahia (13° 51' 28" S, 40° 5' 2" W e altitude de 199 metros). A classificação climática de Köppen indica que a área experimental está sob domínio do clima Aw: clima quente com mês mais frio com temperatura média superior a 18 °C. A temperatura média anual é de 23,6 °C sendo que no verão na caatinga, local do experimento, sua tempera-

tura atinge 45°C. A umidade relativa mínima do ar é de 58,3% e a máxima 72,9% apresentando chuvas irregulares predominantemente no verão, com precipitação pluviométrica média anual variando de 500 a 1000 mm (LABGEO, 2014).

A área experimental foi aproximadamente de 0,18 hectares com o plantio da cultura do cacau clonal CCN-51 em covas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m no espaçamento de 3,5 x 2,0 m em solo Latossolo Amarelo com as seguintes características físico-químicas: areia = 683,8 g kg⁻¹; silte = 228,8 g kg⁻¹; argila = 87,4 g kg⁻¹; pH (H₂O) = 6,48; Ca = 2,53 cmol_c kg⁻¹; Mg = 1,81 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,03 cmol_c kg⁻¹; K = 0,28 cmol_c kg⁻¹; H + Al = 0,84 cmol_c kg⁻¹; MO = 1,0 g kg⁻¹; P = 11,2 mg kg⁻¹.

O experimento foi irrigado por um sistema de irrigação localizada por gotejamento do tipo superficial composto de gotejadores autocompensantes, com vazão de 1,6 L h⁻¹ e pressão de 196 kPa, com 16 válvulas solenóides sendo controladas por um multi programador de irrigação de 6 setores. Na Figura 1 apresenta um croqui da área experimental mostrando os equipamentos utilizados na fertirrigação, da mesma forma a identificação das plantas úteis e as bordaduras.

O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições onde se utilizou de 4 lâminas de irrigação (L) e 4 doses de nitrogênio (N) constituindo um fatorial 4x4 resultando em 16 tratamentos. Utilizou-se 4 plantas por parcela totalizando 64 plantas por bloco, com um total de 256 plantas de cacau clonal CCN-51 (Colección Castro Naranja) na área útil e 96 plantas da variedade forasteiro “cacau comum” como bordadura. As mudas, provenientes do Instituto Biofábrica do Cacau, foram plantadas em novembro de 2009 e a colheita dos frutos foi realizada de junho de 2011 até janeiro de 2012

As quatro lâminas de irrigação foram aplicadas diariamente sempre que não houvesse precipitação pluviométrica. Estas lâminas tiveram como base a lâmina bruta (LB) necessária para repor a água evapotranspirada sendo estas iguais a 0,60 LB, 0,80 LB, 1 LB e 1,2 LB. Para o cálculo da lâmina bruta se utilizou do coeficiente de uniformidade de emissão de água cujo valor encontrado em campo utilizando da metodologia de Keller e Karmeli (1974) foi de 90% e da razão de lixiviação calculada a partir da análise de água, cujo valor menor que 0,1, portanto, desprezível. Os dados de leitura diárias de evaporação do tanque Classe “A” instalado em solo coberto com grama na propriedade rural, distante a 50 m da área experimental, e o coeficiente do tanque (K_p), que de acordo Doorembos e Pruitt (1977), para uma velocidade média do vento de 4 m s⁻¹ (345,6 Km h⁻¹) e umidade relativa de 64% com raio de bordadura de 1 m é igual a 0,6, foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência E_{To}. A partir destes

$$LL = ECA_{média} \cdot K_p \cdot K_c \cdot K_L$$

Equação 1

dados foi calculada a lâmina líquida de irrigação através da equação 1,

onde, LL= lâmina líquida, mm; ECA_{média} = mé-

K_p= dia da evaporação no tanque classe “A” na semana;

K_c =

coeficiente do tanque, adimensional;

K_L =

coeficiente da cultura, adimensional e

$$ECA_{média} = (Leitura 2 - Leitura 1) + P_e \quad \text{Equação 2}$$

fator de ajuste devido a aplicação localizada, que é dado pela equação 2,

onde, L2 e L1= leituras consecutivas de evaporação e

P_e= precipitação efetiva.

Para calcular a lâmina líquida de irrigação se utilizou dos coeficientes da cultura do cacau (K_c) que pelo boletim 56 da FAO, são: fase inicial 1, fase intermediária 1,05 e fase final 1,05.

As quatro doses de nitrogênio foram indicadas como N1-70, N2-100, N3-130 e N4-160 % do nitrogênio (N) recomendado para a cultura do cacau nos três primeiros anos, segundo Mandarino e Sena Gomes (2009). Como fontes de nitrogênio e potássio foram utilizados a uréia e o sulfato de potássio, respectivamente, aplicadas semanalmente via fertirrigação. Em cada cova foram aplicados 70 g de FTE BR12, composto químico formado de micronutrientes, mais 140 g de MAP (52% P₂O₅ + 11% N), além de adicionar a esta mistura, 3 litros de esterco de caprino como adubo orgânico.

As lâminas totais de irrigação (L) considerando o K_c = 0,6; K_L = 0,76 e uniformidade de emissão = 0,9, e as doses totais de nitrogênio (N), utilizadas ao longo do experimento, foram: L1= 1146,35 mm; L2= 1335,66 mm; L3= 1525,58 mm; L4= 1717,58 mm; N1= 249,3 kg ha⁻¹; N2= 307,2 kg ha⁻¹; N3= 365,0 kg ha⁻¹ e N4= 422,9 kg ha⁻¹.

A água utilizada na irrigação, após ser analisada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, PB, foi classificada como C2-S1, ou seja, água com salinidade média e baixo teor em sódio que pode ser utilizada na irrigação em quase todos os tipos de solos.

Durante o período experimental foram mensurados, comprimento do fruto (cm) com trena de um metro; diâmetro do fruto (mm) com paquímetro de aço 150 mm com precisão de 0,05 mm; peso do fruto (g) e peso dos grãos (g) com balança de precisão com 2 casas decimais; número de grãos por fruto (unidade) e número de frutos por planta (unidade). Os dados foram submetidos análise de variância e regressão com a utilização do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

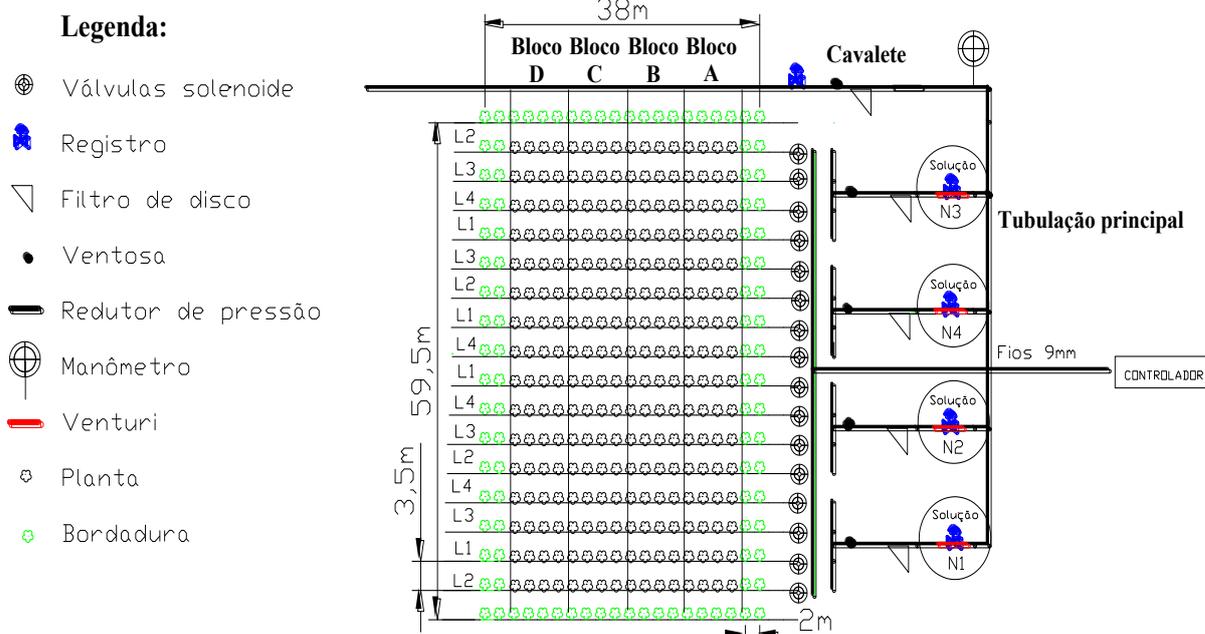


Figura 1. Croqui da área experimental

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As lâminas de irrigação (L) e as doses de nitrogênio (N) aplicadas na cultura do cacau não influenciaram significativamente o comprimento, o diâmetro e o peso dos frutos colhidos no primeiro ano de produção. O número de sementes por fruto (NSF) e o peso da amêndoa por fruto (PAF) foram significativamente influenciados apenas pelas doses de nitrogênio e pela interação entre os tratamentos (L x N) a nível de 1% de probabilidade. O número de frutos por planta (NFP) foi influenciado pelas lâminas de irrigação, pelas doses de nitrogênio e pela interação ente os tratamentos (L x N) aos níveis de 5%, 1% e 5% de probabilidade, respectivamente (Tabela 1). Ao analisar a interação entre os tratamentos foi observado significância somente das lâminas de irrigação com a dose 1 de nitrogênio (249,3 kg ha⁻¹) e das doses de nitrogênio com as lâminas 3 (1525,58 mm) e 4 (1717,58 mm) de água (Tabela 1).

Como as variáveis comprimento, diâmetro e peso do fruto não foram influenciadas pelos tratamentos experimentais, é interessante registrar as médias das mesmas cujos valores foram 19,41 cm, 85,97 mm e 567,34 g, respectivamente, corroborando Brito e Silva (1983). Estes autores ao avaliarem frutos do cacau clonal SIAL-105 encontraram aos 180 dias de idade comprimentos iguais a 10,37 cm e diâmetro de 83,0 mm. Schroeder (1960) estudando o crescimento estacionário do fruto de cacau na Costa Rica observou que o crescimento dimensional considerando comprimento e diâmetro segue uma curva sigmóide e que o crescimento em comprimento é mais proeminente que o diâmetro. Porém, a partir de 10 cm o crescimento em diâmetro se torna rela-

tivamente maior do que o longitudinal, o que está associado a grandes mudanças internas do tecido tais como, o rápido desenvolvimento do embrião e a presença de material cotiledonário.

Os valores médios das variáveis número de sementes por fruto, peso da amêndoa por fruto e número de frutos por planta com os tratamentos aplicados em campo são apresentados na Tabela 2. Os maiores valores em média alcançados por estas variáveis foram de 48,25; 70,50 g e 11,18, respectivamente.

O número médio de sementes por fruto variou de 31,00 a 48,25 provocando um aumento de 55,64% de sementes com o aumento de L3 (1525,58 mm) para L4 (1717,58 mm), entretanto, correspondentes a menor dose de nitrogênio, ou seja, 249,3 kg de N ha⁻¹ (Tabela 2). Estes dados são semelhantes aos encontrados nos clones CEPEC de 2002 a 2011 que variaram de 32 a 52 conforme citação de CEPEC/CEPLAC (2013) e aos observados por Leite et al. (2013) que encontraram o número de sementes por fruto dos clones PH-16 e CCN51 de 36,3 e 47,3, respectivamente.

Segundo a influência da interação das lâminas de irrigação com doses de nitrogênio no número de sementes por fruto, só foi significativo a 5% de probabilidade as lâminas de irrigação dentro da dose 1 de nitrogênio, e significativo a 1% de probabilidade as doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4 (Tabela 1). Conforme estas interações o número de sementes por fruto aumentou à medida que a lâmina de irrigação aumentou dentro da dose 1 de nitrogênio (N1 = 249,3 kg ha⁻¹) e à medida que aumentou a dose de nitrogênio na lâmina de irrigação 3 (L3 = 1525,58 mm) (Figura 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e regressão das variáveis comprimento do fruto (C), diâmetro do fruto (D), peso do fruto (PF), número de sementes por fruto (NSF), peso da amêndoa por fruto (PAF) e número de frutos por planta (NFP), submetidas às lâminas de irrigação (L) e doses de nitrogênio (N). Jequié-BA, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		C	D	PF	NSF	PAF	NFP
Lâminas (L)	3	2,19 ^{ns}	40,87 ^{ns}	3049,82 ^{ns}	12,80 ^{ns}	94,96 ^{ns}	23,01 [*]
Nitrogênio (N)	3	0,36 ^{ns}	46,13 ^{ns}	6166,80 ^{ns}	118,34 ^{**}	454,76 ^{**}	84,61 ^{**}
L x N	9	2,91 ^{ns}	59,02 ^{ns}	8508,34 ^{ns}	95,45 ^{**}	259,40 ^{**}	17,40 [*]
Lâminas	3						
Linear	1	-	-	-	-	-	31,18 [*]
Quadrático	1	-	-	-	-	-	22,68 ^{ns}
Cúbico	1	-	-	-	-	-	15,18 ^{ns}
Nitrogênio	3						
Linear	1	-	-	-	33,82 ^{ns}	12,03 ^{ns}	220,61 ^{**}
Quadrático	1	-	-	-	0,95 ^{ns}	6,98 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Cúbico	1	-	-	-	320,24 ^{**}	1345,25 ^{**}	32,57
L dentro do N1							
Linear	1				93,59 [*]	78,56 ^{ns}	123,50 ^{**}
Quadrático	1				140,95 [*]	475,67 [*]	4,62 ^{ns}
Cúbico	1				418,65 ^{**}	1298,1 ^{**}	29,04 ^{ns}
N dentro do L3							
Linear	1				216,31 ^{**}	1094,16 ^{**}	147,42 ^{**}
Quadrático	1				197,05 ^{**}	154,13 ^{ns}	8,12 ^{ns}
Cúbico	1				26,62 ^{ns}	536,02 [*]	26,22 ^{ns}
N dentro do L4							
Linear	1				43,86 ^{**}	237,8 ^{ns}	161,59 ^{**}
Quadrático	1				321,84 ^{**}	617,6 [*]	2,48 ^{ns}
Cúbico	1				214,44 ^{ns}	500,0 [*]	4,56 ^{ns}
Erro	45	1,40	61,22	5237,43	22,33	86,56	7,39
CV(%)		6,11	9,10	12,76	11,86	16,54	36,21

GL: grau de liberdade; ^{ns},^{*},^{**}: não significância e significância aos níveis de 5% (0.01 < p < 0.05) e 1% (p < 0.01) de probabilidade, respectivamente; CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Número de sementes por fruto, peso de amêndoa por fruto e número de fruto por planta para os tratamentos aplicados em campo. Jequié-BA, 2012.

Nitrogênio	Lâmina de irrigação				
	1	2	3	4	Média
	Número de sementes por fruto				
1	37,19	42,56	31,00	48,25	39,75
2	38,35	37,97	39,00	31,25	36,64
3	43,62	44,22	45,75	39,59	43,29
4	39,23	39,32	39,71	40,53	39,70
Média	39,60	41,02	38,87	39,91	39,85

L1= 1146,35 mm; L2= 1335,66 mm; L3= 1525,58 mm; L4= 1717,58 mm; N1= 249,3 kg ha⁻¹; N2= 307,2 kg ha⁻¹; N3= 365,0 kg ha⁻¹; N4= 422,9 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Continuação

Nitrogênio	Lâmina de irrigação				Média
	1	2	3	4	
Peso de amêndoa por fruto (g)					
1	56,50	63,69	41,50	70,50	58,05
2	52,10	56,81	44,75	44,63	49,57
3	62,22	62,97	67,68	56,18	62,26
4	54,06	52,71	58,51	55,15	55,11
Média	56,22	59,05	53,11	56,61	56,25
Número de frutos por planta					
1	8,03	9,03	2,93	1,78	5,44
2	7,15	6,10	4,78	4,45	5,62
3	7,15	9,98	10,93	8,73	9,19
4	8,20	11,18	9,93	9,83	9,78
Média	7,63	9,07	7,14	6,19	7,51

L1= 1146,35 mm; L2= 1335,66 mm; L3= 1525,58 mm; L4= 1717,58 mm; N1= 249,3 kg ha⁻¹; N2= 307,2 kg ha⁻¹; N3= 365,0 kg ha⁻¹; N4= 422,9 kg ha⁻¹.

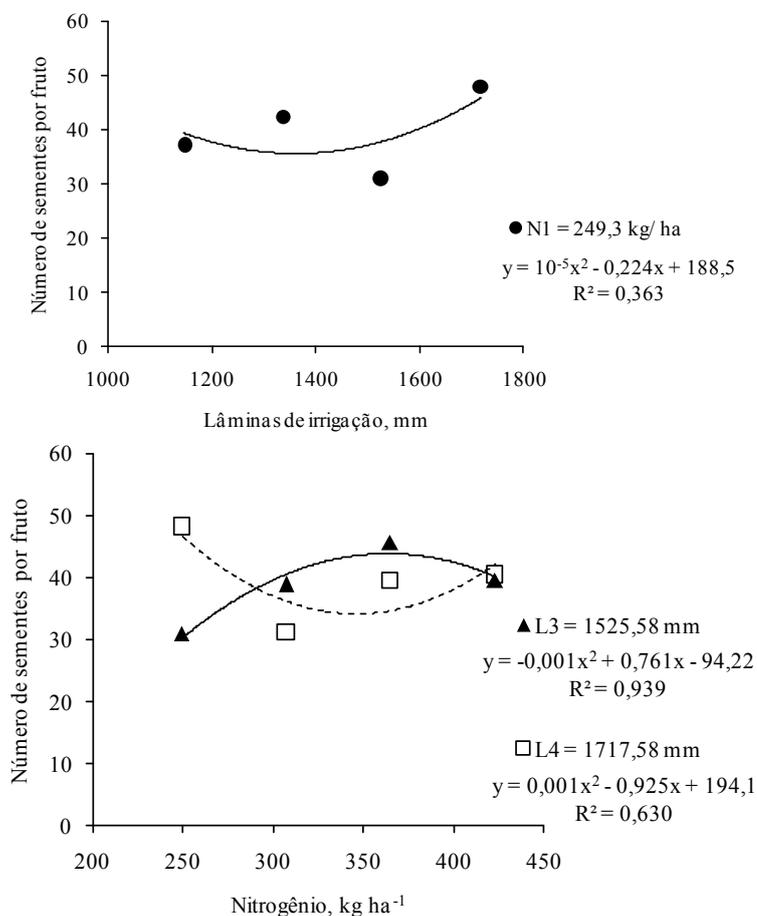


Figura 2. Número de sementes por fruto em função das lâminas de irrigação dentro da dose 1 de nitrogênio e em função das doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4.

Em relação ao peso de amêndoas por fruto, os valores variaram de 41,50 a 70,50 g provocando um aumento de 69,88% do peso de amêndoas com o aumento de L3 (1525,58 mm) para L4 (1717,58 mm), entretanto, correspondentes também, a menor dose de nitrogênio (Tabela 2). Esses resultados são semelhantes a alguns encontrados na literatura. Por exemplo, no caso dos clones CEPEC de 2002 a 2011, o peso de amêndoas por fruto variaram de 35 a 75 g (CEPEC/CEPLAC, 2013) enquanto que dos clones PH-16 e CCN51 os pesos foram 47,5 e 62,4g, respectivamente (LEITE et al., 2013). Conforme Mandarino e Sena Gomes (2009), avaliando as características de vários clones cultivados na Fazenda Brasileira, em Uruçuca, BA, nos anos de 2005, 2006 e 2007, encontraram os seguintes pesos médios de

amêndoas por fruto: 55,32 g (variação de 42,00 a 83,44 g); 46,80 g (variação de 33,00 a 63,60 g) e 60,63 g (variação de 52,38 a 71,68 g), respectivamente. Segundo Coral et al. (1968) analisando híbridos de cacau, entre o terceiro e quarto ano de produção, IMC 67 x TSAN 792 e o ICS 1 x IMC, encontraram 40 sementes por fruto, em cada híbrido, e peso médio das sementes por fruto de 42 g e 49 g, respectivamente.

O peso de amêndoas por fruto aumentou de forma quadrática em função do aumento das lâminas de irrigação, entretanto, apenas dentro da dose 1 de nitrogênio. Da mesma forma, o peso de amêndoas por fruto aumentou de forma linear e quadrática em função das doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4, respectivamente (Figura 3).

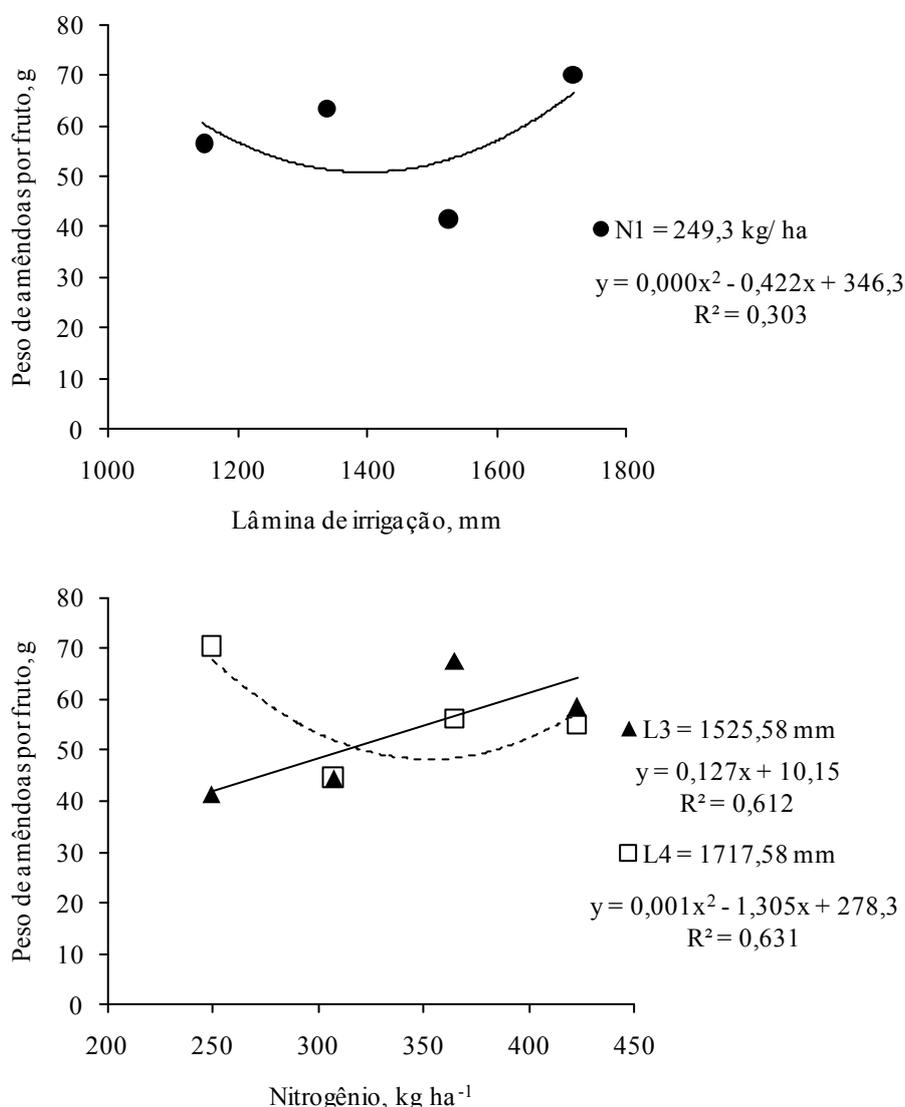


Figura 3. Peso de amêndoas por fruto em função das lâminas de irrigação dentro da dose 1 de nitrogênio e em função das doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4.

O número de frutos por planta variou de 1,78 a 11,18 (Tabela 2). Souza et al. (1996) encontraram uma produção média de 16,6 frutos por planta seis anos após o plantio. De acordo com Leite et al. (2013), as produções de frutos por planta, aos 28 meses de idade em Nova Redenção, BA, dos clones PH 16, TSH 1188, CP 2008 e CCN 51, cultivadas em espaçamento 4 x 2 m foram 4,7; 0,3; 2,0 e 5,9 e em espaçamento de 3,5 x 1,5 m foram 10,6; 0,3; 3,1 e 6,6, respectivamente. Entretanto, estes autores comentam que a produção comercial do cacaueteiro nas regiões tradicionais é iniciada a partir do quarto ano

de plantio, com produção média de 4,5 frutos/planta. Essa produção aumenta com a idade do plantio alcançando o equilíbrio a partir do décimo ano com 28-35 frutos/planta (SOUZA JUNIOR, 1997; GRAMACHO et al., 1992; SILVA NETO, 2001).

A interação das lâminas de irrigação com doses de nitrogênio influenciou ao nível de 1% de probabilidade no número de frutos por planta, o qual diminuiu em função das lâminas de irrigação na dose 1 de nitrogênio e aumentou em função das doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4 (Figura 4).

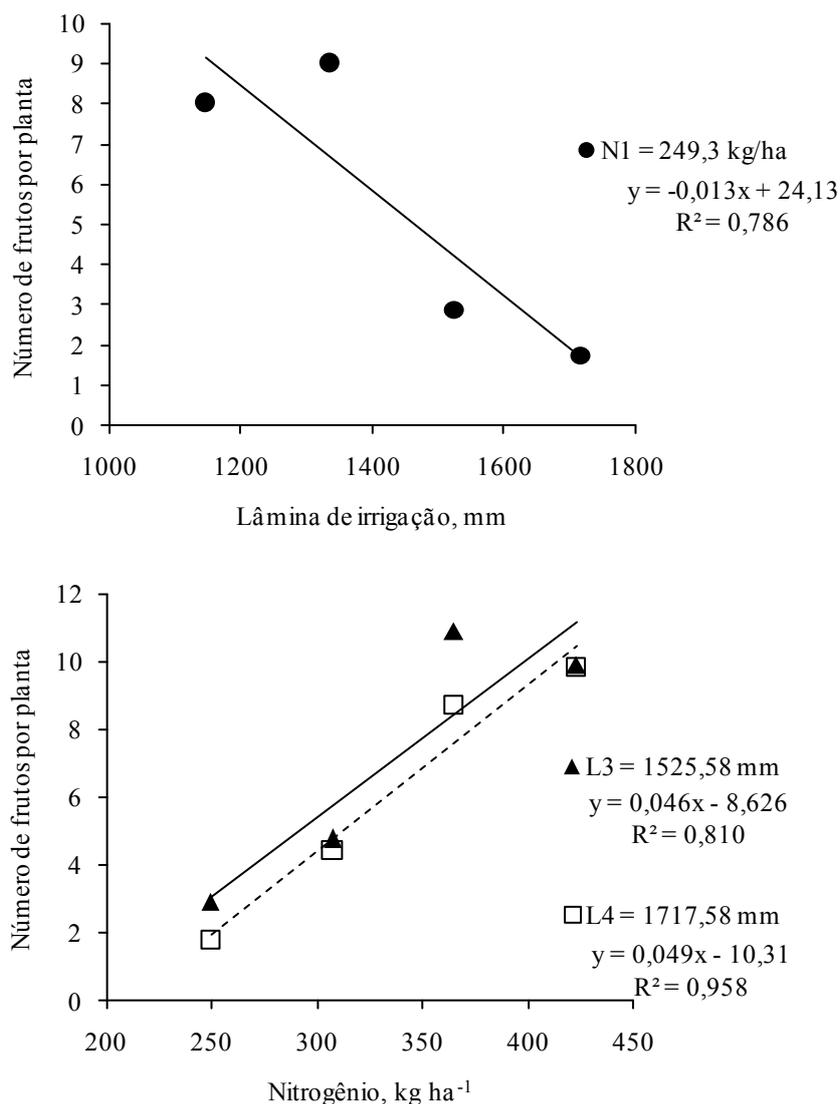


Figura 4. Número de frutos por planta em função das lâminas de irrigação dentro da dose 1 de nitrogênio e em função das doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4.

De acordo com a análise de variância (Tabela 3), a produção foi influenciada significativamente a nível de 1% ($p < 0,01$) em função das lâminas de irrigação (L), das doses de nitrogênio (N) e pela interação entre estes. Analisando a interação entre os tratamentos foi observado significância somente das

lâminas de irrigação com a dose 1 (249,3 kg ha⁻¹) e dose 3 (365,0 kg ha⁻¹) de nitrogênio e das doses de nitrogênio com as lâminas 2 (1335,66 mm), 3 (1525,58 mm) e 4 (1717,58 mm) de irrigação (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e regressão da variável produção (P) submetida às lâminas de irrigação (L) e doses de nitrogênio (N). Jequié-BA, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio
Lâminas (L)	3	225860,16**
Nitrogênio (N)	3	729270,17**
L x N	9	151410,57**
<hr/>		
Lâminas	3	
Linear	1	289882,86*
Quadrático	1	254857,11*
Cúbico	1	132840,51 ^{ns}
<hr/>		
Nitrogênio	3	
Linear	1	1484965,5**
Quadrático	1	2680,2 ^{ns}
Cúbico	1	700164,6 ^{ns}
<hr/>		
L dentro do N1		
Linear	1	939424,8**
Quadrático	1	15640,0 ^{ns}
Cúbico	1	421779,8**
<hr/>		
L dentro do N3		
Linear	1	17204,9 ^{ns}
Quadrático	1	356821,0*
Cúbico	1	19440,7 ^{ns}
<hr/>		
N dentro do L2		
Linear	1	44458,67 ^{ns}
Quadrático	1	5656,37 ^{ns}
Cúbico	1	275474,43*
<hr/>		
N dentro do L3		
Linear	1	1473126,63**
Quadrático	1	114017,65 ^{ns}
Cúbico	1	433156,63**
<hr/>		
N dentro do L4		
Linear	1	978493,6**
Quadrático	1	186,2 ^{ns}
Cúbico	1	89005,1 ^{ns}
Erro	45	52336,37
CV(%)		37,32

GL: grau de liberdade; ^{ns},*,** : não significância e significância aos níveis de 5% (0.01 < p < 0.05) e 1% (p < 0.01) de probabilidade, respectivamente; CV: coeficiente de variação.

A maior produtividade, 1025,69 kg ha⁻¹, foi obtida com o tratamento L3N3 enquanto que as menores produtividades, 166,90 e 178,07 kg ha⁻¹, corresponderam aos tratamentos L3N1 e L4N1, ou seja, a menor dose de nitrogênio prejudicou a produção do cacaueteiro (Tabela 4).

Nas áreas experimentais do CEPLAC localizadas nos perímetros irrigados do Vale do São Francisco, durante um ciclo produtivo em 10 anos de produção, foi considerada uma produtividade média anual de 200 arroba ha⁻¹ (aproximadamente 3000 kg ha⁻¹) (BEGIATO et al., 2009). Esta produtividade foi maior que a observada no presente trabalho durante

um ano, uma vez que, segundo Mi (2006), o início da produção econômica ocorre a partir do quinto ano após o plantio do cacaueteiro o qual alcança seu ideal produtivo em torno de 35 anos. Esse autor, juntamente com Dias et al. (1998) observaram que a tendência do aumento da produção avança com a idade dos cacaueteiros, ou seja, aumenta ao longo dos anos de produção e grande variabilidade entre os anos.

A interação das lâminas de irrigação com doses 1 e 3 de nitrogênio influenciou ao nível de 1% e 5% de probabilidade na produção de frutos, respectivamente, a qual diminuiu de forma linear em função das lâminas de irrigação na dose 1 de nitrogênio

e mostrou uma tendência quadrática na dose 3 de nitrogênio, ou seja, a produtividade de frutos aumentou com lâmina de irrigação até 1495 mm, atingindo uma máxima produtividade estimada de 1268,10 kg/ha, para depois disso diminuir (Figura 5). Como na região semiárida as plantas de cacau precisam mensalmente de 100 a 150 mm de água, além da fertirrigação, para conseguir bons rendimentos (CENTRO

DE CONHECIMENTO EM AGRONEGÓCIOS, 2009), as quantidades maiores de lâmina de irrigação no presente trabalho, juntamente com a menor dose de nitrogênio prejudicaram a produtividade do cacau. Devido o excedente de água para a cultura, provavelmente, a maior parte do nitrogênio foi perdida por lixiviação.

Tabela 4. Médias da produtividade do cacau (kg ha⁻¹) para os tratamentos lâminas de água e doses de nitrogênio aplicados em campo. Jequié-BA, 2012.

Nitrogênio	Lâmina de água				Média
	1	2	3	4	
Produtividade de frutos, kg ha ⁻¹					
1	683,04	819,28	166,90	178,07	461,82
2	503,02	503,59	312,79	272,67	398,02
3	637,18	902,82	1025,69	693,99	814,92
4	655,78	843,37	833,92	774,93	777,00
Média	619,75	767,26	584,82	479,91	612,94

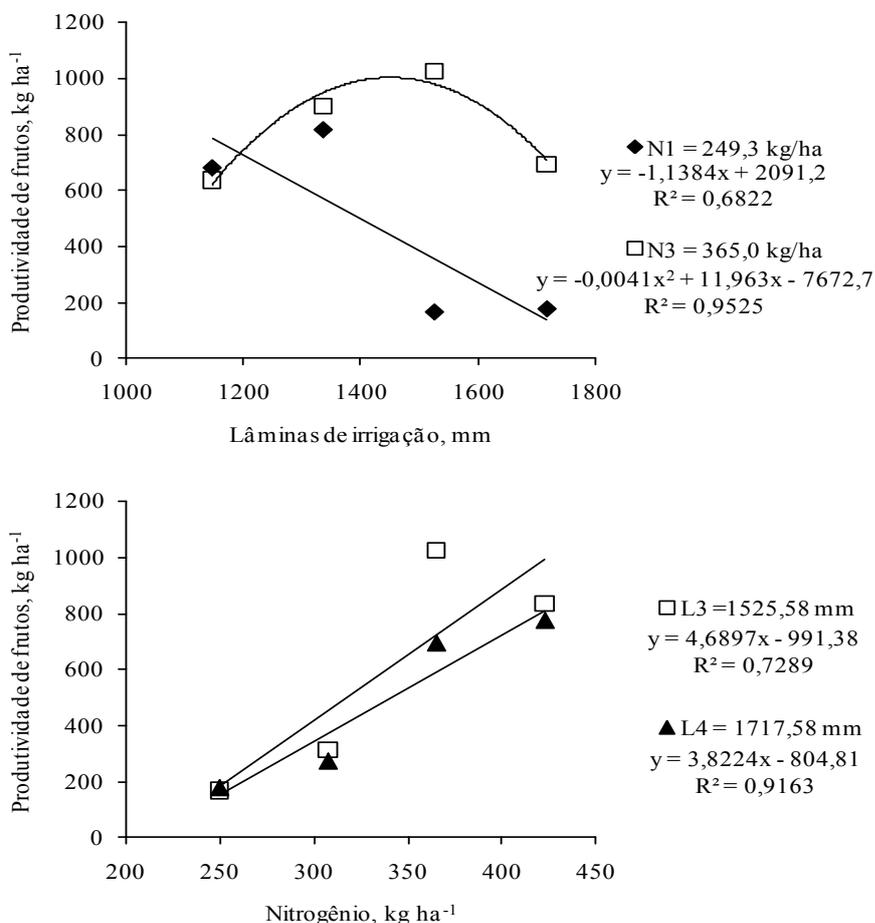


Figura 5. Produtividade de frutos em função das lâminas de irrigação dentro das doses 1e 3 de nitrogênio e em função das doses de nitrogênio dentro das lâminas de irrigação 3 e 4.

A interação das doses de nitrogênio com as lâminas de irrigação 2, 3 e 4 foi influenciada ao nível de 5%, 1% e 1% de probabilidade na produção de frutos, respectivamente, no entanto, as tendências são mostradas com aumento linear somente com as lâminas 3 (1525,58 mm) e 4 (1717,58 mm) de água em função das doses de nitrogênio (Figura 4), ou seja, neste caso, com as maiores lâminas de irrigação, as doses crescentes de nitrogênio aumentaram a produção do cacau.

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio e a interação entre elas com as lâminas de irrigação influenciaram positivamente no número de sementes por fruto, no número de frutos por planta e no peso das amêndoas por fruto, conseqüentemente, na produção de amêndoas secas do cacau clonal CCN-51.

As lâminas de irrigação influenciaram no número de frutos por planta do cacau clonal CCN-51.

As lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e a interação entre elas influenciaram positivamente na produção de amêndoas secas do cacau clonal CCN-51.

O tratamento utilizado no campo com 1525,58 mm de água e 365,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio foi o que promoveu a maior produtividade no campo de amêndoas de cacau para comercialização com 1025,69 kg ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao CNPq, pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. L. S.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, E. F. Growth of cocoa as function of fertigation with nitrogen. *Iranica Journal of Energy & Environment*, v. 3, n. 4, p. 385-389, 2012.

BARTLEY, B. G. D. Cacao (*Theobroma cacao* L.). In: *Breeding for durable resistance in perennial crops*. Rome: FAO Plant Production and Protection Paper, 1986. 70, p. 25-42.

BEGIATO, G. F. et al. Análise do sistema agroindustrial e Atratividade dos Vales do São Francisco para a cacauicultura irrigada. *Custos e @gronegocio*, Recife, v. 5, n. 3, p. 55-87, 2009.

BRITO, I. C.; SILVA, C. P. Medidas biométricas do fruto do cacau durante seu desenvolvimento.

Sitientibus, Feira de Santana, v. 3, n. 2, p. 59-66, 1983.

CAMPO, E. C.; ANDÍA, F. C. **Cultivo y Beneficio del Cacao CCN-51**. Quito: Editorial el Conejo, 1997. 136 p.

CAMPOS, A. X. Resposta de plântulas de cacau à aplicação de zinco. **Informe Técnico**, CEPLAC/DEPEA, 1981. p. 86-87.

CENTRO DE CONHECIMENTO EM AGRONEGÓCIOS (PENSA). **Cadeia produtiva de cacau: oportunidade de investimento em cacauicultura no Vale do São Francisco e do Parnaíba**. Brasília, DF: CODEVASF, 2009. 33 p.

CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU (CEPEC/CEPLAC). **Características gerais do cacau**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cacau.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

CHEPOTE, R. E. et al. **Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacau no sul da Bahia**. 2. ed. Ilheus: CEPLAC/CEPEC, 2005.36 p.

CORAL, F. J.; CIONE, J.; IGUE, T. Estudos preliminares sobre o comportamento de progênies híbridas de cacau, nas condições ecológicas do Vale do Ribeira. **Bragantia**, Campinas, v. 27, p. 63-65, 1968.

DIAS, L. A. S. et al. Performance and temporal stability analyses of cacao cultivars in Linhares, Brasil. **Plantations, Recherche, Développement**, Paris, v. 5, n. 5, p. 343-355, 1998.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1997. 179 p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258

GRAMACHO, I. C. P. et al. **Cultivo e Beneficiamento do Cacao na Bahia**. Ilhéus: CEPLAC, 1992. 124 p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transactions of the ASAE, Michigan, v.17,n. 4, p.678 -684, 1974.

LABGEO- Portal do laboratório de Geociências – UESB. **Roteiro de Prática de Campo**: Microrregião de Jequié. Disponível em <<http://>

- www.labgeo.biouesb.com/biotrilha-uesb/88-2/ >. Acesso em: 10 fev. 2013.
- LEITE, J. B. V. et al. **Cultivo do cacau em regiões semi-áridas no Brasil: verdades e mitos.** <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp? Id Noticia = 22877>. Acesso em: 23 abr. 2013.
- MANDARINO, E. P.; SENA GOMES, A. R. **Produtividade do cacau (*Theobroma cacao* L.) cultivado em blocos monoclonais, no sul da Bahia, Brasil.** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2009. 32 p. (Boletim Técnico, n. 197).
- MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, v. 274, p. 1-36, 2004.
- OETTERER, M. Tecnologias de obtenção do cacau, produtos do cacau e do chocolate. In: OETTERER, M.; REGITANO D'ARCE, M. A.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciências e Tecnologia de Alimentos.** Barueri, SP: Manole, 2006. v. 1, p. 1-50.
- PEREIRA, G. C.; MORAIS, F. I. Variabilidade química da camada superficial de solos dos pólos cacauzeiros da amazônia. **Revista Theobroma**, v. 17, n. 3, p. 142-151, 1987.
- SCHROEDER, C. A. Observation on the growth of the cacao fruit. In: CONFERENCIA INTER-AMERICANA DE CACAO, 7., 1960. Colombia, Bogota. **Anais...** Colombia, 1960. p. 381-394.
- SILVA NETO, P. J. (Coord.) **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira.** Belém, PA: CEPLAC, 2001. 125 p.
- SIQUEIRA, P. R.; MULDER, W. T. J.; SOUZA, C. A. S. **Fertirrigação do cacau no estado do Espírito Santo.** Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br.htm>. Acesso em: 23 mar. 2011.
- SIQUEIRA, P. R. **A importância da irrigação para o cacau em Linhares.** Disponível em: <http://www.ceplac.br.htm>. Acesso em: 21 jul. 2008.
- SOUZA, A. G. C.; SILVA, S. E. L.; SOUSA, N. R. **Avaliação do desempenho do cacau-do-peru.** Manaus: EMBRAPA/CPAA, 1996. p. 1-2.
- SOUZA JUNIOR, J. O. **Fatores edafoclimáticos que influenciam a produtividade do cacau cultivado no Sul da Bahia, Brasil.** 1997. 146 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.
- THONG, K. C.; NG, W. L. **Growth and nutrient composition of monocrop cocoa plants on inland**