

EFEITOS DE MACRONUTRIENTES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE GUARANAZEIRO (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* DUCKE)*

ANTONIO MARIA G. DE CASTRO**

J. RENATO SARRUGE***

VALTER G. CAMPOS****

RESUMO

Foi conduzido um experimento sobre a nutrição de mudas do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) no Estado do Amazonas, visando estabelecer os efeitos de tipos de substrato e formas de fornecimento de nutrientes no crescimento e composição em macronutrientes.

No primeiro experimento, as mudas de guaranazeiro foram cultivadas nos seguintes substratos: (a) areia + barro + esterco de galinha; (b) areia + barro + esterco de gado; (c) areia + barro. A unidade experimental constou de 10 mudas, plantadas individualmente em sacos plásticos. Cada 3 unidades foram preparadas com o mesmo substrato, e as mudas dos mesmos foram pulverizadas com água e com solução nutritiva em intervalos de 15 e 30 dias respectivamente. Numa unidade extra, constando de areia + barro, foi adicionada solução nutritiva diretamente no substrato, completando-se 10 tratamentos.

As mudas cultivadas no substrato com esterco de galinha, mostraram maior crescimento e melhor balanceamento de macronutrientes. Os substratos sem matéria orgânica apresentaram mudas de menor crescimento e baixos teores de macronutrientes nas folhas. A aplicação de solução nutritiva, por qualquer via, não apresentou efeitos no crescimento ou no teor de macronutrientes nas mudas. Ocorreram condições de deficiência de N em todos os tratamentos. Os teores de elementos, nas folhas variaram desde o nível de deficiência ao de "consumo de luxo".

INTRODUÇÃO

O guaraná é explorado comercialmente somente no Estado do Amazonas, Brasil, sendo o município de Maués o maior centro produtor.

A nutrição do guaranazeiro é um assunto praticamente desconhecido. Entretanto, constitui-se num dos aspectos de maior importância no processo de produção de guaraná. Na formação de novos cultivos é de grande importância a obtenção de mudas selecionadas, sadias e bem nutridas.

* Entregue para publicação em 30/12/1975. Trabalho realizado com parte dos dados da dissertação apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", para obtenção do título de Mestre do Eng^o Agr^o Antonio Maria G. de Castro. Os autores agradecem à arquiteta Maria Zélia Nunes de Castro pela colaboração prestada.

** Assessor Técnico da ACAR-Amazonas, bolsista do CNPq.

*** Professor do Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

**** Assessor Técnico da ACAR-Amazonas.

A nutrição das mudas de guaranazeiro apresenta praticamente poucos experimentos, conforme constatou CASTRO (1972), que também supõe que haja necessidade de se aplicar N e P nas mudas, considerando-se as propriedades químicas dos substratos utilizados. Baseado em observações, SOUZA (1971) recomenda para a formação de mudas bem nutridas a aplicação de 23 g de N, 46 g de P_2O_5 e 23 g de K_2O a cada 50 kg de substrato, constituído de terriço e esterco. Após 4 meses, aplicação de 5 g da mesma mistura em cobertura.

MOREIRA FILHO (1974) recomenda que as mudinhas sejam pulverizadas com o adubo foliar Fertipal, na concentração de 0,5%, 7 a 10 dias após o transplante, repetindo-se a aplicação dois meses após, com a concentração de 1%. A aplicação é recomendada sempre que surjam sintomas de deficiências nutricionais.

Em função do atual estágio de conhecimentos, procurou-se determinar os efeitos de tipos de substrato e modo de fornecimento de nutrientes, sobre a acumulação de matéria seca e macronutrientes, por mudas de guaraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

Mudas de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* Ducke) de 3 meses de idade, de uma população cultivada em areia foram transplantadas para sacos plásticos, pretos e furados com dimensões de 30 x 18 cm e capacidade para aproximadamente 4 litros de substrato. Os sacos foram enchidos com diversos tipos de substratos, obedecendo aos seguintes tratamentos, e nas proporções em volumes, assinalados entre parêntesis:

Tratamento 1 – Areia + barro (1:1) – Testemunha.

Tratamento 2 – Areia + barro (1:1) + adubação foliar com solução nutritiva de 15 em 15 dias.

Tratamento 3 – Areia + barro (1:1) + adubação foliar com solução nutritiva de 30 em 30 dias.

Tratamento 4 – Areia + barro + esterco de gado (3:4:3).

Tratamento 5 – Areia + barro + esterco de gado (3:4:3) + adubação foliar com solução nutritiva de 15 em 15 dias.

Tratamento 6 – Areia + barro + esterco de gado (3:4:3) + adubação foliar com solução nutritiva de 30 em 30 dias.

Tratamento 7 – Areia + barro + esterco de galinha (3:4:3).

Tratamento 8 – Areia + barro + esterco de galinha (3:4:3) + adubação foliar com solução nutritiva de 15 em 15 dias.

Tratamento 9 – Areia + barro + esterco de galinha (3:4:3) + adubação foliar com solução nutritiva de 30 em 30 dias.

Tratamento 10 – Areia + barro (1:1) + solução nutritiva adicionada ao substrato.

Utilizou-se o delineamento experimental "inteiramente casualizado", com os 10 tratamentos já assinalados e 4 repetições. Cada unidade experimental constou de 10 sa-

quinhos, com uma muda em cada. O experimento totalizou 40 unidades experimentais, com 400 plantinhas, sendo instalado na Fazenda Pururuca localizada no km 25 da estrada Manaus-Itacotiara, município de Manaus-Amazonas.

A solução nutritiva usada nas adubações foliares (tratamentos 2, 3, 5, 6, 8 e 9) e adicionada diretamente ao substrato (tratamento 10) foi a de HOAGLAND & ARNON (1950) sendo o ferro fornecido com Fe-EDTA, segundo JACOBSON (1951).

A aplicação da solução nutritiva na parte aérea das plantas foi realizada com um pulverizador costal "Jacto", capacidade para 4 litros, com bico normal para baixa pressão. As plantas foram protegidas da chuva por uma cobertura de plástico por 2 dias após cada pulverização não sendo regadas durante este período.

As regas foram realizadas de 2 em 2 dias, exceto em dias chuvosos ou após as pulverizações. A incidência de ervas daninhas, foi maior nos tratamentos que continham matéria orgânica. As mesmas foram erradicadas manualmente.

A análise química do barro e da areia que fizeram parte dos substratos onde foram cultivadas as mudas revelaram os resultados expressos na Tabela 5. Os métodos analíticos utilizados estão descritos no trabalho de CATANI & JACINTHO (1974).

Componente	Densidade aparente	pH	C (orgânico) (%)	Teor trocável (e.mg/100 g)					
				PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
Barro	1,21	4,8	0,48	0,02	0,01	0,04	0,04	0,70	2,90
Areia	1,18	6,1	0,12	0,01	0,01	0,08	0,08	0,14	0,48

QUADRO 1 – Análise química e densidade aparente do barro e da areia dos substratos das mudas do experimento sobre nutrição de mudas de guaraná.

A colheita das mudas foi feita cortando-se os saquinhos lateralmente e fazendo-se o destorroamento cuidadoso do substrato para evitar-se perdas de raízes. As mudas foram separadas em caule, folhas e raízes, lavadas em água corrente e a seguir foram postas para secar, em estufa de circulação forçada de ar, com 75°C de temperatura até peso constante.

Após a secagem, o material foi pesado e moído em moinho Wiley, com peneira nº 20, nas amostras foram feitas determinações químicas de N, P, K, Ca, Mg e S, de acordo com os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974).

A análise estatística dos resultados foi realizada de acordo com PIMENTEL GOMES (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acumulação de matéria seca

Uma das formas de se avaliar o crescimento de espécies vegetais é através da medição da acumulação de matéria seca. Na Tabela 2, encontram-se os valores de peso da matéria seca relativos a cada tratamento estudado.

A acumulação total média de matéria seca foi afetada pelos diversos procedimentos testados no experimento. De uma maneira geral, as mudas que cresceram em substrato contendo esterco de gado (tratamento 4), acumularam estatisticamente mais matéria seca que praticamente todos os outros tratamentos, com exceção do tratamento esterco de galinha e pulverizações de 30 em 30 dias, com solução nutritiva.

Numa primeira abordagem superficial, a adubação foliar foi efetiva apenas no caso de substrato contendo esterco de galinha. No entanto, apresentou efeito depressivo na acumulação de matéria seca quando a frequência de aplicações foi de 15 em 15 dias, tanto no caso de substrato com esterco de galinha, como com esterco de gado.

Tratamentos	Matéria seca-Peso médio/planta (g)			
	Total	Raiz	Caule	Folha
1. Testemunha	1,61de *	0,61bc	0,40a	0,60e
2. Pulverização (15 dias)	1,58de	0,58bc	0,41a	0,59e
3. Pulverização (30 dias)	1,51e	0,58bc	0,39a	0,54e
4. Esterco de gado	3,80a	0,87a	0,82a	2,11a
5. Est. gado + Pulv. (15 dias)	2,52bcd	0,80bc	0,43a	1,48bc
6. Est. gado + Pulv. (30 dias)	2,77bc	0,72abc	0,49a	1,56ab
7. Esterco de galinha	1,79de	0,54bc	0,39a	0,86de
8. Est. galinha + Pulv. (15 dias)	1,85cde	0,55bc	0,39a	0,91cde
9. Est. galinha + Pulv. (30 dias)	2,93ab	0,78ab	0,79a	1,36bcd
10. Solução nutritiva no Substrato	1,29e	0,46bc	0,35a	0,48e
Teste F	16,04 *	4,46 *	2,80 *	18,86 *
Dms (Tukey a 5%)	0,96	0,26	0,48	0,60
CV (%)	18,13	17,46	42,70	23,80

* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, expressam diferenças não significativas a 5% de probabilidades.

QUADRO 2 – Acumulações de matéria seca de mudas de guaranazeiros em função de tipos de substrato e dos modos de aplicação de nutrientes.

A aplicação de solução nutritiva diretamente no substrato e adubação foliar, em qualquer frequência de aplicação, não apresentaram nenhum efeito em relação à testemunha, em termos de acumulação de matéria seca.

Houve diferença de comportamento das diversas partes das plantas em termos de matéria seca acumulada em função dos tratamentos.

Analisando-se a acumulação de matéria seca das raízes, verifica-se que a testemunha só é diferente estatisticamente do tratamento 4. Este último tratamento acumulou mais matéria seca do que outros tratamentos, não diferindo apenas daqueles que receberam esterco e foram pulverizados com solução nutritiva de 30 em 30 dias.

RUSSEL (1973) relaciona o crescimento das raízes expresso em matéria seca, profundidade e ramificações com a aplicação de matéria orgânica. A aplicação de 110 t/ha de esterco produziu um sistema radicular mais desenvolvido.

Pelos dados apresentados anteriormente pode-se aparentemente explicar a acumulação de matéria seca pelas raízes e conseqüentemente o seu crescimento, em função dos

efeitos da presença de matéria orgânica no substrato e suas implicações nas propriedades físicas e químicas. A discussão destes aspectos será aprofundada posteriormente.

Os caules não apresentaram diferenças quanto à acumulação de matéria seca, o que era esperado, devido ao crescimento lento desta parte da planta, quando comparada com as raízes e folhas.

A acumulação de matéria seca das folhas apresentou pequenas diferenças em relação ao comportamento geral apresentado pelas plantas inteiras. Uma das exceções é o tratamento 9 (esterco de galinha mais pulverizações de 30 em 30 dias) que foi diferente do tratamento 4 (esterco de gado).

Um dos fatores que influi na absorção foliar é a quantidade de massa foliar. As plantas com pouca massa foliar absorverão pouca quantidade de elemento, quando pulverizadas e vice-versa.

A acumulação de matéria seca pelas folhas apresentou diferenças entre os tratamentos de até mais de 4 vezes (por exemplo, veja-se tratamentos 4 e 10). Os tratamentos que não receberam matéria orgânica (tratamentos 1, 2, 3 e 10), apresentaram sempre menores massas foliares. Este aspecto pode ter influenciado na absorção foliar.

Acumulação de nutrientes nas raízes

Os elementos essenciais estão diretamente ou indiretamente ligados aos processos bioquímicos de crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Correlações entre acumulação de matéria seca e teor de nutrientes em determinados tecidos vegetais foram apresentados por MUNSON & NELSON (1973), CHAPMAN (1967), ULRICH & HILLS (1967) entre outros.

Na Tabela 3 apresentam-se os teores médios de N, P, K, Ca, Mg e S encontrados nas raízes das mudas submetidas aos vários tratamentos em estudo. De maneira geral, as variações de P, Ca, Mg e K foram as mais sensíveis. O N apresentou pequena variação, enquanto o S não apresentou variações que fossem estatisticamente diferentes.

O nitrogênio apresentou teores mais elevados nos tratamentos que receberam matéria orgânica e menores teores quando os substratos foram apenas areia + barro. Comparando-se os tratamentos constando de pulverizações foliares, em intervalos de 15 ou 30 dias, com os tratamentos sem aplicações foliares, constatou-se que não houve diferenças para nenhum nutriente estudado.

O fósforo apresentou comportamento diferente do nitrogênio quanto aos teores contidos nas raízes. Os tratamentos 1, 2, 3 e 10 (substrato areia + barro) apresentaram os menores teores de fósforo. Os tratamentos 7, 8 e 9 (substrato com esterco de galinha) apresentaram os maiores teores, enquanto os tratamentos 4, 5 e 6 (substrato com esterco de gado) apresentaram teores intermediários. Estes 3 grupos de tratamentos foram diferentes entre si e os tratamentos dentro de cada grupo não apresentaram diferenças.

Tratamentos	Teores (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha	1,14b*	0,66cd	0,45c	0,09c	0,11d	0,11
2. Pulverização (15 dias)	1,16b	0,04d	0,47bc	0,15c	0,11d	0,14
3. Pulverização (30 dias)	1,08b	0,05d	0,44c	0,13c	0,12d	0,15
4. Esterco de gado	1,56a	0,15bc	0,66bc	0,20b	0,25c	0,18
5. Est. gado + Pulv. (15 dias)	1,58a	0,18b	0,70bc	0,19b	0,32abc	0,16
6. Est. gado + Pulv. (30 dias)	1,52a	0,15b	0,67bc	0,22b	0,27bc	0,17
7. Esterco de galinha	1,64a	0,46a	1,12a	0,49a	0,37ab	0,18
8. Est. galinha + Pulv. (15 dias)	1,60a	0,47a	1,30a	0,48a	0,35abc	0,21
9. Est. galinha + Pulv. (30 dias)	1,61a	0,50a	1,27a	0,52a	0,41a	0,18
10. Solução nutritiva no Substrato	1,07b	0,07cd	0,56bc	0,15c	0,11d	0,14
Teste F	13,62*	89,37*	52,54*	188,33*	24,17*	1,87ns
Dms (Tukey a 5%)	0,33	0,10	0,23	0,06	0,12	—
CV (%)	9,66	19,05	12,65	9,61	20,12	24,54

* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, expressam diferenças não significativas a 5% de probabilidades.

QUADRO 3 – Acumulação média de macronutrientes pelas raízes de mudas de guaraná em função de tipos de substratos e modos de aplicação de nutrientes

Os teores de potássio das raízes foram pouco afetados pela presença de esterco de gado no substrato. Os tratamentos 1, 2, 3 e 10 não apresentaram diferenças dos tratamentos 4 e 6, a cujos substratos de areia + barro foi adicionado esterco de gado. Quando as plantas crescidas no substrato contendo esterco de gado foram pulverizadas de 15 em 15 dias, suas raízes apresentam ligeiro aumento do teor de K o que elevou o teor do tratamento 5 quando comparado com os tratamentos 1 e 3. Os substratos que continham esterco de galinha (tratamentos 7, 8 e 9) apresentaram os maiores teores de K nas raízes. O comportamento do cálcio nas raízes foi semelhante ao do fósforo.

O magnésio apresentou teores mais baixos nos tratamentos sem matéria orgânica (tratamentos 1, 2, 3 e 10). Os teores mais altos foram encontrados nos tratamentos 7, 8 e 9, que não apresentaram diferenças entre si. O tratamento 9 apresentou teor diferente do tratamento 4 não o sendo dos tratamentos 5, 7 e 8, enquanto o tratamento 4 não se diferenciou estatisticamente dos tratamentos 5, 6 e 8. O enxofre não mostrou diferenças significativas nos vários tratamentos estudados.

O teor de elementos apresenta pequena influência no crescimento radicular, uma vez que, segundo EPSTEIN (1975), quando os mesmos são absorvidos pela raiz são em seguida transportados pelo xilema até as folhas, geralmente na forma mineral, onde vão participar de reações bioquímicas associadas ao desenvolvimento.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão em consonância com as generalizações enunciadas. Comparando-se os dados de acumulação de matéria seca pelas raízes, expressos na Tabela 2, com os dados de acumulação de macronutrientes, expressos na Tabela 3, não se encontram relações entre os teores de elementos nas raízes e o seu desenvolvimento. O tratamento 4 que apresentou mais matéria seca que todos os outros tratamentos, com exceção dos tratamentos 6 e 9, não apresenta qualquer

variação no teor de nutrientes que possa justificar maior produção. Por outro lado, a acumulação de matéria seca dos tratamentos 1, 2, 3 e 10, que não é diferente estatisticamente da acumulação de matéria seca dos tratamentos 6, 7 e 8, apresentaram diferenças quanto aos teores de N, P, K, Ca e Mg. Conseqüentemente, é aparentemente pouco provável a existência de uma relação direta, no presente caso, entre acumulação de nutrientes nas raízes e o seu desenvolvimento. É muito mais provável a existência de um efeito indireto através da translocação dos nutrientes para a parte aérea onde participam dos processos biossintéticos com posterior retorno pelo floema, na forma orgânica.

Acumulação de nutrientes nos caules

Os caules não apresentaram diferenças significativas quanto à acumulação de matéria seca (ver Tabela 2). O teor de nutrientes, entretanto, variou entre os tratamentos, como pode ser observado na Tabela 4.

O comportamento geral dos tratamentos, com relação aos teores de N, P, K, Ca e Mg nos caules, foi muito semelhante ao comportamento verificado nas raízes. O N apresentou teores diferentes entre os tratamentos que receberam matéria orgânica e os que não receberam. Os tratamentos 1, 2, 3 e 10 diferiram dos tratamentos restantes em teor de P nos caules, não diferindo entre si. Os tratamentos 4, 5 e 6 diferiram dos tratamentos 7, 8 e 9 em relação aos teores de P, diferente de todos os demais, com exceção do tratamento 9, talvez em função de um efeito de concentração, pois é o que apresenta menos matéria seca.

O potássio não apresentou diferenças entre os teores nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 10, sendo que os tratamentos que tiveram o mesmo substrato não apresentaram diferenças de teores de K nos caules entre si. Idêntica constatação pode ser feita em relação aos teores de Ca, Mg e S nos caules, nos tratamentos estudados.

As dimensões dos caules de mudas de guaranazeiro são controladas geneticamente. Como o material ainda é pouco pesquisado é grande a variação de dimensões e massa, de cada muda de uma população. Isto talvez explique o alto coeficiente de variação (42,70%) obtido na análise estatística da acumulação de matéria seca pelos caules (ver Tabela 2).

Tratamentos	Teores (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha	0,70b*	0,05d	0,51d	0,27c	0,07c	0,07ab
2. Pulverização (15 dias)	0,63b	0,04d	0,55cd	0,33c	0,06c	0,07ab
3. Pulverização (30 dias)	0,69b	0,03b	0,51d	0,30c	0,06c	0,08ab
4. Esterco de gado	1,18a	0,21c	0,89bcd	0,43bc	0,21b	0,09ab
5. Est. gado + Pulv. (15 dias)	1,20a	0,23c	0,85bcd	0,49bc	0,24ab	0,07ab
6. Est. gado + Pulv. (30 dias)	1,20a	0,19c	0,92bc	0,52bc	0,21b	0,05b
7. Esterco de galinha	1,31a	0,72a	1,35a	0,89a	0,26ab	0,10ab
8. Est. galinha + Pulv. (15 dias)	1,22a	0,61b	1,24ab	0,75ab	0,28a	0,06ab
9. Est. galinha + Pulv. (30 dias)	1,38a	0,70ab	1,43a	0,93a	0,27ab	0,11a
10. Solução nutritiva no Substrato	0,80b	0,07d	0,76cd	0,40c	0,06c	0,06ab
Teste F	18,18*	20,94*	17,21*	12,36*	60,00*	3,50*
Dms (Tukey a 5%)	0,31	0,09	0,41	0,34	0,06	0,05
CV (%)	12,33	13,10	18,28	26,24	14,71	28,57

* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, expressam diferenças não significativas a 5% de probabilidades.

QUADRO 4 – Acumulação média de macronutrientes pelos caules de mudas de guaranazeiro em função de tipos de substratos e modos de aplicação de nutrientes.

Em um experimento preliminar realizado em condições semelhantes aos que atualmente se descreve, foram verificadas as dimensões dos caules de mudas de aproximadamente 10 meses de idade. O comprimento variou de 6,00 a 9,70 cm, enquanto que os diâmetros variaram de 9,60 a 15,60 mm, sem que estas variações pudessem ser atribuídas a efeitos dos tratamentos.

Acumulação de nutrientes nas folhas

Na Tabela 5 encontram-se os teores dos macronutrientes nas folhas.

A variação dos macronutrientes nas folhas causadas pelos vários tratamentos praticamente segue os mesmos padrões observados para os caules e raízes, com pequenas exceções.

O nitrogênio e o magnésio somente apresentaram diferenças entre os tratamentos que receberam matéria orgânica e os que não receberam.

O fósforo apresentou os maiores teores nos tratamentos 7, 8 e 9 que diferiram estatisticamente dos demais.

Tratamentos	Teores (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha	1,63b	0,12bc	0,85b	0,37c	0,18b	0,19abc
2. Pulverização (15 dias)	1,48b	0,06c	1,05b	0,37c	0,14b	0,14cd
3. Pulverização (30 dias)	1,59b	0,17bc	0,89b	0,46bc	0,18b	0,09d
4. Esterco de gado	2,37a	0,27b	0,99b	0,53bc	0,36a	0,27a
5. Est. gado + Pulv. (15 dias)	2,52a	0,27b	1,01b	0,57b	0,36a	0,18bc
6. Est. gado + Pulv. (30 dias)	2,38a	0,18bc	1,05b	0,62b	0,36a	0,16bcd
7. Esterco de galinha	2,72a	0,99a	1,97a	1,15a	0,42a	0,17bc
8. Est. galinha + Pulv. (15 dias)	2,53a	1,10a	1,86a	1,02a	0,43a	0,13cd
9. Est. galinha + Pulv. (30 dias)	2,68a	1,04a	2,14a	1,18a	0,44a	0,22ab
10. Solução nutritiva no Substrato	1,53b	0,16bc	1,19b	0,36c	0,12b	0,16bcd
Teste F	26,68*	117,79*	21,18*	68,06*	68,00*	9,41*
Dms (Tukey a 5%)	0,48	0,19	0,51	0,19	0,08	0,08
CV (%)	9,32	17,73	16,30	11,97	3,33	49,41

* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, expressam diferenças não significativas a 5% de probabilidades.

QUADRO 5 – Acumulação média de macronutrientes pelas folhas de mudas de guaranazeiro em função de tipos de substrato e modos de aplicação de nutrientes.

Para o potássio só houve diferença entre os tratamentos 7, 8 e 9, que apresentaram os maiores teores, e os demais tratamentos. O cálcio apresentou idêntico comportamento ao potássio, porém o tratamento 4 não foi diferente dos tratamentos sem matéria orgânica.

O enxofre foi o único elemento a apresentar comportamento diferente dos demais, exibindo um padrão de variação diverso das raízes, caules e folhas. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com pulverização e sem pulverização. Os tratamentos 4 e 9 apresentaram os maiores teores de S, sendo que este último não diferiu dos tratamentos 1, 5, 6, 7 e 10. O tratamento 3 apresentou o teor mais baixo de S, não diferindo entretanto, dos tratamentos 2, 6, 8 e 10.

A comparação entre os teores apresentados pelas folhas das mudas com os teores de folhas de plantas adultas, cultivadas em condições de campo, permitiram diversas considerações.

A seguir, apresenta-se os teores médios de macronutrientes das folhas de 5 plantas de alta produção, utilizadas em experimento com plantas adultas em Maués-AM.

Produção média kg/pé	Teores de macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
6,00	4,45	0,31	0,96	0,13	0,17	0,18

Comparando-se estes teores, com os de macronutrientes nas folhas das mudas do tratamento 4, que foi o que mais acumulou matéria seca (ver Tabela 5) vê-se que os resultados para P e K são semelhantes. As mudas apresentam teores mais elevados de Ca

Mg e S, enquanto que as folhas de plantas adultas apresentaram maiores teores de N. Comparando-se agora com o tratamento 10, o que menos acumulou matéria seca, observa-se que as mudas apresentaram teores menores de N, P, Mg, teores mais elevados de K e Ca e teores semelhantes de S.

Por outro lado, a comparação com o tratamento 9, que juntamente com os tratamentos 7 e 8 acumularam mais macronutrientes, mostra que estes tratamentos, à exceção do N, cujo teor nas folhas de plantas adultas foi 1,66 vezes mais alto que nas folhas das mudas, apresentou todos os outros macronutrientes em teores mais elevados que nas folhas de plantas adultas.

As comparações anteriormente descritas podem ser utilizadas para explicar as diferenças de acumulação de nutrientes verificadas entre os tratamentos, bem como a acumulação de matéria seca.

No caso dos tratamentos que não receberam matéria orgânica (tratamentos 1, 2, 3 e 10), pode-se verificar que os teores de N e P foram os mais limitantes, quando comparados com os teores das folhas de plantas adultas. Este comportamento aparentemente está de acordo com a análise química dos componentes do substrato (ver Tabela 1), que mostra baixos teores de N (cálculo indireto, a partir da matéria orgânica), e P, e teores um pouco mais elevados de Mg e Ca. A limitação dos teores de N e P pode dessa forma estar relacionada ao pouco desenvolvimento das mudas destes tratamentos.

Uma consideração especial deve ser feita em relação ao tratamento 10, que de maneira geral não apresentou diferença dos tratamentos 1, 2 e 3, embora recebendo solução pelas raízes. Como foi feita apenas uma aplicação, é provável que a baixa CTC do substrato, juntamente com o período relativamente longo de regas a que o tratamento foi submetido (7 a 8 meses) tenham contribuído para a completa lixiviação dos elementos aplicados. O P, aplicado em pequena quantidade, pode ter sofrido processos de retenção, o que em geral impediu um acréscimo de disponibilidade da já existente no solo.

Os teores de nutrientes dos tratamentos que receberam esterco de gado (4,5 e 6), não foram diferentes entre si, exceção feita para o S. Comparados com os teores nas folhas de plantas adultas, apenas o N apresenta um teor mais baixo, o que pode ser explicado pelo baixo teor de N demonstrado pelo esterco de gado, além de problemas de imobilização de N pelos microrganismos, já discutida anteriormente. Esta restrição, entretanto, embora não permitindo o máximo desenvolvimento absoluto do tratamento 4, permitiu o máximo desenvolvimento relativo. O teor de S, diferente dos tratamentos 5 e 6, pode estar relacionado às diferenças de acumulação de matéria seca entre estes tratamentos.

Deve-se fazer uma ressalva quanto aos teores de Ca e Mg, que nas folhas de plantas adultas aparentemente estão em níveis baixos, o que é reforçado pelas correlações positivas desses elementos com a produção.

Já os tratamentos que receberam esterco de galinha (tratamento 7, 8 e 9) com exceção do N, apresentaram todos os teores de macronutrientes mais elevados que nas folhas de plantas adultas. Este comportamento pode ser explicado como um "efeito de concentração", com os outros macronutrientes atingindo o nível de "consumo de luxo" em função da deficiência de N.

Comparando-se os tratamentos que foram adubados pelas folhas, com os que não sofreram esta prática, vê-se que apenas o enxofre apresentou diferenças de teores significativas estatisticamente. Mesmo assim, o maior teor de S em tratamento pulverizado, ocorreu no caso do tratamento 9. Os tratamentos que sofreram maior número de pulverizações apresentaram menores teores de S (tratamentos 2, 5 e 8) do que os que não foram pulverizados (tratamentos 1 e 4).

Como já foi discutido anteriormente, estas evidências indicam que, no presente caso, foram mínimas as vantagens da absorção foliar, possivelmente em virtude de uma baixa absorção de nutrientes pelas folhas.

Estudando a anatomia da folha do guaranazeiro, AREIA (1966) verificou que as folhas adultas possuem epiderme uniestratificadas em ambas as faces. Pêlos uni e pluricelulares são encontrados nas duas faces. Tanto a epiderme superior quanto a inferior são providas de cutícula de 2 micra na face superior e um pouco menos espessa na epiderme inferior.

Os estômatos são numerosos, de 280 a 320/mm². Medem de 32 a 39 micra de diâmetro e possuem estíolo freqüentemente sinuoso ou dentado. A célula estomática é recoberta por espessa camada cuticular.

As paredes celulares das células da epiderme são espessadas por camadas cutinizadas.

CAMARGO (1970) classifica os fatores que influenciam a absorção foliar em 4 grupos: (1) fatores inerentes a folha; (2) fatores inerentes aos nutrientes; (3) fatores inerentes a solução de nutrientes; (4) fatores externos.

Entre os fatores inerentes as folhas, a espessura da cutícula, freqüência estomatal, freqüência de plasmodesmas, riqueza de ceras na cutícula e nas paredes celulares, afetam a absorção iônica de nutrientes. Alta pilosidade nas folhas dificulta o contato da solução com a superfície foliar.

Os caracteres anatômicos da folha do guaranazeiro, aparentemente não são vantajosos para a absorção de nutrientes. A cutícula espessa, com pêlos e possivelmente com teor variável de ceras, deve apresentar fenômeno de hidrorrepelência, o que tem grande efeito na eficiência das pulverizações.

SILVA-FERNANDES (1965) classifica as superfícies foliares em 3 grupos, de acordo com a sua molhabilidade: (1) superfícies de forte hidrorrepelência; (2) superfície de forte hidroafinidade; (3) superfícies difíceis de molhar, embora as gotinhas se espalhem prontamente. Neste 3º grupo, é classificado o café, o qual possui pouca cera na cutícula, mas é dificilmente molhável. O guaranazeiro possui muitas semelhanças com o cafeeiro, quanto ao tipo de folha.

Um outro aspecto da anatomia da folha do guaranazeiro aparentemente desfavorável à absorção é a conformação dos estômatos. Apesar de numerosos, os estíolos são denteados, o que deve dificultar a penetração de soluções por esta via. A presença de uma espessa camada cuticular, revestindo a célula estomática, como foi demonstrado por AREIA (1966), aparentemente deve funcionar como uma barreira a mais, no processo de absorção foliar.

Os outros fatores arrolados por CAMARGO (1971) como intervenientes na efi-

ciência da absorção foliar possivelmente tiveram menor influência no presente trabalho, uma vez que foram controlados para se obter máxima eficiência. Possivelmente, os aspectos desfavoráveis da anatomia da folha, devem ser responsáveis pela maior porcentagem da ineficiência da prática testada.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados e discutidos anteriormente permitem extrair as seguintes conclusões:

Crescimento das mudas

- As mudas plantadas em substrato contendo esterco de gado apresentaram maior desenvolvimento.

Teores de nutrientes nas mudas

- Os teores de macronutrientes nas partes das mudas de guaranazeiro foram afetadas pelos tipos de substratos onde as mesmas foram cultivadas.
- A aplicação de solução nutritiva, no substrato ou pulverizada nas folhas não apresentou influência nos teores de macronutrientes nas partes das mudas.
- O maior crescimento das mudas de guaranazeiro esteve associado com os teores de N—2,37%; P—0,27%; K—0,99%; Mg—0,36% e S—0,27% nas folhas.
- Os teores de N—1,53%; P—0,16%; K—1,19%; Ca—0,36%; Mg—0,12% e S—0,16% nas folhas se relacionaram com os menores crescimentos das mudas.
- Nas mudas cultivadas em substrato com esterco de galinha ocorreu consumo de luxo de P, K, Ca e Mg.
- A comparação entre os teores de N nas folhas das mudas e das plantas adultas indica que ocorreu condições de deficiência de N em todos os tipos de substratos.

SUMMARY

MACRONUTRIENTS EFFECTS ON GROWTH OF "SEEDLINGS" OF GUARANAZEIRO (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)

One experiment on the nutrition of guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* Ducke) were conducted in the State of Amazonas, with the purpose of studying the effects of substrate and supply of nutrients in the growth and nutrient content of seedlings.

The two objectives were attained by means of a pot experiment in which "guaraná" seedlings were grown in three different, specially mixed substrats, namely: (a) sand + loam + chicken manure; (b) sand + loam + cattle manure, and (c) sand + loam. The experimental unit consisted of ten seedling individually planted in plastic containers. Three of these units were prepared for each substrate and the seedlings

growing in each received a foliar application of water as needed and nutrient solution at 15 and 30 days intervals, respectively. An extra unit was added, using sand + loam + nutrient solution as substrate, thus comprising ten treatments. Substrate and leaf chemical analysis were conducted to evaluate treatment effects.

It was verified that the seedlings grown in the cattle manure substrate showed better than growth and balance of macronutrients when compared with the substrates which had no organic matter. The application of nutrient solution (foliar or mixed in) had no effect on the growth and macronutrient content of the seedlings leaves. Symptoms of nitrogen deficiency were observed in all treatments. Nutrient content of the leaves varied from the deficiency level to that of "luxury consumption".

LITERATURA CITADA

- AREIA, C.A., 1966. Anatomia da folha do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). *Rodriguésia*, 25(37):297-312.
- CAMARGO, P.N., 1970. Princípios de nutrição foliar. São Paulo, Ceres, 118 p.
- CASTRO, A.M.G. de, 1972. Formação de mudas de guaraná. Manaus, ACAR-AMAZONAS, 18 p. (mimeog.).
- CATANI, R.A. & JACINTHO, A.O., 1974. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ, 57 p. (Boletim Técnico Científico nº 37).
- CHAPMAN, H.D., 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. In: Soil Testing & Plant Analysis. Madison, Soil Sci. Soc. of Amer., Pt. 2, p. 77-92.
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral das plantas. Princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Ed. da USP. 341 p.
- GOMES, F.P., 1973. Curso de Estatística Experimental. São Paulo, Nobel, 384 p.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Circular Calif. Agric. Exp. Sta., nº 347.
- JACOBSON, L., 1951. Maintenance of Fe supply. *Pl. Physiol.*, 26:411-13.
- MOREIRA FILHO, A., 1974. Síntese do 2º Seminário Técnico sobre a Cultura do guaraná (*Paullinia cupana*). Manaus, ACAR-AMAZONAS, 22 p. (mimeog.).
- MUNSON, R.D. & NELSON, W.L., 1975. Principles and practices in plant analysis. In: Soil Testing and Plant Analysis. Madison, Soil Sci. Soc. of Am. p. 223-48.
- RUSSEL, E.W., 1973. Soil conditions and plant growth. London, Longman. 849 p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 56 p.
- SILVA-FERNANDES, A.M., 1965. Studies on plant cuticle. VIII. Surface waxes in relation to water repellence. *Ann. Appl. Biol.*, 56.
- SOUZA, A.F. & ALMEIDA, L.C., 1972. Alguns aspectos sobre formação de mudas de guaranázeiro através de sementes em condições de ripado. Manaus, IPEACOC, 16 p.
- ULRICH, A. & HILLS, F.J., 1967. Principles and practices of plant analysis. In: Soil Testing and Plant Analysis. Madison, Soil Sci. Soc. of Am. Pt. 2, p. 11-24.

