



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

PEDRO HENRIQUE LOPES SILVA

PRODUTIVIDADE E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES CATIÔNICOS POR
CACAUZEIROS NO SUL DA BAHIA

ILHÉUS – BAHIA

2015

PEDRO HENRIQUE LOPES SILVA

PRODUTIVIDADE E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES CATIÔNICOS POR
CACAUZEIROS NO SUL DA BAHIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas em Ambiente Tropical Úmido.

Orientador: Prof. Dr. José Olímpio de Souza Júnior.

ILHÉUS – BAHIA

2015

PEDRO HENRIQUE LOPES SILVA

PRODUTIVIDADE E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES CATIÔNICOS POR
CACAUEIROS NO SUL DA BAHIA

Ilhéus, Bahia, 26/02/2015

Prof. Dr. José Olímpio de Souza Júnior
DCAA – UESC (Orientador)

Prof. Dr. George Andrade Sodré
DCAA – UESC/CEPLAC

Prof. Dr. Júlio César Lima Neves
UFV/DPS

A minha família,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

Aos meus pais e minha irmã pelo amor incondicional.

A minha namorada Giovanna Alcântara Queiroz que sempre esteve ao meu lado me apoiando.

Ao professor José Olímpio de Souza Júnior pela orientação, ensinamentos e paciência.

Aos professores Arlicélio de Queiroz Paiva e Larissa C. do Bomfim Costa – UESC, que contribuíram para o trabalho.

Ao Professor Júlio César Lima Neves do Departamento de Solos – UFV pela paciência e esclarecimentos em relação à estatística do trabalho.

Aos técnicos Carlos, Lula e Paulo do Laboratório de Fertilidade dos Solos – UFV pelos auxílios nas análises de tecido vegetal.

Aos técnicos da Gerlab Pablo e Gerson pelo auxílio nas análises de solo.

Aos motoristas da UESC pelas horas de descontração em especial ao Seu Antônio Victor.

Ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UESC.

À Universidade Estadual de Santa Cruz.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

PRODUTIVIDADE E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES CATIÔNICOS POR CACAUEIROS NO SUL DA BAHIA

RESUMO

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) da família Malvaceae é uma planta tropical, cujas sementes são usadas para a produção do chocolate, o que lhe confere grande importância econômica. Devido à severidade da vassoura-de-bruxa, boa parte da lavoura cacauieira sul baiana foi substituída por indivíduos tolerantes a esta doença. Informações sobre a necessidade nutricional e o potencial produtivo destas plantas são escassas. Por tanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e exportação de nutrientes de clones de cacauieiros tolerantes à vassoura-de-bruxa, sob fertirrigação. Para isso, selecionaram-se sete clones (CEPEC-2002, CEPEC-2005, CEPEC-2007, CCN-10, CCN-51, PH-15 e PS-1319) e oito repetições, com cada unidade experimental constituída por quatro plantas. Frutos maduros foram colhidos e contabilizados quinzenalmente de outubro de 2013 a setembro de 2014 para estimação da produção. Nos meses de novembro/dezembro de 2013 e junho/julho de 2014 coletaram-se um fruto de tamanho médio por planta para análise química. Em setembro de 2014 foram coletadas quatro folhas-diagnóstico por planta para análise química. Os frutos foram divididos em casca e amêndoas, os quais juntamente com as folhas foram secos em estufa de circulação forçada a 65 °C, até atingirem massa constante. Após a secagem, as amêndoas foram descascadas sendo separadas em endosperma e tegumento. Todo o material foi pesado e os teores de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn foram analisados após digestão ácida e as determinações dos nutrientes realizadas em ICP-OES. Foram analisadas as seguintes variáveis: massa seca de endosperma por fruto (MSEF); massa seca de tegumento por fruto (MSTF); massa seca de casca por fruto (MSCF); massa seca de amêndoa por fruto (MSAF); proporção tegumento/amêndoa (PTA); proporção de amêndoa por fruto (PAF); número de amêndoas por fruto (NAF); índice de fruto (IF), número de frutos por t; produção mensal de amêndoas; produção anual de amêndoa (PA); resíduo de fruto (RF); teor, conteúdo e exportação de nutrientes nos compartimentos dos frutos. Utilizou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, sendo que os clones e épocas foram as parcelas e as subparcelas, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Os clones estudados produzem em todos os meses do ano, sendo o pico da produção nos meses de junho, julho e agosto. O CCN-51 e o PS-1319 foram os mais produtivos com 4.413 e 3.250 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, e conseqüentemente são os clones que mais produziram resíduos. Os clones CCN-10 e CCN-51 apresentaram as maiores médias de MSEF, MSTF, MSCF, MSAF. Os clones apresentaram alta porcentagem de tegumento na amêndoa. Os clones CEPECs 2002 e 2005 tiveram as menores PAF e IF. Houve variação nos teores e nos conteúdos dos nutrientes nas folhas e nos compartimentos do fruto. Os teores e conteúdos de nutrientes foram menores no tegumento. O macronutriente e o micronutriente mais exportado na casca e na amêndoa foram o potássio e zinco respectivamente.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, produção, composição mineral de frutos e folhas.

PRODUCTIVITY AND NUTRIENT EXPORTATION BY COCOA FERTIGATED

ABSTRACT

The cocoa tree (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) is a tropical plant, where the main product is in its fruits. Its seeds are the basis for the production of the chocolate, giving it economic importance. The objective of this study was to evaluate the production and nutrient exportation in cocoa clones tolerant to witches' broom, under fertigation system. For this, we selected seven clones (CEPEC-2002 CEPEC-2005 CEPEC 2007, CCN-10, CCN-51, PH-15 and PS-1319) and eight replications with experimental units consisting of four plants. Ripe fruits were harvested and counted every two weeks from October 2013 until September 2014 to estimate production. In November / December 2013 and June / July 2014 a medium-sized fruit per plant was collected for chemical analysis. In September 2014 were collected four diagnostic leaves per plant for chemical analysis. The fruits were divided into bark and almonds and the leaves were dried in a forced circulation oven at 65 ° C until constant mass. After drying, the beans were peeled and separated into endosperm and tegument. All materials were weighed and K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Ni and Zn were analyzed after acid digestion and nutrients and determinations were performed with ICP-OES. The following variables were analyzed: dry matter to endosperm per fruit, g; dry matter to tegument per fruit, g; dry matter to bark per fruit, g; dry matter to almond per fruit, g; proportion of tegument in the almond; proportion to almond per fruit; number to almonds per fruit; fruit index, number of fruits per t of dried almond; monthly production of almonds in kg ha⁻¹; almond production and fruit was te (bark), in kg ha⁻¹ yr⁻¹; content and nutrients exportation in fruits compartments. The scheme used was split plot, where the clones and the time were in the plot and split-plot, respectively. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and comparison of means by Scott-knott test at 5 % of probability. The studied cacao trees produce in every month of the year, with peak production in the months of June, July and August. The CCN-51 and PS-1319 were the most productive with 4413 and 3250 kg ha⁻¹ yr⁻¹, respectively, and therefore are clones that produce more waste. The CCN-10 and CCN-51 clones had the highest average dry matter of endosperm, tegument, bark and almond per fruit. The clones had a high percentage of tegument in almond. The CEPECs 2002 and 2005 have the lowest proportion to almond per fruit and fruit index. There was variation in the content of nutrients in the leaves and fruit of the compartments. The nutrient content were lower in the tegument. The macronutrient and micronutrient exported as peel and almond were potassium and zinc.

Keywords: *Theobroma cacao*, production, mineral composition of fruits and leaves.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo.....	10
Tabela 2 - Variáveis biométricas, produção de amêndoas e resíduo do fruto (casca) em sete clones cacauzeiros fertirrigados	15
Tabela 3 - Teores de macro e micronutrientes nos compartimentos: folha, casca, tegumento e endosperma de sete clones de cacauzeiros fertirrigados	21
Tabela 4 - Conteúdo de macro e micronutrientes nos compartimentos: casca, tegumento, endosperma, amêndoa e fruto de sete clones cacauzeiros fertirrigados	25
Tabela 5 - Exportação de macro e micronutrientes nos compartimentos: casca, amêndoa e fruto de sete clones cacauzeiros fertirrigados, para a produção de uma tonelada de amêndoa seca	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação pluviométrica da cidade de Ilhéus - Bahia, no período de Outubro/13 a Novembro/14.	10
Figura 2 – Croqui da área do presente estudo, Faz. São José Ilhéus – BA	11
Figura 3 - Perfil da produção de amêndoa ao longo de um ano.....	18

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 O Cacaueiro	2
2.2 Adubação em cacaueiros e seus reflexos em variáveis de crescimento e na produtividade	3
2.3 Extração e partição de nutrientes.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	8
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 Variáveis biométricas, produção de amêndoas e resíduo do fruto (casca).....	13
4.2 Teor de nutrientes na folha	20
4.3 Teor de nutrientes na casca, tegumento e endosperma	22
4.4 Conteúdo de nutrientes na casca, tegumento, endosperma, amêndoa e fruto.....	24
4.5 Exportação de nutrientes na casca, amêndoa e fruto	26
5 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta tropical, perene, de 5 a 15 metros de altura que apresenta flores no tronco e em ramos com diâmetro acima de um centímetro (SOUZA; LORENZI, 2005), sendo a bacia amazônica seu provável centro de origem. O principal produto do cacau está em seus frutos cujas sementes são a base para produção de chocolate, o que lhe confere alta importância econômica para região sul da Bahia, que é a principal região produtora de cacau no Brasil.

O Brasil já foi o segundo maior produtor de cacau do mundo com uma produção de 400.000 toneladas na safra de 1984/85. Atualmente a produção brasileira está em torno das 200.000 toneladas de amêndoas, ocupando o quinto lugar. O declínio da produção nacional se deve principalmente ao advento, no início dos anos 90, da vassoura-de-bruxa, doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, que pode causar, em condições climáticas favoráveis, perdas a ordem de 100 % na produção (ANDEBRHAN et al., 1998; RIOS-RUIZ et al., 2002).

Uma alternativa adotada e de baixo custo para o controle da vassoura-de-bruxa foi o plantio de cacauzeiros tolerantes a doença, sendo que a maior parte dessas plantas foi oriunda de seleções feitas pelos agricultores, extensionistas e pesquisadores de instituições governamentais nas fazendas da região cacauzeira, surgindo assim, os primeiros clones (PEREIRA, 2001; LOPES et al., 2004). Apesar da grande difusão dos clones tolerantes à doença na região cacauzeira, não há muita informação científica sobre o real potencial produtivo destas plantas em diferentes situações edáficas, climáticas e de manejo (SOUZA JÚNIOR et al., 2012), bem como suas exigências nutricionais.

Os nutrientes são extraídos do solo e estocados nos tecidos vegetais para um bom crescimento e desenvolvimento da planta, podendo ser acumulados nas raízes, caule e galhos, folhas e frutos, ser reciclados pela queda das folhas, poda de ramos e corte da planta, e uma porção dos mesmos é exportada da lavoura via colheita dos frutos. O estudo da composição mineral das plantas, principalmente

dos órgãos de interesse econômico, que geralmente são levados para fora da lavoura, e a quantidade de nutrientes nestes órgãos que são exportados são informações essenciais para a recomendação da adubação (MALAVOLTA et al., 1997). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e exportação de nutrientes catiônicos de clones cacaeiros tolerantes à vassoura-de-bruxa, sob fertirrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Cacaueiro

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), espécie pertencente à família Malvaceae, é nativa de regiões tropicais da América Central (CHEESMAN, 1944; CUENCA; NAZÁRIO, 2004; LORENZI et al., 2006) sendo ainda encontrado, em estado silvestre, desde o Peru até o México (CEPLAC, 2014). A classificação da espécie, realizada em 1753, pelo botânico sueco Carolus Linneu, possui significado de caráter religioso (*Theo* = Deus, *broma* = alimento, portanto, Alimento dos Deuses) (VALLE et al., 2012).

A partir do seu centro de origem, provavelmente a nascente do rio Amazonas e Orinoco, a espécie se expandiu para duas direções principais, que deram origem a dois grupos genéticos importantes: o grupo Criollo ou Crioulo e o Forastero ou Forasteiro (CEPLAC, 2014; LEITE, 2006).

O Criollo, cultivado, na América Central e no sul do México, se estendeu em direção ao norte, para o rio Orinoco, penetrando na América Central e sul do México, sendo também cultivado na Venezuela e Colômbia (ALMEIDA; VALLE, 2007). Este produz frutos grandes e com superfície enrugada. Suas sementes são grandes, com o interior branco ou violeta pálido. Foi o tipo de cacau cultivado pelos índios Astecas e Maias (CEPLAC, 2014). Já o Forastero, cultivado na Amazônia e nas Guianas, considerado o verdadeiro cacau brasileiro, se caracteriza por frutos ovóides, com superfície lisa, pouco sulcada ou enrugada. O interior de suas sementes é violeta escuro ou, algumas vezes, quase preto

(CEPLAC, 2014). É responsável pela maior parte da produção no Brasil e no continente Africano, além da maior parte da produção mundial de cacau (BECKETT, 2009; CEPLAC, 2014). Um terceiro grupo, denominado Trinitário, também é apresentado por alguns autores como originário de um cruzamento natural entre Criollo e Forastero (ALMEIDA; VALLE, 2007).

O cacaeiro foi introduzido na Bahia em 1746, região em que encontrou condições favoráveis de cultivo, como clima e solo, tornando-se esta, a principal região produtora do país (SILVA-NETO, 2001). O primeiro plantio da espécie no estado ocorreu na fazenda Cubículo (no atual Município de Canavieiras), às margens do rio Pardo, dos quais se originaram as plantas da variedade Cacau Comum (BONDAR, 1938). Em 1752 foram feitos plantios no município de Ilhéus (BONDAR, 1938). A região da Bahia vem sendo responsável por aproximadamente 75 % da produção nacional referente à safra 2012/2013, enquanto os 25 % restantes estão divididos entre outros Estados como Pará, Rondônia e Amazonas (CONAB, 2013). A safra brasileira 2012/2013 foi à maior safra dos últimos 18 anos com 240 mil toneladas, havendo um crescimento de 30,7 e 19,35 % quando comparado as safras 2011/2012 e 2010/2011, respectivamente (CEPLAC, 2013).

As sementes são consideradas o principal produto de comercialização do cacau. Após serem fermentadas e secas são denominadas amêndoas e darão origem a produtos como a torta e pó de cacau, chocolate, manteiga de cacau e *nibs* (amêndoa em pedaços) (BECKETT, 2008; SUFRAMA, 2003). Além disso, sua polpa pode ser usada para fabricação de sucos, vinhos, licor e geleia, dentre outros derivados, importantes nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas (SUFRAMA, 2003).

2.2 Adubação em cacaeiros e seus reflexos em variáveis de crescimento e na produtividade

Dentre as práticas agrícolas, a nutrição mineral apresenta grande importância, resultando, quando adequada, no aumento da produtividade e da qualidade dos produtos. Essa tem sido a principal meta do uso de fertilizantes (WEIH et al., 2011). Considerando-se a importância do uso de corretivos e

fertilizantes, faz-se necessário conhecer o nível de fertilidade do solo por meio da análise química. No entanto, é preciso que haja correlação entre os valores da análise e algum indicador da planta, como a produção ou teor/conteúdo do nutriente na planta (CANTARUTTI et al., 2007; SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2008). Além disso, é necessário o conhecimento da demanda nutricional em diferentes fases da lavoura, bem como as diferenças entre materiais genéticos para que não haja excessos, causando riscos ambientais e perdas econômicas por parte do agricultor.

Os cacaueiros se desenvolvem em solos com níveis de fertilidade e características pedológicas variados, em diferentes sistemas de cultivo: sob mata ou capoeira, em consórcio com outros cultivos e até monocultivo a pleno sol. Entretanto, são plantas típicas de clima tropical úmido e sua adaptação edafoclimática depende de um conjunto de fatores ambientais ideais para o cultivo, tais como: fertilidade do solo média/alta, solo bem drenado e com profundidade mínima de 1,5 m; pequenas variações de temperatura, radiação solar e comprimento do dia, precipitação pluviométrica anual de 1.800 a 2.500 mm ano⁻¹, velocidade dos ventos abaixo de 2,5 m s⁻¹, seja naturalmente ou pela instalação de quebra-vento (GRAMACHO et al., 1992; SUFRAMA, 2003; VALLE, 2012).

Neste sentido, busca-se a melhoria dos atributos químicos em solos menos férteis, via emprego de corretivos e fertilizantes, permitindo o estabelecimento econômico de plantações de cacau nestes solos. Quanto aos fatores de produção, se a adubação e a calagem forem orientadas de modo correto, tem-se o aumento da produtividade rápida e mais barata, podendo colaborar com até 40 % da mesma (NAKAYAMA, 2001).

Loomis e Connor (2011) relatam que a produtividade da maioria das culturas agrícolas aumenta, dentro de certos limites, linearmente com a quantidade de nutrientes que absorvem. Mora et al. (2011) com o objetivo de avaliar três níveis de fertilização: T1, corresponde a dose alta (150 g por planta de N; 20 g por planta de P₂O₅; 150 g por planta de K₂O; 60 g por planta de MgO; 90 g por planta de S; 1,25 g por planta de B; 0,5 g por planta de Zn e 91 g por planta de CaO); T2, correspondente a dose média (50 % da quantidade de nutrientes aplicadas em T1) e T3, controle (26 g por planta de K₂O; 11 g por planta de MgO;

20 g por planta de S e 300 g por planta de ácidos húmicos) em cinco materiais genéticos de cacau (híbridos, CAP-34, CCN-51, ICS-60 e TSH-565) analisaram as variáveis: número de frutos, amêndoas, rendimento (kg ano^{-1} de amêndoa), além de análise econômica. Observaram que houve diferença significativa para as doses aplicadas, assim como para cada material genético.

Em relação ao material genético, aqueles cacauzeiros submetidos à dose alta de fertilização (T1) apresentaram incremento significativo do número total de frutos, superando os demais tratamentos, representando um aumento de 36% na produção média. O clone CCN-51 produziu o maior número de frutos (43 frutos por planta) e, além disso, obteve a maior taxa de frutos saudáveis colhidos por planta (25,83 frutos). O clone TSH-565 produziu cerca de 40 frutos, seguido dos híbridos (37 frutos), CAP-34 (22 frutos) e ICS-60 (15 frutos) (MORA et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados para frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), em que a dose mais elevada de potássio aplicada (80 kg ha^{-1} de K_2O) aumentou significativamente o número de frutos por planta (56 %) em sistemas agroflorestais associados à pupunheira e castanheira (AYRES; ALFAIA, 2007). Isso confirma a necessidade de adubação para melhor rendimento em cultivos de cacauzeiros.

Para o índice de amêndoa (peso médio de uma amêndoa seca) não se observou efeito de doses de fertilizantes em seu incremento, apenas diferindo em relação aos materiais genéticos. O clone ICS-60 apresentou o maior índice de amêndoas (2,2 g), seguido pelo clone CAP-34 (2,0 g), CCN-51 (1,5 g), TSH-565 (1,4 g) e híbridos (1,2 g) (MORA et al., 2011).

A interação entre material genético e níveis de fertilizante também pode ser observada para os cacauzeiros híbridos, que apresentaram as maiores médias de frutos por planta quando submetidos à alta dose de fertilizante (63,75 frutos por planta), seguidos dos clones CAP-34, ICS-60 e TSH-565. Para o clone CCN-51, a produção de frutos por planta se apresentou maior no tratamento controle (T3), porém não houve diferença significativa entre tratamentos (MORA et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados para o índice de frutos (número de frutos por planta para obter um kg de cacau seco) em que o clone CCN-51, diferindo dos demais, apresentou maior índice no tratamento de menor dose de fertilização (MORA et al., 2011; PUENTES-PÁRAMO et al., 2014b).

Muitos agricultores utilizam diversas misturas de fertilizantes e em grandes quantidades, porém desconhecem a eficiência do uso dos nutrientes (biomassa total produzida por unidade do nutriente absorvido) (PUENTES-PÁRAMO et al., 2014a). Diferentes respostas significativas foram encontradas às aplicações de doses de NPK em relação à eficiência do uso agrônômico (EA) de todos os nutrientes por clones cacauzeiros (PUENTES-PÁRAMO et al., 2014a). Este estudo foi realizado com os clones ICS-95, CCN-51, ICS-39, TSH-565 e cinco tratamentos obtidos a partir da concentração desses nutrientes no solo anteriormente analisado - sem fertilização (TR) e com acréscimo de 25 %, (T1 = 61 – 29 – 183 kg ha⁻¹); 50 % (T2 = 73 – 35 – 220 kg ha⁻¹); 75 % (T3 = 86 – 41 – 256 kg ha⁻¹) e 100 % (T4 = 98 – 47 – 293 kg ha⁻¹) de NPK. Foram observadas respostas cúbicas decrescentes de EA de NPK conforme o aumento das doses de fertilizantes. O aumento da aplicação de nutrientes pode provocar desbalanceamento nutricional no cultivo devido a mudanças na composição da solução do solo (PUENTES-PÁRAMO et al., 2014a).

Ainda, esses últimos autores observaram que o clone CCN-51 apresentou as maiores EA (aumento do rendimento de amêndoas para cada unidade de nutriente aplicado) quando submetido ao T1 (25 % de NPK). Este clone também se destacou em relação ao rendimento (kg ha⁻¹) de amêndoas no tratamento de menor dose de fertilizantes (T1). Isso demonstra maior eficiência deste clone em comparação aos demais, já que com menor dose dos nutrientes tem-se maior produtividade por hectare (PUENTES-PÁRAMO et al., 2014a; 2014b).

2.3 Extração e partição de nutrientes

O estudo de nutrição de plantas requer a compreensão sobre extração e exportação de nutrientes. Saber a quantidade de nutrientes acumulados nas plantas, principalmente nas partes colhidas, é importante para se avaliar a remoção dos nutrientes nas áreas de cultivo e a partir daí, efetuar recomendações eficientes e econômicas de adubação. O conhecimento a respeito das necessidades nutricionais de uma cultura é essencial para recomendação da

adubação, através da estimativa do acúmulo de nutrientes nas folhas, nos frutos e pela extração realizada na colheita (LAVIOLA; DIAS, 2008).

Neste contexto, a extração de nutrientes pode ser definida como a quantidade total de determinado nutriente extraído ou acumulado pela planta ou pela lavoura, em um dado período de tempo. Já a exportação diz respeito aos nutrientes que são efetivamente retirados da lavoura. No caso do cacaueteiro, a exportação ocorre mais especificamente nas amêndoas, visto que geralmente o cacau é “quebrado” no campo, sendo retiradas apenas as sementes da lavoura enquanto as cascas permanecem, porém de maneira concentrada na área, formando os chamados casqueiros (SOUZA JÚNIOR et. al., 2012).

Para plantas de cacaueteiro em produção plena tem-se como ordem de extração dos nutrientes: $K > N > Ca > Mg > P > Mn > Zn$ (NAKAYAMA, 2001). Observa-se ainda que para manutenção de seu crescimento e produção de 1000 kg de amêndoas secas por ano são necessários 824 kg de K_2O , 529 kg de CaO , 469 kg de N , 212 kg de MgO e 121 kg de P_2O_5 (NAKAYAMA, 2001). Puentes-Páramo et al. (2014b) relatam que 1000 kg de amêndoas secas de cacau extraem cerca de 20 kg de N do solo, além de 11,5 kg de P_2O_5 e 15,6 kg de K_2O . Pinto (2013) ao quantificar valores médios de macronutrientes na amêndoa de cacau, na região cacaueteira da Bahia, relata uma extração $10,3 \text{ kg t}^{-1}$ de P_2O_5 e $15,3 \text{ kg t}^{-1}$ de K_2O , valores esses semelhantes aos relatados anteriormente. Além disso, foram observados valores médios de $1,31 \text{ kg t}^{-1}$ de CaO e $5,73 \text{ kg t}^{-1}$ de MgO nas amêndoas.

Baretto et al. (2012), ao avaliar teores médios de nutrientes no endosperma de cacau, encontraram para N , P e K 25,4, 3,7 e $5,3 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Pinto (2013) quantificou macronutrientes e micronutrientes na folha e fruto (casca e amêndoa: endosperma + tegumento) de cacaueteiros em zona úmida e subúmida do sul da Bahia e observou que o teor de K foi o mais expressivo tanto para folha, casca, endosperma e tegumento. Além disso, teores de K , Ca e Mg na casca foram muito superiores aos encontrados no tegumento e endosperma.

Silva (2009) também observou que os nutrientes N e K apresentaram maiores teores na casca e na semente (endosperma + tegumento) de frutos de cacau, sendo que na semente o valor era superior àquele encontrado na casca e

o teor de K na casca superou o encontrado na semente. Os valores de teor de P observados na semente foram maiores que o da casca, além, disso, a quantidade encontrada no endosperma é maior em comparação com o tegumento (SILVA, 2009; PINTO, 2013).

No tocante à exportação, maiores médias de exportação foram encontradas para o K_2O tanto na amêndoa, quanto na casca e conseqüentemente no fruto; sendo a casca do fruto do cacau considerado um componente de exportação adicional (SILVA, 2009; PINTO, 2013). Para esse nutriente, resultados semelhantes foram encontrados para frutos do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em que a exportação seguiu a seguinte ordem: $K > Mg > P > Ca$. Além disso, observou-se ainda que, independente do tipo de solo estudado, as maiores concentrações de N, P, Ca, Mg e Zn, em frutos de cupuaçu, ocorreram nas amêndoas, Fe e Mn na casca e K na polpa (COSTA, 2006). Para frutos de cacau, foi observada inversão da ordem de magnitude entre os nutrientes Mg e P ($K > P > Mg > Ca$) (PINTO, 2013).

Em relação aos micronutrientes, Pinto (2013) relata que o Mn é o nutriente mais exportado, seguido do Fe, Zn e Cu. Ordem diferente foi encontrada para micronutrientes em cupuaçuzeiro ($Fe > Mn > Zn$) (COSTA, 2006). Em cacauzeiros, o acúmulo de micronutrientes foi muito maior pela casca do que pela amêndoa, daí a importância do manejo do casqueiro na ciclagem destes nutrientes no sistema (retorno e distribuição do mesmo na lavoura) (PINTO, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo está situada na Fazenda São José, nas coordenadas $14^{\circ}20'30''S$ e $39^{\circ}08'31''W$, localizada a 30 km do município de Ilhéus-BA. A altitude média da região é de 100 m, com predominância de Latossolo Vermelho e com vegetação primária de Mata Atlântica que foi substituída por pastagem e posteriormente pela lavoura de cacau. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Af com chuvas bem distribuídas e ausência de estação de seca, com

temperaturas mínimas e máximas de 21°C e 27°C respectivamente, e precipitação anual de 2.500 mm (SEI, 2009).

As plantas foram oriundas de estacas enraizadas de plantas matrizes do Instituto Biofabrica de Cacau. No ano de 2008, a área que continha pastagem foi submetida a uma gradagem, seguida de aragem. Os sulcos de plantio seguiram as curvas de nível do terreno que possui um relevo levemente ondulado. As mudas foram transplantadas após correção e adubação do solo no espaçamento 3 x 3 m. No início, a lavoura foi consorciada com bananeira (*Musa spp*) e seringueira (*Hevea brasiliensis* L.), no intuito de promover uma redução da incidência da radiação solar e dos ventos sobre as plantas jovens de cacau. Posteriormente a bananeira foi retirada deixando apenas a seringueira, no espaçamento 15 x 2 m, como plantas permanentes para o sombreamento do cacau. Apesar de terem sido plantadas no mesmo período, o desenvolvimento do cacau foi mais vigoroso em relação às seringueiras, que proporcionam pouca sombra ao cacau adulto.

No início, o sistema de irrigação era por gotejamento, sendo um emissor por planta com vazão de 4 L h⁻¹. No terceiro ano de cultivo, as linhas contendo os gotejadores foram substituídas por microaspersores (6 x 6 m) com vazão de 32 L h⁻¹, sendo um emissor para cada quatro plantas, no intuito de distribuir melhor os nutrientes no solo via fertirrigação. A adubação, em kg ha⁻¹ ano⁻¹, no período do presente estudo, foi de 340 (N), 240 (P₂O₅), 400 (K₂O), 20 (S), 0,5 (B), 1,6 (Cu), 2,3 (Mn) e 1,5 (Zn), na forma de: ureia, fosfato monoamônico (MAP), cloreto de potássio, ácido bórico e sulfatos de amônio, de cobre, manganoso e de zinco. Com exceção do MAP, que foi aplicado manualmente três vezes ao ano, todos os fertilizantes foram aplicados via fertirrigação, parcelados em 24 adubações com intervalo de aproximadamente 15 dias entre uma e outra. A análise de solo do presente estudo pode ser observada na Tabela 1.

A prática de irrigação sem uso de fertilizantes só foi realizada em épocas cuja precipitação não conseguia suprir a taxa de transpiração da planta. Fato que raramente ocorreu durante o estudo, já que a precipitação anual foi elevada com chuvas em todos os meses (Figura 1).

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo

Camada	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	V	Cu	Mn	Fe	Zn
cm	H ₂ O	---- mg dm ⁻³ ----		----- cmol _c dm ⁻³ -----				%	----- mg dm ⁻³ -----			
0-10	5,20	8,48	31,26	4,68	1,62	0,01	8,35	43,31	3,27	11,19	154,81	8,74
10-20	4,98	1,90	20,60	1,47	1,12	0,04	7,84	25,19	0,52	2,80	172,92	2,03
20-40	4,99	0,54	14,64	0,75	0,39	0,03	5,88	16,71	0,11	0,74	171,14	0,90

pH em água 1:2,5; P, K, Cu, Fe, Mn e Zn - Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - KCl 1,0 mol L⁻¹; H + Al - Acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH

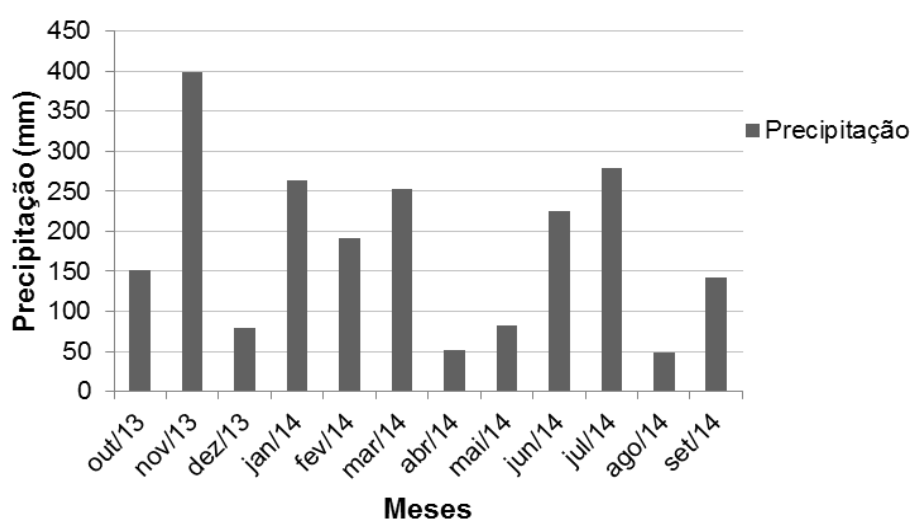


Figura 1 - Precipitação pluviométrica da cidade de Ilhéus - Bahia, no período de Outubro/13 a Novembro/14.

Fonte: Elaborado a partir de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) - www.inmet.gov.br (2015).

Para a seleção dos clones foram estabelecidos os seguintes critérios na área de estudo: disponibilidade na fazenda de clones tolerantes a vassoura-de-bruxa com idade de cinco anos; topografia e tipo de solo semelhante para todos os indivíduos; plantas distantes de resíduos oriundos da casca do fruto dos cacauzeiros; número de indivíduos suficientes para o estudo e vigor físico da plantas. Após um estudo detalhado da área selecionaram-se sete clones tolerantes a vassoura-de-bruxa (CEPEC-2002, CEPEC-2005, CEPEC-2007, CCN-10, CCN-51, PH-15 e PS-1319) havendo oito repetições, sendo cada unidade experimental constituída por quatro plantas, perfazendo um total de 224 plantas (Figura 2). Em 30 setembro de 2013 foi feita uma colheita com o intuito de

zerar a contagem dos frutos maduros, sendo estes colhidos e contabilizados quinzenalmente a partir de outubro do mesmo ano até setembro de 2014, perfazendo 12 meses. Os tratos culturais como a poda e o controle fitossanitário foram feitos com o intuito de promover um bom crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo os mesmos adotados na propriedade.

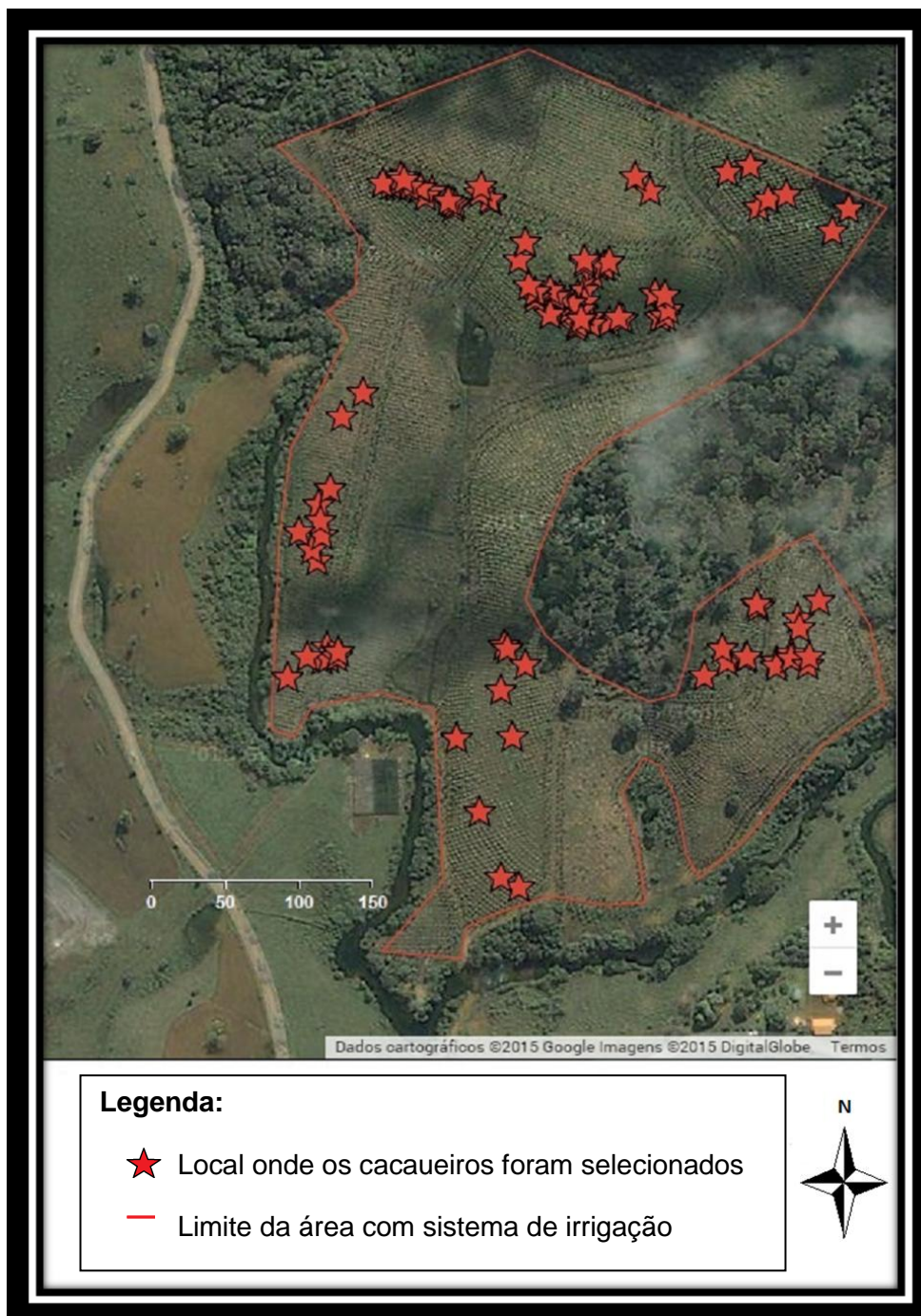


Figura 2 – Croqui da área do presente estudo, Faz. São José Ilhéus – BA.

Fonte: Elaborado a partir de dados Cartográficos do Google e do georreferenciamento das plantas - [https:// www.google.com.br/maps/](https://www.google.com.br/maps/) (2015).

Nos meses de novembro/dezembro de 2013 e junho/julho de 2014 coletaram-se um fruto de tamanho mediano por planta, para análise química. Em setembro de 2014 foram coletadas quatro folhas diagnóstico por planta, uma por quadrante na meia altura da copa da planta, sendo a terceira folha a partir do ápice de um ramo recém-amadurecido e sem lançamentos (SOUZA JÚNIOR et al., 2012). Estas amostras foram levadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. O fruto (dividido em casca e amêndoas) e as folhas foram secos em estufa de circulação forçada a 65 °C, até atingirem massa constante. Após a secagem as amêndoas foram descascadas com auxílio de um bisturi, sendo separadas em endosperma e tegumento.

Todo o material foi pesado para obtenção da matéria seca e triturado em moinho tipo willey para posteriores análises químicas. Os teores de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn foram determinados de acordo com Embrapa (2009): digestão ácida nítrico-perclórica e as determinações dos nutrientes realizadas por espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

As variáveis analisadas foram: massa de matéria seca de endosperma por fruto (MSEF); massa de matéria seca tegumento por fruto (MSTF); massa matéria seca casca por fruto (MSCF); massa de matéria seca da amêndoa por fruto ($MSAF = MSEF + MSTF$); proporção tegumento sobre a amêndoa ($PTA = \frac{MSTF}{MSAF} \times 100$); proporção de amêndoa por fruto ($PAF = \frac{MSAF}{(MSCF + MSAF)} \times 100$); número de amêndoas por fruto (NAF); índice de fruto (IF), que é o número de frutos por tonelada de amêndoa seca; produção mensal de amêndoas (número de frutos por planta para cada mês X a média da massa de matéria seca do órgão X 1110 plantas); produção anual de amêndoa (PAA); resíduo anual de fruto (casca) (RAF); teor de nutrientes na folha, na casca, no tegumento e no endosperma; conteúdo de nutrientes na casca, no tegumento, no endosperma, na amêndoa e no fruto; acúmulo de nutrientes na casca; exportação de nutrientes na amêndoa e nos frutos (kg de nutriente por tonelada de amêndoa seca).

Quanto à análise estatística, utilizou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, sendo os clones as parcelas e as épocas as subparcelas, com oito

repetições e quatro plantas por parcela. As subparcelas das variáveis de produção de amêndoa e resíduo da casca foram constituídas por 12 épocas referentes aos meses de coleta dos dados em campo, enquanto a subparcela das variáveis biométricas, teores, conteúdos e exportação de nutrientes foram de apenas duas épocas (novembro/dezembro de 2013 e junho/julho de 2014) referentes à coleta dos frutos para análises em laboratório. Os variáveis dependentes da contagem de frutos foram transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$. Todos os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis biométricas, produção de amêndoas e resíduo do fruto (casca)

Os resultados da análise de variância evidenciaram que houve efeito significativo de clone ($p < 0,05$) para as variáveis: massa de matéria seca endosperma por fruto (MSEF), massa de matéria seca tegumento por fruto (MSTF), massa de matéria seca casca por fruto (MSCF), matéria seca amêndoa por fruto (MSAF), proporção de tegumento sobre a amêndoa (PTA), proporção de amêndoa por fruto (PAF), número de amêndoa no fruto (NAF), índice de fruto (IF), produção de amêndoa (PA) e resíduo de fruto (RF) (Tabela 2).

Os clones CCN-51 e CCN-10 apresentaram as maiores médias, não diferindo entre si para a variável MSEF, que é parte da amêndoa responsável pelo principal produto do cacauero, o chocolate (Tabela 2). Estes clones produziram em média 65 % a mais de MSEF quando comparado aos CEPEC-2002 e CEPEC-2007, em que ambos obtiveram a menor produção de endosperma. Os demais clones ficaram com valores de 40,5 a 44,6 g, estando entre os clones mais e os menos produtivos. Pinto (2013), avaliando variáveis biométricas do clone PH-16 em duas zonas climáticas encontrou valores médios de 36,3 g de endosperma por fruto na região subúmida, valor semelhante a dos clones que tiveram as menores médias de MSEF deste trabalho (CEPECs 2002 e 2005). Já na região úmida, a

média encontrada por Pinto (2013) foi de 45,5 g, valor este que está próximo aos clones cujo acúmulo de massa de endosperma foi mediano como o PH-15, o CEPEC-2007 e o PS-1319.

Os clones que pertencem a *Colección Castro Naranjal* (CCN-10 e CCN-51) possuem os maiores valores de massa seca de tegumento por fruto (MSTF) de 11,5 e 11,9 g, respectivamente; em seguida têm-se os clones CEPEC-2007, PS-1319 e PH-15 que apresentaram as segundas maiores médias, enquanto os CEPECs 2005 e 2002 ficaram com as menores médias para esta variável 6,6 e 8,5 g, respectivamente (Tabela 2). Valores semelhantes foram encontrados por Pinto (2013) para o clone PH-16, cuja massa média foi de 6,77 g. A princípio, poder-se-ia pensar que quanto menor a quantidade de MSTF mais interessante seria para a indústria de processamento de amêndoas de cacau, pois haveria menor quantidade de resíduo; entretanto esta variável não deve ser analisada de forma absoluta, mas sim relativizada, pois apesar do clone CEPEC-2002 apresentar um baixo valor de MSTF, a proporção de tegumento na amêndoa (PTA) é alta, 20 %, ou seja, produz apenas 80 % de endosperma, que parte utilizada para a produção do *nibs*, que é a parte de interesse econômico para a indústria. CEPEC-2005 e os CCNs 10 e 51 possuem as menores médias de PTA, variando de 14,8 a 16,2 %, valores semelhantes ao valor encontrado por Perea et al. (2011) de 15 % de PTA para os clones CCN-51, ICS-95, SCC-52 e 82 na Colômbia. A instrução normativa N° 38, de 23 junho de 2008, que estabelece o regulamento técnico da amêndoa de cacau, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade não aborda a porcentagem de tegumento por semente como requisito para diferenciação do produto. Diferentemente do Brasil a Colômbia por meio do Departamento de Fomento de *La Compañía Nacional de Chocolates*, estabelece parâmetros físicos nos quais amêndoas que apresentam PTA acima de 12 % são consideradas elevadas para a indústria de chocolate.

Tabela 2 - Variáveis biométricas, produção de amêndoas e resíduo do fruto (casca)^{1/} em sete clones cacauzeiros fertirrigados

Clones	MSEF	MSTF	MSCF	MSAF	PTA	PAF	NAF	IF	PA	RF
	g por fruto				%		frutos por t		kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	
CCN-10	59,5 a	11,5 a	89,6 a	70,9 a	15,2 c	42,0 a	31,7 b	14.772 d	2.078 c	2.910 c
CCN-51	58,0 a	11,9 a	86,2 a	69,9 a	16,1 c	43,7 a	42,3 a	14.750 d	4.413 a	5.494 a
CEPEC-2002	33,2 c	8,5 c	65,1 c	41,7 c	20,0 a	37,8 b	38,8 a	24.630 a	2.188 c	3.530 b
CEPEC-2005	37,9 c	6,6 d	63,3 c	44,6 c	14,8 c	39,6 b	30,3 b	22.976 a	910 d	1.351 d
CEPEC-2007	44,3 b	9,9 b	76,3 b	55,2 b	17,9 b	41,6 a	39,4 a	18.042 c	1.802 c	2.552 c
PH-15	40,5 b	9,7 b	67,1 c	52,7 b	17,6 b	42,4 a	37,5 a	20.334 b	2.454 c	3.382 b
PS-1319	44,6 b	9,6 b	68,0 c	54,3 b	17,9 b	44,4 a	38,6 a	18.043 c	3.250 b	3.827 b
CV (%)	20,5	31,11	14,3	18,8	13,2	11,9	16,7	18,8	32,10	31,10

1/ Matéria seca endosperma por fruto (MSEF), matéria seca tegumento por fruto (MSTF), matéria seca casca por fruto (MSCF), matéria seca amêndoa por fruto (MSAF), proporção de tegumento por amêndoa (PTA), proporção de amêndoa por fruto (PAF), número de amêndoa no fruto (NAF), índice de fruto (IF), produção de amêndoa (PA) e resíduo de fruto (RF). Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

A proporção amêndoa por fruto (PAF) é uma variável de interesse para o produtor, já que informa de maneira integrada a proporção de amêndoa e de casca que está sendo produzida por fruto. Os CEPECs 2002 e 2005 apresentaram as menores médias de PAF (37,8 e 39,6 % respectivamente), enquanto os valores encontrados para os demais clones foram de 41,6 a 44,4 %, ou seja, equivalente a 58,4 a 55,6 % de produção de resíduo em forma de casca.

Os clones CCNs 10 e 51 produziram 70,9 e 69,9 g de matéria seca de amêndoa por fruto (MSAF), o que corresponde, respectivamente, a 70,0 e 67,6 % a mais quando comparado ao CEPEC-2002 que acumulou 41,7 g de MSAF, não diferenciando estatisticamente do CEPEC-2005 com 44,6 g (Tabela 2). Pinto (2013) avaliando características biométricas para o PH-16 em duas zonas climáticas verificou que na zona úmida a MSAF média foi de 52,3 g, se assemelhando as médias dos clones CEPEC-2007, PS-1319 e PH-15 que variam entre 55,2 e 54,3 g. Pinto (2013) verificou que na zona subúmida a média do PH-16 foi de 41,9 g, semelhante aos valores dos CEPECs 2002 e 2005.

Quanto à matéria seca da casca por fruto (MSCF), os clones foram agrupados em três grupos, em que os CCNs 10 e 51 produziram mais casca com

médias de 89,6 e 86,2 g, respectivamente. O PS-1319, PH-15, CEPECs 2002 e 2005 apresentaram as menores médias de MSCF com valores entre 67,1 a 63,3 g (Tabela 2). Pinto (2013) encontrou média de 64,5 g de MSCF para o clone PH-16 na região úmida do sul da Bahia, resultado que se assemelha aos clones de menor acúmulo de MSCF presente estudo.

O número de amêndoas por fruto (NAF) oscilou de 35,6 a 42,3 para os clones que apresentaram as melhores médias para esta variável (Tabela 2). Pinto (2013) encontrou média de 39,7 amêndoas por fruto para o clone PH-16, assim como Puentes-Parámo et al. (2014b), com 39 e 36 amêndoas por fruto para os clones CCN-51 e TSH-565, respectivamente, situando-se estes clones no grupo com maior NAF deste trabalho. Os clones CEPEC-2005 e CCN-10 obtiveram média de NAF baixo, com 30,3 e 31,7, respectivamente. Valor semelhante foi encontrado por Puentes-Parámo et al. (2014b) para os clones ICS-95 e ICS-39 com 30 e 33 NAF, respectivamente.

Os clones foram agrupados em quatro grupos quanto à variável índice de fruto (IF) (Tabela 2). As menores médias foram justamente dos clones CCN-10 com 14.770 frutos por tonelada e CCN-51 com 14.750 frutos por tonelada, enquanto o CEPECs 2002 e 2005 apresentaram as maiores médias 24.630 e 22.976 frutos por tonelada, respectivamente, valores semelhantes aos encontrados por Pinto (2013) cujo o IF para o clone PH-16 foi de 23.082 frutos por tonelada. Entretanto, Puentes-Páramo et al. (2014b) avaliando três adubações a base de NPK em clones de cacauzeiros na Colômbia encontrou, para as melhores adubações, 16.000 frutos por tonelada para os clones CCN-51 e TSH-565, enquanto os ICS-39 e ICS-95 apresentaram 15.000 e 25.000 frutos por tonelada, respectivamente. O IF é a quantidade de frutos necessários para alcançar uma produção de 1.000 kg de amêndoas secas, ou seja, quanto menor for a massa da amêndoa por fruto, maior será o número de frutos para se obter uma tonelada de amêndoas secas. Por este motivo, os clones CEPECs 2002 e 2005 apresentaram as maiores médias de IF, pois são os clones que possuem as menores MSAF. Na prática, clones que possuem alto IF são menos interessantes do ponto de vista logístico, pois a quebra do fruto para a retirada das amêndoas é geralmente feita manualmente, o que resultaria em mais tempo de trabalho devido à grande quantidade de frutos necessários para se atingir uma tonelada de amêndoa seca.

A distribuição da produção das amêndoas de cacau durante o período de outubro de 2013 a setembro de 2014 evidencia que todos os clones do presente trabalho produziram em todos os meses, apesar da produção dos meses de fevereiro e março ser pouco expressiva (Figura 3). Embora outubro, novembro e dezembro sejam meses do ano de 2013, pode-se perceber que a produção dos clones estudados cresce a partir de abril sendo o pico de produção em junho, julho e agosto. A partir de setembro, observa-se decréscimo de produção, se estendendo até o mês de março. De acordo com a CEPLAC (2015), as colheitas do cacau devem ser realizadas em dois períodos: na “safra principal” que abrange os meses de novembro a fevereiro e na entressafra, período conhecido como “safra temporã” que é realizado nos meses de abril a agosto. Entretanto ao concentrar as colheitas em novembro a fevereiro pode haver perda de frutos nos meses de setembro e outubro que foram mais produtivos em relação a janeiro e fevereiro. Para os clones e período estudados, a safra principal produziu menos em relação à safra temporã. Os clones PS-1319, CEPECs 2002 e 2005 obtiveram os picos de produção no mês de agosto com 570, 400 e 214 kg ha⁻¹, respectivamente. O CEPEC-2007 obteve a maior produção em junho com 346 kg ha⁻¹, enquanto o CCN-51 apresentou picos de maiores produtividades em junho (741 kg ha⁻¹) e em julho (743 kg ha⁻¹). Apenas o pico de produção do CCN-10 ocorreu na safra, cuja produção no mês de janeiro foi 363 kg ha⁻¹.

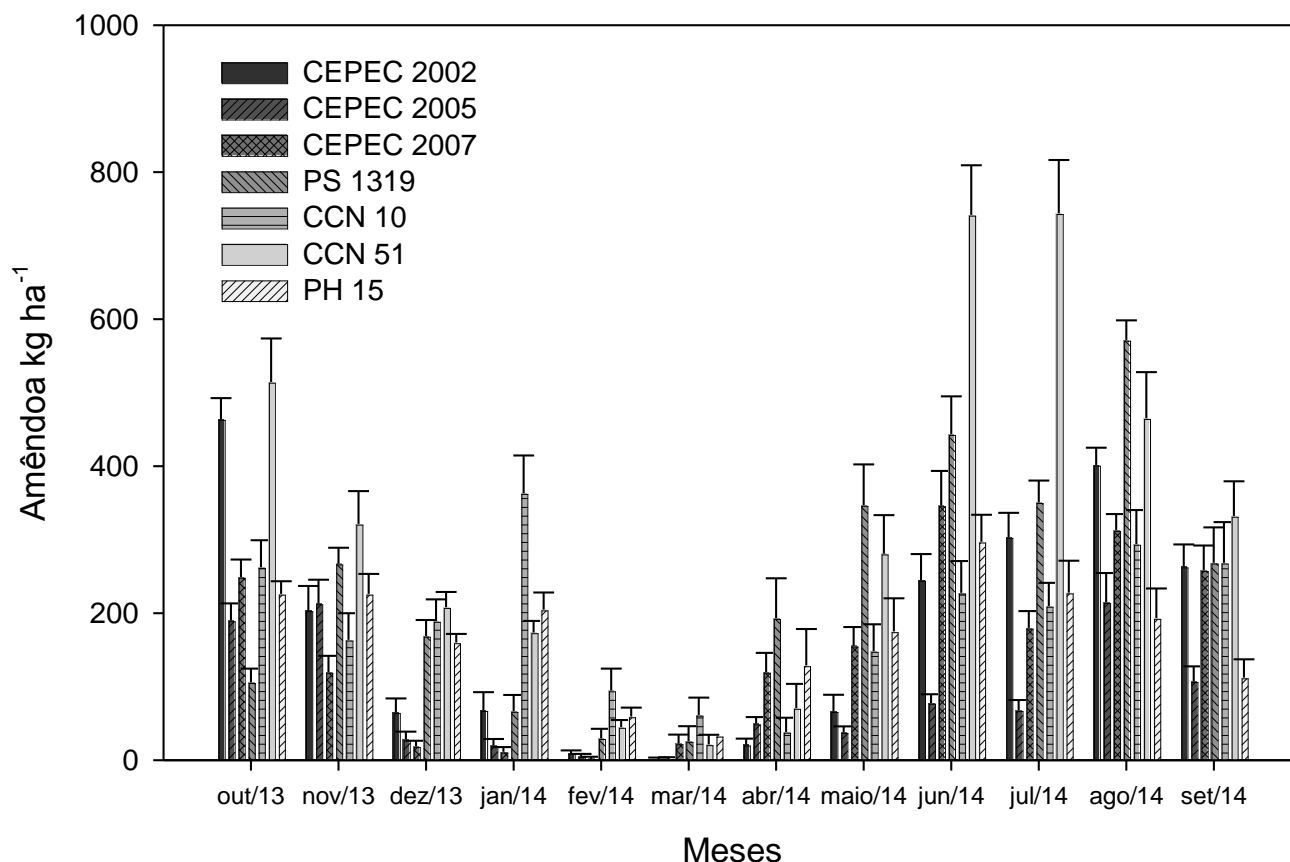


Figura 3 - Perfil da produção de amêndoa ao longo de um ano

A produção de amêndoa seca acumulada no período de 12 meses mostra a produtividade anual dos clones estudados, sendo que o CCN-51 e o PS-1319 se destacaram em relação aos demais tratamentos, em que ambos produziram 4.413 e 3.250 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, havendo diferença significativa entre os dois (Tabela 2). O PH-15, CEPEC-2002, CCN-10 e o CEPEC-2007 não diferiram entre si, possuindo produção entre 1.802 a 2.454 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O CEPEC-2005 foi o clone com o menor potencial produtivo, alcançando apenas 910 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Puentes-Páramo et al. (2014a) avaliando a produção de cacauzeiros adubados com diferentes proporções de NPK e densidade de 952 plantas por ha, encontrou 2.020 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de amêndoa seca para o CCN-51, sendo 50 % menor ao encontrado neste trabalho, enquanto Mora et al. (2011), avaliando o efeito de três adubações em cacauzeiros sombreados e com densidade de plantio de 1.200 plantas por ha, encontrou 2.851 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Vale

ressaltar que, para as condições de estudo de Puentes-Páramo et al. (2014a), o CCN-51 foi o clone mais produtivo com 53,3 % a mais em relação ao ICS-95 que apresentou o menor desempenho. Segundo Puentes-Páramo et al. (2014b), o CCN-51 possui uma alta eficiência agrônômica para os nutrientes estudados com 16,28 kg de amêndoa por kg de nitrogênio aplicado, P (33,89 kg kg⁻¹) e K (5,43 kg kg⁻¹) quando comparado aos clones ICS-39, ICS-95 e TSH-565, podendo explicar a sua alta produção.

Os demais clones, com exceção do CEPEC-2005 apresentaram produtividade acima dos valores reportados na literatura (MORAIS, 1998; MORA et al., 2011; PUENTES-PÁRAMO et al., 2014a) (Tabela 2). A alta produtividade do cacaueteiro obtida neste trabalho pode ser atribuída, além do potencial genético do clone, a outros fatores importantes como: sistema de cultivo, praticamente a pleno sol, ser restrição de luminosidade; não houve restrição hídrica durante o experimento, devido ao volume e distribuição das chuvas, além do uso do sistema de irrigação; e devido à adubação utilizada, com uso de doses acima das recomendadas na literatura, inclusão de micronutrientes e elevado parcelamento, pois as fertirrigações foram feitas quinzenalmente. Ressaltam-se que o solo era muito pobre (Tabela 1) e que as plantas tinham de cinco para seis anos, ou seja, ainda não atingiram seu estágio pleno de maturidade produtiva.

Neste trabalho, mesmo o clone menos produtivo, CEPEC-2005, produziu o equivalente a três vezes a média do estado da Bahia (IBGE, 2015) e seus resultados se assemelham aos encontrados por Morais (1998), em híbridos Sca x Be na Amazônia (Tabela 2). Entretanto para este clone, a quantidade necessária de adubo para se produzir 900 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de amêndoa seca foi muito alta, já que Morais (1998) obteve 864,6 kg ha⁻¹ ano⁻¹ por meio do fracionamento da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Apesar de apresentar tolerância às doenças (podridão parda e a vassoura-de-bruxa), este clone, nas condições deste trabalho, mostrou baixo potencial produtivo.

A casca do fruto do cacaueteiro é o principal resíduo gerado na lavoura. Normalmente os frutos são quebrados na própria lavoura formando os “casqueiros”. Esta prática acaba levando ao acúmulo dos nutrientes presentes na casca de forma desuniforme. Geralmente os “casqueiros” não são tratados com fungicidas, contribuindo como fonte de inóculo para fungos patogênicos do

cacaueiro (MORORÓ, 2007). Este resíduo pode ser usado como adubo para mudas ou até mesmo em plantas adultas de cacau em pleno estágio produtivo (SODRÉ, et al. 2012; CHEPOTE, 2002). No presente trabalho, o resíduo do fruto (RF) do clone CCN-51 foi de $5.494 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo quatro vezes maior que o RF do CEPEC-2005 (Tabela 2). Os CEPEC-2002, CEPEC-2007, PH-15 e PS-1.319 não diferiram entre si sendo a menor média entre eles de $2.553 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto a maior média foi de $3.826 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

4.2 Teor de nutrientes na folha

Quanto ao teor foliar, observa-se que houve efeito significativo de clone ($p < 0,05$) para todos os nutrientes, exceto para Cu, Fe e Mn (Tabela 3). Em relação ao teor de macronutrientes na folha, houve variação dos nutrientes mais absorvidos entre os materiais genéticos (Tabela 3). A exigência dos clones CCN-10 e PH-15 foi de $K > Ca > Mg$ corroborando com Pinto (2013) e Souza Júnior et al. (2013). O PS-1319 foi o único clone cujo teor de K ficou em segundo lugar, sendo superados pelos valores de Ca.

O K apresentou os maiores valores entre todos os nutrientes analisados, sendo que os clones CCN-51, PH-15, CEPECs 2002 e 2007 apresentaram as maiores médias ($15,51$ à $17,19 \text{ g kg}^{-1}$) e não se diferenciaram entre si (Tabela 3). Embora haja diferença entre o teor foliar de K entre os clones os valores encontrados para estes macronutriente estão a baixos da faixa de suficiência para cacaueiros sugeridos por Souza Júnior et al. (2012), que é de 18 e 24 g kg^{-1} . Entretanto, os valores encontrados neste trabalho, estão dentro da faixa de suficiência proposta por Bataglia e Santos (2001), indicando que a faixa de suficiência para K pode variar conforme o material genético.

De modo geral, os clones CEPECs 2002, 2005 e 2007 apresentaram os menores valores para os nutrientes Ca e Mg (Tabela 3). Apenas os valores de Ca estão abaixo da faixa de suficiência proposta por Souza Júnior et al. (2012), embora na hora da coleta, as folhas diagnóstico destas plantas não apresentassem sintomas visuais de deficiências nutricionais.

O clone PS-1319 apresentou as maiores médias para Ca e Mg onde os valores destes dois últimos foram maiores que as médias e medianas encontradas por Pinto (2013) para o clone PH-16 (Tabela 3).

Tabela 3 - Teores de macro e micronutrientes nos compartimentos: folha, casca, tegumento e endosperma de sete clones de cacauzeiros fertirrigados

Clone	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹				
	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Teor foliar								
CCN 10	14,64 b	11,59 a	6,95 b	10,16 a	60,35 a	201,57 a	175,12 a	4,13 a
CCN 51	15,86 a	8,87 b	5,71 c	9,95 a	53,59 a	194,91 a	138,06 a	2,68 b
CEPEC 2002	17,19 a	4,75 c	5,52 c	11,00 a	53,04 a	63,54 a	59,86 b	2,58 b
CEPEC 2005	14,79 b	5,82 c	5,09 c	9,38 a	69,02 a	60,74 a	59,08 b	3,28 b
CEPEC 2007	16,63 a	5,05 c	5,18 c	10,36 a	58,32 a	58,13 a	67,13 b	2,83 b
PH 15	15,51 a	9,88 b	6,45 b	7,81 a	51,95 a	117,99 a	157,45 a	3,95 a
PS1319	12,82 b	13,00 a	7,93 a	8,38 a	64,86 a	126,99 a	99,88 b	3,11 b
CV (%)	14,09	24,32	12,58	24,93	24,25	88,34	43,13	26,10
Teor casca								
CCN 10	21,58 a	3,13 b	3,71 b	13,20 b	39,83 a	27,46 a	64,48 a	2,23 a
CCN 51	21,36 a	2,56 c	3,17 d	09,24 c	33,93 a	18,86 c	51,46 c	1,66 b
CEPEC 2002	22,06 a	4,71 a	4,61 a	21,90 a	36,52 a	26,21 a	58,39 b	2,31 a
CEPEC 2005	22,38 a	2,43 c	2,94 d	11,67 b	31,91 b	16,17 c	51,85 c	1,59 b
CEPEC 2007	24,00 a	2,83 b	3,26 c	10,08 c	28,85 b	15,74 c	51,84 c	1,48 b
PH 15	21,78 a	2,56 c	3,44 c	12,39 b	26,65 b	21,83 b	56,04 c	2,35 a
PS1319	19,39 a	2,75 b	2,67 d	8,02 c	32,19 b	16,83 c	39,53 d	1,21 b
CV (%)	20,61	18,14	13,82	23,55	29,67	28,25	12,70	30,90
Teor tegumento								
CCN 10	14,65 a	1,66 c	2,58 a	15,61 a	71,46 a	19,52 a	31,53 a	4,26 a
CCN 51	12,16 a	1,04 d	2,15 b	10,63 b	42,83 c	7,48 d	23,86 b	1,97 d
CEPEC 2002	9,70 a	2,62 a	2,68 a	8,82 c	66,62 a	16,13 b	19,95 b	3,44 b
CEPEC 2005	12,10 a	1,96 b	2,33 a	11,73 b	58,99 b	9,72 c	25,52 b	2,81 c
CEPEC 2007	13,18 a	1,37 c	1,94 b	8,84 c	77,38 a	14,33 b	21,17 b	2,84 c
PH 15	13,23 a	1,40 c	2,50 a	13,91 a	51,27 b	11,38 c	31,13 a	2,81 c
PS1319	13,60 a	1,38 c	2,15 b	11,36 b	53,64 b	15,33 b	22,62 b	2,44 c
CV (%)	30,77	29,94	28,40	32,41	24,74	23,75	26,15	27,94
Teor endosperma								
CCN 10	8,31 b	0,74 b	3,40 a	21,38 a	24,37 b	19,85 a	51,11 c	3,08 b
CCN 51	8,43 b	0,67 b	3,37 a	20,69 a	28,35 a	14,48 c	57,60 b	3,08 b
CEPEC 2002	8,59 b	0,88 a	3,20 b	19,68 b	29,34 a	17,76 b	50,15 c	3,65 a
CEPEC 2005	9,10 a	0,70 b	3,44 a	20,96 a	27,85 a	17,52 b	57,08 b	3,65 a
CEPEC 2007	8,35 b	0,82 a	3,28 b	22,52 a	27,76 a	13,93 c	64,75 a	3,57 a
PH 15	9,38 a	0,57 c	3,36 a	22,65 a	27,46 a	15,12 c	51,10 c	3,06 b
PS1319	8,48b	0,71 b	3,46 a	17,38 c	24,48 b	13,90 c	47,57 d	3,04 b
CV (%)	7,62	13,04	5,17	12,78	8,86	15,99	7,59	13,89

Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-knott a 5 % de probabilidade.

Os teores foliares dos micronutrientes dos clones CEPEC-2002, PS-1319, CCNs 10 e 51 seguiram a seguinte ordem Mn>Zn>Fe>Cu>Ni (Tabela 3), resultados semelhantes aos encontrados por Pinto (2013) e Costa (2006). Para os clones CEPEC-2007 e PH-15 os teores de Zn foram os maiores, enquanto o Fe foi o micronutriente mais requerido pelo CEPEC-2005. Não houve diferenças estatísticas entre os clones para Cu, Fe e Mn.

Os valores de Fe para todos os clones encontram-se dentro da faixa de suficiência. Os clones CEPECs apresentaram as menores médias para Mn e Zn, estando estes valores abaixo das faixas de suficiências sugeridas por Souza Júnior et al., (2012).

O Cu apresentou médias semelhantes para todas as plantas sendo que os clones CEPEC-2005, PH-15, PS-1319 e CCN-51 ficaram abaixo da faixa de suficiência de Souza Júnior et al. (2012). Entretanto estes clones estão com níveis adequados deste nutriente quando comparado à faixa apresentada por Malavolta (2006).

As médias do Ni ficaram entre 2,68 a 4,13 mg kg⁻¹ dos clones CEPEC-2002 e CCN-10, respectivamente. Estes valores ficaram acima dos encontrados por Rangel et al. (2006) em milho adubados com lodo de esgoto e a baixo dos encontrados por Neves et al. (2006) em mudas de umbuzeiro em solução nutritiva, com adição de Ni. Existe alta variabilidade entre espécies vegetais na capacidade de concentrar Ni nos seus tecidos e teores acima de 10 mg kg⁻¹ podem causar toxidez para a maioria das plantas (MARSCHNER,1995).

4.3 Teor de nutrientes na casca, tegumento e endosperma

Houve efeito significativo para clone ($p<0,05$) quanto aos teores de nutrientes tanto na casca, no tegumento e no endosperma, exceto para K na casca e no tegumento (Tabela 3).

Os compartimentos casca, tegumento e endosperma apresentaram a mesma ordem de teores de macronutrientes catiônicos K>Mg>Ca. O K além de apresentar menor variabilidade entre os materiais genéticos, concentrou-se mais na casca, seguida do tegumento e do endosperma (Tabela 3), corroborando com

os resultados encontrados por Silva (2009), Pinto (2013) e Puentes-Páramo et al. (2014b). Apenas no endosperma os teores de K nos clones PH-15 e CEPEC-2005 foram significativamente superiores aos demais clones, embora o teor da menor média (8,31 g kg⁻¹ do CCN-10) não seja muito inferior ao teor da maior média encontrada (9,38 g kg⁻¹ para o PH-15). Valores superiores de teor médio de K no endosperma (12,31 g kg⁻¹) foram encontrados por Pinto (2013).

Na casca, o CEPEC-2002 apresentou os maiores teores de Ca (4,71 g kg⁻¹) e Mg (4,61 g kg⁻¹), seguido por CCN-10 e PH-15 havendo diferença estatística entre estes clones (Tabela 3). Esses valores foram superiores aos valores médios de teor encontrados por Pinto (2013). Em contrapartida, o CEPEC-2005 foi o clone com os menores teores de Ca e Mg sendo de 2,43 e 2,94 g kg⁻¹, respectivamente. No geral os clones mais produtivos, CCN-51 e PS-1319, apresentaram baixos teores na casca de Ca e Mg, evidenciando um efeito de diluição.

As médias dos teores de Mg no tegumento foram mais altas para os clones CCN-10, CEPEC-2002 e PH-15 enquanto os demais clones foram mais baixos, com exceção do teor de Mg no CEPEC-2005. O CCN-51 apresentou a menor média entre os tratamentos para o teor de Ca no tegumento (1,04 g kg⁻¹) enquanto o maior teor foi do CEPEC-2002 (2,62 g kg⁻¹). Pinto (2013) encontrou valores intermediários de teor de Ca para PH-16 no tegumento.

Não houve diferença estatística entre os clones CCN-10, CCN-51, CEPEC-2005 e PS-1319 para os teores de Ca e Mg no endosperma. O menor teor de Ca encontrado no endosperma foi do PH-15 (0,55 g kg⁻¹), enquanto o maior foi do clone CEPEC-2002 com 0,88 g kg⁻¹. Para Mg, o teste de Scott-knott separou os clones em dois grupos. O grupo com a maior média ficou com valores entre 3,37 a 3,46 g kg⁻¹, enquanto os clones com as menores médias ficaram entre 3,20 a 3,36 g kg⁻¹ de Mg.

Os teores de micronutrientes na casca, tegumento e endosperma obedeceram à seguinte ordem Zn>Mn>Fe>Cu>Ni, Fe>Zn>Mn>Cu>Ni; Zn>Fe>Cu>Mn>Ni, respectivamente (Tabela 3). Resultados diferentes foram encontrados por Pinto (2013), onde o Mn foi o nutriente mais abundante na casca, tegumento e endosperma, seguido pelo Fe, Zn e Cu na casca e no tegumento. Os teores de Fe foram maiores no tegumento enquanto Cu, Zn e Ni foram maiores no

endosperma. Entre os componentes do fruto o teor de Mn foi maior na casca, corroborando com Pinto (2013), entretanto este autor encontrou teores mais elevados deste nutriente.

4.4 Conteúdo de nutrientes na casca, tegumento, endosperma, amêndoa e fruto

De acordo com a Tabela 4, observam-se efeitos significativos de clone quanto ao conteúdo (casca, tegumento, endosperma, amêndoa e fruto) para todos os nutrientes ($p < 0,05$).

De modo geral, o conteúdo de todos os nutrientes foi maior na casca, seguido do endosperma e do tegumento, com exceção do Cu (Tabela 4). Resultados parcialmente semelhantes foram encontrados por Pinto (2013), em que para macronutrientes (K, Ca, Mg e Zn) foi encontrada a seguinte ordem de exportação: casca, endosperma e tegumento. Para os demais micronutrientes (Cu, Fe e Mg) analisados por esse autor, a sequência se inverte entre os compartimentos da amêndoa: endosperma e tegumento.

A quantidade de nutrientes catiônicos acumulados nas amêndoas e nos frutos seguiram a seguinte ordem $K > Mg > Ca > Zn > Fe > Mn > Ni$ (Tabela 4). A matéria seca interferiu na quantidade de nutrientes acumuladas nos compartimentos entre os clones. O CCN-10 e o CCN-51 foram os clones que mais acumularam nutrientes, tanto na amêndoa como no fruto. Na amêndoa, as menores médias encontradas foram para os CEPECs 2002 e 2005; vale ressaltar que estes clones apresentaram as menores médias de amêndoa seca por fruto, contribuindo com os baixos valores de conteúdo (Tabelas 2 e 4).

Os coeficientes de variação do conteúdo no fruto (casca, endosperma e tegumento) para K, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn são inferiores aos encontrados por Pinto (2013), para um único clone (PH-16), selecionado em vinte propriedades rurais no sul da Bahia que possuem lavoura cacaueteira em sistema agrossilvicultural. Isso evidencia uma maior homogeneidade dos dados deste trabalho. No entanto, as condições edafoclimáticas das diferentes propriedades do estudo realizado por Pinto (2013) podem ter contribuído para a obtenção de CVs mais altos. O mesmo

pode ser observado para o componente fruto, exceto para Fe e Mn que tiveram CVs acima dos encontrados por Pinto (2013).

Tabela 4 - Conteúdo de macro e micronutrientes nos compartimentos: casca, tegumento, endosperma, amêndoa e fruto de sete clones cacauzeiros fertirrigados

Clone	K Ca Mg			Cu Fe Mn Zn Ni				
	g por fruto			mg por fruto				
Conteúdo casca								
CCN 10	2,01 a	0,30 a	0,35 a	0,13 a	3,51 a	2,77 a	6,21 a	0,217 a
CCN 51	1,89 a	0,22 b	0,28 b	0,84 b	3,35 a	1,58 b	4,61 b	0,145 b
CEPEC 2002	1,43 b	0,30 a	0,30 b	1,74 a	2,40 b	1,72 b	3,81 b	0,152 b
CEPEC 2005	1,43 b	0,15 c	0,19 d	0,74 b	2,03 b	1,00 c	3,34 c	0,101 c
CEPEC 2007	1,87 a	0,22 b	0,25 c	0,79 b	2,40 b	1,18 c	4,01 b	0,115 c
PH 15	1,45 b	0,17 c	0,23 c	0,85 b	1,74 b	1,45 b	3,74 b	0,158 b
PS1319	1,37 b	0,19 b	0,18 d	0,91 b	2,69 b	1,13 c	2,80 c	0,084 c
CV (%)	22,01	29,79	23,78	62,69	48,87	49,02	24,85	36,94
Conteúdo tegumento								
CCN 10	0,151 a	0,018 b	0,014 b	0,161 a	0,747 a	0,214 a	0,338 a	0,045 a
CCN 51	0,131 a	0,011 c	0,025 a	0,115 b	0,494 b	0,082 d	0,264 b	0,023 b
CEPEC 2002	0,080 b	0,021 a	0,023 a	0,073 c	0,554 b	0,138 b	0,166 d	0,029 b
CEPEC 2005	0,075 b	0,011 c	0,022 a	0,074 c	0,381 c	0,060 e	0,156 d	0,017 c
CEPEC 2007	0,129 a	0,013 c	0,020 a	0,088 c	0,751 a	0,137 b	0,206 c	0,028 b
PH 15	0,119 a	0,019 c	0,021 a	0,126 b	0,455 c	0,104 c	0,285 b	0,025 b
PS1319	0,132 a	0,013 c	0,020 a	0,111 b	0,543 b	0,154 b	0,225 c	0,025 b
CV (%)	28,51	26,69	29,9	26,42	26,46	22,54	27,23	31,60
Conteúdo endosperma								
CCN 10	0,475 a	0,041 a	0,194 a	1,217 a	0,945 b	1,168 a	2,937 b	0,269 a
CCN 51	0,481 a	0,038 a	0,193 a	1,168 a	2,086 a	0,822 b	3,278 a	0,173 b
CEPEC 2002	0,275 d	0,028 c	0,103 d	0,628 d	1,614 a	0,573 c	1,614 d	0,118 b
CEPEC 2005	0,328 c	0,025 c	0,123 c	0,756 c	1,006 b	0,631 c	2,078 c	0,130 b
CEPEC 2007	0,369 b	0,037 a	0,145 c	0,988 b	1,220 b	0,611 c	2,850 b	0,156 b
PH 15	0,366 b	0,023 c	0,133 c	0,902 c	1,061 b	0,592 c	2,012 c	0,116 b
PS1319	0,388 b	0,033 b	0,158 b	0,790 c	1,121 b	0,629 c	2,170 c	0,137 b
CV (%)	18,26	23,89	17,62	22,81	85,83	29,68	19,56	95,74
Conteúdo amêndoa								
CCN 10	0,623 a	0,058 a	0,219 a	1,378 a	2,830 a	1,380 a	3,275 b	0,313 a
CCN 51	0,613 a	0,048 b	0,216 a	1,285 a	2,110 b	0,904 b	3,541 a	0,195 b
CEPEC 2002	0,355 c	0,050 b	0,125 c	0,703 c	1,498 b	0,712 b	1,780 d	0,147 b
CEPEC 2005	0,403 c	0,038 c	0,138 c	0,830 c	1,387 b	0,693 b	2,234 c	0,148 b
CEPEC 2007	0,500 b	0,050 b	0,164 b	1,073 b	1,974 b	0,750 b	3,058 b	0,183 b
PH 15	0,486 b	0,035 c	0,155 b	1,028 b	1,516 b	0,696 b	2,298 c	0,142 b
PS1319	0,521 b	0,045 b	0,179 b	0,901 c	1,663 b	0,783 b	2,393 c	0,163 b
CV (%)	16,86	19,22	16,54	22,08	63,55	27,09	19,05	83,07
Conteúdo fruto								
CCN 10	2,635 a	0,363 a	0,576 a	2,722 a	6,349 a	4,154 a	9,493 a	0,530 a
CCN 51	2,504 a	0,279 b	0,497 b	2,127 b	5,461 a	2,492 b	7,236 b	0,340 b
CEPEC 2002	1,791 b	0,358 a	0,426 c	2,446 a	3,903 b	2,439 b	5,595 c	0,300 b
CEPEC 2005	1,836 b	0,194 c	0,328 d	1,576 b	3,425 b	1,690 b	5,578 c	0,249 b
CEPEC 2007	2,379 a	0,272 b	0,418 c	1,869 b	4,376 b	1,930 b	7,071 b	0,300 b
PH 15	1,943 b	0,207 c	0,388 c	1,885 b	3,260 b	2,147 b	6,040 c	0,300 b
PS1319	1,898 b	0,241 b	0,368 d	1,815 b	4,357 b	1,916 b	5,200 c	0,248 b
CV (%)	18,30	26,81	16,31	33,01	38,97	37,80	20,29	51,90

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

5 Exportação de nutrientes na casca, amêndoa e fruto

Em relação à exportação de nutrientes, pode-se observar que houve diferença significativa entre os clones ($p < 0,05$) para a maioria dos nutrientes (Tabela 5), com exceção do Fe, tanto para casca como para amêndoa, e Ni, para amêndoa.

Os macronutrientes foram acumulados em maior quantidade na casca em relação à amêndoa, para todos os clones, obedecendo a seguinte ordem: $K > Mg > Ca$ (Tabela 5). O K foi o macronutriente mais acumulado na casca e na amêndoa e conseqüentemente no fruto, sendo que na casca, os CEPECs alcançaram valores de acúmulo de 41,81 a 43,45 $kg\ t^{-1}$ de K_2O . Esse valor é cerca de 11 $kg\ t^{-1}$ de K_2O a mais que os demais clones que não diferiram entre si. Os CEPECs possuem as menores médias de MSAF, o que contribui para uma maior produção de cascas que possui altos teores de K (Tabela 2 e 3).

Apesar do teste de Scott-Knott ter separado as médias em grupos, a exportação de macronutrientes na amêndoa apresentou médias muito próximas para a maioria dos clones estudados, onde as maiores e menores médias foram de: 10,65 a 12,22 $kg\ t^{-1}$ de K_2O ; 0,90 a 1,13 $kg\ t^{-1}$ de CaO (com exceção do CEPEC-2002 cujo o valor exportado foi muito alto) e 5,03 a 5,42 $kg\ t^{-1}$ de MgO. O mesmo comportamento pode ser observado para os demais compartimentos (casca e fruto), exceto para as médias de K, que oscilaram entre os clones, e do CEPEC-2002 que exportou as maiores quantidades de nutrientes (Tabela 5).

Puentes-Páramo et al. (2014b) estudando a absorção, distribuição de nutrientes e seus efeitos na produção em clones de cacauzeiros, encontraram resultados semelhantes para o CCN-51 que exportou 13,31 $kg\ t^{-1}$ de K_2O na amêndoa enquanto Pinto (2013) encontrou 14,23 $kg\ t^{-1}$ para o PH-16 cultivados em zona úmida do estado da Bahia. A exportação de Ca e Mg para todos os compartimentos (casca, amêndoa e fruto) foram próximos dos valores encontrados por Pinto (2013), para a região úmida.

Tabela 5 - Exportação de macro e micronutrientes nos compartimentos: casca, amêndoa e fruto de sete clones cacauzeiros fertirrigados, para a produção de uma tonelada de amêndoa seca

Clone	kg t ⁻¹			g t ⁻¹				
	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Exportação de nutrientes na casca								
CCN 10	36,82 b	5,70 b	8,93 b	20,90 b	57,75 a	40,33 a	93,44 a	3,33 a
CCN 51	34,98 b	4,30 b	7,12 b	13,03 b	49,82 a	22,91 b	69,71 c	2,27 b
CEPEC 2002	43,45 a	9,65 a	12,5 a	42,61 a	60,30 a	42,95 a	95,07 a	3,79 a
CEPEC 2005	41,81 a	4,77 b	7,59 b	18,27 b	49,53 a	24,00 b	80,87 b	2,45 b
CEPEC 2007	42,47 a	5,13 b	7,85 b	14,82 b	44,68 a	22,22 b	75,25 c	2,16 b
PH 15	36,74 b	4,58 b	8,19 b	18,11 b	36,49 a	31,08 b	79,79 b	3,28 a
PS1319	32,51 b	4,86 b	6,16 b	17,18 b	51,65 a	22,52 b	55,2 d	1,65 b
CV (%)	24,84	27,51	26,72	66,78	47,00	42,45	24,06	42,8
Exportação de nutrientes na amêndoa								
CCN 10	11,07 b	1,093 b	5,39 a	20,34 a	38,87 a	19,85 a	47,99 c	4,22 a
CCN 51	10,81 b	0,917 c	5,24 a	18,95 a	30,68 a	13,28 c	51,86 c	2,88 a
CEPEC 2002	10,65 b	1,548 a	5,13 b	17,51 b	37,06 a	17,57 b	44,16 d	3,62 a
CEPEC 2005	11,47 b	1,113 b	5,42 a	19,54 a	32,42 a	16,31 b	52,34 c	3,51 a
CEPEC 2007	11,12 b	1,158 b	5,03 b	20,00 a	36,60 a	13,89 c	56,65 a	3,43 a
PH 15	12,22 a	0,905 c	5,29 a	20,94 a	31,12 a	14,33 c	47,29 c	2,94 a
PS1319	11,28 b	1,033 b	5,34 a	16,27 b	29,67 a	14,13 c	43,03 d	2,93 a
CV (%)	10,76	14,83	5,31	13,3	34,42	14,7	8,18	46,58
Exportação de nutrientes no fruto								
CCN 10	47,90 b	6,79 b	14,33 a	41,25 b	96,63 a	60,19 a	141,43 a	7,56 a
CCN 51	45,79 b	5,22 b	12,36 c	31,98 b	80,51 b	36,20 b	121,57 a	5,15 b
CEPEC 2002	54,10 a	11,20 a	17,69 a	60,12 a	97,36 a	60,53 a	139,24 a	7,42 a
CEPEC 2005	53,29 a	5,88 b	13,01 b	37,81 b	81,96 b	40,31 b	133,22 a	5,97 b
CEPEC 2007	53,60 a	6,29 b	12,89 b	34,82 b	81,28 b	36,12 b	131,90 a	5,59 b
PH 15	48,95 b	5,49 b	13,48 b	39,06 b	67,61 b	45,42 b	127,09 a	6,22 b
PS1319	41,77 b	5,59 b	11,11 c	32,40 b	77,88 b	35,37 b	94,78 b	4,51 b
CV (%)	20,55	24,76	17,21	37,41	32,08	31,26	15,68	34,69

Médias seguidas da mesma letra na coluna não mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-knott a 5 % de probabilidade.

O CEPEC-2002 foi o clone que mais exportou macronutrientes (K, Mg e Ca) em termos de fruto, sendo o acúmulo desses nutrientes na casca maior que na amêndoa (K – 80,31 %; Mg - 70,66 %; Ca – 86,16 %). Embora os clones CCN-51 e PS-1319 apresentem exportação de macronutrientes inferiores ao CEPEC-2002 nos frutos, eles podem exportar mais nutrientes por serem os clones mais produtivos já que a exportação de nutrientes é dada kg t⁻¹ de amêndoa seca. (Tabela 2 e 5).

Com exceção dos clones CEPECs 2005 e 2007, todos os demais clones produziram mais de 2.000 kg⁻¹ ha⁻¹ ano⁻¹ de amêndoas secas, sendo o CCN-51 o mais produtivo com 4.400 kg⁻¹ ha⁻¹ ano⁻¹ podendo acumular nas cascas 150 kg de K₂O; 19 kg de CaO e 31 kg de MgO que voltam para o sistema, embora, neste

caso, de forma concentrada em pequenos pontos da lavoura formando os “casqueiros”. Entretanto, a exportação de nutrientes nos frutos é preocupante, pois a quantidade de nutrientes que saem efetivamente (no fruto in natura) da lavoura é muito alta, podendo diminuir a fertilidade natural do solo caso estes nutrientes não sejam repostos via adubação.

Na tabela 5 apresentam-se as estimativas de exportação de micronutrientes para produção de uma tonelada de amêndoa seca dos setes clones analisados. Os coeficientes de variação para Cu, Fe, Mn e Zn na casca e no fruto foram mais altos em relação amêndoa. Independentemente do compartimento o Zn foi o micronutriente mais exportado seguido pelo Fe>Mn>Cu>Ni. Resultados diferentes foram encontrados por Pinto (2013), em cacauero (Mn>Fe>Zn>Cu) e por Costa (2006), em *Theobroma grandiflorum* (Fe>Mn>Zn).

Não foram encontradas grandes variações das médias entre os clones para os nutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, quando comparado as amplitudes apresentadas por Pinto (2013) para estes nutrientes. Apesar de Ni possuir CVs relativamente altos, as médias entre os clones possuem valores próximos para ambos. Esta similaridade dos resultados entre os clones é interessante do ponto de vista agrônomo, pois para futuro cálculos de adubações a quantidade de adubo recomendada poderá ser a mesma em áreas multiclonais, facilitando a prática de adubação para micronutrientes e evitando perdas ou excessos destes nutrientes.

5 CONCLUSÕES

Entre os materiais genéticos estudados dois apresentaram alto potencial produtivo (CCN-51 e PS-1319). Os clones CEPEC-2002 e CEPEC-2005 são os têm menor peso de amêndoa por fruto, conseqüentemente precisam de mais frutos para produção de uma tonelada de amêndoa seca, além de terem alta proporção de casca por fruto. O potássio é o nutriente catiônico mais exportado pelos frutos do cacauero. De modo geral, houve diferenças significativas entre os materiais genéticos para o teor de nutrientes nas folhas e nos compartimentos

dos frutos. A baixa oscilação das exportações entre os clones para os micronutrientes poderá facilitar as adubações destes sem levar em consideração os diferentes materiais genéticos da lavoura.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUIERA, J.O. **Biorremediação de áreas contaminadas**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., H.V. & CHEFER, C.E.G.R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.299-352.

ALMEIDA, A-A. F.; VALLE, R. R. Ecophysiology of the cacao tree. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.425-448, 2007.

ANDEBRHAN, T.; ALMEIDA, L.C.; NAKAYAMA, L.H.I. Resistência de Theobroma cacao L. a Crinipellis pernicioso(Stahel) Singer: a experiência da Amazônia Brasileira. **Agrotrópica**, v.10, p.49-60, 1998.

AYRES, M. I. C.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.957-963, 2007.

BARRETTO, W. S.; RIBEIRO, M. A. Q.; BARRETO, F. S. VALLE, R. R. Concentração de nutrientes em amêndoas de cacau produzido no sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CACAU, 3.; CEPLAC. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/paginas/cbc/paginas/publicacao/1-6%20Concetra%C3%A7%C3%A3o%20de%20nutrientes%20em%20am%C3%AAndoas%20de%20cacau%20produzido%20no%20Sul%20da%20Bahia.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento. **Informações Agronômicas**, n.96, p.3-8, 2001.

BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use**. London: Chapman and Hall, p. 720. 978-1-4051-3949-6, 2009.

BECKETT, S. T. **The science of chocolate**. London: Royal Society of Chemistry, p. 240. 978-0-85404-970-7, 2008.

BONDAR, G. **Fatores adversos e moléstias do cacau na Bahia**. [S.l.]: Instituto de Cacau da Bahia, 1938. p. 94 (Instituto de Cacau da Bahia, Boletim Técnico N)

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade de solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p.769-850,2007.

CEPLAC (COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA). *Cacau: história e evolução*. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>. Acesso em: 20 jan. 2014.

CEPLAC (COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA). **Características Gerais do Cacau**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cacau.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

CHEPOTE, R. E.; SODRÉ, G. A.; REIS E. L.; PACHECO R. G.; MARROCOS, P. C. L; VALLE, R. E. **Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacauero no sul da Bahia**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC. Boletim técnico n. 203, 2013. 44 p.

COSTA, E. L. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) em três solos da Amazônia Central**. 2006. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. SILVA, F.C. (Ed. Técnico). 2ª ed. Brasília: EMBRAPA, 2009. 627p.

GRAMACHO, I. C. P.; MAGNO, A. E. de S.; MANDARINO, E. P.; MATOS, A. **Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia**. Ilhéus: CEPLAC, 1992. 124 p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola**, 65 p., 2015. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201501comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201501comentarios.pdf). Acesso em: 30 de jan. 2015.

ICCO (INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION). Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, v. XL, n4, Cocoa year 2013/14.

LEITE, J. B. V. **Cacauero: Propagação por estacas caulinares e plantio no semi-árido do estado da Bahia**. Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2006. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia), 2006.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. **Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems**. Cambridge University Press, Cambridge, 2 ed., 2011.

LOPES, U.V .; MONTEIRO, W.R.; PIRES, J.L.; ROCHA, J.B., PINTO, L.R.M. On farm selection for witches' broom resistance in Bahia, Brazil: a historical retrospective. **Agrotropica**, v.16, p.61-66, 2004.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2006. p. 627.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

MORA, J. L. R.; ORJUELA, H. B.; P, B. W. Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). **Revista de Ciencias Agrícolas**, v.28, n.2, p.81-94, 2011.

NEVES, O. S.; FERREIRA, E. V. O.; CARVALHO, J. G.; SOARES, C. R. F. S. Adição de níquel na solução nutritiva para o cultivo de mudas de umbuzeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.485 - 490, 2007.

PEREIRA, A.B. Melhoramento clonal. In: DIAS, L.A.S. (Ed.). **Melhoramento genético do cacaueteiro**. Viçosa: Funape, 2001. p.361-384.

PINTO, F. C. **Fertilidade do solo e partição de nutrientes em cacaueteiros**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2013.

PUNTES-PÁRAMO, Y.; MENJIVAR-FLORES, J. ARANZAZU-HERNANDEZ, F. Eficiencias em el uso de nitrógeno, fósforo y potasio em clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). **Bioagro**, v.26, n.2, p.99-106, 2014a.

PUNTES-PÁRAMO, Y.; MENJIVAR-FLORES, J.; GÓMEZ-CARABALÍ, A.; ARANZAZU-HERNANDEZ, F. Absorción y distribución de nutrientes em clones de cacao y sus efectos em el rendimiento. **Acta agronómica**, v.63, n.2, p.145-152, 2014b.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W.; DYNIA, J. F. Efeito de aplicações de lodos de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. V.30, p.583-594, 2006.

RIOS-RUIZ, R.A. Melhoramento para resistência a doenças. In: DIAS, L.A.S. (Ed.). **Melhoramento genético do cacaueteiro**. Viçosa: Funape; UFG, 2002. p.290-324.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.32, p.2037-2049, 2008.

SILVA, V. O. **Produção e partição de biomassa e nutrientes e parametrização de um sistema para recomendação de N, P e K para cacaueteiros**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, 2009.

SODRE, G. A.; VENTURINI, M. T.; RIBEIRO, D. O. Extrato da casca do fruto do cacaueteiro como fertilizante potássico no crescimento de mudas de cacaueteiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.881-887, 2012.

SOUZA JÚNIOR, J. O.; CARMELLO, Q. A. C. Formas de adubação e doses de uréia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2367-2374, 2008.

SOUZA JÚNIOR, J. O.; MENEZES, A. A.; SODRE, G. A.; GATTWARD, J. N.; DANTAS, P. A. S.; NETO, R. O.. Diagnose Foliar na Cultura do Cacau . In: Prado, R.M. (Ed.). Diagnose de plantas: diagnose foliar em frutíferas. p. 443-476. 2012.

SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. Melhoramento ambiental e socioeconômico. In: DIAS, L. A. S. (ed.) **Melhoramento genético do cacau**. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 1-47, 2001.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

SUFRAMA (SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS). **Cacau: Potencialidades regionais, estudo de viabilidade econômica**. Manaus, Amazonas: ISAE/FGV, p. 14, 2003.

URIBE, A.; MÉNDEZ, H.; MANTILLA, J. 1998. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelos del departamento de Santander , Informaciones agronômicas No 41, en línea. En: [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/3EDA87EC9C1009C305256A0A005C3A64/\\$file/Efecto+de+niveles +de+NPK.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/3EDA87EC9C1009C305256A0A005C3A64/$file/Efecto+de+niveles +de+NPK.pdf) 4 p. Consulta: 15 de jan 2015.

VALLE, R. R. M. **Ciência, tecnologia e manejo do cacau**. Brasília, DF: MAPA, 2012. p. 688.

WEIH, M.; ASPLUND, L.; BERKVIST, G. **Assessment of nutrient use in annual and perennial crops: A functional concept for analyzing nitrogen use efficiency**. Plant Soil, 339:513-52, 2011.

APÊNDICE

Tabela 6 – Resumo da análise de variância matéria seca endosperma por fruto (MSEF), matéria seca tegumento por fruto (MSTF), matéria seca casca por fruto (MSCF), matéria seca amêndoa por fruto (MSAF), proporção de tegumento sobre a amêndoa (PTA), proporção de amêndoa por fruto (PAF), número de amêndoa no fruto (NAF), índice de fruto (IF), produção de amêndoa (PA) e resíduo de fruto (RF).

FV	GL	Quadrados Médios							
		MSEF	MSTF	MSCF	MSAF	PTA	PAF	NAF	IF
Clones	6	1530,16**	52,58**	1656,97**	1911,27**	49,01**	82,83**	300,58**	214730146**
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Resíduo_a	49								
Época	1	3,6	0,7	427,9	4,1	0,7	84,3	14,9	2876195
Repetição*época	7								
Clone*época	6	116,1	7,4	153,8	94,2	11,6	55,5	113,2	11486551
Error	42								
Total	111								
CV (%) para clone		20,56	31,10	14,24	18,84	13,21	11,98	16,73	18,87
CV (%) para época		13,21	15,60	13,70	14,19	10,15	7,69	13,63	15,97
CV (%) para clone*época		18,12	20,60	16,57	15,53	13,72	12,45	14,63	16,94

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para as variáveis: produção de amêndoa anual (PA) e resíduo de fruto (RF).

FV	GL	Quadrado Médios	
		PA	RC
Clone	6	9991734**	12879690**
Repetição	7		
Erro	42		
Total	55		
CV (%) para clone		24,4	24,6

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro

Tabela 8 – Resumo da análise de variância para a variável produção de amêndoas

FV	GL	Quadrado Médio
		Produção de Amêndoas
Clones	6	80357**
Repetição	7	
Clone*repetição	42	
Residuo_a	49	
Época	1	40246**
Repetição*época	77	
Clone*época	66	6618**
Error	462	
total	671	
CV (%) para clone		40,1
CV (%) para época		37,6
CV (%) para clone*época		30,9

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para macro e micronutrientes no teor foliar

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clone	6	16,7**	82,7**	8,7**	9,1	326,8	24314,3	17305,1**	2,6**
Repetição	7								
Erro	42								
total	55								

CV (%) para clone 14,1 24,3 12,6 24,9 24,2 88,3 43,1 26,1

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 10 – Resumo da análise de variância para teor de macro e micronutrientes no tegumento.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	39,0	4,34**	1,14*	100,8**	2731,4**	272,6**	340,2**	8,6**
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Resíduo_a	49								
Época	1	22,9	0,98*	0,01	55,8*	1999,4*	1249,6**	197,3**	27,2**
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,2	0,2	1,30*	29,2*	1233,8**	203,6**	86	2,7**
Error	42								
total	111								
CV (%) para clone		33,1	33,1	28,10	30,0	21,3	20,6	22,8	33,8
CV (%) para época		26,4	21,5	14,20	19,4	26,4	19,4	14,5	15,5
CV (%) para clone*época		30,8	29,9	18,40	34,4	24,7	23,8	26,1	27,9

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 11 – Resumo da análise de variância para teor de macro e micronutrientes no endosperma.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	2,74**	0,16**	0,13	52,48**	57,58**	85,18**	561,7**	1,43
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
Época	1	0,41	0,38**	0,32**	83,80**	167,35**	231,01**	1436,2**	1,86
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,85	0,04	0,09*	4,48	14,01	6,16	61,5**	0,15
Error	42								
Total	111								
CV (%) para clone		9,63	17,53	7,31	18,62	12,59	20,59	8,57	25,24
CV (%) para época		8,65	12,44	4,37	14,17	7,99	15,56	6,78	13,38
CV (%) para clone*época		7,62	13,04	5,17	12,78	8,86	15,99	7,59	13,89

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 12 – Resumo da análise de variância para teor de macro e micronutrientes na casca.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	30,1	9,98*	6,37*			364,01*	948,59*	3,37*
Repetição	7	2	*	*	542,70**	297,15*	*	*	*
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
Época	1	0,4	0,07	1,16	1546,18	2536,71*	165,31*	230,31	0,99
Repetição*época	7				*	*			
Clone*época	6	47,0	2	0,32	0,55	699,10*	244,68	35,52	70,58
Erro	42								
Total	111								
CV (%) para clone		19,8	20,9	12,9	67,0	31,2	43,3	16,0	43,2
CV (%) para época		21,2	17,5	19,3	73,2	29,4	21,7	14,9	33,8
CV (%) para clone*época		20,6	18,1	13,8	71,0	29,7	28,2	12,7	30,9

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 13 – Resumo da análise de variância para conteúdo de macro e micronutrientes na amêndoa.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	0,158	0,001*	0,021	0,938**	4,072	0,974**	6,594**	0,057
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
Época	1	0,008	0,001**	0,0008	0,257*	1,474	0,223**	2,753**	0,033
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,022	0	0,0021	0,05	1,796	0,135	0,47	0,026
Erro	42								
total	111								
CV (%) para clone		20,59	24,03	18,70	23,82	63,51	35,97	21,22	83,77
CV (%) para época		13,56	14,78	11,57	19,25	51,83	14,99	15,24	79,65
CV (%) para clone*época		16,86	19,20	16,55	22,08	63,55	27,09	19,00	83,07

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 14 – Resumo da análise de variância para conteúdo de macro e micronutrientes no endosperma.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	2,74**	0,16**	0,13	52,48**	57,58**	85,18**	561,74**	1,43
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
Época	1	0,41	0,38**	0,32**	83,80**	167,35**	231,01**	1436,22**	1,86
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,85	0,04	0,09*	4,48	14,01	6,16	61,52**	0,15
Error	42								
Total	111								
CV (%) para clone		9,6	17,5	7,3	18,6	12,6	20,6	8,6	25,2
CV (%) para época		8,6	12,4	4,4	14,2	8,0	15,6	6,8	13,4
CV (%) para clone*época		7,6	13,0	5,2	12,8	8,9	16,0	7,6	13,9

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 15 – Resumo da análise de variância para conteúdo de macro e micronutrientes no tegumento.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
		0,013*	0,00027*	0,0002*	0,016*	0,318*	0,041*	0,069*	
Clones	6	*	*	*	*	*	*	*	0,002**
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
		0,000					0,123*		
Época	1	9	0,00003	0,0002	0,001	0,251*	*	0,024*	0,003**
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,005*	0,00003	0,0001*	0,004*	0,126*	0,019*	0,009	0,0003*
Error	42								
Total	111								
CV (%) para clone		35,88	39,89	32,16	34,12	28,54	37,79	36,15	33,23
CV (%) para época		28,41	36,61	27,38	30,24	31,27	23,66	24,61	23,15
CV (%) para clone*época		28,51	26,86	29,76	26,43	26,46	22,54	27,23	31,70

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 16 – Resumo da análise de variância para conteúdo de macro e micronutrientes no fruto.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
		1,991*	0,071*	0,111*	2,542*	19,753*	10,956*	35,533*	0,149*
Clones	6	*	*	*	*	*	*	*	*
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
						14,913*			
Época	1	0,739	0,029*	0,006	2,867*	*	6,855**	12,408*	0,028
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,42	0,006	0,008	3,507*	5,235	1,145	3,862	0,034
Error	42								
total	111								
CV (%) para clone		19,97	25,71	16,49	35,94	35,43	48,11	19,98	52,86
CV (%) para época		20,23	23,91	15,74	38,03	28,73	26,47	19,44	42,96
CV (%) para clone*época		18,30	26,81	16,31	33,01	38,97	37,80	20,29	51,90

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 17 – Resumo da análise de variância para exportação de macro e micronutrientes na casca.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	226,7**	12,7**	9,2**	1594,1**	1013,2	1261,9**	2938,1**	9,3*
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Resíduo_a	49								
Época	1	416,7	23,6*	6,3	2788,8*	9667,3*	675,1	1270,1	1,4
Repetição*época	7								
Clone*época	6	189,6	8,7**	6,7	1742,7**	482,9	91,8	608,5	2,2
Erro	42								
total	111								
CV (%) para clone		22,5	26,2	24,5	58,9	47,8	48,4	25,9	47,5
CV (%) para época		35,8	39,8	36,8	54,6	62,7	42,3	24,4	38,5
CV (%) para clone*época		30,9	29,8	26,1	66,8	47,1	42,4	24,1	42,8

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 18 – Resumo da análise de variância para exportação de macro e micronutrientes na amêndoa.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	1,28	0,17**	0,05	43,9	213,5	92,1	375,8**	3,8
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Resíduo_a	49								
Época	1	1,281	0,868**	0,041	70,71	153,5	35,1	804**	2,7
Repetição*época	7								
Clone*época	6	0,535	0,193**	0,095	1,47	127,3	9,75	48,6*	1,8
Error	42								
total	111								
CV (%) para clone		8,1	14,6	5,7	18,5	33,0	18,4	8,7	47,7
CV (%) para época		10,0	12,8	4,5	14,6	27,2	13,2	7,2	47,9
CV (%) para clone*época		10,5	15,6	8,0	13,1	34,4	14,3	8,2	46,6

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 19 – Resumo da análise de variância para exportação de macro e micronutrientes no fruto.

FV	GL	Quadrados Médios							
		K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni
Clones	6	214,8*	15,8*	9,7*	1493,7	1772,5	1981,4*	3969,1*	20,2*
Repetição	7								
Clone*repetição	42								
Residuo_a	49								
Época	1	464,2	33,6*	7,4	1784,4*	6472,9	1182,3*	5079,9*	0,45
Repetição*época	7								
Clone*época	6	202,1	11,2*	6,7*	1809,3*	604,3	118,4	738,1	4,2
Error	42								
total	111								
CV (%) do programa estatístico									
CV (%) para clone		17,6	22,5	15,5	33,8	31,5	34,8	17,3	35,3
CV (%) para época		28,7	34,1	22,0	36,4	33,1	27,1	14,8	27,7
CV (%) para clone*época		25,1	26,0	16,8	37,4	32,1	31,3	15,7	34,7

* Significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** significativo a 1% de probabilidade de erro.