**AVALIAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NO SOLO E EM FOLHAS DE *Theobroma cacao***

Débora Bernardes Mouzinho Monteiro1; Maria Andreza Silva Lopes2; Alessandra Epifanio Rodrigues3; Elaine Maria Silva Guedes Lobato4; Vanessa Mayara Souza Pamplona5; Izabelle Pereira Andrade6; Rossini Daniel7

1 Graduação. Universidade Federal Rural da Amazônia. deboramonteiro083@gmail.com

2 Graduação. Universidade Federal Rural da Amazônia. maria.lopes@ufra.edu.br

3Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia. alessandra.epifanio@ufra.edu.br

 4 Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia. elaine.guedes@ufra.edu.br

5 Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia. vanessa.pamplona@ufra.edu.br

6 Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia. izabelle.andrade@ufra.edu.br

7 Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia. rossini.daniel@ufra.edu.br

**RESUMO**

A expansão da cultura do cacau no Brasil e principalmente em alguns estados da região norte, com destaque para o Pará nos últimos anos, levou a um aumento nas demandas de pesquisa para a cultura. Entre essas, pode-se destacar o conhecimento de aspectos nutricionais, principalmente o manejo de macro e micronutrientes no solo com vistas ao pleno atendimento às necessidades da planta para favorecer seu desenvolvimento e produção de frutos. Com isso, o trabalho teve por objetivo, avaliar os teores de micronutrientes no solo e em folhas de cacaueiros sob condições com e sem sombreamento. As amostras de solo foram retiradas em três profundidades (0-20, 20-40 e 40-60 cm) nas duas condições avaliadas em área produtiva de cacaueiros no sítio Esperança, localizado no município de Paragominas, PA. Para a amostragem foliar foi levado em consideração a posição da folha na planta e estarem livres de quaisquer danos ocasionados por pragas e doenças e injúrias climáticas. Foi escolhida a 3ª folha a partir da ponta, com lançamento recém-amadurecido e posteriormente acondicionadas em sacos de papel e enviadas ao laboratório. A área de manejo sob sombreamento apresentou melhores teores de Boro no solo, e sugere-se que no campo sob os diferentes manejos agrícolas nos solos, ocorre interferência direta do vegetal sobre estes solos. Os demais micronutrientes não sofreram interferência dos tipos de manejo e também nas profundidades utilizadas nesse trabalho. As análises foliares apresentaram normalidade para todos os micronutrientes estudados e ainda para os elementos utilizados para verificação da acidez do solo.

**Palavras-chave:** Nutrição. Manejo. Cacaueiro.

**Área de Interesse do Simpósio**: Desenvolvimento Agrícola, Produção e Manejo Agroflorestais

1. **INTRODUÇÃO**

 O *Theobroma cacao* L. é a espécie economicamente mais importante do gênero *Theobroma* (SOLORZANO et al., 2012), sendo amplamente explorada por todo o mundo. Sua cultura é de extrema importância para o Brasil, com significativa contribuição para a geração de riquezas no país, sendo bastante cultivado nas regiões nordeste e norte do Brasil, onde apresentam melhores resultados de produção e qualidade pelo uso de novas tecnologias aplicadas à cadeia de produção. Entretanto, a escassez de informações sobre seu cultivo, com destaque para o manejo nutricional, clima, tipos de cultivos, podas, respostas da cultura à irrigação e à fertirrigação etc., contribuem para o aumento das demandas de pesquisas.

 As plantas crescem de acordo com os elementos encontrados no solo, sendo que as necessidades por elementos minerais mudam ao longo do crescimento e desenvolvimento de uma planta (TAIZ; ZEIGER, 2013). Sua produtividade é definida pela quantidade de nutrientes extraída do solo em todo seu ciclo. Além de exigirem macronutrientes minerais, as plantas exigem os micronutrientes como boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), molibdênio (Mo) e zinco (Zn). Desta maneira, é importante identificar os diferentes níveis de absorção, exportadas na colheita e remanescente nos restos de cultura, que podem retornar ao solo (LOPES; GUILHERME, 2007).

 O cacaueiro, por exemplo, pode se desenvolver em solos de diferentes níveis de fertilidade, entretanto, requerem solos de média a alta fertilidade para alcançar melhores produtividades. Outro aspecto importante na verificação do estado nutricional da planta é por meio da diagnose foliar. Júnior et al. (2012) afirmam que a composição mineral das folhas do cacaueiro depende das condições de fertilidade do solo e do clima, além da variedade, sombreamento, período do ano, estágio fisiológico da planta, presença de lançamentos, entre outros. Considera-se que as folhas são o principal órgão de transformações metabólicas e que refletem melhor o estado nutricional da planta (CHEPOTE et al., 2005; JÚNIOR et al., 2012).

 O trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de micronutrientes e a acidez do solo em diferentes profundidades e verificar os teores desses nutrientes em folhas de *Theobroma cacao* cultivadas em áreas com Sistema Agroflorestal (SAF) e a pleno sol.

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

 O experimento foi desenvolvido em área experimental localizada no sítio Esperança a 35 km do município de Paragominas-PA, a 03°12’00’’ S e 47°42’00’’ W a 92 m. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Am com precipitações médias anuais entre 1.250 e 2.100 mm, temperatura média anual de 27,5°C e umidade relativa do ar em torno de 85% (KÖPPEN, 2023). O solo da região apresenta-se como um Latossolo Amarelo distrófico.

2.2 AMOSTRAGEM DE SOLO

 As amostras de solo para análise química foram realizadas em conjunto com a empresa AGROVERDE, e seguiram a metodologia proposta pela Embrapa (2009). Retirou-se 15 amostras simples de pontos aleatórios em todas as áreas, em percurso zig-zag, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm para obter uma amostra composta. As amostras foram retiradas em seis áreas com cacaueiros adultos em fase de produção em condições de plantio em áreas sombreadas e não sombreadas. Posteriormente, foram encaminhadas ao Laboratório, em Paragominas-PA, para análise química.

 Para as análises físicas foram defin dois métodos de coleta: (1) retirada de amostras de solo indeformadas com vistas a determinação da curva de retenção de umidade com os parâmetros densidade do solo (ds), microporosidade, água disponível (AD); (2) retirada de amostras deformadas do solo, para determinação da classe textural. Na (1) as amostras foram retiradas em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 cm a partir da abertura de uma trincheira de 1,00 m x 0,80 m. As amostras foram identificadas e enviadas ao laboratório de física de solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA.

2.3 ANÁLISE FOLIAR

 Nas seis áreas onde ocorreram as coletas de folhas para análise foliar, selecionou-se quatro plantas, totalizando 24 árvores, onde, em cada uma, retirou-se 25 folhas na posição mediana da copa e nos quatro quadrantes da planta. Foram escolhidas folhas medianas, sem doença ou danos no limbo foliar e coletado o 3° e 4° par de folhas. Após retiradas, foram identificadas e levadas ao laboratório, em Paragominas, PA.

2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

 O delineamento estatístico utilizado para as avaliações dos micronutrientes, acidez e granulometria no solo foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois manejos, (SAF e a pleno sol) e três profundidades (0-20, 20-40 e 40-60 cm). Realizou-se a estatística descritiva para as análises foliar, e para as análises de solo foram feitos os testes de normalidade e de homocedasticidade. Posteriormente foi feita a análise de variância e o Teste de Tukey a 5%.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

 A interpretação da análise foliar possibilita verificar a ocorrência de deficiências, toxidez ou desequilíbrio de nutrientes, também permite o acompanhamento e a avaliação de um programa de adubação e, caso necessário, auxilia no seu ajuste para a próxima safra de culturas anuais, complementando as informações fornecidas pela análise de solo. No trabalho realizou-se a análise através da estatística descritiva e do teste de normalidade de Shapiro Wilk (Tabela 1).

Tabela 1 - Estatística descritiva dos micronutrientes, elementos úteis e alumínio em folhas de Theobroma cacao.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estatística**  | **B** | **Cu** | **Fe** | **Mn** | **Zn** | **Co** | **Mo** | **Ni** | **Na** | **Al** |
| Média  | 26,33 | 3,67 | 63,83 | 137 | 27,17 | 0,76 | 2,99 | 2,99 | 24,53 | 58,76 |
| EP  | 0,99 | 0,61 | 4,03 | 27,74 | 4,04 | 0,12 | 0,14 | 0,26 | 5,91 | 8,59 |
| DP  | 2,42 | 1,51 | 9,87 | 67,94 | 9,91 | 0,3 | 0,35 | 0,63 | 14,48 | 21,05 |
| CV%  | 9,2 | 41,06 | 15,46 | 49,59 | 36,47 | 38,97 | 11,78 | 21,02 | 59,03 | 35,83 |
| Mín  | 22 | 1 | 56 | 59 | 18 | 38,97 | 11,78 | 21,02 | 59,03 | 27,97 |
| Med  | 26,5 | 4 | 59,5 | 136,5 | 25,5 | 0,79 | 2,92 | 3 | 22,25 | 63,3 |
| Máx  | 29 | 5 | 79 | 236 | 43 | 1,1 | 3,51 | 3,71 | 41,3 | 88,18 |
| Amp  | 7 | 4 | 23 | 177 | 25 | 0,71 | 0,95 | 1,45 | 39,9 | 60,21 |
| K  | 2,11 | 1,53 | -1,1 | -1 | -0,6 | -2,19 | -0,77 | -2,24 | 0,27 | -0,1 |
| Ass  | -1,22 | -1,27 | 0,93 | 0,28 | 0,76 | -0,16 | 0,5 | -0,03 | -0,47 | -0,22 |
| W  | 0,904NS | 0,866NS | 0,822NS | 0,954NS | 0,872NS | 0,917NS | 0,967NS | 0,898NS | 0,900NS | 0,967NS |
| p  | 0,41 | 0,26 | 0,094 | 0,731 | 0,282 | 0,46 | 0,837 | 0,383 | 0,393 | 0,84 |

EP: erro padrão da média; DP: desvio padrão; CV%: coeficiente de variação; Mín: mínimo; Med: mediana; Máx: máximo; Amp: amplitude; K: curtose; Ass: Assimetria; *W*: estatística do teste e Shapiro-Wilk; *p*: probabilidade do teste de Shapiro-Wilk, sendo \* teste significativo a 5% de probabilidade e NS teste não significativo. Quando significativo indica que a hipótese para distribuição normal foi rejeitada. Atributos da análise foliar, micronutrientes: Boro (B), Cobre(Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobalto(Co), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni); e os elementos úteis Sódio (Na) e o Alumínio (Al).

A análise foliar apresentou normalidade para os teores de todos os micronutrientes analisados e para os elementos Sódio (Na) e o Alumínio (Al). Ao analisar os resultados na Tabela 4 podemos perceber que o teor de B na folha apresentou média de 26,33 mg kg-1, portanto, ligeiramente inferior ao recomendado pela Embrapa (2020) que pode variar de 30 a 40 mg kg-1. Já para o Fe os valores observados nesse estudo foram de 63,83 mg kg-1, o que indicou uma redução 44,55% em relação a faixa de adequação desse micronutriente, o que pode indicar uma possível deficiência ou mesmo sendo ocasionado pela sua baixa mobilidade no interior da planta que pode ser afetado pela deficiência de K, presença de Mn ou alta luminosidade.

O teor de Mo encontrado na folha foi de 2,99 mg kg-1, superior aos valores recomendados, que podem variar entre 0,5 e 1,0 mg kg-1. No caso do Mo que atua na atividade respiratória e influencia na fixação e metabolismo do N, esses valores acima, poderão causar toxicidade. Em condições de pH adequado o nutriente geralmente se encontra disponível no solo. A correção do pH do solo com calcário libera o molibdênio para formas solúveis em algumas semanas ou meses, sendo dispensável a adubação com molibdênio na maioria dos casos. Esse fato interfere na translocação desse micronutriente até a folha.

 Na Tabela 1 verifica-se que para Zn, os resultados foram de 27,17 mg kg-1, portanto, bem abaixo do recomendado, que deve estar entre 50 e 70 mg kg-1 (Embrapa, 2020). Os resultados para o Mn e Cu nas folhas de *Theobroma cacao* também se mostraram abaixo do recomendado, com valores de 137,00 e 3,67 mg kg-1, respectivamente.

Observa-se na Tabela 2 os resultados para análise estatística, onde se verifica o quadrado médio da análise da variância para micronutrientes e acidez do solo, com as variações em diferentes manejos do solo, suas respectivas profundidades, e os valores da média e do resultado do teste de Tukey para comparar os manejos do solo e as profundidades em relação aos micronutrientes. Houve diferença significativo entre os manejos dos solos submetidos a diferentes condições de cultivos para micronutriente o B, saturação por bases V(%) e para os teores de silte, observados na granulometria.

 Na avaliação da profundidade constatou-se diferença significativa para pH (H2O e CaCl2), Alumínio (Al3+), H+Al3+, Soma de bases (SB), CTC a pH 7,0, t (CTC efetiva), V(%), a saturação por alumínio m(%), e para a granulometria dos teores de argila e areia total. Houve também interação significativa entre o manejo do solo e a profundidade para o B (Tabela 2).

Tabela 2 **–** Quadrado médio da análise de variância de micronutrientes e da acidez do solo cultivado com *Theobroma cacao*, em diferentes manejos dos solos e profundidades em Paragominas no ano de 2022.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Causas de variação**  | **GL**  | **pH H2O**  | **pH CaCl2**  | **M.O.**  | **B**  | **Cu**  | **Fe**  | **Mn**  | **Zn**  | **Al3+**  |
| Manejo (M)  | 1 | 0,34NS  | 0,08NS  | 0,04NS  | 0,014\*\*  | 0,046NS  | 9614,22NS  | 28,37NS  | 0,76NS  | 0,002NS  |
| Profundidade (P)  | 2 | 1,52\*\*  | 1,39\*\*  | 1,96\*\*  | 0,003NS  | 0,007NS  | 14253,17NS  | 35,58NS  | 0,78NS  | 0,744\*\*  |
| Ef. Interação (M x P)  | 2 | 0,01NS  | 0,05NS  | 0,004NS  | 0,004\*  | 0,001NS  | 515,06NS  | 9,83NS  | 0,17NS  | 0,007NS  |
| Resíduo  | 12 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,0008 | 0,009 | 6404,11 | 11,77 | 0,6 | 0,018 |
| CV%  | -  | 5,37 | 6,52 | 24,1 | 15,38 | 30,3 | 60,78 | 130,83 | 186,16 | 27,27 |
| **Causas de variação**  | **GL**  | **H+Al**  | **SB**  | **CTC**  | **t**  | **V(%)**  | **m(%)**  | **Argila**  | **Silte**  | **Areia Total**  |
| Manejo do Solo (M)  | 1 | 0,002NS  | 1,23NS  | 1,78NS  | 1,18NS  | 325,13\*  | 576,87NS  | 2,72NS  | 924,50\*  | 826,89NS  |
| Profundidade (P)  | 2 | 1,007\*  | 6,64\*\*  | 12,43\*\*  | 2,98\*\*  | 1438,17\*\*  | 7163,42\*\*  | 16317,56\*\*  | 693,50NS  | 23721,72\*\*  |
| Ef. Interação (M x P)  | 2 | 0,211NS  | 0,13NS  | 0,11NS  | 0,10NS  | 0,61NS  | 87,98NS  | 254,89NS  | 210,17NS  | 274,06NS  |
| Resíduo  | 12 | 0,191 | 0,38 | 0,6 | 0,32 | 57,11 | 163,22 | 1294,94 | 187,72 | 1587,56 |
| CV%  | -  | 16,67 | 58,95 | 21,16 | 36,11 | 32,36 | 28,88 | 10,52 | 19,25 | 6,79 |

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; NS não significativo; CV% - coeficiente de variação (%). Atributos químicos: pH (H2O), pH (CaCl2), Matéria orgânica (M.O), Boro (B), Cobre(Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), alumínio (Al3+), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC), capacidade de cátions efetiva (t), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%).

 Os teores de B e de V(%) foram elevados na área de manejo do solo com o cultivo de cacau em SAF (Tabela 3). Já a granulometria dos teores de silte na avaliação entre os manejos do solo, apresentou efeito positivo na área de manejo do solo não sombreada. Para as profundidades, percebe-se uma redução para pH (H2O), pH (CaCl2), matéria orgânica (M.O.), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC), capacidade de cátions efetiva (t), V% e para granulometria dos teores da areia total.

Com relação às características químicas do solo, verificaram-se baixos teores de soma de bases trocáveis em relação ao alumínio, baixa quantidade de nutrientes, elevada presença de óxidos de ferro e/ou alumínio, minerais silicados e quartzo, baixa capacidade de troca de cátions (CTC), tornando a calagem prática essencial para o manejo da fertilidade do solo (FONSECA, 2019; SILVA et al, 2021).

Tabela 3 - Resultado do teste de tukey para comparar as médias dos manejos dos solos e profundidades, em relação aos micronutrientes e acidez do solo cultivado com *Theobroma cacao* em Paragominas, no ano de 2022.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Causas de variação**  | **pH H2O**  | **pH CaCl2**  | **M.O.**  | **B**  | **Cu**  | **Fe**  | **Mn**  | **Zn**  | **Al3+**  |
| **Manejo do solo** |
| SAF  | 5,18 a  | 4,31 a  | 1,09 a  | 0,21 a  | 0,36 a  | 154,78 a  | 3,88 a  | 0,21 a  | 0,50 a  |
| Pleno sol  | 4,90 a  | 4,18 a  | 1,00 a  | 0,16 b  | 0,27 a  | 108,56 a  | 1,37 a  | 0,62 a  | 0,48 a  |
| **Profundidade** |
| 0-20 cm  | 5,62 a  | 4,80 a  | 1,70 a  | 0,16 a  | 0,35 a  | 178,00 a  | 5,43 a  | 0,83 a  | 0,08 b  |
| 20-40 cm  | 4,80 b  | 3,98 b  | 0,78 b  | 0,20 a  | 0,30 a  | 136,17 a  | 1,27 a  | 0,20 a  | 0,67 a  |
| 40-60 cm  | 4,70 b  | 3,95 b  | 0,65 b  | 0,20 a  | 0,28 a  | 80,83 a  | 1,17 a  | 0,22 a  | 0,72 a  |
| **Causas de variação**  | **H+Al**  | **SB**  | **CTC**  | **t**  | **V(%)**  | **m(%)**  | **Argila**  | **Silte**  | **Areia Total**  |
| **Manejo do Solo**  |
| SAF  | 2,63 a  | 1,29 a  | 3,92 a  | 1,81 a  | 27,60 a  | 38,58 a  | 342,44 a  | 64,00 b  | 593,56 a  |
| Pleno sol  | 2,61 a  | 0,79 a  | 3,41 a  | 1,30 a  | 19,10 b  | 49,90 a  | 341,67 a  | 78,33 a  | 580,00 a  |
| **Profundidade** |
| 0-20 cm  | 3,05 a  | 2,25 a  | 5,30 a  | 2,37 a  | 41,18 a  | 4,67 b  | 283,50 b  | 59,33 a  | 657,17 a  |
| 20-40 cm  | 2,58 ab  | 0,52 b  | 3,12 b  | 1,20 b  | 15,52 b  | 59,62 a  | 359,17 a  | 73,83 a  | 567,00 b  |
| 40-60 cm  | 2,23 b  | 0,35 b  | 2,58 b  | 1,10 b  | 13,35 b  | 68,43 a  | 383,50 a  | 80,33 a  | 536,17 b  |

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade. Atributos químicos: pH (H2O), pH (CaCl2), Matéria orgânica (M.O), Boro (B), Cobre(Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), alumínio (Al3+), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC), capacidade de cátions efetiva (t), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%).

**4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

 Na área de SAF foram obtidos as melhores médias para o B no solo, o que sugere que os diferentes manejos agrícolas podem sofrer influência direta da cobertura vegetal sobre estes solos. Os demais micronutrientes não sofreram interferência dos tipos de manejo em campo, entretanto, os pHs em maiores profundidades mostrou aumento da acidez do solo. Apenas a saturação por base (V%) foi influenciada pelos tipos de manejo. Enquanto em relação à diferentes profundidades todos os elementos foram influenciados, portanto entende-se que o manejo do solo pode interferir nessas relações. A granulometria sugere um aumento dos teores de argila e redução na quantidade na areia total em maiores profundidades. Os micronutrientes na folha não sofreram alterações de acordo com a estatística utilizada, entretanto, os valores encontrados estiveram abaixo no recomendado.

**REFERÊNCIAS**

Chepote, R. E. Efeito do composto da casca do fruto do cacau no crescimento e produção do cacaueiro. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 15, n. 1. p. 1-8, 2005.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Guia prático de interpretação de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2015. 15 p.

Embrapa. Embrapa Informação Tecnológica. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília, 2009. 634 p.

Fonseca, A. B. **Efeitos da aplicação do calcário e gesso agrícola nas características químicas de um latossolo amarelo sob o cultivo de coqueiros**. 2019. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019 Disponível em: <http://www.bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1025>.

Júnior, J. O. S.; Menezes, A. A.; Sodré, G, A.; Gattward, J. N.; Dantas, P. A. de S.; Neto, R. de O. C.; .Diagnose foliar na cultura do cacau. *In*: PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas: Diagnose Foliar em Frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2012, p. 443-476.

Köppen**. Classificação climática de köppen para os municípios brasileiros.** Disponível em: https://koppenbrasil.github.io/.

Lopes, A. S.; Guilherme, L.R. G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola**. *In:* NOVAIS, R. F. *et al*. Fertilidade do Solo. Viçosa. Sociedade Brasileira do Solo, 2007, 2. ed. 64 p.

Silva, A. O. **Crescimento e estado nutricional em plantas jovens de murucizeiro (Byrsonima crassifolia (L.) HBK) em latossolo amarelo textura média**. 2021. Disponível em: http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1980.

Solorzano, R. G. L.;Fouet, O.; Lemainque, A.; Pavek, S.; Boccara, M.; Argout, X.; Amores, F.; Courtois, B.; Risterucci, A. M.; Lanaud, C.; Insight into the wild origin, migration and domestication history of the fine flavour nacional Theobroma cacao L. ariety from Ecuador. PLoS ONE, p.7–11, 2012.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.