

Capítulo II - AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA MANGUEIRA TOMMY ATKINS NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO, BA – PE: CÁLCULO DOS ÍNDICES DRIS

INTRODUÇÃO

É notável a capacidade de plantas converterem água, ar, luz solar e nutrientes em alimentos, fibras e outras substâncias indispensáveis ao homem mediante a fotossíntese, fazendo desses fatores um pré-requisito fundamental para a vida humana e animal sobre a terra (BERGMANN, 1992). No entanto, essa capacidade de conversão é comprometida quando desequilíbrios nutricionais são estabelecidos.

As causas de deficiências ou excessos de nutrientes são muitas: um inadequado suprimento de um ou mais nutrientes do solo para a planta; retirada contínua de nutrientes devido ao cultivo sem a correspondente reposição dos elementos essenciais; lixiviação ou retenção de nutrientes; mudanças nos valores de pH ou perda da camada superficial do solo devida à erosão na superfície do solo; aplicação desbalanceada de fertilizantes, especialmente nitrogênio, muitas vezes aplicado em excesso; cultivo de plantas

requerendo grandes 'inputs' ou variedades que usam nutrientes ineficientemente; incrementos nos níveis de produtividade com altos requerimentos de nutrientes (BERGMANN, 1992).

STASSEM *et al.* (1997), estudando a absorção e distribuição de macro e de micronutrientes em árvores de mangueira, cultivar Sensation enxertada sobre o cv. Sabre, com 2, 6 e 18 anos de idade, determinaram as quantidades de macronutrientes que se acumulam em diferentes partes da árvore (raízes, casca, lenho, ramos novos, folhas e frutos), concluindo que em árvores de seis anos de idade as folhas apresentam as maiores partições de N, P, K, Ca e Mg em relação às demais partes estudadas. Isso também foi observado para as árvores de 2 e de 18 anos, com algumas exceções, a saber: P (em raízes, casca e lenho de árvores de 2 anos e em ramos novos e frutos de árvores de 18 anos); K (em frutos de árvores de 2 e de 18 anos; em ramos novos de árvores de 18 anos); Mg (raízes de árvores de 2 e de 18 anos; frutos de árvores de 2 anos), cujos teores foram maiores que nas folhas. Mais de 40 % do Ca contido na árvore encontram-se nas folhas.

Para se utilizar o DRIS selecionam-se pomares que constituam a subamostra de referência, da qual se obtém os teores foliares e produtividades respectivas. Esta subamostra é submetida a um teste de normalidade. O cálculo dos índices exige que as relações (quocientes) entre os teores dos nutrientes tenham sua origem numa subamostra em que os quocientes entre nutrientes sigam distribuições normais $\eta(\mu, \sigma)$, de média μ e desvio padrão σ , ou melhor, uma distribuição normal reduzida $\eta(0,1)$ (ALVAREZ V. & LEITE, 1999).

De acordo com SCHAFFER *et al.* (1988) o DRIS é um procedimento integrado que identifica a suficiência de cada nutriente em relação a outros na planta. O índice DRIS de um nutriente é calculado para cada nutriente. Quando o índice de um nutriente torna-se mais negativo, aumenta a probabilidade de que o mesmo limite o crescimento da planta e a sua produção. O somatório dos valores absolutos destes índices forma o Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN) (BALDOCK & SCHULTE, 1996), que expressa o equilíbrio nutricional da lavoura amostrada. Quanto menor o IEN, menor será o desequilíbrio entre nutrientes (SNYDER & KRETSCHMER, 1988). O DRIS pode prover um

procedimento útil para identificar desbalanços nutricionais e identificar os nutrientes mais limitantes associados com outros fatores bióticos, tais como doenças, que podem limitar a produção (SCHAFFER *et al.*, 1988).

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar o estado nutricional de pomares de mangueira Tommy Atkins no Submédio São Francisco, mediante o DRIS, relacionar os índices com os teores foliares de nutrientes e discriminar a ordem de limitação de cada nutriente nas subamostras de alta e de baixa produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Sessenta e três pomares de mangueira Tommy Atkins em plantios comerciais com sete ou mais anos de idade, localizados nos municípios de Juazeiro, Curaçá, Casa Nova e Abaré - (BA), e Petrolina – PE, foram amostrados no período de 1997 a 1999, conforme descrito no capítulo I.

Com os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram calculados os índices DRIS, utilizando-se como referência os dados da subpopulação de alta produtividade, que foram processados pelo software Floresta 1.0 (WADT, 1995). A fórmula de cálculo dos índices DRIS utilizada foi a proposta por JONES (1981), equivalente à apresentada por ALVAREZ V. & LEITE (1999), ou seja, a de BEAUFILS (1973), na qual os desvios negativos não são superestimados.

No cálculo das funções Z (A/B), utilizou-se a fórmula recomendada por JONES (1981), ou seja: $Z (A/B) = (A/B - a/b) k / S$, onde Z (A/B) representa a função da relação entre os nutrientes A e B do pomar sob diagnóstico; A/B representa o valor da relação entre nutrientes A e B, para o pomar a ser diagnosticado; a/b representa o valor da média obtida para as relações

oriundas da subamostra de plantas de alta produtividade (norma); k é um coeficiente, neste trabalho igual a 1,0; S é o desvio padrão dos valores da relação a/b na subamostra de referência.

O índice de Equilíbrio Nutricional médio (IENm) foi calculado mediante o somatório dos valores absolutos dos índices DRIS (LEITE, 1993; COSTA, 1995), obtidos para cada nutriente em cada lavoura, dividido pelo número de nutrientes considerados (n), conforme a equação:

$$IENm = |\text{índice A}| + |\text{índice B}| + \dots + |\text{índice N}| / n$$

O cálculo dos índices para cada nutriente foi realizado pelo software Floresta 1.0 (WADT, 1996) empregando-se a fórmula descrita por BEAUFILS (1973), onde se utiliza a média das relações diretas e inversas e onde N corresponde ao número de nutrientes envolvidos, ou seja:

$$\text{Índice A} = \frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)}{2(N-1)}$$

Para a interpretação dos índices DRIS (Quadro 9), incorporou-se o conceito de potencial de resposta à adubação (PRA) (WADT, 1996). Para tanto, nos pomares de baixa produtividade, os nutrientes foram classificados segundo o potencial de resposta à adubação em respostas: positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) e negativa (n). Posteriormente, visando maior síntese, foi feito o agrupamento das duas primeiras e das duas últimas classes de resposta, nas classes de status nutricional: limitante por falta (LF), limitante por excesso (LE) e não limitante (NL), esta última representada pela resposta nula à adubação.

Quadro 9 – Interpretação dos índices DRIS em função das classes de status nutricional

| Índice | Módulo do índice | + LF ou + LE | Potencial de resposta à adubação | Classes de status nutricional |
|--------|--------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|
| < 0 | > IEN _m | sim | p | LF |
| < 0 | > IEN _m | não | pz | LF |
| > 0 | > IEN _m | sim | n | LE |
| > 0 | > IEN _m | não | nz | LE |
| ≤ 0 | ≤ IEN _m | independente | z | NL |
| ≥ 0 | ≤ IEN _m | independente | z | NL |

IEN_m = índice de equilíbrio nutricional médio; + LF = o mais limitante por falta; + LE = o mais limitante por excesso; positiva (p); positiva ou nula (pz); negativa (n); negativa ou nula (nz e) nula (z); LF = limitante por falta; LE = limitante por excesso; NL = não limitante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 10 e 11 são mostrados os índices DRIS calculados para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, os Índices de Equilíbrio Nutricional (IEN), a classe de solo e a ordem de limitação de nutrientes nos pomares de mangueira Tommy Atkins de baixa e de alta produtividade no Submédio São Francisco.

Nas figuras 6 e 7 estão representadas as relações entre índices DRIS e os teores foliares de macro e de micronutrientes contidos em árvores da população total estudada. Constata-se haver uma correlação positiva entre os teores foliares de nutrientes e os índices DRIS, donde se depreende que tais índices são úteis ao se efetuar a diagnose nutricional.

Os coeficientes de correlação (Figuras 6 e 7) foram superiores a 0,72 para a maioria dos nutrientes, exceto para o N ($r = 0,57$) e K ($r = 0,68$).

A menor correlação constatada entre os teores foliares de N e os correspondentes índices DRIS, pode estar associada ao manejo do elemento nos pomares, uma vez que podem existir variações quanto a quantidade, tipo de fertilizante e épocas de adubação; da mesma forma, o K, considerado o elemento mais exportado pela cultura, sendo também aplicado via foliar por

ocasião do pré-florescimento. Portanto, a menor correlação observada para esse nutriente, igualmente pode ser explicada em função de uma falta de padrão entre os agricultores quanto ao manejo da adubação potássica.

Quadro 10 - Classes de Solo, Índices de Equilíbrio Nutricional médio (IENm), Índices DRIS e Ordem de Limitação de Nutrientes obtidas a partir de teores foliares de nutrientes em pomares de mangueira Tommy Atkins de baixa produtividade (< 250 kg/planta) no Submédio São Francisco

| POMAR | Solo | N | P | K | Ca | Mg | B | Zn | Mn | Fe | Cu | IENm | ORDEM DE LIMITAÇÃO (DEFICIÊNCIA A EXCESSO) |
|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|---|
| 1 | Argissolo | -0,80 | 0,90 | -0,50 | -0,60 | -0,40 | -1,52 | 0,57 | 0,22 | 1,62 | 0,53 | 0,76 | B > N > Ca > K > Mg > Mn > Cu > Zn > P > Fe |
| 2 | Argissolo | -0,20 | 1,02 | 0,13 | -0,12 | -0,75 | -1,94 | 0,52 | -0,52 | 1,33 | 0,52 | 0,70 | B > Mg > Mn > N > Ca > K > Zn > Cu > P > Fe |
| 3 | * | -0,76 | 0,41 | -0,07 | -0,65 | -0,35 | -0,50 | 0,45 | 0,16 | 0,88 | 0,44 | 0,47 | N > Ca > B > Mg > K > Mn > P > Cu > Zn > Fe |
| 4 | Argissolo | -0,56 | 2,26 | -0,31 | -0,28 | -0,77 | -1,14 | 0,76 | -0,69 | 1,08 | -0,35 | 0,82 | B > Mg > Mn > N > Cu > K > Ca > Zn > Fe > P |
| 5 | Argissolo | -0,84 | 0,71 | -0,81 | -0,15 | -0,10 | -1,02 | -1,76 | -0,95 | 1,71 | 3,22 | 1,13 | Zn > B > Mn > N > K > Ca > Mg > P > Fe > Cu |
| 6 | Argissolo | -0,16 | 1,47 | -0,44 | -0,12 | 0,01 | -1,23 | -0,05 | -0,05 | 2,22 | -1,65 | 0,74 | Cu > B > K > N > Ca > Zn > Mn > Mg > P > Fe |
| 7 | Argissolo | 0,30 | 2,25 | -0,37 | 0,44 | 1,09 | 0,31 | -7,80 | 1,91 | 3,48 | -1,60 | 1,95 | Zn > Cu > K > N > B > Ca > Mg > Mn > P > Fe |
| 8 | Argissolo | 2,32 | 3,80 | 2,43 | 2,25 | 1,72 | -16,14 | -1,07 | 1,66 | 4,44 | -1,41 | 3,72 | B > Cu > Zn > Mn > Mg > Ca > N > K > P > Fe |
| 9 | Argissolo | -0,36 | 0,49 | 0,10 | -1,08 | -0,25 | -1,13 | 0,26 | 0,11 | 1,76 | 0,11 | 0,56 | B > Ca > N > Mg > K > Mn > Cu > Zn > P > Fe |
| 11 | Argissolo | -0,89 | 1,88 | -0,38 | -0,08 | 0,53 | -0,70 | -1,11 | 0,62 | -1,01 | 1,13 | 0,83 | Zn > Fe > N > B > K > Ca > Mg > Mn > Cu > P |
| 15 | Latossolo | -0,23 | 0,88 | -0,13 | -0,44 | 0,35 | -0,98 | 1,17 | 0,56 | 2,06 | -3,23 | 1,00 | Cu > B > Ca > N > K > Mg > Mn > P > Zn > Fe |
| 18 | Latossolo | -0,43 | 0,79 | -0,41 | 0,20 | 0,27 | -1,43 | -1,26 | 0,18 | 1,73 | 0,37 | 0,71 | B > Zn > N > K > Mn > Ca > Mg > Cu > P > Fe |
| 19 | Argissolo | -0,38 | 1,10 | -1,29 | -0,53 | 0,88 | -0,11 | -0,61 | 0,50 | 1,16 | -0,72 | 0,72 | K > Cu > Zn > Ca > N > B > Mn > Mg > P > Fe |
| 20 | Latossolo | -0,27 | 0,55 | -0,15 | -0,93 | 0,18 | -1,43 | -0,35 | 0,81 | 3,06 | -1,48 | 0,92 | Cu > B > Ca > Zn > N > K > Mg > P > Mn > Fe |
| 22 | * | 0,83 | 0,85 | 0,29 | 0,02 | 0,22 | 3,03 | 0,57 | -0,58 | 0,06 | -5,28 | 1,17 | Cu > Mn > Ca > Fe > Mg > K > Zn > N > P > B |
| 24 | Vertissolo | -0,83 | -2,42 | 0,04 | 1,78 | -1,13 | 0,41 | -0,22 | 1,22 | 2,30 | -1,16 | 1,15 | P > Cu > Mg > N > Zn > K > B > Mn > Ca > Fe |
| 26 | Argissolo | -1,02 | 0,52 | -0,42 | -0,19 | 0,21 | 0,55 | -0,25 | 0,49 | 1,29 | -1,17 | 0,61 | Cu > N > K > Zn > Ca > Mg > Mn > P > B > Fe |
| 27 | Argissolo | 0,05 | -0,49 | -0,12 | 0,13 | 0,32 | -1,22 | -0,26 | 0,62 | 1,25 | -0,29 | 0,47 | B > P > Cu > Zn > K > N > Ca > Mg > Mn > Fe |
| 30 | Argissolo | -0,51 | -0,07 | 0,73 | -0,40 | 1,19 | -0,16 | -0,83 | -0,19 | 1,11 | -0,86 | 0,60 | Cu > Zn > N > Ca > Mn > B > P > K > Fe > Mg |
| 34 | Latossolo | -0,06 | 0,44 | 0,09 | -0,03 | -0,48 | -0,17 | -0,70 | 0,91 | -0,26 | 0,25 | 0,34 | Zn > Mg > Fe > B > N > Ca > K > Cu > P > Mn |
| 36 | * | -0,48 | 0,13 | 0,06 | 0,31 | -0,29 | -0,28 | -1,25 | 0,14 | 0,31 | 1,35 | 0,46 | Zn > N > Mg > B > K > P > Mn > Ca > Fe > Cu |

Continua...

Cont. Quadro 10

| POMAR | SOLO | N | P | K | Ca | Mg | B | Zn | Mn | Fe | Cu | IE Nm | ORDEM DE LIMITAÇÃO (DEFICIÊNCIA A EXCESSO) |
|-------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 39 | Latossolo | -0,01 | -1,78 | 0,16 | 0,04 | -0,05 | -0,03 | -0,19 | 0,62 | 0,19 | 1,07 | 0,41 | P > Zn > Mg > B > N > Ca > K > Fe > Mn > Cu |
| 40 | * | 0,69 | 0,11 | 0,75 | -0,70 | -0,12 | -0,48 | 0,51 | 0,28 | -2,09 | 1,05 | 0,68 | Fe > Ca > B > Mg > P > Mn > Zn > N > K > Cu |
| 41 | * | -0,92 | 0,09 | 0,86 | 0,42 | 0,28 | 0,34 | 0,89 | -0,38 | -1,54 | -0,05 | 0,58 | Fe > N > Mn > Cu > P > Mg > B > Ca > K > Zn |
| 42 | Argissolo | -0,64 | -0,78 | -0,80 | -1,30 | 0,08 | 0,20 | 1,01 | -0,21 | 0,21 | 2,23 | 0,75 | Ca > K > P > N > Mn > Mg > B > Fe > Zn > Cu |
| 43 | Argissolo | 0,70 | -0,40 | 0,30 | -0,76 | 0,96 | -0,50 | 0,46 | 0,92 | -1,02 | -0,67 | 0,67 | Fe > Ca > Cu > B > P > K > Zn > N > Mn > Mg |
| 44 | Neossolo ¹ | 0,38 | 0,24 | 0,87 | -0,64 | 0,09 | -0,83 | 0,83 | -0,06 | 0,00 | -0,89 | 0,48 | Cu > B > Ca > Mn > Fe > Mg > P > N > Zn > K |
| 45 | Argissolo | -0,46 | -0,27 | 0,09 | 0,02 | -0,19 | -0,61 | 0,52 | -0,97 | -0,81 | 2,67 | 0,66 | Mn > Fe > B > N > P > Mg > Ca > K > Zn > Cu |
| 47 | Argissolo | -0,11 | -0,99 | -0,83 | -0,49 | -0,63 | -1,30 | 0,58 | -1,65 | -1,14 | 6,56 | 1,43 | Mn > B > Fe > P > K > Mg > Ca > N > Zn > Cu |
| 48 | Argissolo | -0,50 | -1,07 | -0,34 | -0,84 | -1,22 | -0,11 | -1,75 | 0,70 | -0,87 | 6,00 | 1,34 | Zn > Mg > P > Fe > Ca > N > K > B > Mn > Cu |
| 49 | Neossolo ¹ | -1,78 | 1,03 | 0,36 | -0,28 | -0,04 | 1,28 | 1,50 | -0,79 | 0,03 | -1,32 | 0,84 | N > Cu > Mn > Ca > Mg > Fe > K > P > B > Zn |
| 50 | Neossolo ¹ | 0,03 | 0,13 | 0,32 | -0,12 | 0,11 | -0,76 | -0,71 | 1,10 | 0,76 | -0,87 | 0,49 | Cu > B > Zn > Ca > N > Mg > P > K > Fe > Mn |
| 51 | Argissolo | 0,28 | 0,17 | 0,20 | -0,98 | 0,15 | 0,95 | 0,00 | -1,52 | 0,39 | 0,36 | 0,50 | Mn > Ca > Zn > Mg > P > K > N > Cu > Fe > B |
| 53 | Argissolo | 0,18 | 0,12 | 0,16 | 0,12 | 0,14 | 0,09 | -0,01 | -1,51 | 0,36 | 0,34 | 0,30 | Mn > Zn > B > P > Ca > Mg > K > N > Cu > Fe |
| 54 | Latossolo | -0,91 | -0,07 | 0,36 | -0,01 | 0,14 | 1,60 | -1,10 | 1,14 | 0,02 | -1,16 | 0,65 | Cu > Zn > N > P > Ca > Fe > Mg > K > Mn > B |
| 55 | * | -0,05 | 0,96 | 0,20 | 0,29 | -0,62 | 0,93 | -0,05 | -0,36 | -0,10 | -1,21 | 0,48 | Cu > Mg > Mn > Fe > Zn > N > K > Ca > B > P |
| 56 | * | 0,15 | 1,31 | 0,85 | -0,58 | 0,37 | -0,42 | -0,12 | -0,18 | -1,25 | -0,14 | 0,54 | Fe > Ca > B > Mn > Cu > Zn > N > Mg > K > P |
| 57 | Argissolo | -0,05 | -1,32 | 0,07 | -0,64 | -0,64 | -0,36 | -2,51 | 0,10 | -1,46 | 6,81 | 1,39 | Zn > Fe > P > Ca = Mg > B > N > K > Mn > Cu |
| 58 | * | 1,18 | -0,07 | 0,20 | 0,28 | 0,01 | 0,44 | -3,51 | 0,14 | 0,25 | 1,08 | 0,72 | Zn > P > Mg > Mn > K > Fe > Ca > B > Cu > N |
| 60 | Neossolo ¹ | -0,35 | 2,67 | 0,70 | 0,34 | 0,74 | -0,27 | -3,92 | -0,88 | 0,41 | 0,56 | 1,08 | Zn > Mn > N > B > Ca > Fe > Cu > K > Mg > P |
| 62 | * | 0,03 | 0,58 | 0,45 | 0,21 | -0,09 | -1,19 | 0,42 | -0,53 | -0,10 | 0,23 | 0,38 | B > Mn > Fe > Mg > N > Ca > Cu > Zn > K > P |
| 63 | * | -0,28 | 0,34 | 0,12 | -0,43 | 0,27 | -0,65 | 1,31 | -0,54 | 0,38 | -0,52 | 0,48 | B > Mn > Cu > Ca > N > K > Mg > P > Fe > Zn |
| 64 | * | 0,30 | 1,15 | 1,93 | -0,49 | 0,86 | -6,26 | 1,37 | -0,08 | 2,21 | -0,99 | 1,56 | B > Cu > Ca > Mn > N > Mg > P > Zn > K > Fe |
| 66 | * | 0,14 | 0,42 | 0,39 | -1,09 | 0,56 | -1,40 | 1,07 | -0,48 | 0,36 | 0,05 | 0,59 | B > Ca > Mn > Cu > N > Fe > K > P > Mg > Zn |
| 67 | * | 0,69 | -0,05 | 0,32 | -1,70 | 0,76 | -1,42 | -0,29 | 0,61 | 1,06 | 0,03 | 0,69 | Ca > B > Zn > P > Cu > K > Mn > N > Mg > Fe |
| 68 | * | 0,25 | -1,02 | -1,27 | -1,08 | 0,01 | -2,17 | 2,17 | 0,27 | 0,68 | 2,15 | 1,11 | B > K > Ca > P > Mg > N > Mn > Fe > Cu > Zn |

¹ Neossolo Quartzarênico; * Solo não classificado.

Quadro 11– Classes de Solo, Índices de Equilíbrio Nutricional (IENm), Índices DRIS e Ordem de Limitação de Nutrientes obtidas a partir de teores foliares de nutrientes em pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade (≥ 250 kg/planta) no Submédio São Francisco.

| POMAR | SOLO | N | P | K | Ca | Mg | B | Zn | Mn | Fe | Cu | IENm | ORDEM DE LIMITAÇÃO (DEFICIÊNCIA A EXCESSO) |
|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|
| 10 | Argissolo | -0,31 | 0,30 | -0,21 | -0,92 | -0,75 | -0,62 | 1,70 | -0,01 | 0,23 | 0,56 | 0,56 | Ca > Mg > B > N > K > Mn > Fe > P > Cu > Zn |
| 12 | Argissolo | 0,26 | 0,11 | 0,68 | -0,51 | 0,73 | 0,41 | -1,55 | 0,68 | 0,17 | -0,99 | 0,61 | Zn > Cu > Ca > P > Fe > N > B > K > Mn > Mg |
| 13 | Argissolo | 0,06 | -0,74 | 0,46 | -0,17 | 0,01 | -0,34 | 0,90 | 0,02 | 0,53 | -0,73 | 0,39 | P > Cu > B > Ca > Mg > Mn > N > K > Fe > Zn |
| 16 | Argissolo | -0,67 | 0,06 | -0,79 | -0,41 | -0,75 | -0,36 | -0,02 | 0,25 | 0,91 | 1,77 | 0,60 | K > Mg > N > Ca > B > Zn > P > Mn > Fe > Cu |
| 21 | Latossolo | 0,27 | 0,22 | -0,78 | -0,54 | 0,75 | 0,68 | 0,04 | 1,22 | -1,58 | -0,28 | 0,63 | Fe > K > Ca > Cu > Zn > P > N > B > Mg > Mn |
| 23 | Argissolo | 0,10 | -0,01 | -0,38 | 0,15 | 0,41 | 0,42 | -0,34 | -0,51 | -0,42 | 0,58 | 0,34 | Mn > Fe > K > Zn > P > N > Ca > Mg > B > Cu |
| 28 | Argissolo | -1,10 | 0,14 | 0,64 | -0,14 | 0,27 | 0,11 | -0,47 | 0,34 | 0,16 | 0,05 | 0,34 | N > Zn > Ca > Cu > B > P > Fe > Mg > Mn > K |
| 29 | Vertissolo | -0,39 | -0,02 | -0,40 | 1,04 | 1,30 | 0,78 | -0,74 | -2,47 | 0,53 | 0,37 | 0,80 | Mn > Zn > K > N > P > Cu > Fe > B > Ca > Mg |
| 31 | Latossolo | 0,21 | 0,21 | 0,20 | -0,16 | -0,62 | -0,59 | -0,05 | -0,65 | 0,47 | 0,98 | 0,41 | Mn > Mg > B > Ca > Zn > K > N > P > Fe > Cu |
| 35 | * | -0,03 | 0,79 | 0,65 | 0,61 | -0,28 | 0,14 | -0,20 | -0,24 | -0,85 | -0,59 | 0,44 | Fe > Cu > Mg > Mn > Zn > N > B > Ca > K > P |
| 37 | Argissolo | 1,22 | 0,01 | -0,73 | 1,74 | -1,16 | 0,40 | -0,17 | 0,06 | -1,01 | -0,37 | 0,69 | Mg > Fe > K > Cu > Zn > P > Mn > B > N > Ca |
| 38 | Argissolo | 0,63 | -0,68 | 0,68 | 0,27 | 1,03 | 0,19 | -0,58 | 1,03 | -1,25 | -1,30 | 0,76 | Cu > Fe > P > Zn > B > Ca > N > K > Mn > Mg |
| 46 | Neossolo | -0,09 | -0,15 | -0,36 | 0,17 | -0,51 | -0,52 | 0,01 | 0,24 | 0,58 | 0,60 | 0,32 | B > Mg > K > P > N > Zn > Ca > Mn > Fe > Cu |
| 52 | Latossolo | -0,01 | -0,33 | -0,01 | 0,42 | 0,05 | 0,71 | 0,50 | 0,02 | -0,13 | -1,23 | 0,34 | Cu > P > Fe > N > K > Mn > Mg > Ca > Zn > B |
| 59 | * | -0,17 | -0,23 | -0,43 | -0,57 | -0,27 | 0,52 | -0,39 | 0,40 | 0,62 | 0,52 | 0,41 | Ca > K > Zn > Mg > P > N > Mn > B = Cu > Fe |
| 61 | * | -0,06 | -0,29 | 0,43 | -0,35 | -0,42 | 0,10 | 0,50 | 0,01 | 0,27 | -0,18 | 0,26 | Mg > Ca > P > Cu > N > Mn > B > Fe > K > Zn |
| 65 | * | 0,09 | 0,59 | 0,35 | -0,62 | 0,20 | -2,05 | 0,84 | -0,40 | 0,79 | 0,22 | 0,61 | B > Ca > Mn > N > Mg > Cu > K > P > Fe > Zn |

* Solo não classificado.

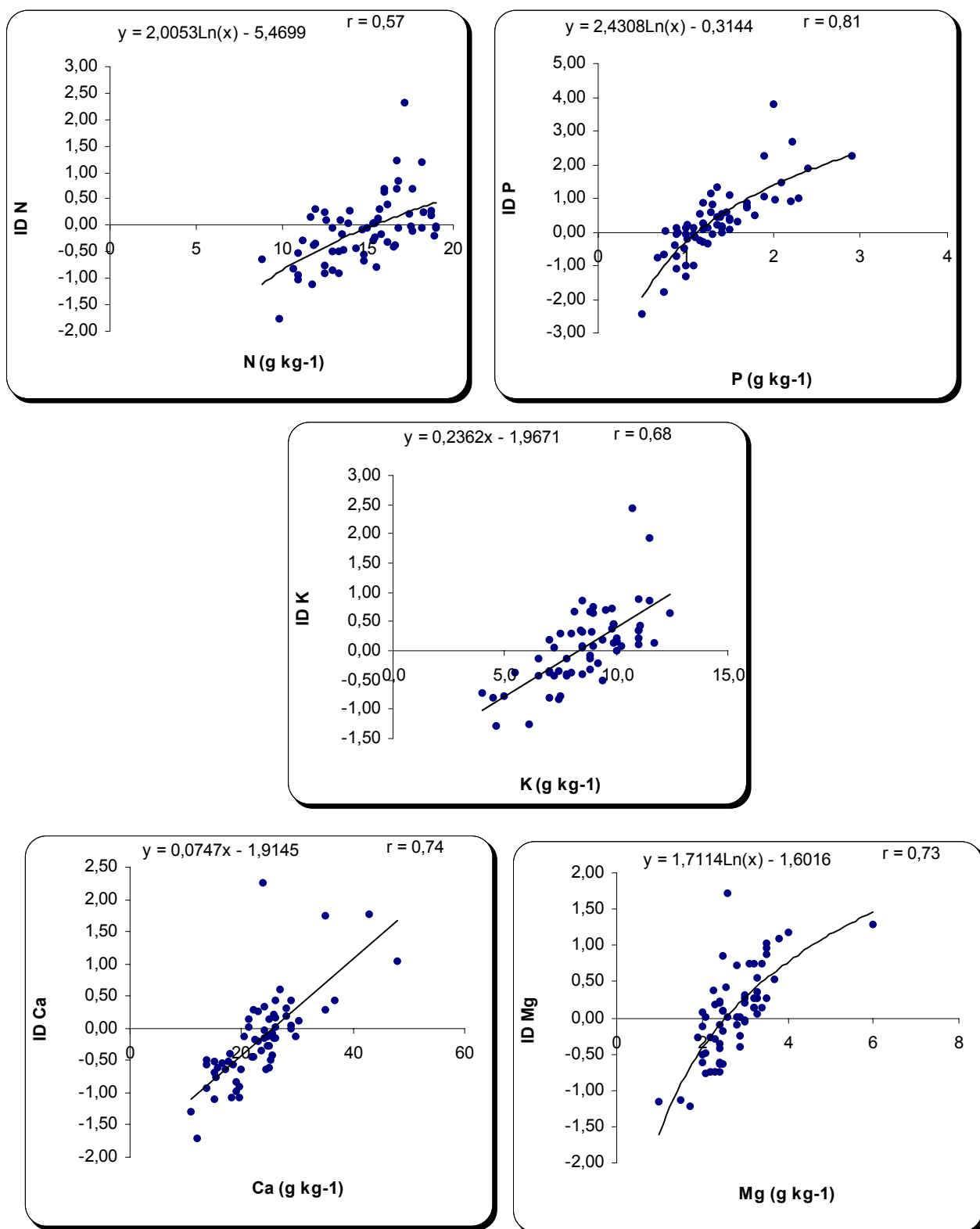


Figura 6- Relações entre índices DRIS e teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em mangaieira Tommy Atkins no Submédio São Francisco.

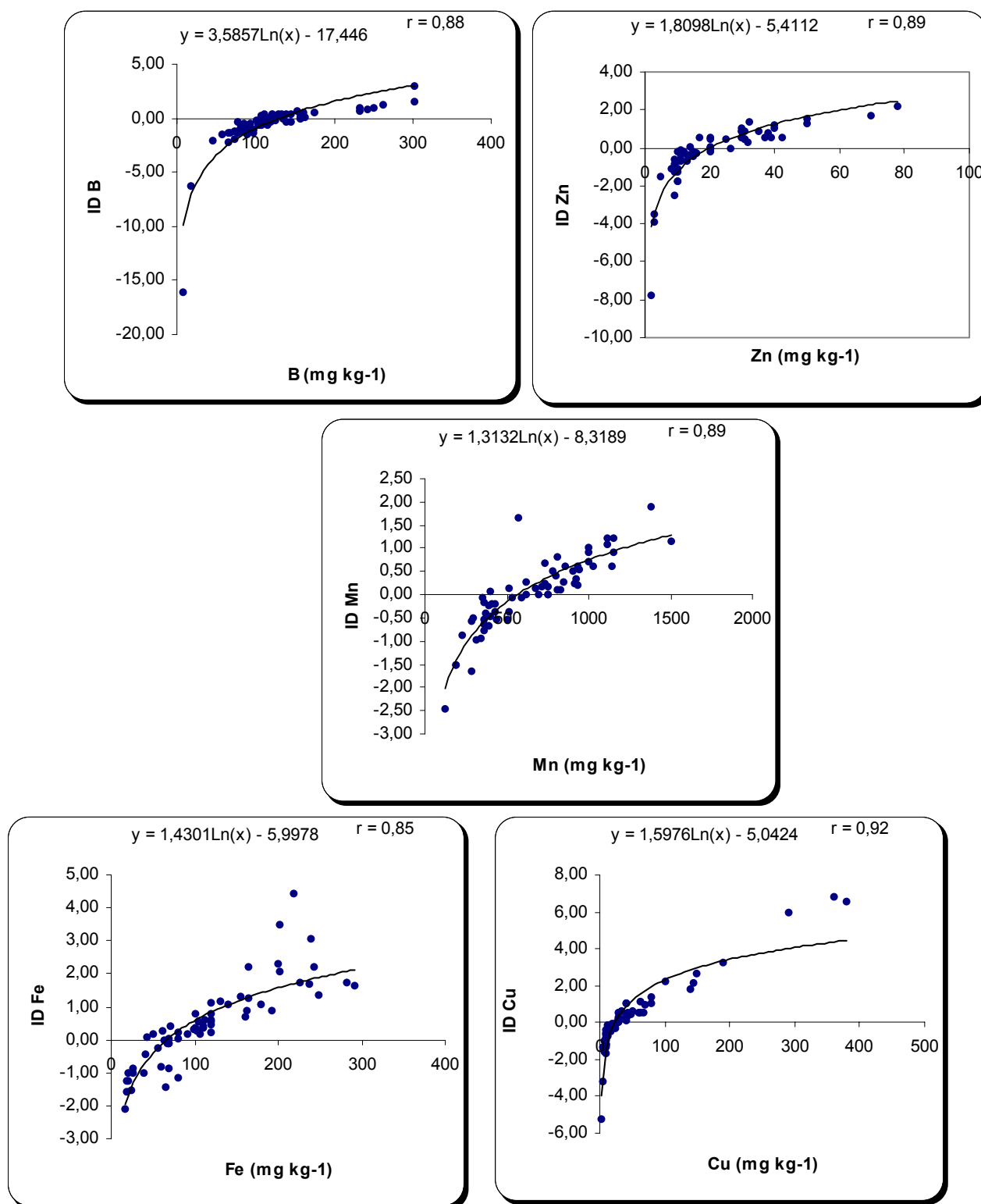


Figura 7- Relações entre índices DRIS e teores foliares de B, Zn, Mn, Fe e Cu em mangueira Tommy Atkins no Submédio São Francisco.

Entre os micronutrientes avaliados, o coeficiente de correlação de seus teores com os respectivos índices DRIS variou de 0,85 (Fe) a 0,92 (Cu), com bem menor dispersão entre os teores foliares face aos respectivos índices DRIS (Figura 7). Em função da menor demanda das árvores por esses nutrientes, acredita-se que os teores foliares encontrados reflitam, na sua maioria, a disponibilidade dos mesmos nos solos: 1) adubados com fertilizantes de baixa solubilidade contendo esses elementos (FTE BR12 p. e.) e, eventualmente, com fertilizantes minerais solúveis tais como ácido bórico e sulfato de zinco; 2) com a sua fertilidade natural, sem a adição de fertilizante contendo micronutrientes; ou 3) com a adição de adubos orgânicos tais como esterco de animais diversos.

Analisando os gráficos das Figuras 6 e 7, nas quais os teores foliares de nutrientes e respectivos índices DRIS foram ajustados a modelos linear ou logarítmico, observa-se que em determinado ponto o índice DRIS ajustado se torna nulo. Acredita-se que nesse ponto o teor foliar não estaria limitando nutricionalmente a produção da cultura. Como o banco de dados constituído nesta pesquisa para determinar os índices DRIS foi composto por amostras retiradas no mesmo estágio do ciclo fenológico em árvores com sete ou mais anos de idade, poder-se-ia empregar os teores foliares correspondentes aos dos índices DRIS para avaliar o estado nutricional da cultura, de forma semelhante à dos níveis críticos. Esses teores foliares que resultariam em índices DRIS ajustados nulos poderiam ser considerados como teores ótimos, pois, se a cultura apresentar teores foliares inferiores ou superiores a este teor ótimo, ela apresentaria índices DRIS negativos ou positivos, respectivamente, os quais limitariam a produção da cultura por deficiência ou por excesso nutricional (REIS Jr., 1999).

Os teores de nutrientes que resultariam em índices DRIS ajustados nulos estão apresentados no Quadro 12. Os teores de N, Ca e K correspondentes aos dos índices DRIS ajustados nulos foram um pouco maiores (0,97 a 2,85 %) que os apresentados no Quadro 5 (médias dos pomares de alta produtividade), enquanto que os demais foram um pouco inferiores (2,63 a 22,27 %). REIS Jr. (1999), ao utilizar este critério relata que a determinação de teores ótimos de nutrientes por meio da avaliação dos

índices DRIS, é mais fácil do que realizar experimentos de adubação com níveis crescentes de fertilizantes para determinação dos níveis críticos e, que talvez, possa ser um critério preciso. Entretanto, mais pesquisas devem ser realizadas com este novo critério de determinação de teores ótimos, possibilitando sua validação e garantindo segurança para o seu uso em lavouras.

Quadro 12 – Teores de nutrientes em folhas de mangueira Tommy Atkins associados a índices DRIS ajustados nulos

| Nutriente | Índice DRIS nulo | Nutriente | Índice DRIS nulo |
|-----------|------------------|-----------|------------------|
| N | 15,30 | B | 129,73 |
| P | 1,14 | Cu | 23,48 |
| K | 8,33 | Fe | 66,28 |
| Ca | 25,63 | Mn | 563,87 |
| Mg | 2,55 | Zn | 19,88 |

Teores de macronutrientes em g/kg e de micronutrientes em mg/kg.

No Quadro 13 são apresentadas as porcentagens em que os macro e micronutrientes ocorrem na ordem de limitação por deficiência nutricional nos pomares de baixa e de alta produtividade estudados na Região do Submédio São Francisco.

Quadro 13 – Resumo da ordem de limitação da produtividade por nutrientes em deficiência e respectivas porcentagens de ocorrência nos pomares de mangueira Tommy Atkins de alta e de baixa produtividade

| POPULAÇÃO | LIMITAÇÃO POR DEFICIÊNCIA | ORDEM DE LIMITAÇÃO |
|-----------------------|---------------------------|--|
| ALTA PRODUTIVIDADE | + LIMITANTE % | Mn > Ca = Mg = B = Cu = Fe = Zn > N = K > P 17,65 11,76 11,76 11,76 11,76 11,76 11,76 5,88 5,88 0 |
| | 2º + LIMITANTE % | Mg = Fe > K = Ca = Cu = Zn > P > N = B = Mn 23,53 23,53 11,56 11,56 11,56 11,56 5,88 0 0 0 |
| | 3º + LIMITANTE % | K > Ca > N = P = B > Mg = Fe = Mn = Zn > Cu 23,53 17,65 11,76 11,76 11,76 5,88 5,88 5,88 5,88 0 |
| | Seqüência Média | Mg = Fe > K > Ca > Zn > B > Mn > Cu > N = P 13,72 13,72 13,66 13,59 9,73 7,84 7,81 7,77 5,88 5,88 |

Continua...

Cont. Quadro 13

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| BAIXA PRODUTIVIDADE | + LIMITANTE % | B > Cu > Zn > Fe = Mn > P > N = Ca > K > Mg 26,09 21,74 17,39 8,69 8,69 6,52 4,35 4,35 2,17 0 | | | | | | | | | |
| | 2º + LIMITANTE % | Ca = B = Cu > Mg = Zn > N = Mn > P = K = Fe 15,22 15,22 15,22 10,87 10,87 8,69 8,69 4,35 4,35 4,35 | | | | | | | | | |
| | 3º + LIMITANTE % | Ca = Mn > B > N = Zn > Mg > P = K = Cu = Fe 15,22 15,22 13,04 10,87 10,87 8,69 6,52 6,52 6,52 6,52 | | | | | | | | | |
| | Seqüência Média | B > Cu > Zn > Ca > Mn > N > Fe = Mg > P > K 18,12 14,49 13,04 11,60 10,87 7,97 6,52 6,52 5,80 4,35 | | | | | | | | | |

Em 52,73 % dos pomares de alta produtividade os macronutrientes são os mais limitantes por deficiência, destacando-se Mg, K e Ca, enquanto que em 46,87 % dos pomares os micronutrientes foram os mais limitantes por deficiência, destacando-se Fe e Zn (Quadro 13). Maior atenção precisa ser dada à análise de micronutrientes (no solo e na planta), com conseqüente aplicação desses nos programas de adubação da cultura. Os laboratórios da região ainda não analisam, na rotina, micronutrientes do solo, fazendo-se necessária a oferta desse serviço aos produtores de manga e de outras culturas.

Em 36,24 % dos pomares de baixa produtividade os macronutrientes são os mais limitantes por deficiência, destacando-se o Ca, enquanto que em 63,04 % desses pomares os micronutrientes foram os mais limitantes por deficiência, destacando-se B, Cu e Zn (Quadro 13).

Na subpopulação de alta produtividade (≥ 250 kg/planta) os teores foliares de Ca e de Mn, são da ordem de 15,0 a 48,0 g/kg e de 120,0 a 1.150,0 mg/kg, respectivamente, tendo-se constatado uma correlação negativa entre os teores dos mesmos. Em alguns pomares aparentemente bem conduzidos, a despeito das adições de cálcio ao solo, tem-se ainda a ocorrência de distúrbios fisiológicos nos frutos, como o colapso interno, em níveis da ordem de 16 a 17 %, com relações Ca/N foliares entre 0,75 e 2,64 (enquanto a norma = 1,59) (Quadro 7) e relação Ca/Mn entre 0,018 e 0,067 (norma = 0,04) (Quadro 7), sugerindo que outros fatores, além da relação Ca/N, contribuem para a manifestação de tal problema que deprecia o fruto, inviabilizando a sua comercialização e consumo.

Na indução de sintomas de deficiência de Ca (folha dobrada) em tecidos com alto teor de Mn é muito provável haver um efeito indireto sobre o transporte de Ca para folhas em expansão. O transporte de Ca é mediado por um contra-transporte de ácido indol acético (AIA), e alta atividade de AIA oxidase, ou em geral pela atividade de polifenoloxidase, o que é uma característica típica em tecidos com alto teor de Mn. Sintomas de deficiência de Ca induzida por toxicidade de Mn são provavelmente causados por elevada degradação de AIA. Um processo agravado, por exemplo, por alta intensidade de luz (HORST, 1988).

Embora não se tenha relato de ocorrência de toxicidade devido a Mn nos pomares da região, tem-se constatado teores foliares do elemento até três vezes superiores à norma gerada nesse trabalho, considerada adequada à cultura, para proporcionar, ao lado de outros fatores, alta produtividade.

A faixa de teor de Mn interpretada como adequada na região (QUAGGIO, 1996) é da ordem de 50 a 100 mg/kg, enquanto que nos pomares estudados a faixa de variação encontrada foi da ordem de 120 a 1.500 mg/kg, encontrando-se pomares com 293, 360, 750, 1.000 e 1.150 mg/kg Mn, produzindo 500, 437, 297, 423 e 377 kg/planta, respectivamente, o que são produtividades excelentes, não sendo, aparentemente, esses altos teores prejudiciais à cultura.

Esses altos teores foliares de Mn podem ser decorrentes de pulverizações de produtos fungicidas como mancozeb (etileno bis - ditiocarbonato de Zn e Mn) que poderia estar se acumulando nas folhas.

A luz afeta a absorção de Mn pela planta, estimulando-a (Hewitt, 1963, citado por CAMARGO & SILVA, 1990). Também esse fato pode ser agregado à explicação dos elevados teores de Mn nas folhas da mangueira Tommy Atkins na região do Submédio São Francisco, onde se tem por ano cerca de 3.000 horas de luminosidade solar.

Conforme SAMRA & ARORA (1997) a concentração foliar de Fe e de Mn em folhas de mangueiras foi fotossensível e dependente da direção ou lado da árvore em relação ao movimento do sol.

No Quadro 14 são apresentadas as porcentagens em que os macro e micronutrientes ocorrem na ordem de limitação por excesso nutricional nos pomares de baixa e de alta produtividade estudados na Região do Submédio São Francisco.

Quadro 14 – Resumo da ordem de limitação da produtividade por nutrientes em excesso e respectivas porcentagens de ocorrência nos pomares de mangueira Tommy Atkins de alta e de baixa produtividade

| POPULAÇÃO | NUTRIENTE EM EXCESSO | ORDEM DE LIMITAÇÃO |
|------------------------|----------------------|--|
| ALTA PRODUTIVIDADE | + LIMITANTE % | Cu = Zn > Mg > P = K = Ca = B = Fe = Mn > N 23,52 23,52 17,65 5,88 5,88 5,88 5,88 5,88 5,88 0 |
| | 2º + LIMITANTE % | Fe > Mn > K > B = Cu > N = Ca = Mg = Zn > P 23,53 17,65 11,76 11,76 11,76 5,88 5,88 5,88 5,88 0 |
| | 3º + LIMITANTE % | P = K = B = Mn > Ca = Mg > Fe > N = Cu = Zn 17,65 17,65 17,65 17,65 11,76 11,76 5,88 0 0 0 |
| | Seqüência Média | Mn > K = Mg = B = Cu = Fe > Zn > Ca > P > N 13,73 11,76 11,76 11,76 11,76 11,76 9,80 7,84 7,81 1,96 |
| | + LIMITANTE % | Fe > Cu > P = Zn > B > Mg = Mn > N = K > Ca 36,95 19,56 10,87 10,87 6,52 4,35 4,35 2,17 2,17 0 |
| BAIXA PRODUTIVIDADE | 2º + LIMITANTE % | P > Fe = Mn > Zn > K > Cu > Mg = B > Ca > N 21,74 15,22 15,22 13,04 10,87 8,69 6,52 6,52 2,17 0 |
| | 3º + LIMITANTE % | N = K > P > Cu = Zn > Mg > Ca = Fe = Mn > B 15,22 15,22 13,04 10,87 10,87 8,69 6,52 6,52 6,52 4,35 |
| | Seqüência Média | Fe > P > Cu > Zn > K > Mn > Mg > N = B > Ca 19,56 15,22 13,04 11,59 9,42 8,70 6,52 5,80 5,80 2,90 |
| | + LIMITANTE % | Fe > Cu > P = Zn > B > Mg = Mn > N = K > Ca 36,95 19,56 10,87 10,87 6,52 4,35 4,35 2,17 2,17 0 |

O P limitou as safras por excesso, em cerca de 15,22 % dos pomares de baixa produtividade. Os teores foliares de P variaram nos pomares de baixa produtividade de 0,5 a 2,9 g/kg, com média igual a 1,4 g/kg, enquanto que nos pomares de alta produtividade esses teores variaram de 0,76 a 1,60, com média igual a 1,16 g/kg.

Nos pomares de baixa produtividade encontrou-se uma correlação negativa entre os teores foliares de P e a produtividade das árvores (- 0,46 **), sugerindo que teores muito altos do elemento possam estar

causando desequilíbrios nutricionais. Igual situação foi verificada nos pomares de alta produtividade ($r = - 0,56 *$). Tal constatação é coerente com o fato de que o P é o quinto elemento mais exportado pela mangueira, após K, N, Ca e Mg (QUAGGIO, 1996).

O coeficiente de correlação entre o IEN e os índices DRIS para o P nos pomares de baixa produtividade foi da ordem de 0,39 ** (significativo pelo teste t) sendo os dados descritos pela equação $y = 7,5882 + 1,9368x$. Na medida em que os teores foliares de P aumentaram nesses pomares, também aumentaram os valores de IEN, conseqüentemente, aumentando os desequilíbrios nutricionais nas árvores.

Em 41,13 % dos pomares de alta produtividade os macronutrientes são os mais limitantes por excesso, destacando-se K e Mg, enquanto que em 58,81 % dos pomares os micronutrientes foram os mais limitantes por deficiência, destacando-se Mn, B, Cu e Fe (Quadro 14).

Em 39,86 % dos pomares de baixa produtividade os macronutrientes são os mais limitantes por excesso, destacando-se P e K, enquanto que em 58,69 % dos pomares os micronutrientes foram os mais limitantes por deficiência, destacando-se Fe, Cu e Zn (Quadro 14).

As concentrações foliares mais altas de P, da ordem de 2,20 a 2,90 g/ kg (70 % a 148 % superiores ao valor da norma foliar para este elemento, respectivamente) foram todas constatadas em pomares de baixa produtividade e em solos com altas concentrações de P disponível (Mehlich 1) nas camadas de 0 – 20 cm e, ou, de 20 - 40 cm, notadamente na parte mais superficial, onde as concentrações se situaram de 56 a 155 mg/dm³, interpretados na região como altas (CAVALCANTI, 1998).

Conforme MARSCHNER (1995), a exigência de fósforo para o crescimento ótimo de plantas está na faixa de 3 a 5 g/kg da matéria seca durante o estágio vegetativo de crescimento. A probabilidade de toxicidade devida ao fósforo aumenta quando seu teor na matéria seca é mais alto que 10 g/kg.

STASSEN *et al.* (1997) trabalhando com mangueiras ‘Sensation’, enxertadas sobre ‘Sabre’, observaram que as mesmas, quando com a idade de seis anos, apresentavam na matéria seca das folhas 29,6% do fósforo

contido na planta, o restante estando contido nas raízes (17,9%), nos ramos novos (16,6%), nos frutos (14,9%), no lenho (11,7%) e na casca (9,3%). Esses dados sugerem que, embora as folhas constituam o compartimento da mangueira que proporcionalmente contenha a maior porcentagem do P da planta, parcela significativa desse nutriente (70,4%), está contida no conjunto dos demais órgãos. Logo, os altos teores do nutriente na folha constatados em alguns pomares, embora possam denotar alta disponibilidade do nutriente no solo, não expressam a totalidade dessa disponibilidade.

Pode estar havendo excesso na aplicação de K em 9,42 % dos pomares de baixa produtividade, bem como em 11,76 % dos pomares de alta produtividade.

Os nutrientes Mn, K, Mg, B, Cu, e Fe podem estar sendo aplicados em excesso, quando se adicionam calcário, fertilizantes contendo K e micronutrientes ou em aplicações fitossanitárias envolvendo a presença do Mn, ou quando não complementados proporcionalmente pelos demais nutrientes, nos pomares de alta produtividade (Quadro 14).

Os Índices de Equilíbrio Nutricional (IEN), resultantes da soma dos valores absolutos dos índices DRIS encontrados para cada nutriente considerado, indicam que quanto menores forem, melhor será o estado nutricional das plantas (SUMNER, 1977). Neste trabalho, os Índices de Equilíbrio Nutricional médio (IENm) nos pomares de baixa produtividade variaram de 0,30 a 3,72, com média igual a 0,80, enquanto que nos pomares de alta produtividade variaram de 0,26 a 0,80, média igual a 0,50, sendo, portanto, valores mais baixos nesse grupo de pomares, podendo indicar melhor balanço nutricional. Entretanto, encontram-se valores de IENm menores que 0,50 entre os pomares de baixa produtividade. Verificando as informações registradas nesses pomares, percebe-se que na maioria dos mesmos a produtividade foi superior a 150 kg/planta, enquanto nos demais a produtividade foi bem menor que esse patamar. Supondo-se que uma “planta se encontre em estado nutricional adequado, seria de se esperar que a mesma apresentasse uma produtividade, pelo menos correspondente àquele estado nutricional” (Prévot e Ollagnier, 1957, citados por LEITE,

1993). Em trabalhos desenvolvidos por LEITE (1993) e por COSTA (1995) foram encontrados valores altos de IEN em lavouras de alta produtividade, aparentemente contrariando um dos fundamentos básicos do DRIS, que consiste no fato de que o “status” nutricional da planta, ou seja, seu equilíbrio relativo entre os nutrientes assimilados integra, dentro de certos limites, as condições capazes de refletirem o seu potencial produtivo (BEAUFILS, 1973). Conforme COSTA (1995), em lavouras de baixa produtividade o IEN pode ser alto ou baixo, dependendo de o fator limitante na produtividade estar ou não relacionado ao equilíbrio nutricional. Nas lavouras de baixa produtividade que apresentaram altos valores de IEN, o mais provável é que a causa para a baixa produtividade esteja relacionada ao desbalanço nutricional.

LEITE (1993) informa que no caso de lavouras de baixa produtividade, apresentando IEN até mesmo inferior aos da população de referência, tal fato indica que as mesmas podem estar até em situação melhor em termos de equilíbrio nutricional, do que aquelas de alta produtividade, sugerindo que a principal limitação na produtividade para essas lavouras tenha sido de ordem não nutricional. Isso está de acordo com o que afirmou Snoeck (1984), citado por LEITE (1993), de que nem sempre uma planta com equilíbrio nutricional adequado, significa que a mesma terá alta produtividade, sendo apenas o inverso verdadeiro, ou seja, a alta produtividade das culturas só é alcançada quando as plantas estiverem em equilíbrio nutricional ótimo. Em situações onde o equilíbrio nutricional estava dentro de limites adequados e a planta apresentou baixa produtividade, a limitação foi de ordem não nutricional, podendo ser tanto ambiental (Chapin, 1984, citado por LEITE, 1993), como também fisiológica.

Os pomares de alta produtividade estão situados em solos classificados como Argissolos (61,54%), Latossolos (23,07%), Neossolo Quartzarênico (7,64%) e Vertissolo (7,69%) (Quadro 9). Na média, o equilíbrio nutricional ($> IEN_m$, corresponde a $<$ equilíbrio nutricional e vice-versa) das árvores obedeceu à seguinte ordem decrescente conforme o solo: Neossolo Quartzarênico (3,23) $>$ Latossolo (4,63) $>$ Argissolo (5,35) $>$ Vertissolo (8,03). Aparentemente, as árvores do pomar situado em solo mais

arenoso (Neossolo Quartzarênico) (5 % de argila), foram as que apresentaram menores desequilíbrios nutricionais ($IENm = 0,32$), talvez por facilitar ao agricultor bem informado (pomar localizado numa fazenda com bom nível de tecnologia) a “construção” da sua fertilidade, sem maiores obstáculos, como quando há alto teor de argila (36 %), a exemplo do solo Vertissolo, no qual o $IENm$ foi igual a 0,80, estando esse pomar em fazenda com baixo nível de tecnologia.

Nos pomares localizados em solo classificado como Argissolo, as maiores limitações à produtividade ocorreram devido aos menores teores trocáveis e/ou disponíveis principalmente de Ca, Mg, K, Fe e Cu, ou por excesso de Mg, Mn, K e Cu. No Latossolo a carência maior foi de Fe, e o excesso, de B. No Vertissolo houve carência de Mn, Zn e K e excesso de B, Ca e Mg. Esse solo é originado de rocha calcária sendo riquíssimo em Ca (20,8 a 23,32 $cmol_c/dm^3$ solo) e Mg (2,64 a 3,29 $cmol_c/dm^3$ solo) nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

Os pomares de baixa produtividade estão situados em solos classificados como Argissolos (68,75%), Latossolos (15,62%), Neossolos Quartzarênicos (12,5%) e Vertissolo (3,12%) (Quadro 8). O equilíbrio nutricional dos pomares obedeceu à seguinte ordem decrescente conforme o solo: Latossolo (6,65) > Neossolo Quartzarênico (7,24) > Argissolo (9,72) > Vertissolo (11,51). Nesses pomares onde a produtividade foi menor (< 250 kg/planta), na média, 2,44 vezes inferior à obtida nos pomares de alta produtividade, os valores médios de $IENm$ foram bem maiores: 43,34% maiores no Vertissolo, a mais nesse solo que nos pomares de alta produtividade; 43,63% no Latossolo, ; 81,68 % no Argissolo e 124,14% no Neossolo Quartzarênico. Neste último caso, supõe-se que o manejo da adubação tenha sido inadequado, contribuindo para os mais elevados valores de $IENm$. Quanto ao Vertissolo, este continuou apresentando o mais alto valor de $IENm$ (1,15), em relação à média dos valores observados nos pomares dos demais solos considerados.

Nos pomares localizados em solo Argissolo as maiores limitações à produtividade ocorreram devido à deficiência, principalmente de B, Cu, Zn, N e Mn ou por excesso de Fe, P, Cu e Mn. No Latossolo a carência maior foi

de Cu, Zn, Ca e Mg, e o excesso de Mn, P, Fe e Cu. No Vertissolo houve carência de P, Cu e Mg, e excesso de Mn, Ca e Fe. No Neossolo Quartzarênico a deficiência principal foi de Cu, Zn, B e Ca, e o excesso, principalmente de K, Zn, P e B.

Para a interpretação dos índices DRIS incorporou-se o método do Potencial de Resposta à Adubação (PRA) (WADT, 1996). Para tanto, nos pomares de baixa e de alta produtividade, os índices DRIS para cada nutriente (Quadros 10 e 11) foram classificados segundo o potencial de resposta à adubação, em respostas: positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) e negativa (n) (Quadros 15 e 16).

Quadro 15- Potencial de resposta à adubação com macro e micronutrientes em pomares de mangueira Tommy Atkins de baixa produtividade

| Pomar | Potencial de resposta à adubação com cada nutriente | | | | | | | | | |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| 1 | pz | nz | z | z | z | p | z | n | z | z |
| 2 | z | nz | z | z | pz | p | z | n | z | z |
| 3 | p | z | z | pz | z | pz | z | n | z | z |
| 4 | z | n | z | z | z | p | z | nz | z | z |
| 5 | z | z | z | z | z | z | n | nz | z | p |
| 6 | nz | z | z | z | z | pz | p | n | z | z |
| 7 | z | nz | z | z | z | z | z | n | z | p |
| 8 | z | nz | z | z | z | p | z | n | z | z |
| 9 | z | nz | z | pz | z | p | z | n | z | z |
| 11 | pz | n | z | z | z | z | nz | pz | z | p |
| 15 | z | z | z | z | z | z | p | n | z | nz |
| 18 | z | z | z | z | z | p | z | n | z | pz |
| 19 | z | nz | p | z | nz | z | z | n | z | z |
| 20 | z | z | z | pz | z | pz | p | n | z | z |
| 22 | z | z | z | z | z | n | p | z | z | z |
| 24 | z | p | z | nz | z | z | pz | n | nz | z |
| 26 | pz | z | z | z | z | z | p | n | z | z |
| 27 | z | pz | z | z | z | p | z | n | nz | z |
| 30 | z | z | nz | z | n | z | p | nz | z | pz |
| 34 | z | nz | z | z | pz | z | z | z | n | p |
| 36 | pz | z | z | z | z | z | n | z | z | p |
| 39 | z | p | z | z | z | z | n | z | nz | z |

Continua...

Cont. Quadro 15

| Pomar | Potencial de resposta à adubação com cada nutriente | | | | | | | | | |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| 40 | nz | z | nz | pz | z | z | n | p | z | z |
| 41 | pz | z | nz | z | z | z | z | p | z | n |
| 42 | z | pz | pz | p | z | z | n | z | z | nz |
| 43 | nz | z | z | pz | n | z | z | p | nz | z |
| 44 | z | z | n | pz | z | pz | p | z | z | nz |
| 45 | z | z | z | z | z | z | n | pz | p | z |
| 47 | z | z | z | z | z | z | n | z | p | z |
| 48 | z | z | z | z | z | z | n | z | z | p |
| 49 | p | nz | z | z | z | nz | pz | z | z | n |
| 50 | z | z | z | z | z | pz | p | nz | n | pz |
| 51 | nz | z | z | pz | z | n | z | z | p | z |
| 53 | z | z | z | z | z | z | nz | n | p | z |
| 54 | pz | z | z | z | z | n | p | z | nz | pz |
| 55 | z | n | z | z | pz | nz | p | z | z | z |
| 56 | z | n | nz | pz | z | z | z | p | z | z |
| 57 | z | z | z | z | z | z | n | pz | z | p |
| 58 | n | z | z | z | z | z | nz | z | z | p |
| 60 | z | n | z | z | z | z | z | z | z | p |
| 62 | z | n | nz | z | z | p | z | z | pz | nz |
| 63 | z | z | z | z | z | p | pz | z | pz | n |
| 64 | z | z | nz | z | z | p | z | n | z | z |
| 66 | z | z | z | pz | z | p | z | z | z | n |
| 67 | z | z | z | p | nz | pz | z | n | z | z |
| 68 | z | z | pz | z | z | p | nz | z | z | n |

positiva (p); positiva ou nula (pz); negativa (n); negativa ou nula (nz) e nula z).

Quadro 16- Potencial de resposta à adubação com macro e micronutrientes em pomares de mangueira Tommy Atkins de alta produtividade

| Pomar | Potencial de resposta à adubação com cada nutriente | | | | | | | | | |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| 10 | z | z | z | p | pz | pz | z | z | z | n |
| 12 | z | z | nz | z | n | z | pz | z | nz | p |
| 13 | z | p | nz | z | z | z | pz | nz | z | n |
| 16 | pz | z | p | z | pz | z | n | nz | z | z |
| 21 | z | z | pz | z | nz | nz | z | p | n | z |
| 23 | z | z | pz | z | nz | nz | n | pz | p | pz |
| 28 | p | z | n | z | z | z | z | z | z | pz |
| 29 | z | z | z | nz | n | z | z | z | p | z |
| 31 | z | z | z | z | pz | pz | n | nz | p | z |
| 35 | z | n | nz | nz | z | z | pz | p | z | z |
| 37 | nz | z | pz | n | p | z | z | pz | z | z |
| 38 | z | z | z | z | n | z | p | pz | nz | z |
| 46 | z | z | z | z | pz | p | n | nz | z | z |
| 52 | z | z | z | nz | z | n | p | z | z | nz |
| 59 | z | z | pz | p | z | nz | nz | n | z | z |
| 61 | z | pz | nz | pz | p | z | z | nz | z | n |
| 65 | z | z | z | pz | z | p | z | nz | z | n |

positiva (p); positiva ou nula (pz); negativa (n); negativa ou nula (nz) e nula z).

O potencial de resposta à adubação com macronutrientes mostrou-se positivo em 41,16 % dos pomares de alta produtividade, enquanto que apenas em 15,22 % dos de baixa produtividade, talvez devido à maior exportação de nutrientes nas colheitas no primeiro caso, ou em decorrência da maior aplicação desses nutrientes em detrimento da aplicação de micronutrientes nos pomares de baixa produtividade (Figura 8).

Quanto aos micronutrientes, o potencial de resposta à adubação foi positivo em 84,77 % dos pomares de baixa produtividade, ao passo que em 58,81 % dos de alta produtividade, nos quais, como se supõe, a despeito da aplicação desses nutrientes, isso não tem sido suficiente, motivo pelo que adubações criteriosas com esses elementos devem ser realizadas.

Nas figuras 8 e 9 são apresentadas os potenciais de resposta à adubação para cada nutriente nos pomares de baixa e de alta produtividade.

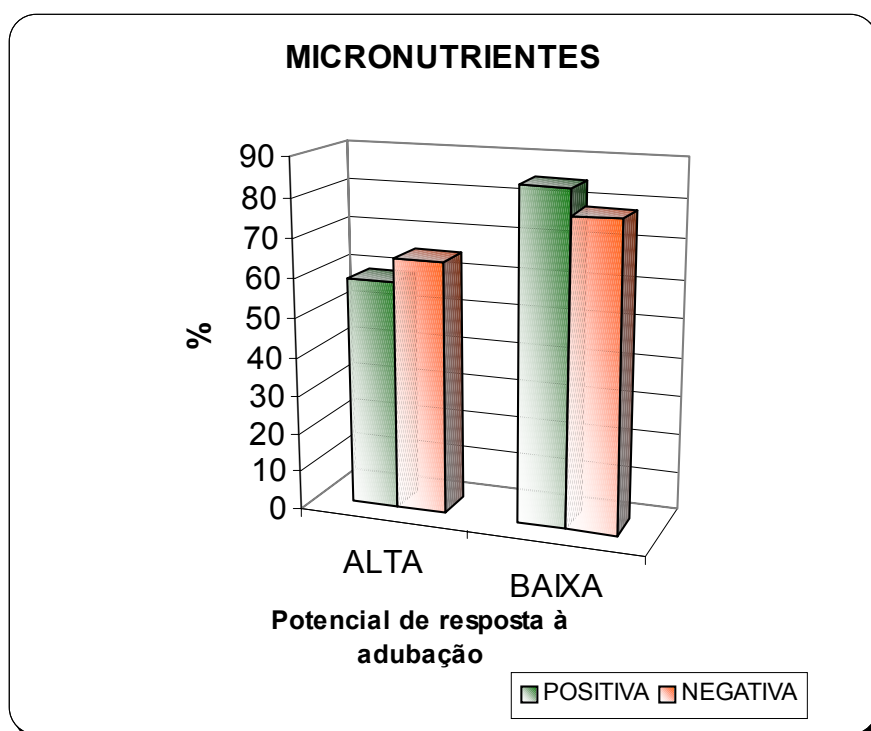
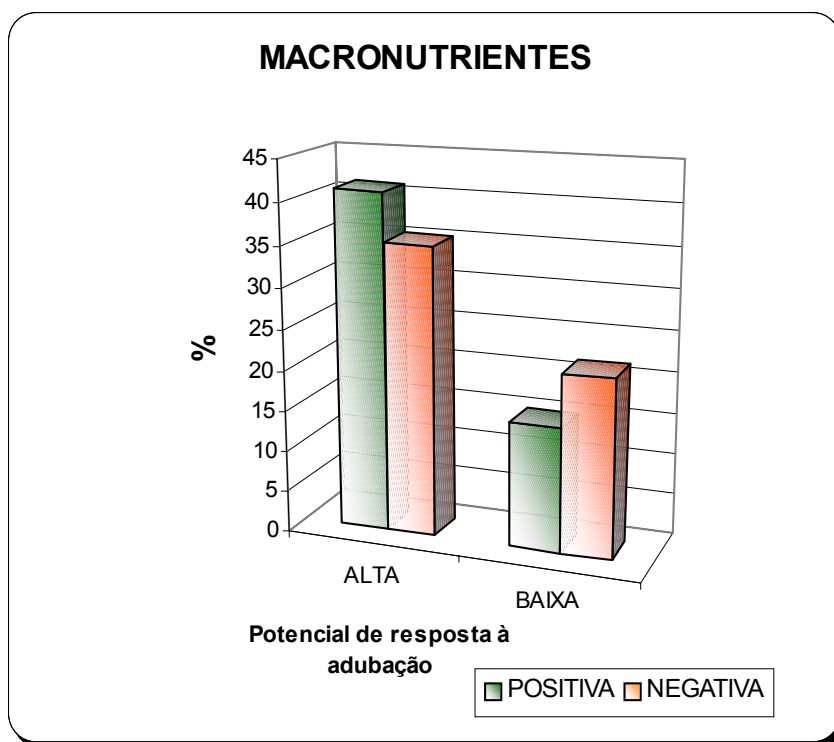


Figura 8 – Potencial de resposta à adubação apresentada pelos macro e micronutrientes em pomares de mangueira Tommy Atkins de alta e de baixa produtividade no Submédio São Francisco.

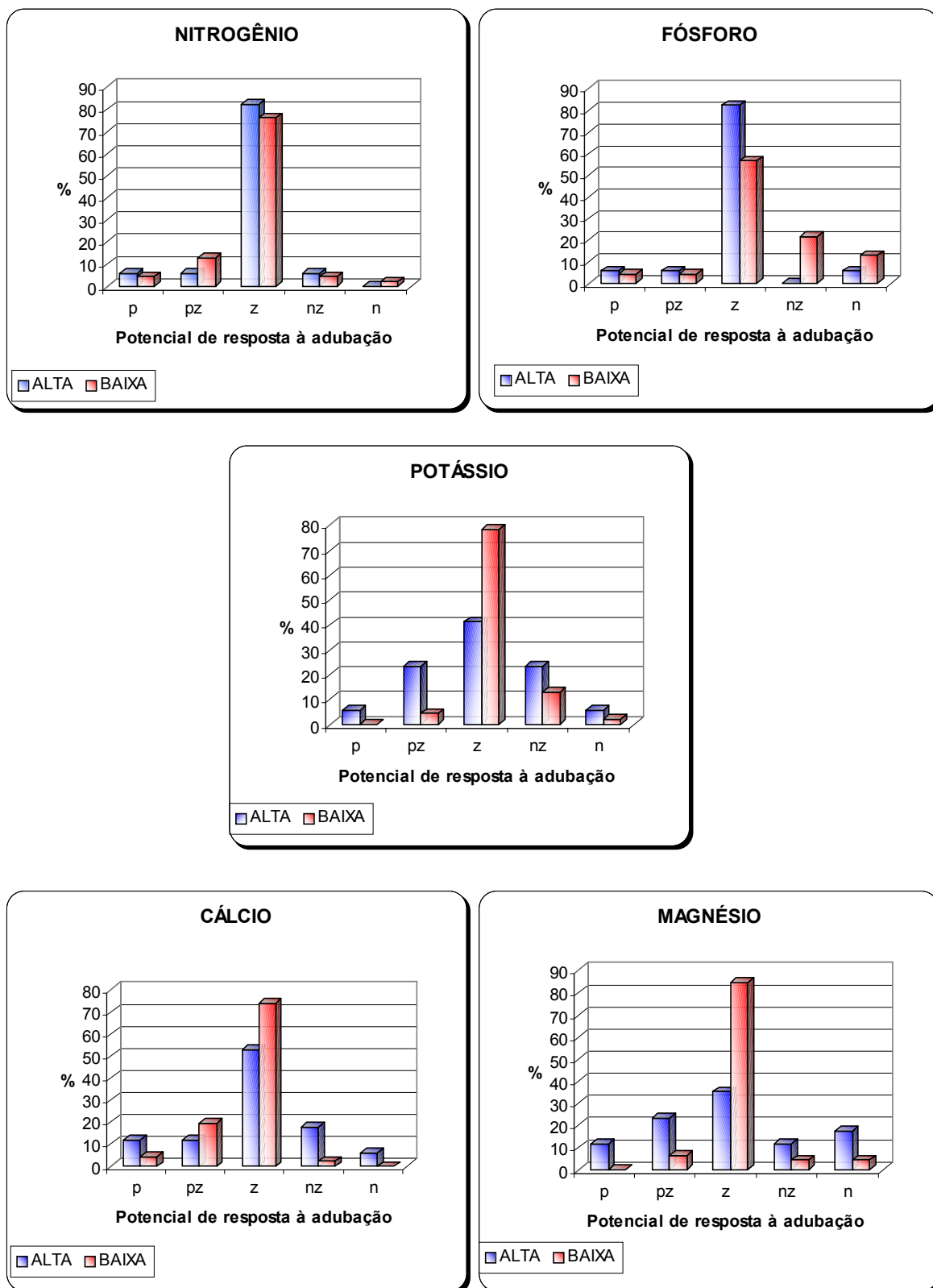


Figura 9 – Potencial de resposta à adubação apresentada pelos macronutrientes em pomares de mangueira Tommy Atkins de alta e de baixa produtividade no Submédio São Francisco.

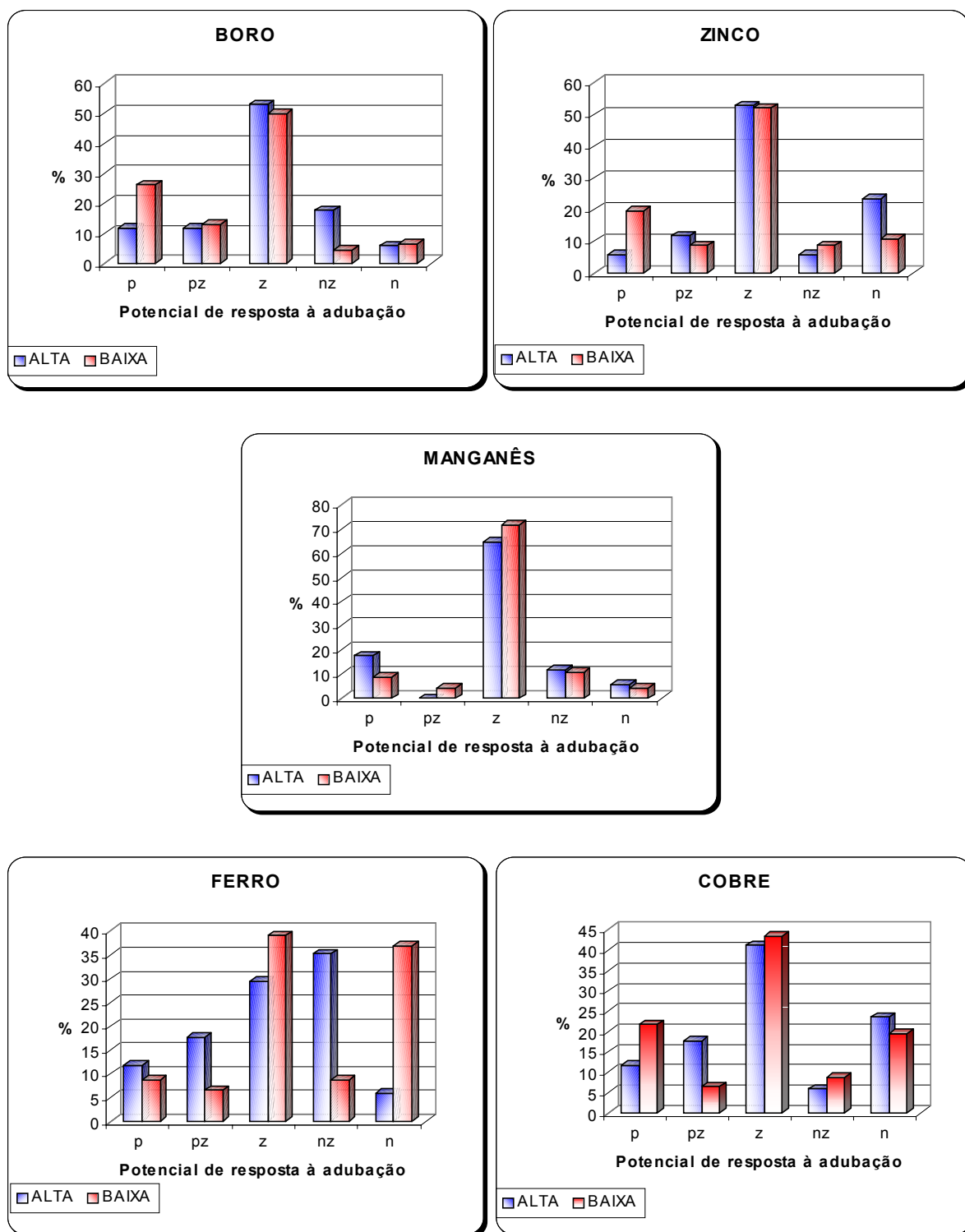


Figura 10 – Potencial de resposta à adubação apresentada pelos micronutrientes em pomares de manga Tommy Atkins de alta e de baixa produtividade no Submédio São Francisco.

Considerando as informações constantes do Quadro 17, a ordem de limitação por deficiência de nutrientes pelo método do Potencial de Resposta à Adubação foi: $Mg > Cu = K = Fe > Ca = B > Mn = Zn = N = P$, e $B > Cu = Zn > Ca > N > Fe > Mn > P > K = Mg$, nos pomares de alta e de baixa produtividade, respectivamente. Dessa forma, por esse método, tem-se a informação de que nutrientes devem ser prioritariamente aplicados nas adubações.

No que diz respeito à limitação da produtividade por excesso de nutrientes, a ordem de limitação foi: $Fe > K = Mg = Cu = Zn > Ca = B > Mn > N = P$, e, $Fe > P > Cu > Zn > Mn = K > B > Mg > N > Ca$, nos pomares de alta e de baixa produtividade, respectivamente.

Quadro 17 – Porcentual de pomares de mangueira Tommy Atkins de alta e de baixa produtividade em que cada nutriente limita a produtividade pelo Potencial de Resposta à Adubação

| Nutriente | Alta produtividade | | | Baixa produtividade | | | |
|-----------|--------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| | LF | NL | LE | | LF | NL | LE |
| N | 11,76 | 82,35 | 5,88 | N | 17,39 | 76,09 | 6,52 |
| P | 11,76 | 82,35 | 5,88 | P | 8,70 | 56,52 | 34,78 |
| K | 29,41 | 41,18 | 29,41 | K | 6,52 | 78,26 | 15,21 |
| Ca | 23,52 | 52,94 | 23,53 | Ca | 23,91 | 73,91 | 2,17 |
| Mg | 35,29 | 35,29 | 29,41 | Mg | 6,52 | 84,78 | 8,70 |
| B | 23,52 | 52,94 | 23,53 | B | 39,13 | 50,00 | 10,87 |
| Cu | 29,41 | 41,18 | 29,41 | Cu | 28,26 | 43,48 | 28,25 |
| Fe | 29,41 | 29,41 | 41,17 | Fe | 15,21 | 39,13 | 45,65 |
| Mn | 17,65 | 64,70 | 17,64 | Mn | 13,04 | 71,74 | 15,22 |
| Zn | 17,64 | 52,94 | 29,41 | Zn | 28,25 | 52,17 | 19,56 |

LF = Limitante por falta = potencial de resposta à adubação positiva + potencial de resposta positiva ou nula; NL = Não limitante; LE = Limitante por excesso = potencial de resposta à adubação negativa + potencial de resposta negativa ou nula;

Pelo método do PRA o P, depois do Fe, foi classificado como o nutriente que mais limitou a produtividade nos pomares de baixa produtividade, por excesso (Quadro 17).

CONCLUSÕES

Os maiores valores de Índices de Balanço Nutricional médio (IENm) verificados para os pomares de baixa produtividade demonstraram o potencial deste índice na avaliação do estado nutricional de mangueiras, bem como a necessidade de adubações mais criteriosas para tais pomares.

A utilização do conceito de potencial de resposta à adubação na interpretação dos índices DRIS mostrou-se uma ferramenta eficaz, principalmente nos pomares de baixa produtividade, onde os desequilíbrios nutricionais foram maiores, havendo bem maior confirmação da seqüência de deficiência a excessos, auxiliando o diagnóstico final, indicando os nutrientes que realmente estão em deficiência ou em excesso.