

ESTADO NUTRICIONAL E TRANSPORTE DE NUTRIENTES EM MUDAS ENXERTADAS DE CACAUEIRO

George Andrade Sodré^{1,2}, *Paulo Cesar Lima Marrocos*^{1,2}, *Raquel Rodrigues Moraes*², *Raúl René M. Valle*^{1,2}

¹CEPLAC/CEPEC/SENUP, Caixa Postal 07, 45.600-970, Itabuna, Bahia, Brasil, sodre@ceplac.gov.br. ²UESC, Universidade Estadual de Santa Cruz, km 16, Rod. Ilhéus-Itabuna, 45650-000 Ilhéus, Bahia, Brasil

Foram avaliados o estado nutricional e a influência do portaenxerto no transporte de nutrientes (ETN) em mudas de *Theobroma cacao* L. Para portaenxerto usou-se a variedade *cacaueiro comum* e para enxerto os clones: CP-49, ICS-1, Cepec-2002, Salobrinho-03 e CCN-51. Sementes de cacau comum foram inicialmente pré-germinadas em mistura de areia e serragem na proporção 1:1 (v:v) e em seguida transplantadas para sacos de polietileno. Passados 150 dias, 10 mudas por clone foram enxertadas e 10 mantidas sem enxerto. Aos cinco e oito meses após a enxertia, 10 folhas de cada enxerto e do portaenxerto, foram coletadas para formar amostras compostas onde se determinaram teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. A ETN foi obtida comparando-se os teores nos portaenxertos e enxertos usando como referência o desvio padrão (δ) para teores médios de cada nutriente em cacaueiros. O teor de N encontrado no portaenxerto subtraído do valor do δ para N foi superior ao teor encontrado no enxerto do clone Salobrinho-02. Esse resultado indica que esse clone não foi beneficiado pela enxertia em cacau comum. Verificou-se que não houve diferença para o Zn, Cu e Fe, entre enxertos e portaenxerto. Para Mn todos os enxertos foram superiores ao portaenxerto. Os resultados mostraram que o transporte de nutrientes entre enxertos e portaenxerto de cacaueiros é influenciado pela combinação de material genético.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L, enxertia, clones, portaenxerto.

Nutritional status and nutrients transport in cocoa graft seedlings. We assessed the nutritional status and influence of rootstock on nutrient transport (ETN) to the in *Theobroma cacao* L seedlings. For rootstock was used the variety “comum cocoa” and for graft clones: CP-49, ICS-1, Cepec-2002, Salobrinho-02, CCN-51. Pre-germinated seeds were initially transplanted into polythene bags. After 150 d, 10 seedlings per clone were grafted and 10 maintained without graft. At month fifth and eighth after grafting, 10 leaves of each graft and of rootstock were collected to form composite samples and determined N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn concentrations. ETN was obtained by comparing the levels in rootstocks and grafts using as reference the standard deviation (δ) of the average concentration of each nutrient. The N content found in the rootstock subtracted from the value of δ for N was higher than the level found in the graft of clone Salobrinho-02. This result indicated that the clone did not benefited when grafted in “comum cocoa” rootstock. There was no difference for Zn, Cu and Fe between graft and rootstock. For Mn all grafts were superior to the rootstock. The results showed that the transport of nutrients between grafts and rootstocks of cocoa is influenced by combination of genetic material.

Key words: *Theobroma cacao* L, grafting, clones, rootstock.

Introdução

A região cacauceira do sul do estado da Bahia, principal produtora de cacau do Brasil, há mais de duas décadas encontra-se inserida numa forte crise econômica. Essa crise foi agravada pela introdução da doença vassoura-de-bruxa do cacauceiro (Pereira, 1989) no final da década de 1980. Aliado às dificuldades práticas de controle da doença, o uso reduzido de tecnologia provocou decréscimo de mais de 60 % na produção de cacau nessa região.

Considerando que a resistência genética é uma importante ferramenta usada para controle da vassoura-de-bruxa, a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacauceira, CEPLAC, vem conduzindo pesquisa com material genético produtivo, de qualidade e resistente à doença. Nesse contexto, Sodré (2007) argumenta que as técnicas de produção de mudas têm crescido e estão sendo aprimoradas na proporção em que surgem novos clones resistentes. Esse autor também destaca que para produzir muda de cacauceiro com alta qualidade fisiológica será necessário selecionar portaenxertos que possibilitem aumentar a eficiência de absorção e transporte de nutrientes.

Trabalhos sobre interação enxerto e portaenxerto são frequentemente encontrados na literatura, especialmente em uvas para produção de vinho (Lehoczky e Koesis, 1998) e para o cultivo de cafeeiro (Tomaz et al., 2003). Esses autores demonstraram a influência do portaenxerto na absorção de nutrientes e composição mineral das folhas do enxerto. Tomaz et al., (2005) também verificaram que a enxertia em café influencia o desenvolvimento e nutrição mineral das plantas.

A eficiência no transporte de nutrientes (ETN) indica a capacidade do portaenxerto em converter o nutriente absorvido em matéria seca (Rozane et al., 2007). No caso do cacauceiro, as pesquisas com mudas abordam apenas técnicas e métodos para efetuar a enxertia, entretanto, sem avaliar a influência do portaenxerto ou sua interação nutricional com o enxerto.

Considerando que resultados de estudos sobre enxerto e portaenxerto podem ser usados para indicar melhores interações na enxertia entre genótipos de cacauceiros, este trabalho avaliou o estado nutricional e se o transporte de nutrientes é influenciado pelo portaenxerto em mudas enxertadas de *Theobroma cacao* L.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Centro de Pesquisas do Cacau, CEPEC, localizado em Ilhéus, Bahia, Brasil. Para portaenxerto foram usadas sementes de “*cacauceiro comum*” do tipo genético forasteiro e para enxerto os clones Salobrinho-02, CP-49, ICS-1, Cepec-2002 e CCN-51.

Na preparação do portaenxerto, sementes de “*cacauceiro comum*” foram inicialmente limpas e em seguida postas para germinar em mistura de areia e serragem na proporção volumétrica 1:1. Após a germinação (4 dias) foram transplantadas para sacos de polietileno de 0,025 mm de espessura, dimensões (10 cm x 40 cm) e volume de 3,14 dm³, previamente preenchidos com substrato orgânico obtido da mistura de casca de *Pinus* e fibra de coco na proporção volumétrica 1:1. Cada saco foi fertilizado com 5 g dm³ do fertilizante de liberação lenta (3 a 5 meses) Osmocote® (22 % N - 4 % P₂O₅ - 8 % K₂O) e 0,5 g dm³ do fertilizante solúvel PG Mix® (14 % N - 18 % P₂O₅ - 18 % K₂O) + micronutrientes. Os fertilizantes foram misturados ao substrato de acordo com Marrocos e Sodré (2004).

A partir de 60 dias da enxertia e até o final do período experimental, cada saco de polietileno foi fertilizado quinzenalmente com 10 ml de fertilizante foliar quelatizado composto de: 5 % de N, 12 % de P₂O₅, 18 % de K₂O, 2 % de Ca, 1,5 % de Mg, 5 % de S, e os micronutrientes Zn 2 %, B 1,5 %, Cu 0,5 %, Mn 0,5 %, Mo 0,2 % e Fe 0,1 %. Para manter a umidade em aproximadamente 70 % da capacidade máxima de retenção de água do substrato, as mudas foram irrigadas três vezes por semana.

Passados 150 dias do plantio, 10 mudas por clone foram enxertadas por garfagem de ramos plagiotrópicos e 10 foram mantidas como “pé franco” ou portaenxerto. Aos cinco e oito meses após a enxertia, 10 folhas (uma por planta), de cada clone enxertado e do portaenxerto foram coletadas para formar amostras compostas. Na coleta foi usada a terceira folha recém amadurecida partindo da ponta do lançamento para baixo.

As folhas foram lavadas com imersão em água corrente, passada por 5 segundos em solução de HCl 2% e outra lavagem com água destilada. Em seguida foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. Esse procedimento foi necessário

para evitar a presença de resíduos de fertilizante e preparar o tecido foliar para análise.

Foram analisados os teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. O N foi dosado pelo método Kjeldahl (Jackson, 1958). Para análise dos outros nutrientes as amostras sofreram digestão nítrico-perclórica de acordo com EMBRAPA (1999). O P foi dosado colorimetricamente, o K por fotometria de chama e os demais por espectrofotometria de absorção atômica.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com tratamentos formados por 2 tipos de mudas: pé franco (portaenxerto) e clones (enxertos), 5 clones (Salobrinho-02, CP-49, ICS-1, Cepec-2002 e CCN-51) e 10 plantas por parcela experimental.

Inicialmente foram obtidos contrastes entre os teores dos nutrientes no portaenxerto e enxertos. Em seguida, fez-se a comparação usando como referência os desvios padrão (σ) para teores médios dos nutrientes em folhas, obtidos em experimento anterior com cacauzeiros em produção por Sodr e et al. (2001).

Foram consideradas mais eficientes as combinações onde os resultados encontrados somado ao σ para cada nutriente foram positivos e superiores ao valor do enxerto. Valores negativos foram considerados combinações entre enxerto e portaenxerto com menor eficiência em transportar cada nutriente.

Resultados e Discussão

Estado nutricional das plantas

Verificou-se que os teores de N, P e K nas folhas dos enxertos (Tabela 1), foram diferenciados entre os clones e expressivamente superiores aos teores

encontrados em cacauzeiros produtivos por Abreu-Junior et al., (1996); Sodr e et al., (2001) e Malavolta et al., (2001). Esse resultado indica variação no estado nutricional entre as mudas enxertadas e plantas em produção e corrobora com resultados de Abreu - Junior et al. (1996) que verificaram diferenças significativas nos teores foliares de N que variaram entre 17,7 para o clone EET-62 e 21,9 g kg⁻¹ para o TSH 1188.

Na Figura 1 observa-se que o P foi o nutriente que apresentou a menor percentual de distribuição na folha para enxertos e portaenxerto com valores médios de 5% em relação ao total (N, P, K, Ca e Mg). Nesse contexto, a sequencia de distribuição de nutrientes expressa em teor foi: K>N>Ca>Mg>P. Thong e Ng (1978) avaliando o requerimento de nutrientes pelo cacauzeiro, na fase de viveiro, verificaram que a contribuição do N em relação ao total dos nutrientes foi superior ao K. Contudo, esses autores também encontraram essa sequencia para absorção de nutrientes (kg ha⁻¹) em cacauzeiros crescendo entre 5 e 87 meses.

Comparando os teores de N e K nas folhas dos enxertos e portaenxerto com cacauzeiros em produção citados por Sodr e et al. (2001), verificou-se que os teores encontrados foram 20 % e 30 % e 60 % e 100 % superiores, respectivamente para enxertos e portaenxerto. Considerando que o volume de fertilizante foliar aplicado não variou entre plantas, esse resultado pode ser atribuído a elevada disponibilidade de nutrientes, geralmente verificada em cultivo com substratos orgânicos.

Considerando também que durante o período experimental não foram verificados sintomas visuais de deficiência ou toxidez causada por falta ou excesso de N e K, os resultados sugerem que na fase de viveiro o cacauzeiro pode absorver grandes quantidades desses

Tabela 1. Teores médios de nutrientes nas folhas de portaenxertos e enxertos de clones de cacauzeiros

Clone	N ²	P	K g kg ⁻¹	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	mg kg ⁻¹								
Salobrinho-02	29,2	3,3	29,6	10,1	5,9	157	77,0	17,3	813
Cepec 2002	31,4	3,8	36,3	6,7	5,6	91	59,3	30,1	755
CP 49	32,4	3,8	34,0	6,9	5,9	126	63,2	16,4	709
ICS 1	30,3	3,7	35,3	8,1	5,6	74	73,1	19,8	869
CCN 51	29,8	4,1	37,2	6,8	5,7	125	71,0	11,0	796
Portaenxerto	31,9	3,3	31,1	8,1	5,4	93	55,6	17,4	584

²Média das análises realizadas aos cinco e oito meses.

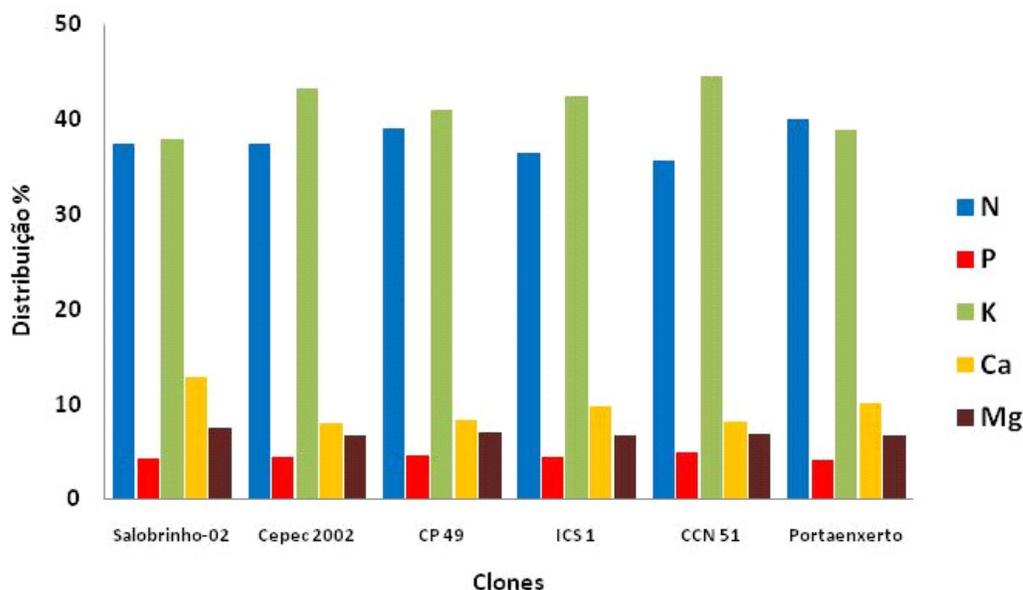


Figura 1. Distribuição percentual dos teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de portaenxerto e enxertos de clones de cacaueiros.

nutrientes e que as faixas de suficiência e os níveis críticos em mudas são superiores aos encontrados em plantas vegetando no campo. Nesse contexto, Souza Junior & Carmelo (2008) encontraram respostas a doses de N em mudas de cacaueiros cultivadas em substrato e nível crítico para N de 27 g kg⁻¹. Esse valor é superior ao que se verifica em plantas adultas no campo e que segundo Malavolta et al. (2001) varia de 20 a 23 g kg⁻¹.

Os teores de Mn foliar foram superiores em aproximadamente 11 vezes os teores de Zn encontrados tanto no portaenxerto quanto nos enxertos. Esses resultados estão de acordo com Thong & Ng (1978) que verificaram que o cacaueiro absorve Mn em proporções sempre superiores ao Zn, contudo, variando entre 2,5 e 7,9 para cacaueiros aos 5 e 39 meses de cultivo, respectivamente.

Diferenças na composição mineral de micronutrientes em clones também foram verificadas por Abreu- Junior et al. (1996), que analisando folhas de 10 clones resistentes à doença vassoura-de-bruxa após seis anos de cultivo em campo, encontraram diferenças significativas para teores de Cu e Zn, contudo, sem efeito significativo para Mn e Fe.

Eficiência do transporte de nutrientes (ETN)

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os teores de

nutrientes e contrastes entre teores nas folhas dos enxertos e portaenxerto. O teor de N do portaenxerto (31,9) quando subtraído do ó para N (2,4) apresentou resultado negativo nos clones Salobrinho-02, Cepec-2002, ICS-1 e CCN-51 e positivo para o clone CP-49. Esse resultado sugere haver menor capacidade de transporte de N do portaenxerto para o enxerto nos clones de valor negativo, especialmente, para o Salobrinho-02 cujo valor 2,7 foi superior ao ó (2,4).

Excetuando-se o clone salobrinho-02, os teores de P e K nas folhas dos enxertos foram superiores aos teores do portaenxerto. Esse resultado indica que o portaenxerto influenciou positivamente no transporte de P e K para os clones na sequencia: CCN-51 > Cepec-2002 > ICS-1 > CP-49.

Para o Ca e Mg e os micronutrientes Fe, Zn e Cu os teores encontrados, mesmo variando em magnitudes e valores negativos e positivos na comparação ao portaenxerto, não superaram os limites do ó, indicando que o portaenxerto não influenciou no transporte desses nutrientes.

Para o micronutriente Mn, todos os contrastes apresentaram valores positivos e acima do ó (Tabela 2), sugerindo que o portaenxerto de cacau comum é eficiente em absorver e translocar o Mn para o enxerto. Em se tratando do Mn a seleção de portaenxerto com capacidade de elevar o teor no enxerto é importante

Tabela 2. Valores dos contrastes entre teores médios de nutrientes nas folhas de portaenxertos e enxertos de clones de cacaueros e dos desvios padrão de referência (δ) para teores dos respectivos nutrientes

Clone	N ²	P	K g kg ⁻¹	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu mg kg ⁻¹	Mn
Salobrinho-02	-2,70	0,00	-1,45	1,99	0,50	63,3	21,4	- 0,09	228
Cepec 2002	-0,49	0,56	5,21	-1,41	0,27	-1,9	3,7	12,7	170
CP 49	0,53	0,56	2,92	-1,23	0,59	32,9	7,6	- 0,97	124
ICS 1	-1,61	0,41	4,20	0,02	0,21	-19,8	17,5	2,43	285
CCN 51	-2,14	0,79	6,12	-1,27	0,37	31,1	15,5	- 6,39	211
Portaenxerto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
δ ¹	2,4	0,19	2,9	3,2	0,87	87,9	47,9	18,6	107

¹Extraído de Sodré et al. (2001). ²M dia das análises realizadas aos cinco e oito meses.

porque esse nutriente está envolvido em rotas de biossíntese de fenóis solúveis e lignina, compostos que conferem às plantas maior tolerância ao ataque de patógenos. Nesse contexto, Aguilar (2001) verificou que a aplica o de Mn via foliar reduziu a porcentagem de plantas infectadas pelo fungo *Moniliophthora (ex Crinipellis) perniciosa* (Aime & Phillips-Mora, 2005) enquanto Nakayama et al. (1996) trabalhando com diferentes progênies de cacauero, verificaram que plantas sadias da variedade tolerante *Theobahia* diferenciavam-se da susceptível pelo alto teor de Mn foliar.

Conclusões

O transporte de nutrientes entre enxertos e portaenxerto em cacaueros   influenciado pela combina o de material genético.

O clone Salobrinho-2 enxertado em cacauero comum acumula menos N, P e K nas folhas em compara o aos clones CCN-51, ICS-1, CEPEC-2002, e CP-49.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Agente de Atividades Agropecuárias Edmundo Andrade (Ceplac/Sefis) pela grande ajuda na condu o e avalia o do experimento.

Literatura Citada

ABREU-JUNIOR, C.H., et al. 1996. Foliar nutrient concentrations and rations in high yield cocoa

genotypes and relations with yield and intensity of witches'broom disease. *In*: Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau. 12. Atas.Salvador, Bahia, Brasil. Lagos, Nigeria. Cocoa Producer's Alliance. pp. 773-780.

AGUILAR, M. A. G ; REZENDE, L. V. de R. 2001. Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Resistência a Doenças. *In*: Dias, L. A. S. Melhoramento Genético do Cacauero. Editora FUNAPE -UFG. pp. 325-360.

AIME, M.C. ; PHILLIPS-MORA, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97: 1012-1022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECU RIA. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, EMBRAPA. 370p.

LEHOCZKZ, E. ; KOESIS, L. 1998. Nutrient content of grapevine leaves in various graft combinations. *Commun. Soil Science. Plant Analytical* 29: 1983 - 1989

JACKSON, M.L. 1958. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. *In*: Soil chemical analysis. Englewood Chiffis, Prentice-Hall. pp.183-204.

MARROCOS, P.C.; SODRÉ, G.A. 2004. Sistema de produ o de mudas de cacaueros. *In*: Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, 4. Viçosa. Anais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. pp.283-311.

- MALAVOLTA, E., et al. 2001. Cacau, Café, Chá, Fumo e Mate. *In*: Ferreira, M.E., Cruz, M.C., Raij, B.V., Abreu, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. CNPq/Fapesp/Potafos. pp. 425 - 458.
- NAKAYAMA, L.H.I., et al. 1996. Efeito da Nutrição mineral na manifestação dos sintomas da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) em cacauero. *In*: Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau. 12. Atas. Salvador, Bahia, Brasil. Lagos, Nigeria. Cocoa Producer's Alliance. pp. 749-757.
- PEREIRA, J. L., et al. 1989. Primeira ocorrência de vassoura-de-bruxa na principal região produtora de cacau da Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 1(1): 79-81.
- ROSANE, D.E., et al. 2007. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 31 (4): 1020-1026.
- SODRÉ, G. A., et al 2001. Uso do desvio padrão para estimativa do tamanho da amostra de plantas de cacau (*Theobroma cacao* L) em estudos de nutrição. *Agrotrópica (Brasil)* 13(3): 145-150.
- SODRÉ, G. A. 2007. Substratos e estaquia na produção de mudas de cacauero. Tese de Doutorado. Jaboticabal, UNESP. 84p.
- SOUZA JÚNIOR, J. O.; CARMELLO, Q. A. C. 2008. Formas de adubação e doses de uréia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (32) : 2367 - 2374.
- THONG, K. C.; NG, W.L. 1978. Growth and nutrients composition of monocrop cocoa plants on Inland Malaysian soils. *In*: International Conference on Cocoa and Coconuts. Kuala Lumpur, 1978. Proceedings. Kuala Lumpur. 262-286.
- TOMAZ, A. M. I., et al. 2003. Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (27): 885-892.
- TOMAZ, A. M. I., et al. 2005. Portaenxertos afetando o desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica* L. *Ciência. Rural (Brasil)* 35 3: 570-575.