

DETERMINAÇÃO DOS TEORES ÓTIMOS DE NUTRIENTES EM MAMOEIRO PELO MÉTODO DA CHANCE MATEMÁTICA

Gustavo Henrique da Silva Albuquerque¹.

¹Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará. ghsa_rn@yahoo.com.br

RESUMO

A chance matemática é um método que determina os limites inferior e superior (por classes) de níveis de nutrientes, nos quais a produtividade será a mais alta. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito da adubação com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio, sobre o teor de nutrientes no mamoeiro *Carica papaya* L. variedade Caliman 01 pelo método da chance matemática. Foram determinados os teores ótimos de N, P e K na folha pelo método de chance matemática, utilizando as seguintes equações: $ChMi = [ChM(Ai/A) \times ChM(Ai/Ci)]^{0,5}$; $ChM(Ai/A) = P(Ai/A) \times PROD_i$ e $ChM(Ai/Ci) = P(Ai/Ci) \times PROD_i$. Para o limbo foliar do mamoeiro Caliman 01, os teores de N e K foram significativos, enquanto, os de P não foram significativamente influenciados pelas combinações das doses de NPK pelo teste de Tukey a 5%. Já para os pecíolos, os teores de NPK foram significativamente influenciados pelas combinações das doses de NPK pela ANOVA e no mesmo teste. A maior produtividade do mamoeiro 'Caliman 01' foi obtida com teores de nitrogênio, fósforo e potássio, para o limbo foliar, de 35,33; 1,80 e 29,75 g kg⁻¹, respectivamente. Os teores para o pecíolo foi de 5,25; 3,90 e 26,71 g kg⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Níveis; teores; Adubação.

1 INTRODUÇÃO

O 'Caliman 01' é o primeiro híbrido brasileiro de mamoeiros do grupo formosa, obtido por meio do cruzamento genético entre um progenitor do grupo Formosa e um progenitor do grupo 'Solo', da Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF) (FERREGUETTI, 2003).

Em experimentos demonstraram que o mamoeiro é uma planta que absorve altas quantidades de nutrientes do solo, com exigências contínuas durante o primeiro ano, que pode ser observada com a diagnose foliar (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Mas para o mamoeiro apresentar maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes, o pH deve estar entre 5 e 7. O teor de alumínio trocável não deve exceder de 0,5 cmol_c dm⁻³ (DANTAS; OLIVEIRA, 1999).

Marinho *et al.* (2002) avaliaram o estado nutricional de mamoeiros do grupos 'Solo' e 'Formosa', a partir de teores dos nutrientes encontrados no limbo foliar e no pecíolo, com a dosagem de 165, 54 e 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente) parcelada mensalmente, e observaram que a análise do limbo foliar é mais efetiva que a do pecíolo, diferenciando as variedades em relação aos teores de NPK encontrados. Com o intuito de estudar a relação entre os teores de N, P, K, Ca e B, no limbo foliar e no pedúnculo dos frutos de mamoeiros do grupo 'Formosa', Ramos *et al.* (2003), obtiveram os teores médios desses nutrientes em diferentes épocas do desenvolvimento do mamoeiro.

O objetivo do trabalho foi estudar o efeito da adubação com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio, sobre o teor de nutrientes no mamoeiro *Carica papaya* L. variedade Caliman 01 pelo método da chance matemática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de dezembro de 2008 a março de 2010, na fazenda Bismark, pertencente à empresa WG FRUTICULTURA LTDA, no município de Baraúna, no estado do Rio Grande do Norte, com as coordenadas (latitude 05°03'31,1"S e longitude 37°38'58,4"W) e com altitude de 104 m em relação ao nível do mar. O clima da região é do tipo BSwh', ou seja, clima quente e semiárido caracterizado por chuvas de verão-outono, segundo a classificação de Köppen (BEZERRA NETO *et al.*, 2007). A temperatura média anual é de 28°C e precipitação média anual é de 800 mm. A precipitação acumulada durante a condução do experimento foi de 1561 mm (EMPARN, 2009).

A amostra da camada 0-30 cm para caracterização física e química do solo foi coletada conforme metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2004), a mesma foi trazida ao laboratório de solos e água do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Carbonático (VALLADARES *et al.*, 2009), cujo os atributos físicos: 530 g kg⁻¹ areia, 165 g kg⁻¹ silte e 305 g kg⁻¹ argila; e químicos: 10 mg kg⁻¹ P, 0,7 cmol_c kg⁻¹ K, 17,0 cmol_c kg⁻¹ Ca, 1,8 cmol_c kg⁻¹ Mg, 0,05 cmol_c kg⁻¹ Na⁺, 7,68 g kg⁻¹ C, 0,0 cmol_c kg⁻¹ H⁺+Al³⁺ e pH 8,4.

Os teores de P, K, Ca, Mg, H + Al e Na no solo foram quantificados de acordo com a metodologia descrita por Silva (1999). P, K e Na extraídos com solução de Mehlich 1, Ca e Mg extraídos com solução de KCl 1M e H+Al, extraídos com solução de acetato de cálcio a pH 7.

As mudas do híbrido 'Caliman 01' produzidas e aclimatizadas no viveiro da própria fazenda. As mudas foram transplantadas no espaçamento de 4,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas na linha. Foram colocadas três mudas por cova, 90 dias após o transplante (DAT) foi realizado o desbaste de sexagem, deixando apenas uma planta hermafrodita por cova. A irrigação foi realizada por sistema de gotejamento com vazão de 4 L h⁻¹ por emissor, com frequência de irrigação diária de 4 horas de duração.

Os tratamentos consistiam em dezesseis combinações das doses de N, P₂O₅ e K₂O, conforme a matriz experimental Pan Puebla II modificada por Leite (1984) em blocos casualizados com cinco repetições. Todas as doses de NPK foram delineadas a partir respectivas doses do tratamento nove (testemunha), doses essas obtidas pelos técnicos da fazenda, de acordo com o resultado da análise do solo e a produtividade esperada para a área do experimento. Cada unidade experimental foi constituída por seis plantas em linha, sendo que as quatro plantas centrais consideradas como úteis. Foram utilizadas cinco doses de N (94, 590, 837, 1088 e 1575 kg ha⁻¹) na forma de ureia (45% N), cinco doses de P₂O₅ (10, 72, 96, 133 e 195 kg ha⁻¹) na forma de fosfato monoamônico (48% P₂O₅ e 15% N) e cinco doses K₂O (75, 527, 752, 978 e 1429 kg ha⁻¹) na forma de cloreto de potássio (60% K₂O), que foram aplicados 83% da dose total N, 53% do P₂O₅ e 30% do K₂O e o restante aplicado na segunda fase.

O enxofre e o magnésio foram aplicados na forma de sulfato de magnésio na dosagem de 1,5 kg ha⁻¹, aplicado uma vez por semana, na fertirrigação. Os micronutrientes foram aplicados por pulverização foliar, utilizando o produto comercial denominado de Supra[®] na dosagem de 0,8 L ha⁻¹, uma vez por mês.

Aos 110 DAT das mudas, foram coletadas folhas com flores localizadas em suas axilas e que se encontravam abertas, correspondendo a 17^a e 20^a folha contada a partir do ápice. Posteriormente, o limbo e o pecíolo foram cortados e separados em acondicionados em sacos de papel devidamente fechados e identificados. Após secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65° C, durante 72 horas, o limbo e pecíolo foram triturados em moinho tipo Willey. O teor de N no limbo e pecíolo foi determinado por destilação microkjeldahl com ácido sulfúrico e catalisadores, e os teores de P e K foram determinados após mineralização nitroperclórica, sendo o

P determinado colorimetricamente pelo método do molibdato de amônio e o K por fotometria de chama, conforme metodologia descrita por Silva (1999).

Foram determinados os teores ótimos de N, P e K na folha pelo método de chance matemática, como descrito por Wadt (1996 *apud* Urano *et al.*, 2007), utilizando as seguintes equações: $ChMi = [ChM(Ai/A) \times ChM(Ai/Ci)]^{0,5}$; $ChM(Ai/A) = P(Ai/A) \times PRODi$ e $ChM(Ai/Ci) = P(Ai/Ci) \times PRODi$, em que $P(Ai/A)$ é frequência da parcela de alta produção na classe i, em relação ao total geral das parcelas; $P(Ai/Ci)$ é frequência da parcela de alta produção na classe i, em relação ao total geral das parcelas na classe i; $PRODi$ é produção média das parcelas de alta produção na classe i, em kg planta⁻¹. Para cada nutriente, a faixa ótima consistiu das classes que apresentaram maiores valores de chance matemática, sendo o seu limite inferior considerado o nível crítico e a sua mediana o teor ótimo do fator de produção. Considerou-se como referência para classificar a produção das parcelas em alta e baixa, a produção de 29,0 kg planta⁻¹, sendo esta a média geral do experimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de N e K no limbo foliar foram significativos, enquanto, os de P não foram significativamente influenciados pelas combinações das doses de NPK pelo teste de Tukey a 5%. Os maiores resultados dos componentes de produção do mamoeiro para variedade ‘Caliman 01’ foram obtidos com teor de N no limbo foliar de 35,33 g kg⁻¹ (tratamento 5). Marinho *et al.* (2002) obtiveram as maiores produtividades para todas as variedades testadas, com exceção da ‘Know You’, quando o teor de N no limbo foi acima de 39,50 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 165, 54 e 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Os maiores resultados para os componentes de produção do mamoeiro foram obtidos com teor de P no limbo de 1,80 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O 907, 38 e 159 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente. Marinho *et al.* (2002) obteve a maior produtividade para variedade ‘Know You’ com teor de P no limbo de 4,50 g kg⁻¹ e a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 165, 54 e 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Os teores de P encontrados no limbo do mamoeiro, de modo geral estão abaixo do adequado para o grupo Formosa, de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹ citado por Ramos *et al.* (2003) e o teor médio de P de 1,91 g kg⁻¹ foi inferior ao observado por Marinho *et al.* (2002) para todas variedades do grupo Formosa.

Esse nutriente, quando translocado à superfície foliar ou quando a folha envelhece, pode ser redistribuído em até 60% conduzido via floema a outras partes Malavolta *et al.* (1997). Portanto, com o crescimento do número de folhas, e conseqüentemente o aumento da área foliar, devido às fortes adubações com ureia; e ainda, o aparecimento dos primeiros frutos proporcionou a redução dos teores foliares, pelo o efeito de diluição. Aumentos nos teores de P, no limbo foliar, foram acompanhados por reduções nos teores de N. Da mesma forma, reduções nos teores de P foram acompanhadas por aumentos nos teores de N.

Os maiores resultados para os componentes de produção do mamoeiro foram obtidos com teor de K no limbo é de 29,75 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 907, 38 e 159 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente. Os altos teores de K encontrados nas folhas do mamoeiro refletem o alto teor de potássio no solo da área experimental e as constantes adubações na área experimental.

Para os pecíolos, os teores de NPK foram significativamente influenciados pelas combinações das doses de NPK pela ANOVA, e posteriormente constatado pelo teste de Tukey a 5%. As maiores médias para os componentes de produção do mamoeiro foram obtidas com teor de N no pecíolo de 5,25 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 907, 38 e 159 kg ha⁻¹, respectivamente. Marinho *et al.* (2002) obtiveram a maior produtividade do mamoeiro ‘Tainung

02', quando os teores médios de N constatados nos pecíolos foram entre 6,50 e 8,50 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 165, 54 e 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente. E o teor médio de N no pecíolo de 10,07 g kg⁻¹ foi superior ao encontrado por Marinho *et al.* (2002) para as três variedades do grupo Formosa já citadas; e inferior ao teor encontrado por Oliveira *et al.* (2004).

As maiores médias dos componentes de produção do mamoeiro foram obtidas com teor de P no pecíolo de 3,90 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 907, 38 e 159 kg ha⁻¹. Marinho *et al.* (2002) obtiveram a maior produtividade para mamoeiros do grupo Formosa, quando os teores de N no pecíolo estavam entre 2,75 e 3,50 g kg⁻¹ para a variedade 'Tainung 02' e entre 2,50 e 3,10 g kg⁻¹ para as variedades 'Tainung 01' e 'Know You', com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 165, 54 e 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente. Os teores de P encontrados no pecíolo do mamoeiro, de modo geral encontram-se dentro da faixa considerada adequada para o grupo Formosa de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹ citado por Marinho *et al.* (2002), para qualquer época do ano.

Os maiores resultados obtidos para os componentes de produção do mamoeiro foram obtidos com teor de K no pecíolo de 26,71 g kg⁻¹, com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 907, 38 e 159 kg ha⁻¹. Marinho *et al.* (2002) obtiveram a maior produtividade para mamoeiros do grupo Formosa, quando os teores de K estavam variando de 35 a 50 g kg⁻¹ para a variedade 'Tainung 02' e entre 33 e 45 g kg⁻¹ para as variedades 'Tainung 01' e 'Know You', com a combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O de 165, 54 e 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente. Os teores de K no pecíolo estão acima do teor médio citado por Costa e Costa (2007), que é de 24,80 g kg⁻¹.

A faixa de teores de N no limbo foliar com maiores probabilidades de atingir alta produtividade do mamoeiro 'Caliman 01' foi de 30,96 e 36,41 g kg⁻¹, determinada pela chance matemática (Tabela 1), com 14,59% das plantas apresentando produtividade comercial acima de 29,0 t ha⁻¹. Este intervalo é inferior a faixa considerada adequada por Marinho *et al.* (2002), que é de 45 a 55 g kg⁻¹ na matéria seca do limbo com o mamoeiro em fase produtiva.

Tabela 1. Valores de chance matemática estabelecidos para diferentes classes de frequências de distribuição dos teores de N, P e K nas amostras de limbo do mamoeiro 'Caliman 01', em função da adubação com NPK

Classe(i) ¹	Li ¹	Ls ¹	Ni ¹	Ai ¹	P(Ai/A) ¹	P(Ai/Ni) ¹	Prodi ¹	chMi ¹
	- - - g kg ⁻¹ - -						kg pl ⁻¹	%
Nitrogênio								
1	20,04	25,49	4	3	0,075	0,750	30,75	7,29
2	25,5	30,95	16	7	0,175	0,438	27,33	7,56
3	30,96	36,41	33	18	0,450	0,545	29,44	14,59
4	36,42	41,87	9	3	0,075	0,333	28,04	4,43
5	41,88	47,33	5	3	0,075	0,600	29,78	6,32
6	47,34	52,79	3	0	0,000	0,000	26,51	0,00
7	52,8	58,25	6	3	0,075	0,500	30,14	5,84
8	58,26	63,71	2	1	0,025	0,500	28,90	3,23
9	63,72	69,17	2	2	0,050	1,000	32,72	7,31
Fósforo								
1	1,17	1,41	8	4	0,100	0,500	29,01	6,49
2	1,42	1,66	7	5	0,125	0,714	30,73	9,18
3	1,67	1,91	28	12	0,300	0,429	28,65	10,27
4	1,92	2,16	20	11	0,275	0,550	29,45	11,45
5	2,17	2,41	13	5	0,125	0,385	27,09	5,94
6	2,42	2,66	2	1	0,013	0,500	29,91	2,36
7	2,67	2,91	0	0	0,000	0,000	0,00	0,00

8	2,92	3,16	1	1	0,025	1,000	34,37	5,43	
9	3,17	3,41	1	1	0,025	1,000	31,99	5,06	
Potássio									
1	20,69	23,14	2	2	0,049	1,000	31,19	6,89	
2	23,15	25,60	7	3	0,073	0,429	31,41	5,56	
3	25,61	28,06	11	3	0,073	0,273	28,18	3,98	
4	28,07	30,52	24	10	0,244	0,417	27,43	8,75	
5	30,53	32,98	14	6	0,146	0,429	28,48	7,13	
6	32,99	35,44	10	8	0,195	0,800	30,56	12,07	
7	35,45	37,90	9	6	0,146	0,6667	29,89	9,34	
8	37,91	40,36	2	2	0,049	1	35,61	7,86	
9	40,37	42,82	1	1	0,024	1	31,06	4,85	

Em que: L_i = Limite inferior da classe i ; L_s = Limite superior da classe i ; N_i = Número de parcelas na classe i ; A_i = Número de parcelas de alta produtividade na classe i ; A = Total de parcelas de alta produtividade; $P(A_i/A)$ = Probabilidade do número de parcelas de alta produtividade na classe i em relação ao total das parcelas de alta produtividade; $P(A_i/N_i)$ = Probabilidade do número de parcelas de alta produtividade na classe i em relação ao total das parcelas de alta produtividade na classe i ; $Prodi$ = Produtividade da classe i e ChM_i = Chance matemática na classe i de ocorrência de parcela de alta produtividade.

O intervalo de teores de P no qual estão às maiores probabilidades de atingir alta produtividade do mamoeiro 'Caliman 01' está entre 1,42 e 2,16 g kg⁻¹, determinado pela chance matemática (Tabela 1), com 30,90% das plantas alcançando produtividade acima de 29,0 t ha⁻¹, esta faixa é inferior da observada por Marinho *et al.* (2002), que é de 4,5 a 5,5 g kg⁻¹.

A faixa de teores de K na qual estão às maiores probabilidades de alta produtividade do mamoeiro 'Caliman 01' está entre 28,07 a 40,36 g kg⁻¹, determinado pela chance matemática (Tabela 1), com 45,17% das plantas alcançando produtividade acima de 29,0 t ha⁻¹. Este intervalo também é superior a faixa encontrada por Marinho *et al.* (2002), em variedades do grupo 'Formosa'.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no experimento, pode-se concluir que:

- 1) Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas foram afetados pelas doses de N, P₂O₅ e K₂O, exceto os teores de fósforo no limbo foliar e;
- 2) A maior produtividade do mamoeiro 'Caliman 01' foi obtida com teores de nitrogênio, fósforo e potássio, para o limbo foliar, de 35,33; 1,80 e 29,75 g kg⁻¹, respectivamente.

Bibliografia

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. H. C.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; NUNES, G. H. S.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; QUEIROGA, R. C. L. F. 2007. Sombreamento para produção de mudas de alface em alta temperatura e ampla luminosidade. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n. 1, p. 133-137.

COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S. 2007. *Diagnóstico e recomendação de adubação para o mamoeiro*. (Ed) Livro Papaya Brasil. Vitória: INCAPER, cap. 1, p. 15-26.

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, A. M. G. 1999. Exigências Climáticas. In: SANCHES, N. F., DANTAS, J. L. L. **O Cultivo do Mamão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.105. (Circular técnica, n. 34).

EMPARN Banco de dados, 2009. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br>>. Acesso em: 05 de abril de 2010.

FERREGUETTI, G. A., 2003. Disponível em:<http://www.caliman.com.br/Papaya/Download/hibrido_uenf_caliman01.doc> Acesso em: 10 de agosto de 2007.

LEITE, R. A. 1984. **Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos nos estudos do equilíbrio fósforo-enxofre na cultura de soja em amostras de dois latossolos de Minas Gerais**. Universidade Federal de Viçosa. 87p. (Tese de Mestrado).

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

MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de; MARINS, L. D.; VIEIRA, A. 2002. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros 'Solo' e 'Formosa'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p. 373-381.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUSA, L. F. S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. 2004. Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro. In: CUNHA, R. J. P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro (Carica papaya L.)**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 5-9. (Circular Técnica, 69).

RAMOS, M. J. M.; MARINHO, C. S.; PINTO, J. L. A. **Relação entre os teores de N, P, K, Ca e B, no limbo foliar e no pedúnculo dos frutos do mamoeiro e incidência da mancha fisiológica dos frutos**. (Ed) Livro Papaya Brasil, INCAPER. Vitória, INCAPER, 2003, cap. 12, p. 467-471.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

VALLADARES, G. S.; ALBUQUERQUE, G. H. da S.; SOARES, I.; FERREIRA, T. O. 2009. Caracterização de Solo Carbonático com Horizonte Petrocálcico na Chapada do Apodi, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 32. Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: UFC/SBCS, 2009. ISSN 2175-313X. CD-ROM.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. 2007. Determinação de teores de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 63-72.

