

LOANE VAZ FERNANDES

**NORMAS E DETERMINAÇÃO DE FAIXAS DE SUFICIÊNCIA PARA
DIAGNOSE FOLIAR COM BASE NO CRESCIMENTO RELATIVO DE
EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

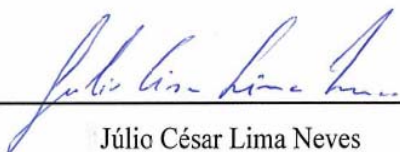
VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

LOANE VAZ FERNANDES

**NORMAS E DETERMINAÇÃO DE FAIXAS DE SUFICIÊNCIA PARA
DIAGNOSE FOLIAR COM BASE NO CRESCIMENTO RELATIVO DE
EUCALIPTO**

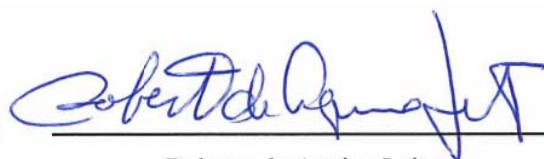
Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 24 de fevereiro de 2010.



Júlio César Lima Neves

(Co-Orientador)



Roberto de Aquino Leite

(Co-Orientador)



Haroldo Nogueira de Paiva



Victor Hugo Alvarez V.



Náiram Félix de Barros
(Orientador)

*À minha mãe, meu maior estímulo e orgulho,
e a quem devo tudo o que sou e o que conquistei;*

Ao meu irmão, pelo apoio;

Ao Júlio, pelo amor

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao NUTREE, Programa em Nutrição e Solos Florestais, por disponibilizar o banco de dados, tornando possível a realização deste trabalho.

A Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Nairam Félix de Barros, pela orientação e apoio na execução deste trabalho e durante todo meu tempo no DPS.

Ao professor Júlio César Lima Neves, pelo auxílio imprescindível em todas as fases deste trabalho.

Ao professor Roberto Aquino Leite, pela co-orientação, sugestões e apoio científico e computacional, que muito colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao professor Roberto Novais, pelas sugestões, atenção e, principalmente, pelo exemplo de dedicação a Fertilidade do Solo.

Ao professor Victor Hugo Alvarez V., pelas valiosas contribuições para este trabalho e pela grande e importante participação na minha formação, durante este curso.

Aos professores Reinaldo Cantarutti e Renildes Fontes, pela proximidade e amizade desde a época da Fertilidade.

Aos professores do DPS, pelos ensinamentos e dedicação, em especial aos que estabeleci maior contato durante este curso: Hugo Ruiz, Maurício Fontes e Jaime Mello.

Ao professor Haroldo de Paiva, pelas sugestões no momento da defesa e em especial, pela grande contribuição na minha formação como Engenheira Florestal

Aos funcionários e laboratoristas do Departamento de Solos, em especial a Lu, Claudinha, Seu Cardoso, Beto, Carlos Fonseca, Cláudio, Seu Bené, Fábio, Zélia e Carlinhos, que foram de grande importância durante este curso.

As minhas grandes amigas de Patos, Ana Paula e Natália, que se fizeram presente mesmo com a distância.

Aos amigos de Viçosa e do DPS, muito importantes nos momentos de dificuldades e cansaço, e claro, nos momentos de descontração.

Ao Júlio, que com seu amor, torna-se cada vez mais importante e presente na minha vida.

BIOGRAFIA

LOANE VAZ FERNANDES, filha de João Braga Fernandes (*in memorian*) e Maria José Vaz Fernandes, natural de Patos de Minas, Minas Gerais, nasceu no dia 08 de Janeiro de 1986.

Em março de 2004 iniciou o curso de graduação em Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, onde graduou-se em julho de 2008. Durante a graduação foi estagiária de pesquisa na área de Ecologia Florestal e Solos Florestais e monitora da disciplina de Fertilidade do Solo.

Em agosto de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2010.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
1- INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 – Diagnose do Estado Nutricional com Base em Análise de Tecido	5
2.2 - População de Referência	6
2.3 – Métodos para Avaliação do Estado Nutricional com Base em Análise de Tecido	7
2.3.1 - Nível Crítico	7
2.3.2 - Índices Balanceados Kenworthy.....	8
2.3.3- DRIS e Potencial de Resposta à Adubação.....	8
2.3.4 – Região de Fronteira	10
2.3.5 – Chance Matemática	11
3 – MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 – Localização da Área de Estudo.....	12
3.2 - Condições Edafoclimáticas da Área de Abrangência do Estudo	12
3.3 – Teores Foliaves de Nutrientes Constantes da Base de Dados	14
3.4 – Processamento e Análise dos Dados	16
3.4.1 – População de Referência.....	16
3.4.2 – Normas para Uso no Método Kenworthy.....	17

3.4.3 – Normas para Uso no Método DRIS	17
3.4.4 – Avaliação da Universalidade das Normas	18
3.4.5 – Faixas de Suficiência para os Teores de Nutrientes pelo Método Kenworthy	20
3.4.6 – Faixas de Suficiência para os Índices DRIS	21
3.4.7 –Índice de Equilíbrio Nutricional Médio.....	22
3.4.8– Classes de Potencial de Resposta à Adubação.....	23
3.4.9 – Avaliação da Utilização de Normas Específicas e de Normas Gerais.....	23
3.4.10 – Avaliação da Influência da Exclusão de Nutrientes com Alta Variabilidade nas Normas DRIS nos Diagnósticos do Equilíbrio Nutricional.....	24
3.5– Proposição de Método Alternativo para Determinação dos Valores de Referência para uso no Método Kenworthy e no Método DRIS	25
3.5.1 – Para o Método Kenworthy	25
3.5.1.1 – Linha de Fronteira.....	25
3.5.1.2 – Chance Matemática	26
3.5.2 – Para o Método DRIS	27
3.5.3 – Influência da Utilização dos “Novos” Valores de Referência sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos Kenworthy e DRIS obtidos com Normas Específicas ou Normas Gerais	27
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 – Normas KW e DRIS para Plantios Jovens de Eucalipto no Estado de São Paulo e seu Grau de Universalidade	28
4.2 – Grau de Universalidade dos Diagnósticos Obtidos, pelos métodos KW, DRIS e PRA, com o Uso de Normas Gerais e Específicas	40

4.2.1 – Diagnósticos com Base em Normas Específicas para as Empresas 1 e 2 <i>versus</i> Norma Geral obtida pelo Conjunto dessas Empresas	41
4.2.2 – Diagnósticos com Base em Normas Específicas Conforme os Vários Critérios de Estratificação Adotados para cada Empresa <i>versus</i> Normas Gerais para a Empresa.....	43
4.2.2.1 – Região de Plantio.....	43
4.2.2.2 – Estação de Plantio.....	44
4.2.2.3 - Material Genético	45
4.2.2.4 - Cultura Antecessora.....	50
4.2.2.5 – Textura do Solo.....	50
4.2.2.6 – Critérios de Estratificação Consolidados e Decisão Sobre Normas a Serem Utilizadas	53
4.3 – Teores de Nutrientes Associados aos Valores de Referência do Método Kenworthy para a Avaliação do Estado Nutricional de Plantios Jovens de Eucalipto quanto ao Grau de Balanço	57
4.4 –Influência de Normas com Elevada Variabilidade sobre a Diagnose pelo DRIS de outros Nutrientes e sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos Obtidos pela Utilização de Diferentes Conjuntos de Normas	59
4.4.1 – Influência da Exclusão de Fe e Mn Sobre os Diagnósticos dos Demais Nutrientes Quanto ao Equilíbrio a Partir de Normas Específicas	59
4.4.2 – Influência da Exclusão de Fe e Mn sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos dos demais Nutrientes quanto ao Equilíbrio, a partir da Utilização de Normas Específicas <i>versus</i> Normas Gerais	64
4.5 – Valores de Referência para Uso no Método Kenworthy e no DRIS com Maior Significado Biológico.....	66

4.5.1 - Para o Método Kenworthy	66
4.5.1.1 – Linha de Fronteira	66
4.5.1.2 – Chance Matemática	68
4.5.1.3 – Significado do “Sesgo” entre Linha de Fronteira e Chance Matemática	71
4.5.2 – Para o método DRIS	73
4.5.2.1 – Método da Linha de Fronteira	73
4.5.2.2 – Método da Chance Matemática	73
4.5.3 – Influência da Utilização dos “Novos” Valores de Referência sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos Kenworthy e DRIS obtidos com Normas Específicas ou Normas Gerais	75
5 – CONCLUSÕES.....	77
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

RESUMO

FERNANDES, Loane Vaz, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto.** Orientador: Nairam Félix de Barros. Co-Orientadores: Júlio César Lima Neves, Roberto de Aquino Leite e Roberto Ferreira de Novais

Os plantios com eucalipto no país ocupam 4,3 megahectares, dos quais 22 % encontram-se no estado de São Paulo. Diversos trabalhos concluem que há correlação positiva e estreita entre acúmulo de nutrientes e taxa de crescimento do eucalipto, e que os teores de nutrientes nas folhas refletem os fluxos de água e nutrientes no sistema e se correlacionam com a produtividade. Assim, a diagnose nutricional com base em análise de tecido pode ser utilizada como ferramenta complementar à análise de solo para subsidiar o manejo nutricional das culturas. Dos métodos de diagnose existentes, o proposto por Kenworthy (KW) avalia o balanço, considerando os nutrientes de forma individual além de incorporar a variabilidade do teor na população de referência. Já o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils, avalia o equilíbrio nutricional por meio de relações entre os nutrientes. Para ambos há necessidade de se dispor de valores de referência, ou seja, de normas. Os objetivos deste trabalho foram: 1) obter normas para os métodos KW e DRIS, aplicáveis à diagnose do estado nutricional, com base em análise foliar, de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo; 2) avaliar o grau de universalidade das normas e dos diagnósticos; 3) avaliar a influência da exclusão de nutrientes cujas normas apresentam altos teores e variabilidade sobre a diagnose, quanto ao equilíbrio, dos demais nutrientes; 4) desenvolver método alternativo, com enfoque mais biológico, para a definição das faixas de suficiência para KW e DRIS; 5) contribuir para a parametrização e aprimoramento do aplicativo computacional NUTREELYPTUS. Foi utilizado banco de dados de análises foliares de 1.150 talhões de plantios jovens de eucalipto, em áreas de duas empresas, contendo informações referentes aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B e produtividade. Foi realizada a estratificação deste, determinando a população de referência, cuja altura era maior que a altura média. Foram calculados conjuntos de normas específicas (por época e região de plantio, material genético,

cultura antecessora e classe textural), e gerais (por Empresa e para o estado de São Paulo). As normas específicas foram comparadas com as normas tidas como gerais para cada situação, mediante o teste t para as médias e o teste F para as variâncias. A seguir, com o auxílio do NUTREELYPTUS, parametrizado com essas normas (específicas e gerais) e faixas de suficiência, foram obtidos os diagnósticos do estado nutricional de plantios de baixa produtividade quanto ao balanço (índices KW) e equilíbrio (índices DRIS e classes de Potencial de Resposta à Adubação - PRA), que foram comparados, em nível de talhão, pela Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC). Foram utilizados os métodos da Região de Fronteira (RF) e da Chance Matemática Relativa (ChMR) para a obtenção de limites das faixas de suficiência com maior significado biológico. Foram obtidos conjuntos de normas específicas e normas gerais úteis à diagnose do estado nutricional de plantios jovens de eucalipto no estado de São Paulo. O grau de universalidade das normas KW e DRIS varia conforme o parâmetro usado (média, variância ou ambas conjuntamente) e independente do parâmetro é menor do que o dos diagnósticos produzidos com o uso destas normas. Numa mesma empresa, os altos valores de FDC permitem que normas gerais sejam utilizadas. A exclusão de Fe e Mn, nutrientes cujas médias em geral apresentaram-se elevadas e com as maiores variabilidades, aumenta a sensibilidade dos diagnósticos quanto ao equilíbrio nutricional, mas não altera de modo relevante o grau de universalidade dos diagnósticos produzidos. Os métodos RF e ChMR podem ser utilizados visando à obtenção dos limites das faixas de suficiência com maior significado biológico, visando à interpretação de índices KW e DRIS. A utilização desses novos limites de faixas de suficiência pouco alterou a FDC obtidos com normas específicas ou gerais. Para a avaliação do estado nutricional de plantios jovens de eucalipto recomenda-se a utilização dos limites das faixas de suficiência KW e DRIS como proposto neste trabalho pelo método ChMR. São necessários estudos adicionais de modo a correlacionar o estado nutricional de plantios jovens de eucalipto com a produtividade na idade de corte.

ABSTRACT

FERNANDES, Loane Vaz, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Standards and sufficient ranges for leaf nutrient diagnosis based on eucalypt tree relative growth.** Adviser: Nairam Félix de Barros. Co Advisers: Júlio César Lima Neves, Roberto de Aquino Leite and Roberto Ferreira de Novais

The eucalyptus plantations in Brazil cover 4.3 Mha of which 22% is in the state of Sao Paulo. Several studies conclude that there is close and positive correlation between nutrient content and eucalyptus growth rate, and nutrient contents in the leaves reflect the flow of water and nutrients in the soil and correlate with productivity. Thus, the nutritional diagnosis based on tissue analysis can be used as a complementary tool to soil analysis to support crop nutritional management. Among the existing methods of plant nutrient diagnosis, that proposed by Kenworthy (KW) evaluates the balance of nutrients, considering each nutrient individually and the variability of nutrient content in the reference population. On the other hand, the Integrated Diagnosis and Recommendation (DRIS), proposed by Beaufils, evaluates the nutrient equilibrium through the ratio between nutrients. For both it is necessary to construct a set of nutrient standards. The objectives of this work were 1) to obtain standards for KW and DRIS methods, applicable to the diagnosis of nutritional status, based on foliar analysis of young eucalyptus plantations in the state of São Paulo, Brazil; 2) to evaluate the degree of universality of the norms or standards and diagnosis; 3) to evaluate the influence of excluding one or more nutrients showing high contents and high variability in their contents on the diagnosis and on the equilibrium of other nutrients; 4) to develop an alternative method with high biologic meaning, for the definition of sufficiency ranges for the KW and DRIS indexes; 5) to contribute to the improvement of the software NUTREELYPTUS, for leaf nutrient diagnosis. We used database from 1,150 plots of young eucalyptus plantations from which leaves were collected for analysis. The available information included N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn, and B contents and tree stem height. This stratification was performed by determining the reference population, for which height was greater than average height. We calculated specific (by age and region of cultivation, genetic material, previous crop and textural class) and general (by forest company and for the state of São Paulo) sets of standards. Specific

standards were compared with those taken as general standards for each situation by the t test for means and F test for variances. Then, using NUTREELYPTUS, parameterized with these standards (specific and general) and ranges of sufficiency, we obtained the diagnosis of the nutritional status of plantations showing low productivity considering the balance sheet (KW indexes) and equilibrium (DRIS indexes and Potential Response to Fertilization – PRA classes), which were compared, at plot level, based on the frequency of concordant diagnostics (FDC). We used the methods of the Boundary Region (BR) and Mathematics Relative Chance (ChMR) to obtain reference values with greater biological significance. Relevant sets of specific standards were obtained for the diagnosis of nutritional status of young eucalyptus plantations in São Paulo State. The degree of universality of KW and DRIS norms varies with the parameter used (mean, variance, or both together) and, independently of the parameter, is smaller than that of diagnostics made using these standards. For a given company, the high values of FDC allow general standards to be used. Excluding Fe and Mn, nutrients for which the average overall contents were elevated and the variability highest, increases the sensitivity of the diagnostic of nutritional equilibrium, but do not change the degree of universality of the diagnoses made. The KW and DRIS indexes obtained by BF and ChMR can be utilized to obtain the limits of sufficiency ranges with greater biological meaning, seeking the interpretation of foliar analyses. The use of these new limits of sufficiency ranges has little effect on the FDC obtained with specific or general standards. For assessing the nutritional status of young eucalyptus plantations it is recommended to use the limits of sufficiency ranges of KW and DRIS obtained by ChMR method, as proposed in this research. Further studies are needed in order to correlate the nutritional status of young eucalyptus plantations to yield at the harvest age.

1 – INTRODUÇÃO

O eucalipto é a principal essência florestal cultivada no País, cujos plantios e produtividade muito se expandiram desde sua introdução. Atualmente a área cultivada com espécies florestais no Brasil alcança 6,126 megahectares, dos quais 4,259 são ocupados pelo eucalipto. O setor de base florestal é responsável pela geração de 4,7 milhões de empregos e por 4,5 % do PIB do Brasil. No Estado de São Paulo, objeto de estudo deste trabalho, encontram-se 934 mil ha de florestas de eucalipto, representando 22 % da área com a cultura no País, a segunda maior, menor apenas que a do Estado de Minas Gerais. O principal destino dos plantios florestais no Estado de São Paulo é a produção de madeira, utilizada principalmente em indústrias de celulose e produtos derivados da madeira, como chapas e placas (ABRAF, 2009).

O cultivo do eucalipto no Brasil ocorre, principalmente, em solos de baixa fertilidade natural ou degradados, sendo a pobreza nutricional corrigida via adubação, de modo a suprir o solo de nutrientes necessários ao crescimento das árvores.

A produtividade do eucalipto, mensurada pelo incremento médio anual de tronco (IMA), no Brasil, foi muito aumentada a partir das décadas de 60-70 do século passado, de um valor próximo de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ aos 8 anos, para, atualmente, valores médios em torno de $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ aos 7 anos, havendo áreas em que atinge, como média de grandes plantios comerciais, 55 a $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ aos 7 anos, garantindo ao País os sítios de maiores produtividades em nível mundial.

Esse expressivo aumento de produtividade foi consequência de ganhos genéticos e do manejo adotado, especialmente dos aspectos relacionados à nutrição, que assumem grande importância quando se pensa, também, na sustentabilidade da produtividade dos plantios.

No eucalipto há correlação positiva e estreita entre a taxa de acúmulo de nutrientes e a taxa de crescimento, e as exigências nutricionais dependem de diversos fatores, como idade da planta, material genético e sítio (Barros e Novais, 1990). Relacionando o aporte de nutriente com as fases de crescimento, Gonçalves et al. (1997) estratificaram o ciclo do eucalipto em três fases: na fase inicial as taxas de acúmulo de biomassa e nutrientes são baixas, e o fósforo é o nutriente demandado em maior

quantidade; na segunda fase as taxas de crescimento e acúmulo de nutrientes são elevadas e a planta demanda em maiores quantidades nitrogênio e potássio; já a terceira fase do ciclo é caracterizada por baixa taxa de acúmulo de nutrientes e estabilização na taxa de crescimento. A duração de cada fase varia com a disponibilidade de fatores como clima (radiação solar, temperatura, precipitação pluvial), nutrientes e material genético, refletindo nos teores dos nutrientes nas plantas.

Esses teores podem refletir os fluxos de água e nutrientes no sistema (Silva, 2001) e se correlacionam com a produtividade das culturas (Evenhuis e Waard, 1980). Neste sentido, a diagnose nutricional pode ser utilizada como ferramenta complementar à análise de solo, de forma a adequar a adubação a ser feita pela quantidade de nutrientes absorvida e demandada pela planta, conforme o teor do nutriente já existente frente ao necessário para garantir a produtividade.

Para as culturas em geral busca-se estabelecer uma relação entre a produtividade e o teor de um dado nutriente no tecido para maximizar o potencial genético e o manejo adotado, visando maiores produtividades. Estes teores ideais são denominados valores de referência ou normas, a partir dos quais, e considerando sua variabilidade, são obtidos os limites das faixas de suficiência. A população geradora dessas normas e valores é denominada de população de referência, geralmente a de alta produtividade, uma vez que nela nutrição e os demais fatores de produção encontram-se mais bem ajustados.

Os métodos de diagnose podem considerar os nutrientes de forma individual ou em conjunto, e, assim, avaliar o balanço ou o equilíbrio, respectivamente. Nesse sentido, o método proposto por Kenworthy (1961) avalia o balanço nutricional, considerando os teores dos nutrientes de forma individual. O balanço, possui acepção quantitativa e pode ser entendido como o grau de saciedade da “fome” da planta em relação ao nutriente (Neves et al., 2008).. Em essência, o teor do nutriente no tecido vegetal é uma variável bivariada, pois resulta do quociente entre as taxas de acúmulo do nutriente e de crescimento da planta, estando, portanto, sujeito ao efeito do crescimento, que pode se traduzir em diluição ou concentração do nutriente na massa vegetal produzida (Jarrel e Beverly, 1981), fatos que explicam, pelo menos em parte, a proposição de Bataglia et al. (1992) no sentido de que a relação entre os teores de um dado nutriente e a produção de matéria seca pode não ser simples nem direta.

Há, assim, também, a necessidade de se avaliar o equilíbrio nutricional da cultura, que pode ser entendido como a “qualidade da dieta” (Neves et al., 2008), o que pode ser feito pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils (1973), por meio de relações duais entre os nutrientes.

Os métodos Kenworthy e DRIS utilizados isoladamente apresentam limitações. Como exemplo, uma lavoura pode estar com os nutrientes equilibrados entre si, mas em baixos teores. Do ponto de vista da nutrição, para que a cultura apresente alta produtividade, ela necessita estar bem ajustada quanto ao balanço e ao equilíbrio. Assim, esses métodos quando usados em conjunto constituem ferramenta capaz de avaliar de forma eficiente o estado nutricional de uma lavoura.

Entretanto, há questionamentos relativos ao fato de que nesses métodos os limites das faixas de suficiência relacionados às classes de estado nutricional, sejam quanto ao balanço ou ao equilíbrio, são determinados segundo uma abordagem meramente estatística. Assim é oportuno desenvolver método alternativo para tal determinação, com enfoque mais biológico, que possa melhor refletir o relacionamento da nutrição com a produtividade.

Uma das proposições do DRIS é a sua universalidade, ou seja, a possibilidade de utilizar as normas independentemente da variedade, idade e condições de cultivo, uma vez que, segundo Beaufils (1973), as relações duais apresentam estabilidade muito maior que os teores considerados individualmente. Entretanto, diversos trabalhos concluem que a utilização de normas obtidas para uma determinada variedade, num conjunto restrito de condições, conduz à maior acurácia nos resultados, levando a necessidade de calibrar esta ferramenta para diferentes regiões de cultivo.

No NUTREE - Programa em Nutrição e Solos Florestais desenvolvem-se, atualmente, trabalhos sistemáticos visando obter normas e limites das faixas de suficiência para plantios jovens de eucalipto nas principais áreas de cultivo dessa cultura no Brasil, já disponíveis para a região do Vale do Rio Doce – Minas Gerais (Silva, 2006), para a região litorânea norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Rocha, 2008) e para a região Oeste do Maranhão/Sudeste do Pará (Fernandes et al., 2009), não havendo, contudo, disponibilidade dessas informações para o Estado de São Paulo.

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Obter normas úteis à avaliação, com base em análise foliar, do estado nutricional quanto ao balanço e ao equilíbrio nutricional para plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo;
- 2) Avaliar o grau de universalidade das normas e dos diagnósticos produzidos, quanto ao balanço e ao equilíbrio nutricional;
- 3) Avaliar a influência da exclusão de nutrientes cujas normas apresentam altos valores e altas variabilidades sobre a diagnose, quanto ao equilíbrio, dos demais nutrientes;
- 4) Desenvolver método alternativo, com enfoque mais biológico, para a definição das faixas de suficiência para avaliação do estado nutricional quanto ao grau de balanço e de equilíbrio;
- 5) Contribuir para a parametrização e o aprimoramento do aplicativo computacional NUTREELYPTUS, visando maior acurácia na avaliação do estado nutricional de plantios de eucalipto.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Diagnose do Estado Nutricional com Base em Análise de Tecido Vegetal

O conteúdo de um nutriente numa determinada cultura é a resultante de diversos fatores que interagem entre si, numa dinâmica entre solo e planta, que são características relacionadas à planta (material genético), solo (condições físicas, nutrientes presentes ou adicionados), condições climáticas (temperatura, radiação solar, precipitação pluvial) e práticas de manejo adotadas (modalidade de preparo do solo, espaçamento de plantio). Para que se possa utilizar adequadamente a ferramenta de diagnose nutricional três premissas devem ser seguidas, que em síntese dizem que há relação entre o aumento da disponibilidade do nutriente no solo e o aumento do teor do nutriente na planta e, com este, acréscimo da produção (Malavolta et al., 1997). Contudo, deve-se considerar a proposição de Bataglia et al. (1992) no sentido de que a relação entre os teores de um dado nutriente e a produção de matéria seca pode não ser simples nem direta.

Quanto ao órgão a ser analisado quimicamente e fornecer os valores dos teores dos nutrientes, Wadt (1996) concluiu que, em plantios adultos de eucalipto, o uso de todos os componentes da parte aérea (folhas, galhos cascas e lenho) poderia refletir melhor o estado nutricional da árvore, em todo o seu ciclo de vida, quando comparado à utilização apenas das folhas; entretanto, este procedimento tornaria a diagnose muito onerosa. Assim, Wadt (2004), em plantios de eucalipto com idade de 1 a 4,7 anos, utilizou os teores de nutrientes nas folhas, justificando que estes apresentam maior correlação com o crescimento futuro das árvores. Essa proposição já havia sido feita por Silva (2001) que concluiu que a utilização dos teores dos nutrientes nas folhas seria indicada para plantios jovens, refletindo melhor o estado nutricional do plantio, quando comparado à análise dos demais componentes da parte aérea.

A folha é o órgão indicado para a maioria das culturas, por ser o fisiologicamente mais ativo, responsável pela produção de assimilados, e assim nela há maior correlação entre os teores dos nutrientes e a produtividade da cultura (Cantarutti et al., 2007).

Uma vez analisado o tecido indicado, deve-se definir o método de diagnose foliar. Segundo Jones (1981) o sucesso de uma diagnose nutricional depende da obtenção de padrões de referência, da normatização da amostragem, do preparo das amostras, da qualidade das análises químicas do tecido e da interpretação dos resultados analíticos. Portanto, antes de se diagnosticar uma determinada cultura faz-se necessário a geração de normas para essa cultura. Estas normas são obtidas em populações de referência.

2.2 - População de Referência

Segundo Beaufils (1973) a população de plantas a ser utilizada na geração das normas para a diagnose nutricional deve refletir a variabilidade dos teores de nutrientes, concluindo pela indicação da população de média produtividade. Já Beverly (1987) recomenda que se deva utilizar toda a população para obter as normas, visto que assim se terá a melhor representação das condições reais da cultura, além de não ser necessária a coleta de dados relacionados à produtividade, culminando na diminuição do trabalho de campo. Uma terceira alternativa, a mais utilizada nos trabalhos na área florestal com eucalipto (Wadt et al., 1999; Wadt, 2004; Silva et al., 2004; 2005; Rocha, 2008, Fernandes et al., 2009) é o uso da população de alta produtividade. Como a boa nutrição é condição necessária, mas não suficiente, à obtenção de altas produtividades, em lavouras de alta produtividade a nutrição e os demais fatores de produção estão bem ajustados (Neves et al., 2008). Também, em lavouras de alta produtividade os teores dos nutrientes encontram-se mais próximos dos ótimos fisiológicos, justificando a escolha dessas para compor a população de referência, geradora das normas (Wadt, 1996).

Outra vantagem de se trabalhar com populações de alta produtividade é o fato de nelas os teores apresentarem menor variabilidade comparativamente ao uso da população de média produtividade ou de toda a população, resultando num menor coeficiente de variação dos teores e maior sensibilidade de diagnose, principalmente quando se utiliza o método de avaliação do balanço nutricional proposto por Kenworthy (1961).

2.3 – Métodos para Avaliação do Estado Nutricional com Base em Análise de Tecido

2.3.1 – Nível Crítico

O Nível Crítico é o método mais simples para uso na diagnose do estado nutricional com base em análises de tecido, sendo o precursor dos demais métodos.

O conceito de nível crítico é probabilístico, sendo o teor do nutriente que separa populações com alta probabilidade de resposta à adubação, nas quais o teor do nutriente encontra-se abaixo do nível crítico, daquelas de baixa probabilidade de resposta, em que o teor do nutriente é igual ou superior ao nível crítico, avaliando-se cada nutriente de forma individual (Lagatu e Maumé, 1934; Bates, 1971).

Este método é de grande simplicidade e está sujeito a diversos fatores, que se relacionam à utilização do teor, que poderá variar conforme o crescimento da planta, resultando em efeitos de concentração ou diluição (Jarrel e Beverly, 1981), além de apresentar dependência das características do solo, clima, época de amostragem, relação com outros nutrientes, práticas culturais, dentre outros (Bates, 1971).

Utilizando este método não é possível determinar qual nutriente é o mais limitante na diagnose, no caso de carências múltiplas (Cantarutti et al., 2007). Os valores de nível crítico de nutrientes no tecido são obtidos, com frequência, em experimentos utilizando-se doses crescentes do nutriente em estudo, mantendo-se o suprimento dos demais nutrientes e os demais fatores de produção supostamente no ótimo, a produtividade é medida e as curvas que relacionam a produtividade com o teor do nutriente são tratadas matematicamente, por derivação. Dessa forma, sob enfoque mais operacional, o nível crítico é conceituado como o teor do nutriente que possibilita a produtividade de máxima eficiência econômica.

A partir do nível crítico, surgiu a idéia de faixa de suficiência, acreditando-se que a definição de uma faixa é mais interessante do que um valor pontual no que tange à avaliação do estado nutricional da lavoura e do relacionamento com a produtividade.

Nessa linha, cabe mencionar que ao nível crítico, não obstante ser um conceito probabilístico, não se atrela um dado nível de incerteza, uma vez que os valores de nível

crítico não vêm acompanhados de respectivo intervalo de confiança, que expressa variabilidade, que é, segundo Prigogine (1996), subjacente aos eventos naturais.

Disso resultou a proposição dos índices balanceados de Kenworthy (1961).

2.3.2 – Índices Balanceados Kenworthy (IBKW)

Kenworthy (1961) desenvolveu um método de interpretação de análise foliar, para 11 nutrientes em árvores frutíferas, quanto ao balanço nutricional, estabelecendo faixas para a classificação dos teores de nutrientes na planta, introduzindo a variabilidade, expressa pelo conceito de coeficiente de variação, na diagnose foliar. Para isso, são criadas as classes com bases nos valores obtidos na população de referência. Os valores dos índices balanceados propostos por esse autor (IBKW) encontram-se distribuídos nestas classes, que compõe os limites das faixas de suficiência, sendo que os valores contidos entre 83 e 100 % constituem a faixa denominada boa e 100 e 117 %, a faixa alta; o IBKW de 100 % corresponde ao teor ótimo do nutriente em análise.

Este método trabalha com o aspecto quantitativo da diagnose nutricional, uma vez que avalia os nutrientes de forma isolada, e fornece informação do quanto o teor do nutriente encontrado num dado talhão dista dos valores de referência, tido como ideais, aceitando uma faixa de variabilidade. Esta variabilidade, expressa pelo CV, influencia significativamente a sensibilidade dos diagnósticos produzidos. A propósito, Kurihara (2004), utilizando o método Kenworthy para diagnosticar o estado nutricional de lavouras de soja na região central do Brasil, concluiu que nas situações em que o coeficiente de variação (CV) do teor do nutriente na população de referência era superior a 40 %, houve grande decréscimo na sensibilidade da diagnose, visto que a faixa normal assume maiores amplitudes em situações de maior CV. Tal fato foi também observado em plantios jovens de eucalipto implantados na região litorânea norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Rocha, 2008).

2.3.3- DRIS e Potencial de Resposta à Adubação

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) proposto por Beaufils (1973) avalia o equilíbrio nutricional por meio de índices numéricos baseados no afastamento entre os valores das relações duais entre os teores de nutrientes existentes numa dada lavoura sob diagnose e os valores das relações duais existentes na população de referência. Os valores de afastamento assim obtidos são denominados de

funções DRIS, cuja integração, para um mesmo nutriente, dá origem aos índices DRIS. Tais índices, um para cada nutriente envolvido na diagnose, expressam o grau de equilíbrio nutricional de um nutriente em relação a todos os demais.

O DRIS tem sido amplamente utilizado, com sucesso, em diversas culturas e condições edafoclimáticas (Silva, 2001), inclusive para o eucalipto (Wadt et al., 1999; Silva et al., 2004; 2005; Silva, 2006; Campion e Schole, 2007; Rocha, 2008; e Fernandes et al., 2009). Porém, não obstante sua denominação, o DRIS só contempla a vertente de diagnóstico.

Segundo Beaufils (1973) o uso das relações duais tem grandes vantagens em relação ao uso dos teores, pois as relações duais apresentariam maior estabilidade em diferentes situações, fazendo surgir a idéia de que as normas DRIS seriam universais, não variando conforme a cultura, idade e região. Essa preposição culminaria na idéia de que as normas seriam válidas, independente do órgão em análise, da idade da cultura, da região e condição de cultivo e do material genético em estudo. Entretanto diversos trabalhos concluem que a utilização de normas específicas, obtidas para um dado material genético, numa dada condição, fornece resultados mais acurados que normas gerais, como por exemplo, em eucalipto, os trabalhos de Wadt et al. (1999), Silva et al. (2005), Rocha (2008) e Fernandes et al. (2009), levando a concluir que as normas devem ser estabelecidas para as condições em que serão aplicadas.

Reis JR. & Monnerat (2002), em cana-de-açúcar, concluíram que a adoção de normas geradas em outro local pode ser feita desde que os teores de nutrientes nas lavouras sob diagnose sejam semelhantes aos daqueles encontrados nas lavouras geradoras das normas, argumentando que se os teores forem semelhantes, as relações entre estes também serão. Porém, Silva et al. (2005) e Rocha (2008), ao avaliarem este aspecto em plantios de eucalipto, em diferentes localidades na região leste de Minas Gerais e do Litoral Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia, respectivamente, concluíram que apesar de as normas pouco variarem entre os locais, houve diferença nos diagnósticos produzidos, e mais uma vez, que a adoção de normas específicas é o mais indicado.

Além de variarem com o sítio florestal, as normas DRIS para eucalipto variam com o material genético (Wadt, 1996; Rocha, 2008), com a idade dos plantios (Wadt et al., 1999; Silva, 2006), com a estação climática (seca ou chuvosa) em que é feita a

amostragem de folhas e com o manejo dos recursos água e nutrientes (Silva, 2006). Logo, como afirmam Neves et al. (2008), a utilização de normas e valores de referência que não contemplem esses efeitos pode resultar em diagnósticos equivocados, com consequências negativas importantes no manejo nutricional, na produtividade, na economicidade das fertilizações e na sustentabilidade da produção florestal.

Quando o objetivo da diagnose nutricional é subsidiar ajustes no programa de adubações de manutenção, em cobertura, é importante que a diagnose seja feita, de modo precoce, portanto em plantios jovens, devendo haver disponibilidade de normas e valores de referência para tais plantios (Neves et al., 2008). E mesmo em plantios jovens, as normas podem variar. A propósito, em plantios jovens de eucalipto na região do Vale do Rio Doce – Minas Gerais as normas DRIS variaram significativamente entre os plantios com um e com dois anos de idade, sendo que a utilização das normas obtidas para a idade de dois anos visando diagnosticar, pelo DRIS, os plantios com um ano, resultou em 51 % de diagnósticos equivocados, em termos da média de todos os macro e micronutrientes envolvidos na diagnose ou de 79 % quando foram considerados apenas os nutrientes limitantes por falta (Silva, 2006).

Para aproveitar melhor as informações fornecidas pelo DRIS, tornando-o capaz de fornecer mais que uma mera sequência ou ordem de limitação dos nutrientes, foi proposto o método do Potencial de Resposta à Adubação, PRA, (Wadt, 1996). O PRA permite obter para cada nutriente a classe de resposta à adubação, com base nos valores dos índices DRIS e no índice de equilíbrio nutricional médio da lavoura.

2.3.4 – Região de Fronteira

O método da linha de fronteira, proposto por Walworth et al. 1986 prevê o relacionamento entre os teores dos nutrientes ou das relações DRIS com valores de produtividade. Neste trabalho os autores utilizaram dados provenientes de 8000 lavouras de milho de todo o mundo e concluíram que a linha de fronteira pode ser usada para determinar o nível ótimo do nutriente ou relação no tecido vegetal, sendo portanto uma boa alternativa ao sistema do nível crítico. Além disso, pode se prever a produção máxima possível para qualquer conjunto de dados. Foi observado que o ótimo determinado pelo método da linha de fronteira e os estimados a partir da população de alto rendimento são muito próximos, portanto a linha de fronteira é tida com uma método aceitável e indicado para estimar estes parâmetros.

2.3.5 – Chance Matemática

O método da chance matemática (ChM) foi proposto por Wadt et al., (1998) e integra frequências de lavouras de alta produtividade e produtividades destas dentro de classes específicas de teor de certo nutriente, baseando-se na esperança matemática e tendo como pressuposto o fato de que em grandes populações a frequência observada se aproxima da probabilidade.

Na utilização deste método, após a determinação do número de classes, os teores do nutriente em estudo são ordenados em ordem crescente, juntamente com a produtividade associada a essa classe, e uma vez calculada a chance matemática, cuja unidade é a da produtividade da cultura em estudo, tem-se que o maior valor de chance matemática corresponde a faixa de teor em que há a maior probabilidade de se obter alta produtividade. As classes compreendidas entre os dois maiores valores de chance matemática correspondem a faixa ótima do nutriente e a mediana desses valores é o teor ótimo. Esse método permite determinar as faixas de suficiência e o nível ótimo sem a necessidade de instalação e condução de uma rede de experimentos de adubação.

Este método foi utilizado na diagnose nutricional de eucalipto (Wadt et al. 1996), soja (Kurihara, 2001; Urano et al., 2007) e algodão (Serra et al., 2010).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi confeccionado banco de dados contendo informações sobre teores foliares de macro e micronutrientes, produtividade, material genético, época de plantio e de amostragem, classe textural de solo, corretivos e fertilizantes utilizados referentes a plantios jovens (idade inferior a 2,3 anos) de eucalipto de duas empresas florestais implantados em diferentes localidades do Estado de São Paulo, num total de 1.150 talhões. De modo mais detalhado, essas e outras informações julgadas relevantes são apresentadas nos subitens a seguir.

3.1 – Localização da Área de Estudo

Na figura 1 estão assinalados os municípios onde estão situados os plantios de eucalipto utilizados neste estudo. Altitude e localização geográfica constam da tabela 1.

3.2 - Condições Edafoclimáticas da Área de Abrangência do Estudo

O clima da região em estudo segundo Köppen é do tipo Cwa, - temperado quente (mesotérmico), com chuvas de verão, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 22° C (Rolim et al., 2007). Para fins de apresentação dos dados relativos ao clima, os municípios foram alocados em oito grupos, conforme a localização geográfica: 1 : Cabrália Paulista, Duartina, Presidente Alves; 2: Avaré, Lençóis Paulista; 3: Capão Bonito; 4: Angatuba, Bofete, Conchas, Elias Fausto, Guareí, Itatinga, Paranapanema; 5: Botucatu; 6: Anhembi, Buri; 7: Itu; 8: São Miguel Arcanjo.

Utilizando base de dados climáticos para a América do Sul disponível no NUTREE – Programa em Nutrição e Solos Florestais, fez-se a caracterização da temperatura dessas regiões, ao longo do ano (Figuras 2 a, b, c). Quanto à precipitação pluvial, foram utilizados dados disponíveis no DAEE-SP (Departamento de Água e Esgoto, São Paulo) consistindo de médias históricas da precipitação nessas regiões em base mensal (Figura 2 d) e em termos do total acumulado em base anual (Figura 3).

As classes de solo predominantes na região são Latossolo Vermelho distroférico e Latossolo Vermelho distrófico (IBGE, 2001). Mas, nas regiões de Paranapanema, Angatuba e Guareí a classe de solo característica é Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, e na região compreendida entre os municípios de Concha e Bofete encontram-se manchas de solo classificadas como Neossolo Litólico distrófico rodeadas por Argissolo Vermelho distrófico.

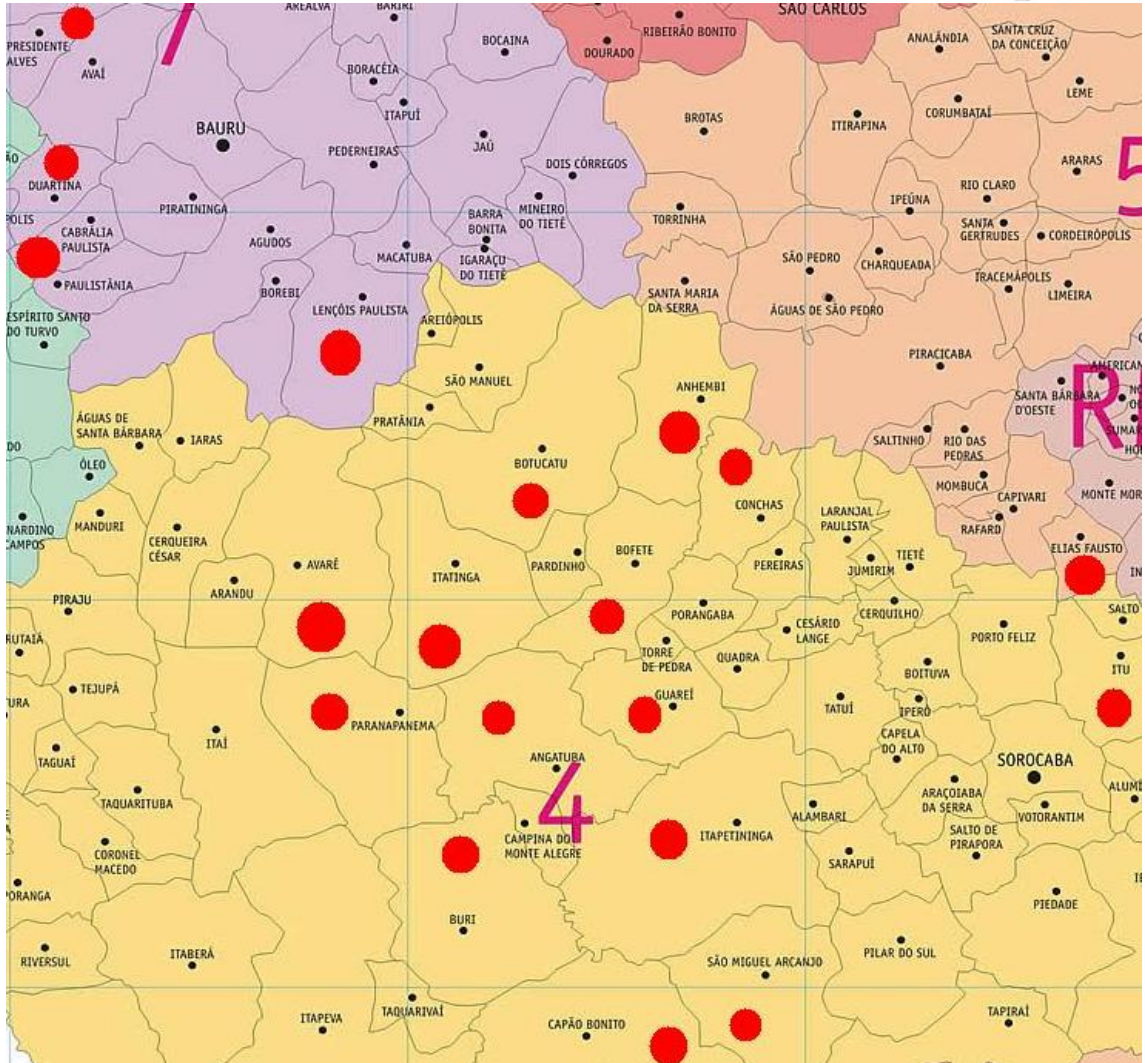
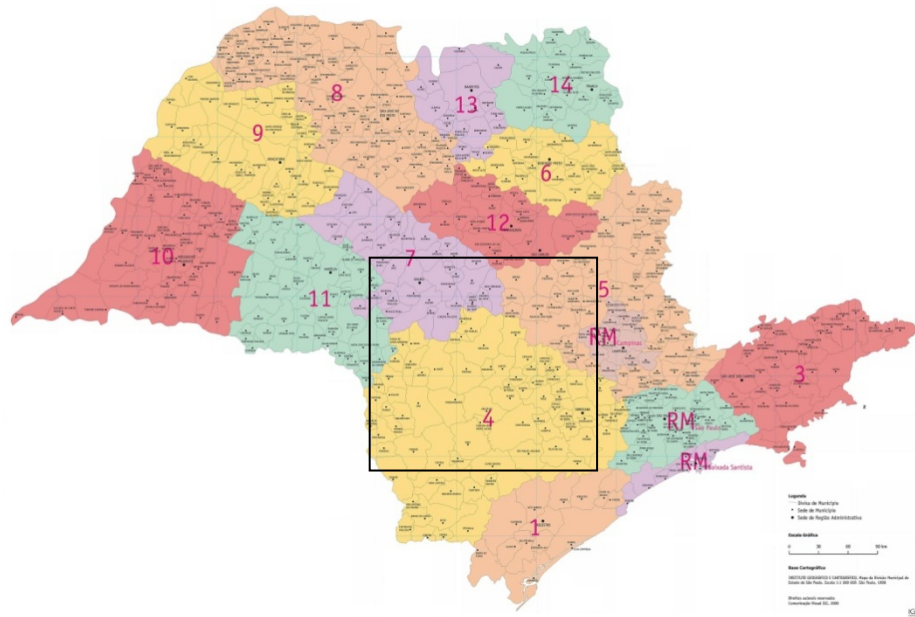


Figura 1: Mapa do Estado de São Paulo e no detalhe a região de estudo, onde os pontos em vermelho indicam os municípios nos quais se encontram os plantios de eucalipto estudados.

Tabela 1: Altitude, latitude e longitude em cada local que compõe a região em estudo

	Região	Altitude (m)	Latitude	Longitude
1	Angatuba	625	23° 29' 35'' S	48° 24' 43'' O
2	Anhembi	468	22° 47' 19'' S	48° 07' 39'' O
3	Avaré	778	23° 06' 16'' S	48° 56' 23'' O
4	Bofete	552	23° 06' 02'' S	48° 15' 37'' O
5	Botucatu	866	22° 53' 45'' S	48° 27' 07'' O
6	Buri	597	23° 47' 54'' S	48° 35' 48'' O
7	Cabrália Paulista	559	22° 27' 34'' S	49° 20' 15'' O
8	Capão Bonito	684	24° 00' 13'' S	48° 30' 21'' O
9	Conchas	495	23° 00' 49'' S	48° 00' 21'' O
10	Duartina	500	22° 24' 54'' S	49° 24' 24'' O
11	Elias Fausto	585	23° 02' 37'' S	47° 22' 27'' O
12	Guareí	645	23° 22' 30'' S	48° 10' 53'' O
13	Itapetininga	636	25° 35' 43'' S	48° 03' 09'' O
14	Itatinga	833	23° 06' 09'' S	48° 36' 55'' O
15	Itu	590	23° 15' 56'' S	47° 56' 48'' O
17	Paranapanema	611	23° 23' 09'' S	48° 43' 29'' O
18	Presidente Alves	580	22° 05' 55'' S	49° 26' 19'' O
19	São Miguel Arcanjo	676	23° 52' 53'' S	47° 59' 18'' O

3.3 – Teores Foliare de Nutrientes da Base de Dados

Os teores de nutrientes da base de dados foram determinados em amostras de folhas coletadas em talhões comerciais de plantios jovens (abrangendo de 0,4 a 2,4 anos), em campanhas de monitoramento nutricional realizadas pelas empresas. As amostras foliares foram obtidas no terço médio da copa, terço médio dos ramos, de 10 a 15 árvores, escolhidas aleatoriamente nos talhões, sendo, em cada árvore, obtidas folhas das exposições norte, sul, leste e oeste.

As amostras de folhas foram secas, moídas, mineralizadas e analisadas, conforme métodos rotineiros, obtendo-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B.

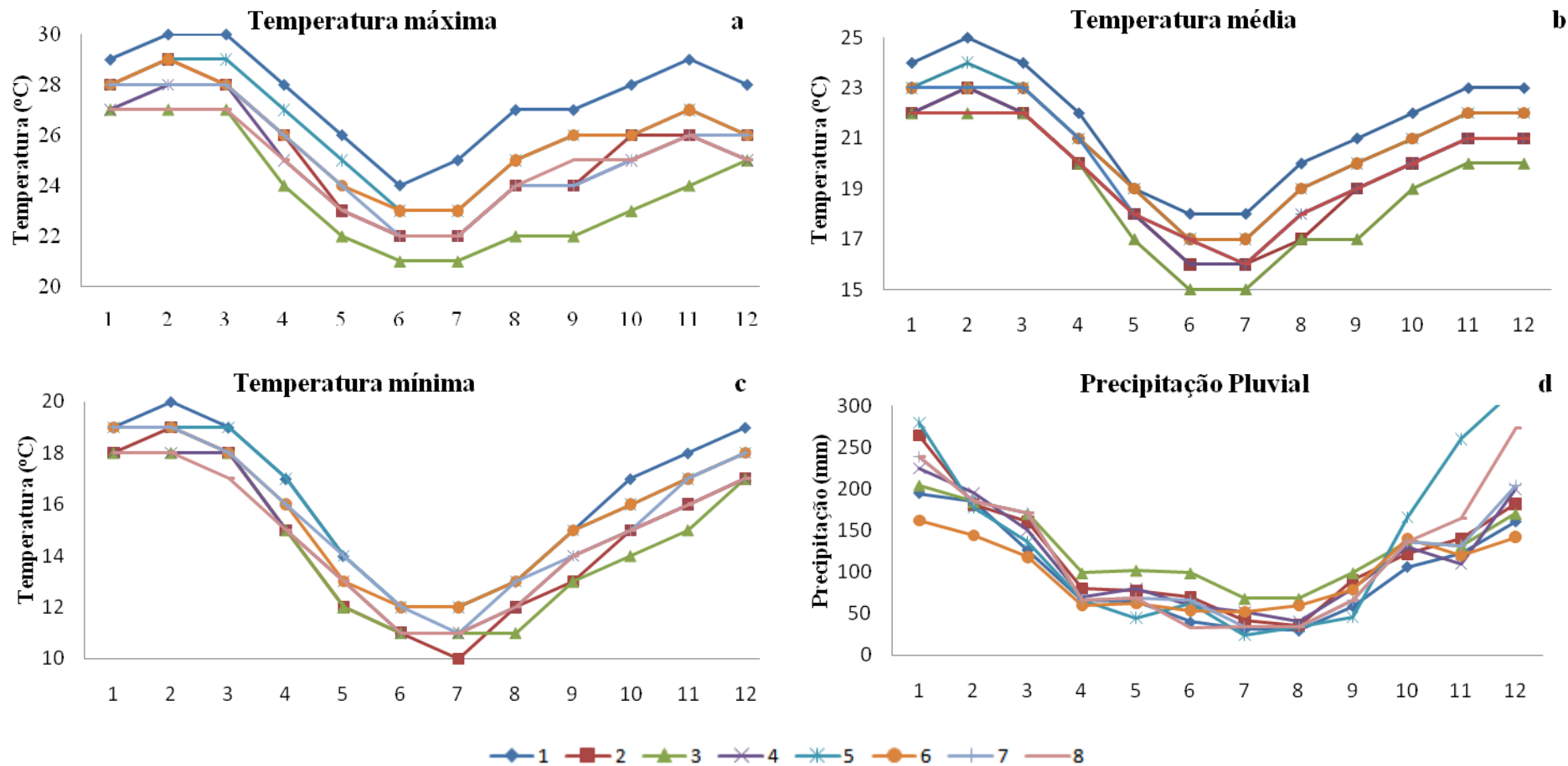


Figura 2: Gráfico das temperaturas máximas(a), mínimas (b) e médias (c) e precipitação pluvial (d) das regiões em estudo, onde o eixo horizontal representa os meses do ano. No gráfico 1: Cabrália Paulista, Duartina e Presidente Alves; 2: Avaré e Lençóis Paulista; 3: Capão Bonito e Itapetininga; 4: Angatuba, Bofete, Conchas, Elias Fausto, Guareí, Itatinga e Paranapanema; 5: Botucatu; 6: Anhembi e Buri; 7: Itu; 8: São Miguel Arcanjo

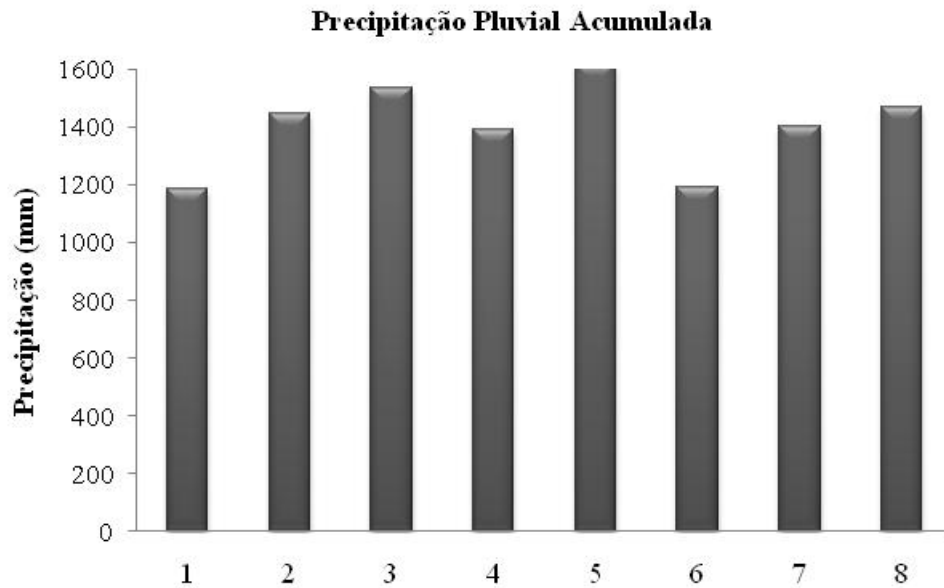


Figura 3: Precipitação pluvial acumulada anual, segundo séries históricas (DAAE-SP), para diferentes regiões do Estado de São Paulo - 1 : Cabrália Paulista, Duartina, Presidente Alves; 2: Avaré, Lençóis Paulista; 3: Capão Bonito e Itapetininga; 4: Angatuba, Bofete, Conchas, Elias Fausto, Guareí, Itatinga, Paranapanema; 5: Botucatu; 6: Anhembi, Buri; 7: Itu; 8: São Miguel Arcanjo

3.4 – Processamento e Análise dos Dados

3.4.1 – População de Referência

Primeiramente foi definida a população de referência para cada empresa. Para isso fez-se necessário a utilização de formas distintas de cálculos conforme a empresa.

Para a Empresa 1 foram obtidas equações de regressão entre os dados de altura das árvores e a idade de medição, que melhor se ajustassem ao conjunto de todos os dados (população geral) e para todos os subconjuntos obtidos a partir das estratificações adicionais (populações específicas). Utilizando essas equações calculou-se a altura estimada em função da idade de medição das árvores, para cada situação. As árvores que possuíam altura medida maior que a altura estimada, para cada situação, foram utilizadas para compor a população de referência. Esse procedimento foi o mais adequado para a Empresa 1, uma vez que os dados encontram-se distribuídos em diversas idades, que vão de 0,4 a 6,2 anos.

Para a Empresa 2, visto que havia grande concentração de dados (92 % dos talhões) em uma faixa de idades mais restrita, de 1,3 a 1,8 ano, a definição da população de referência foi feita com base na altura corrigida das árvores, que foi calculada pelo quociente da altura, em metro, pela idade de medição, em ano, e expressa, assim, em $m \text{ ano}^{-1}$. Foram feitas as estratificações adicionais, obtendo-se as populações específicas. Os talhões cujas árvores apresentavam altura corrigida maior que a altura corrigida média para cada situação foram selecionados para compor a população de referência.

Uma vez definida a população de referência para as duas empresas foram selecionados os talhões cuja idade das árvores por ocasião da medição era inferior a 2,4 anos, visto que o objetivo do trabalho foi a avaliação nutricional de plantios jovens.

Para compor a população geral do Estado de São Paulo foi feita a junção dos dados referentes à população de referência das duas Empresas.

Os números de talhões componentes das populações, segundo os critérios de estratificação adotados, constam da tabela 2.

Assim, foram gerados um total de 33 conjuntos de normas para os métodos Kenworthy e DRIS, considerando as normas gerais para o Estado de São Paulo, normas para a Empresa 1 e para a Empresa 2, para as diferentes situações estudadas em cada uma destas empresas, citadas na tabela 2.

3.4.2 –Normas para Uso no Método Kenworthy

Nas populações de referência referentes às estratificações referidas no item 3.4.1 foram determinados a média e a variabilidade (coeficiente de variação) dos teores foliares de nutrientes, que constituíram as normas para uso no método Kenworthy, conforme Kurihara (2004).

3.4.3 –Normas para Uso no Método DRIS

Nas populações de referência referentes às estratificações referidas no item 3.4.1 foram determinados os quocientes entre o teor de um dado nutriente em relação aos teores de cada um dos demais nutrientes, ou seja, as relações duais, bem como as respectivas variabilidades, expressas pelo desvio-padrão, que constituíram as normas DRIS.

Tabela 2: Número de talhões de plantios de eucalipto que compõe a população geral e a população de referência para cada situação de estudo em cada uma de duas empresas florestais do Estado de São Paulo

Empresa 1					
Situação ^{1/}	População Original ^{2/}	População Referência ^{3/}	Situação	População Original	População Referência
Geral	627	218	Por Material Genético		
Região ^{4/}	1	99	<i>E. grandis</i> 1	126	23
			<i>E. grandis</i> 2	50	19
			<i>E. grandis</i> 3	37	16
			<i>E. grandis</i> 4	28	16
			<i>E. urograndis</i> 1 ^{6/}	112	43
2	130	36	<i>E. urograndis</i> 2	55	28
3	202	59	<i>E. urograndis</i> 3	52	25
4	65	31	<i>E. urograndis</i> 4	33	19
Estação de Plantio	Chuvosa	105	<i>E. urograndis</i> 5	25	15
			Seca	336	113
Origem do Material Genético	<i>E. grandis</i>	78	Cultura Anterior		
			Eucalipto	355	150
			Pastagem e Cana	192	71
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	416	144	Textura do Solo		
			Arenosa	390	147
			Média/Argilosa	234	70

Empresa 2					
Situação	População Original	População Referência	Situação	População Original	População Referência
Geral	659	335	Por Material Genético		
Região ^{5/}	1	50	<i>E. grandis</i> x <i>E. resinífera</i>	174	103
			<i>E. grandis</i> híbrido	305	144
			<i>E. platyphylla</i>	130	68
2	554	282	<i>E. saligna</i>	48	25
Estação de Plantio	Chuvosa	153			
			Seca	258	182

^{1/} Situações estudadas, obtidas a partir das estratificações da população geral de talhões de cada empresa ^{2/} número de talhões da população original de cada situação; ^{3/} número de talhões da população de referência para cada situação. ^{4/} 1: Avaré, Botucatu, Lençóis Paulista e Paranapanema; 2: Angatuba, Bofete, Guareí e Itatinga; 3: Buri, Itapetininga e São Miguel Arcanjo; 4: Cabrália Paulista e Duartina; ^{5/} 1: Capão Bonito, Elias Fausto e Itu; 2: Angatuba, Anhembi, Avaré, Bofete, Botucatu, Conchas, Itatinga e Presidente Alves; ^{6/} *E. urograndis*: material genético híbrido, derivado de *E. grandis* x *E. urophylla*.

3.4.4 – Avaliação da Universalidade das Normas

Como as normas consistem da média e da variabilidade, para avaliar o grau de universalidade das normas KW e DRIS, as normas obtidas nas diferentes situações de

estratificação consideradas para os plantios jovens no Estado de São Paulo, ou seja, as normas específicas, foram comparadas com as normas gerais, ou seja, aquelas obtidas para o conjunto de cada uma dessas situações, com base na variância e na média.

Para verificar a homogeneidade de variância entre as populações foi realizado o teste F unilateral ($p < 0,05$), pelo quociente entre a maior e a menor variância, como mostrado na equação 1:

$$F = \frac{S_A^2}{S_B^2} \quad (\text{Equação 1})$$

em que

S_A^2 = variância de maior valor;

S_B^2 = variância de menor valor;

A avaliação de diferença entre as normas, quanto a média, foi feita com base no teste t bilateral ($p < 0,05$). Para as comparações entre populações com variância homogênea, o teste t foi aplicado conforme as equações 2 e 3:

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{s_c^2 (1/n_1 + 1/n_2)}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$s_c^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (\text{Equação 3})$$

em que

$(n_1 + n_2 - 2)$ são os graus de liberdade;

\bar{y}_1 e \bar{y}_2 : normas dos métodos de diagnose (Kenworthy ou DRIS) das duas populações;

s_1^2 e s_2^2 : variância das normas das populações 1 (específica) e 2 (geral), utilizadas em cada comparação;

s_c^2 : variância comum entre as populações em comparação;

n_1 e n_2 : número de talhões de cada população (1 e 2), em comparação.

Nos casos em que a variância foi heterogênea, o cálculo do teste t foi feita utilizando a equação 2, mas para o cálculo do número de graus de liberdade (n^*), utilizou-se a equação 4:

$$n^* = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \quad \square \quad \text{(Equação 4)}$$

Para as normas KW, a frequência de concordância entre as normas (FNC) foi calculada para a média e para a variabilidade (considerada em termos da variância), pela frequência relativa (em %) em que as normas não diferiam significativamente.

Para as normas DRIS, ou seja, as relações duais entre os teores de nutrientes, a FNC foi calculada também para a média e para a variabilidade (considerada em termos da variância), pela frequência relativa (em %) em que as relações duais (forma direta e inversa) envolvendo cada nutriente não diferiam significativamente.

3.4.5 –Faixas de Suficiência para os Teores de Nutrientes pelo Método Kenworthy

Com base nas normas para uso no método Kenworthy foram calculados os limites das classes de suficiência dos teores foliares de nutrientes considerando os limites para os valores dos índices balanceados (IBKW) das seguintes classes de balanço propostas por Kenworthy (1961): deficiente (IBKW < 50 %); tendência a suficiente (50 ≤ IBKW < 83 %); suficiente (83 ≤ IBKW < 100 %); alta (100 ≤ IBKW < 117 %); tendência a excessiva (117 ≤ IBKW < 150 %) e excessiva (150 % ≤ IBKW).

O cálculo dos valores de IBKW foi feito com base nas equações de 5 a 7:

$$P = 100 Y_i / \bar{Y} \quad \text{(Equação 5)}$$

$$I = CV (Y_i - \bar{Y}) \frac{\bar{Y}}{Y_i} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$IBKW = P - I \quad \text{(Equação 7)}$$

em que

P = proporção (%) entre o teor do nutriente na amostra (Y_i) e o teor padrão (\bar{Y});

I = influência da variação (%);

CV = coeficiente de variação (%) do teor do nutriente na população de referência;

Assim, limites das faixas de suficiência dos teores foliares correspondentes a cada classe de balanço foram obtidos pelas equações de 8 a 13:

Para a classe Deficiente:

$$Y_i < (50 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \quad (\text{Equação 8})$$

Para a classe Tendente a Suficiente:

$$Y_i \geq (50 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \text{ e } Y_i < (83 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \quad (\text{Equação 9})$$

Para a classe Suficiente:

$$Y_i \geq (83 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \text{ e } Y_i < (100 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \quad (\text{Equação 10})$$

Para a classe Alto:

$$Y_i \geq (100 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \text{ e } Y_i < (117 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \quad (\text{Equação 11})$$

Para a classe Tendente a Excessivo:

$$Y_i \geq (117 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \text{ e } Y_i < (150 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \quad (\text{Equação 12})$$

Para a classe Excessivo:

$$Y_i \geq (150 - CV) / ((100 / \bar{Y}) - (CV / \bar{Y})) \quad (\text{Equação 13})$$

Os limites das faixas de suficiência obtidos foram comparados àqueles verificados para plantios jovens de eucalipto em outras regiões do País: Vale do Rio Doce – Minas Gerais (Silva, 2006), Litoral Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Rocha, 2008) e Oeste do Maranhão/Sudeste do Pará (Fernandes et al., 2009).

3.4.6 – Faixas de Suficiência para os Índices DRIS

Para cada nutriente, os valores dos índices DRIS obtidos, expressos em unidades de desvio-padrão, e com base nas faixas de Beaufils, com modificação, foram dispostos nas seguintes faixas de suficiência: Deficiente (< -1,33), Tendência a Suficiente (-1,33 a -0,66), Suficiente (-0,66 a 0,00), Alta (0,00 a 0,66), Tendência a Excessivo (0,66 a 1,33), Excessivo (> 1,33).

Por sua vez, para a obtenção dos índices DRIS, primeiramente com base nas normas DRIS, foi calculado, conforme Jones (1981), o afastamento entre o valor de cada relação dual numa dada lavoura sob diagnose e a média da respectiva relação dual

na população de referência, levando-se em conta, também, o respectivo desvio-padrão, ou seja, um afastamento estudentizado, expresso em unidades de desvio-padrão, conforme a equação 14 (Alvarez V. e Leite, 1999):

$$z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] / s \quad (\text{Equação 14})$$

em que

A/B = relação dual entre os teores dos nutrientes A e B no talhão sob diagnose;

a/b = média das relações duais entre os teores dos nutrientes A e B na população de referência;

s = desvio-padrão das relações duais dos nutrientes A e B na população de referência.

$z(A/B)$ = afastamento estudentizado entre o valor da relação dual dos nutrientes A e B na lavoura sob diagnose (A/B) e a média do valor da relação dual entre os nutrientes A e B da população de referência (a/b), expresso em unidades de desvio-padrão.

Então, o cálculo do índice DRIS de cada nutriente foi feito pela média aritmética dos afastamentos estudentizados das relações entre os nutrientes A e B, na sua forma direta (A/B) e inversa (B/A), segundo Alvarez V. & Leite (1999), expresso na equação 15:

$$IA = [z(A/B) - z(B/A) + z(A/C) - z(C/A) + \dots + z(A/N) - z(N/A)] / n \quad (\text{Equação 15})$$

em que

IA = índice DRIS do nutriente;

z = média dos afastamentos estudentizados ($z(A/B)$ e $z(B/A)$), sendo estas as funções DRIS nas formas diretas e inversas, respectivamente;

n = número de afastamentos estudentizados considerados.

3.4.7 –Índice de Equilíbrio Nutricional Médio

A soma dos valores absolutos dos índices DRIS, ou seja, dos valores em módulo, constitui o Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN, equação 16), sendo que quanto maior o valor desse índice, maior é o desequilíbrio nutricional da cultura em questão (Sumner, 1977). Ao dividir o IEN pelo número de nutrientes envolvidos na

diagnose nutricional obtém-se o Índice de Equilíbrio Nutricional médio (IEN_m, equação 17), que reflete a média dos desvios de cada nutriente em relação ao ótimo (Wadt, 1996).

$$IEN = |A| + |B| + |C| + \dots + |N| \quad (\text{Equação 16})$$

$$IEN_m = \frac{IEN}{n} \quad (\text{Equação 17})$$

em que

IEN = índice de equilíbrio nutricional;

|A|... = valores dos índices DRIS para cada nutriente, em módulo;

IEN_m = índice de equilíbrio nutricional médio;

n = número de nutrientes envolvidos na diagnose nutricional.

3.4.8– Classes de Potencial de Resposta à Adubação

Com base no IEN_m e dos valores de índices DRIS foi feita a alocação de cada nutriente nas classes de Potencial de Resposta a Adubação (PRA), conforme proposto por Wadt (1996) e mostrado na tabela 3.

Tabela 3 – Classes de Potencial de Resposta à Adubação (PRA; Wadt, 1996) com base no Índice DRIS e no Índice de Equilíbrio Nutricional Médio (IEN_m)

Índice DRIS	Módulo do Índice DRIS	+ LF ou + LE	Classe de PRA
< 0	> IEN _m	Sim	P
< 0	> IEN _m	Não	Pz
≤ 0	≤ IEN _m	Independente	Z
≥ 0	≤ IEN _m	Independente	Z
> 0	> IEN _m	Não	Nz
> 0	> IEN _m	Sim	N

+ LF: o mais limitante por falta; + LE: o mais limitante por excesso; p: positiva, pz: positiva ou nula; z: nula; nz: negativa ou nula; n: negativa.

3.4.9 – Avaliação da Utilização de Normas Específicas e de Normas Gerais

Fez-se a avaliação do grau de universalidade dos diagnósticos realizados mediante o uso de normas específicas e de normas gerais. Para isso foi realizada a diagnose nutricional da população de baixa produtividade para cada situação estudada, utilizando normas específicas para esta condição, e outra diagnose para a mesma

população utilizando normas gerais. Os resultados obtidos, em nível de talhão, foram comparados com base na Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC), em nível de talhão, aplicados às classes de IBKW, DRIS e PRA.

3.4.10 – Avaliação da Influência da Exclusão de Nutrientes com Teores e Variabilidade Elevados nos Diagnósticos do Equilíbrio Nutricional

O método DRIS e conseqüentemente o PRA, que advém desse primeiro, são baseados no equilíbrio entre os nutrientes. Pela fórmula utilizada no cálculo das funções DRIS (item 3.4.6, equação 14), tem-se que o denominador é o desvio padrão, assim quanto maior o desvio padrão, como ocorre para as relações duais envolvendo nutrientes com alta variabilidade, menor será o valor absoluto da função DRIS, o que terá conseqüências no cálculo do valor do índice DRIS (item 3.4.6, equação 15). Assim, considerando o caráter relativo desses métodos, nutrientes que comumente apresentam grandes variabilidades em termos de teores e, conseqüentemente, nas relações duais entre si e com os demais nutrientes, esperadamente deveriam influenciar a sensibilidade da diagnose, diminuindo-a, com reflexos em sua acurácia e, assim, possivelmente, na FDC entre normas específicas e gerais, ou seja, no grau de universalidade dos diagnósticos produzidos para os demais nutrientes envolvidos na diagnose.

Neste trabalho, essa investigação foi feita pela exclusão do Fe e Mn, nutrientes com alta variabilidade nas normas e nas relações duais, considerando a Empresa 1 e escolhendo-se, a título de exemplo, a situação “Materiais genéticos originados de *Eucalyptus grandis* x *E.urophylla* (“urograndis”). Foi feita a diagnose do equilíbrio nutricional utilizando normas específicas para tal situação considerando todos os nutrientes (11) envolvidos na diagnose, e, também, a exclusão de Fe e Mn, levando neste caso a se ter os demais nutrientes (9) na diagnose. Foram avaliados os índices DRIS, e as frequências de diagnósticos concordantes quanto ao equilíbrio, com base nas classes dos índices DRIS e de PRA e as mudanças relativas em função da exclusão de Fe e Mn. Considerou-se que alterações superiores a 5 %, em relação ao total de talhões diagnosticados na classe de PRA de resposta nula (z), eram indicativas de aumento relevante na sensibilidade da diagnose, para fins práticos. A seguir avaliou-se, também, a FDC, em termos relativos, com base no PRA, não estratificado por classe, para todos os demais nutrientes, entre as normas específicas e as gerais para a Empresa 1.

Igualmente, alterações na FDC (%) superiores a 5 % foram consideradas como indicativas de alteração relevante, para fins práticos, no grau de universalidade dos diagnósticos produzidos por efeito da exclusão de Fe e Mn da diagnose.

3.5 – Proposição de Métodos Alternativos para Determinação dos Valores de Referência para Uso no Método Kenworthy e no Método DRIS

3.5.1 – Para o Método Kenworthy

Após realizada a diagnose nutricional dos plantios jovens, mas desta feita abrangendo a população de alta e a de baixa produtividade, com o auxílio do aplicativo computacional NUTREELYPTUS, em desenvolvimento no contexto do NUTREE – Programa em Nutrição e Solos Florestais, parametrizado com normas Kenworthy para esses plantios no Estado de São Paulo, foram selecionados os resultados referentes à Empresa 2 e os valores de produtividade (altura corrigida) foram relacionados como função dos valores de IBKW para cada nutriente envolvido na diagnose, mediante o método da linha de fronteira (Walworth et al., 1986). Para essa mesma empresa, tanto em termos de IBKW como para IDRIS, foi também utilizado o método da Chance Matemática Relativa, como descrito no item 3.5.1.2.

3.5.1.1 – Linha de Fronteira

Para utilização do método da Linha de Fronteira, os valores de produtividade (X), com base no crescimento em altura, em nível de talhão foram relacionados por meio de gráfico de dispersão em função do respectivo índice IBKW (Y) obtido, para cada nutriente. Na nuvem de pontos obtida foram selecionados os pares X,Y correspondentes à região da “crista”, ou seja, da fronteira superior do relacionamento, a população de fronteira. Esses procedimentos foram realizados com o auxílio do aplicativo computacional “Boundary Fit”, em desenvolvimento na UFV pelos professores Roberto de Aquino Leite, Júlio César Lima Neves e Victor Hugo Alvarez V. A seguir, o maior valor de produtividade em altura desta população foi tomado como 100 % e os demais foram proporcionalizados em relação a este, obtendo-se assim os valores de crescimento relativo. Com o auxílio do aplicativo “Curve Expert”, equações de regressão foram ajustadas relacionando esses valores de crescimento relativo em

função dos valores de IBKW, selecionando-se, a seguir, a equação que melhor se ajustava aos dados.

Com base nessa equação foram determinados os “novas” faixas de suficiência para os índices IBKW de cada nutriente, considerando as seguintes faixas de produtividade (crescimento relativo, CR):

à esquerda: Deficiente: $< 70 \% CR$, Tendência a Suficiente: $70\% \leq CR < 90 \%$, Suficiente: $90 \% \leq CR \leq 100 \%$;

à direita: Alto: $100 > CR \geq 90 \%$; Tendência a Excessivo: $90 \% > CR \geq 70 \%$, Excessivo: $< 70 \% CR$.

Tais faixas de suficiência foram comparadas às “tradicionais” propostas por Kenworthy (1961), apresentadas no item 3.4.5, equações de 8 a 13.

3.5.1.2 – Chance Matemática Relativa

Primeiramente, os valores de IBKW_N foram ordenados em sequência crescente. Em seguida, os valores de IBKW foram estratificados em classes (abordagem discreta), que exceto para as classes extremas tinham a mesma amplitude, e para cada classe foi calculada a Chance Matemática (ChM) de lavouras de alta produtividade, com base no crescimento em altura, pela equação 18:

$$\text{ChM} = \{[P(A_i/A) \cdot \text{PROD}_i] \cdot [P(A_i/N_i) \cdot \text{PROD}_i]\}^{0,5} \quad \text{Equação (18)}$$

em que:

ChM = chance matemática (m ano⁻¹) na classe “i”

$P(A_i/A)$ = frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões de alta produtividade

$P(A_i/N_i)$ = frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões da classe “i”

PROD_i = produtividade média (m ano⁻¹) dos talhões de alta produtividade, na classe “i”.

A seguir, a ChM de cada classe foi dividida pelo maior valor de ChM, obtendo-se a Chance Matemática Relativa (ChMR, em %) que foi relacionada, com o auxílio do aplicativo “Curve Expert”, mediante equações de regressão (abordagem contínua), com

o ponto médio de IBKW da classe. Seleccionada a equação com maior ajuste aos dados, foram obtidos os novos valores de referência para IBKW, utilizando, também, os seguintes limites das faixas de suficiência: à esquerda: Deficiente: $< 70 \% \text{ ChMR}$, Tendência a Suficiente: $70 \% \leq \text{ChMR} < 90 \%$, Suficiente: $90 \% \leq \text{ChMR} \leq 100 \%$; e à direita: Alto: $100 > \text{CR} \geq 90 \%$, Tendência a excessivo: $90 \% > \text{ChMR} \geq 70 \%$, Excessivo: $< 70 \% \text{ ChMR}$. Tais limites das faixas de suficiência foram também comparados aos “tradicionalis” propostos por Kenworthy (1961), apresentados no item 3.4.5, equações 8 a 13.

3.5.2 – Para o Método DRIS

De forma análoga aos procedimentos descritos nos itens 3.5.1.1 e 3.5.1.2,, e para as mesmas faixas de produtividade, com base na ChMR, foram calculados os “novos” limites das faixas de suficiência para os índices DRIS de cada nutriente, como alternativa ao uso da faixa de Beaufils.

3.5.3 – Influência da Utilização dos “Novos” Valores de Referência sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos Kenworthy e DRIS obtidos com Normas Específicas ou Normas Gerais

Nessa avaliação, foram considerados os limites das faixas de suficiência para N conforme Kenworthy e DRIS propostos neste trabalho com base no método da Chance Matemática Relativa comparativamente aos valores de referência “tradicionalis”, ou seja, aqueles propostos por Kenworthy (1961) e pela faixa de Beaufils (1973).

Como normas específicas foram consideradas aquelas obtidas em plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) para as situações (chuvosa e seca) referentes ao critério de estratificação “Estação de Plantio”. Como normas gerais foram consideradas as obtidas para o conjunto de plantios jovens dessa Empresa.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Normas KW e DRIS para Plantios Jovens de Eucalipto no Estado de São Paulo e seu Grau de Universalidade

Inicialmente foram obtidas as normas KW e DRIS para cada uma das duas empresas consideradas (Específicas – Empresa 1 e Específicas – Empresa 2) e para o conjunto dessas empresas (Gerais), todas constantes da tabela 3.

Considerando as normas KW, verifica-se maior frequência de diferenças estatísticas para a média do que para a variância (Tabela 3). Das 11 comparações feitas entre as normas específicas da Empresa 1 e as gerais, a frequência de diferenças significativas foi igual a 9 (81,8 %) para a média e 7 (63,6 %) para a variância; Já para a Empresa 2, esses valores foram também 9 (81,8 %) para a média e 6 (54,5 %) para a variância. A concordância em termos de média verificada nas duas empresas foi, portanto, de 18,2 % para a média e 40,9 % para a variância. Para a média, as normas específicas de ambas as empresas diferem da norma geral para todos os nutrientes considerados, exceto para Fe e Mn, para os quais, contudo, as normas diferem quanto à variância, ou seja, diferem quanto à variabilidade. Já para S, Zn e B as normas específicas diferem das gerais quanto à média e quanto à variância.

Considerando que as normas KW consistem da média e da variabilidade, e dado o fato de que, para as comparações feitas, as normas diferem quanto à média e ou quanto à variância, pode-se propor, para todos os nutrientes, que as normas específicas diferem das gerais, sugerindo, em princípio, que normas específicas, por Empresa, devam ser as utilizadas na diagnose do estado nutricional de seus plantios.

Para as normas DRIS, e ainda com base na tabela 3, das comparações entre normas específicas e normas gerais, tem-se que a frequência relativa de diferenças significativas, é maior para as médias (83,6 % na Empresa 1 e 84,5 % na Empresa 2) do que para as variâncias (78,2 % na Empresa 1 e 72,7 % na Empresa 2), em termos de todas as relações duais. Considerando, como comentado acima para as normas KW, que as normas DRIS consistem da média e da variabilidade, apenas para as relações N/Cu, K/Cu, Mn/Ca e Mn/B, nas comparações envolvendo ambas as empresas, e B/K, na comparação envolvendo a Empresa 1, não houve diferença estatística entre as normas

Tabela 3: Normas dos teores^{1/} foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B e de suas relações duais para os métodos Kenworthy^{2/} e DRIS^{3/}, em árvores de eucalipto da população de referência, estratificados por Empresa (Empresa 1 e Empresa 2) e comparação entre normas específicas e gerais quanto à média e à variância.

Variável	Normas Específicas ^{4/}						Normas Gerais ^{5/}			Empresa 1 vs Geral		Empresa 2 vs Geral	
	Empresa 1 (n ^{6/} = 218)			Empresa 2 (n = 305)			Geral (n = 523)			\bar{Y}	s ² ^{10/}	\bar{Y}	s ²
	\bar{Y} ^{7/}	s ^{8/}	CV ^{9/}	\bar{Y}	S	CV	\bar{Y}	s	CV				
	Kenworthy												
N	21,2283	3,9727	18,7100	25,0727	4,7614	18,9900	23,5527	4,8472	20,5800	*	*	*	ns
P	1,1896	0,2761	23,2100	1,6027	0,5155	32,1600	1,4400	0,4813	33,4200	*	*	*	ns
K	9,0813	2,3632	26,0200	10,8397	2,3481	21,6600	10,1470	2,5060	24,7000	*	ns	*	ns
Ca	7,7731	2,5181	32,4000	4,5584	1,5581	34,1800	5,8231	2,5361	43,5500	*	ns	*	*
Mg	2,6456	0,7834	29,6100	2,8364	0,6659	23,4800	2,7598	0,7202	26,0900	*	ns	*	ns
S	1,6361	0,3668	22,4200	1,6890	0,7090	41,9800	1,6682	0,5983	35,8600	*	*	*	*
Cu	7,4498	2,2943	30,8000	8,8007	2,4699	28,0600	8,2674	2,4915	30,1400	*	ns	*	ns
Fe	154,7260	105,0351	67,8800	68,6343	20,1793	29,4000	102,6212	79,8770	77,8400	ns	*	ns	*
Zn	14,8817	4,0102	26,9500	24,0522	5,6371	23,4400	20,4389	6,7584	33,0700	*	*	*	*
Mn	649,1881	482,8396	74,3800	315,8209	229,5853	72,6900	447,1306	387,9454	86,7600	ns	*	ns	*
B	37,5164	16,6284	44,3200	23,9216	10,1160	42,2900	29,2617	14,6566	50,0900	*	*	*	*
	DRIS												
N/P	18,4791	4,4064	23,8453	17,1547	9,9203	57,8285	17,6712	8,2225	46,5305	ns	*	ns	*
N/K	2,4685	0,7107	28,7908	2,4123	0,6502	26,9535	2,4340	0,6752	27,7403	*	ns	*	ns
N/Ca	3,0535	1,3033	42,6822	6,0456	2,0858	34,5011	4,8669	2,3327	47,9299	*	*	*	*
N/Mg	8,6201	2,7303	31,6736	9,1584	2,0624	22,5192	8,9492	2,3622	26,3957	*	*	*	*
N/S	13,6607	5,1219	37,4937	17,9490	10,5534	58,7966	16,2564	9,0641	55,7571	*	*	ns	*
N/Cu	3,0896	1,0421	33,7293	3,0595	1,0679	34,9044	3,0715	1,0579	34,4425	ns	ns	ns	ns
N/Fe	0,1793	0,1062	59,2303	0,3853	0,0987	25,6164	0,3041	0,1432	47,0898	*	*	*	*
N/Zn	1,5081	0,4238	28,1016	1,0726	0,2176	20,2872	1,2439	0,3804	30,5812	*	*	*	*
N/Mn	0,0449	0,0255	56,7929	0,1227	0,0845	68,8672	0,0921	0,0776	84,2562	*	*	*	*
N/B	0,6907	0,3904	56,5224	1,1715	0,3972	33,9052	0,9823	0,4590	46,7271	*	*	*	*
P/N	0,0571	0,0137	23,9930	0,0636	0,0159	25,0000	0,0610	0,0154	25,2459	*	*	*	ns
P/K	0,1363	0,0350	25,6787	0,1526	0,0522	34,2071	0,1462	0,0469	32,0793	*	*	*	*

Continua

Tabela 3, Cont.

Variável	Normas Específicas ^{4/}						Normas Gerais ^{5/}			Empresa 1 vs Geral		Empresa 2 vs Geral	
	Empresa 1 (n ^{6/} = 218)			Empresa 2 (n = 305)			Geral (n = 523)			\bar{y}	s ^{2 10/}	\bar{y}	s ²
	\bar{y} ^{7/}	s ^{8/}	CV ^{9/}	\bar{y}	S	CV	\bar{y}	s	CV				
	DRIS												
P/Ca	0,1696	0,0688	40,5660	0,3850	0,1735	45,0649	0,3002	0,1765	58,7941	*	*	*	ns
P/Mg	0,4782	0,1539	32,1832	0,5796	0,1815	31,3147	0,5399	0,1779	32,9505	*	*	*	ns
P/S	0,7450	0,1620	21,7450	1,1063	0,6133	55,4370	0,9640	0,5188	53,8174	*	*	*	*
P/Cu	0,1716	0,0592	34,4988	0,1890	0,0632	33,4392	0,1822	0,0622	34,1383	*	ns	*	ns
P/Fe	0,0103	0,0070	67,9612	0,0245	0,0089	36,3265	0,0189	0,0107	56,6138	*	*	*	*
P/Zn	0,0827	0,0176	21,2817	0,0673	0,0188	27,9346	0,0733	0,0198	27,0123	*	*	*	ns
P/Mn	0,0025	0,0015	60,0000	0,0081	0,0066	81,4815	0,0059	0,0059	100,0000	*	*	*	*
P/B	0,0390	0,0237	60,7692	0,0741	0,0294	39,6761	0,0603	0,0322	53,3997	*	*	*	*
K/N	0,4396	0,1280	29,1174	0,4454	0,1211	27,1890	0,4433	0,1239	27,9495	*	ns	*	ns
K/P	7,8776	2,2551	28,6267	7,7548	7,0537	90,9591	7,8030	5,6672	72,6285	ns	*	ns	*
K/Ca	1,3096	0,6508	49,6946	2,5925	0,9010	34,7541	2,0874	1,0252	49,1137	*	*	*	*
K/Mg	3,7617	1,5537	41,3031	4,0690	1,4338	35,2372	3,9500	1,4888	37,6911	*	ns	*	ns
K/S	5,9283	2,6586	44,8459	8,1352	5,5182	67,8312	7,2660	4,7307	65,1073	*	*	*	*
K/Cu	1,3460	0,5856	43,5067	1,3428	0,5881	43,7965	1,3445	0,5870	43,6594	ns	ns	ns	ns
K/Fe	0,0807	0,0535	66,2949	0,1678	0,0520	30,9893	0,1335	0,0677	50,7116	*	*	*	*
K/Zn	0,6462	0,2237	34,6178	0,4692	0,1328	28,3035	0,5390	0,1948	36,1410	*	*	*	*
K/Mn	0,0192	0,0122	63,5417	0,0524	0,0379	72,3282	0,0393	0,0345	87,7863	*	*	*	*
K/B	0,2969	0,1750	58,9424	0,5237	0,2347	44,8157	0,4345	0,2401	55,2589	*	*	*	ns
Ca/N	0,3824	0,1595	41,7103	0,1850	0,0632	34,1622	0,2628	0,1476	56,1644	*	ns	*	*
Ca/P	6,8801	2,8168	40,9413	3,2144	2,8891	89,8799	4,6568	3,3739	72,4510	*	*	*	*
Ca/K	0,9096	0,3582	39,3799	0,4293	0,1428	33,2635	0,6184	0,3435	55,5466	*	ns	*	*
Ca/Mg	3,1496	1,4523	46,1106	1,6729	0,6277	37,5217	2,2558	1,2626	55,9713	*	*	*	*
Ca/S	5,0053	2,0991	41,9375	3,3160	2,3626	71,2485	3,9806	2,4076	60,4833	*	*	*	ns
Ca/Cu	1,1722	0,6067	51,7574	0,5595	0,2662	47,5782	0,8011	0,5273	65,8220	*	*	*	*
Ca/Fe	0,0661	0,0411	62,1785	0,0702	0,0275	39,1738	0,0686	0,0336	48,9796	*	*	*	*
Ca/Zn	0,5576	0,2260	40,5308	0,1972	0,0733	37,1704	0,3391	0,2332	68,7703	*	ns	*	*
Ca/Mn	0,0154	0,0086	55,8442	0,0217	0,0181	83,4101	0,0192	0,0154	80,2083	*	*	*	*

Continua

Tabela 3, Cont.

Variável	Normas Específicas ^{4/}						Normas Gerais ^{5/}			Empresa 1 vs Geral		Empresa 2 vs Geral	
	Empresa 1 (n ^{6/} = 218)			Empresa 2 (n = 305)			Geral (n = 523)			\bar{y}	s ² ^{10/}	\bar{y}	s ²
	\bar{y} ^{7/}	s ^{8/}	CV ^{8/}	\bar{y}	S	CV	\bar{y}	s	CV				
					DRIS								
Ca/B	0,2433	0,1253	51,5002	0,2201	0,1108	50,3408	0,2293	0,1173	51,1557	*	ns	*	ns
Mg/N	0,1274	0,0406	31,8681	0,1142	0,0233	20,4028	0,1194	0,0319	26,7169	*	*	*	*
Mg/P	2,2813	0,6533	28,6372	1,9766	1,5671	79,2826	2,0952	1,2942	61,7698	*	*	*	*
Mg/K	0,3114	0,1226	39,3706	0,2746	0,0904	32,9206	0,2889	0,1058	36,6217	*	*	*	*
Mg/Ca	0,3677	0,1328	36,1164	0,6815	0,2470	36,2436	0,5578	0,2597	46,5579	*	*	*	ns
Mg/S	1,6545	0,4524	27,3436	2,0086	1,1394	56,7261	1,8682	0,9467	50,6744	*	*	*	*
Mg/Cu	0,3862	0,1666	43,1383	0,3491	0,1398	40,0458	0,3636	0,1520	41,8042	*	*	*	*
Mg/Fe	0,0219	0,0135	61,6438	0,0439	0,0138	31,4351	0,0352	0,0174	49,4318	*	*	*	*
Mg/Zn	0,1862	0,0590	31,6864	0,1209	0,0294	24,3176	0,1466	0,0539	36,7667	*	ns	*	*
Mg/Mn	0,0056	0,0035	62,5000	0,0141	0,0101	71,6312	0,0107	0,0092	85,9813	*	*	*	*
Mg/B	0,0846	0,0468	55,3191	0,1298	0,0401	30,8937	0,1120	0,0482	43,0357	*	ns	*	*
S/N	0,0785	0,0187	23,8217	0,0668	0,0231	34,5808	0,0714	0,0222	31,0924	*	*	*	ns
S/P	1,3973	0,2710	19,3945	1,1205	0,7328	65,3994	1,2295	0,6101	49,6218	*	*	*	*
S/K	0,1910	0,0630	32,9843	0,1630	0,0746	45,7669	0,1741	0,0716	41,1258	*	*	*	ns
S/Ca	0,2301	0,0828	35,9844	0,4020	0,1972	49,0547	0,3344	0,1825	54,5754	*	*	*	ns
S/Mg	0,6495	0,1808	27,8368	0,6009	0,2220	36,9446	0,6204	0,2080	33,5268	*	*	*	ns
S/Cu	0,2345	0,0737	31,4286	0,2040	0,0927	45,4412	0,2161	0,0870	40,2591	*	*	*	ns
S/Fe	0,0140	0,0122	87,1429	0,0257	0,0113	43,9689	0,0211	0,0130	61,6114	*	ns	*	*
S/Zn	0,1137	0,0248	21,8118	0,0706	0,0272	38,5269	0,0876	0,0337	38,4703	*	*	*	*
S/Mn	0,0034	0,0020	58,8235	0,0084	0,0072	85,7143	0,0065	0,0063	96,9231	*	*	*	*
S/B	0,0536	0,0328	61,1940	0,0781	0,0389	49,8079	0,0685	0,0385	56,2044	*	*	*	ns
Cu/N	0,3566	0,1101	30,8749	0,3531	0,0887	25,1204	0,3545	0,0977	27,5599	*	*	*	*
Cu/P	6,4150	2,0654	32,1964	5,8323	2,1048	36,0887	6,0606	2,1082	34,7853	*	ns	*	ns
Cu/K	0,8689	0,3310	38,0941	0,8355	0,2557	30,6044	0,8486	0,2882	33,9618	*	*	*	*
Cu/Ca	1,0931	0,6575	60,1500	2,1027	0,7949	37,8038	1,7052	0,8924	52,3340	*	*	*	*
Cu/Mg	3,0101	1,1903	39,5435	3,2414	1,1724	36,1696	3,1515	1,1844	37,5821	*	ns	*	ns

Continua

Tabela 3, Cont.

Variável	Normas Específicas ^{4/}						Normas Gerais ^{5/}			Empresa 1 vs Geral		Empresa 2 vs Geral	
	Empresa 1 (n ^{6/} = 218)			Empresa 2 (n = 305)			Geral (n = 523)			\bar{y}	s ^{2 10/}	\bar{y}	s ²
	\bar{y} ^{7/}	S ^{8/}	CV ^{9/}	\bar{y}	S	CV	\bar{y}	s	CV				
					DRIS								
Cu/S	4,7026	1,7950	38,1704	6,4614	4,8371	74,8615	5,7676	4,0212	69,7205	*	*	*	*
Cu/Fe	0,0639	0,0660	103,2864	0,1356	0,0443	32,6696	0,1073	0,0643	59,9254	*	ns	*	*
Cu/Zn	0,5149	0,1432	27,8112	0,3784	0,1223	32,3203	0,4321	0,1469	33,9968	*	ns	*	*
Cu/Mn	0,0157	0,0111	70,7006	0,0423	0,0290	68,5579	0,0318	0,0270	84,9057	*	*	*	ns
Cu/B	0,2409	0,1620	67,2478	0,4181	0,1862	44,5348	0,3484	0,1970	56,5442	*	*	*	ns
Fe/N	7,3087	4,3301	59,2458	2,8302	1,0601	37,4567	4,5992	3,5910	78,0788	*	*	*	*
Fe/P	136,6308	96,0334	70,2868	48,6129	31,0508	63,8736	83,3474	77,9883	93,5702	ns	*	ns	*
Fe/K	18,8762	14,7493	78,1370	6,6879	2,8859	43,1511	11,5005	11,2505	97,8262	*	*	*	*
Fe/Ca	21,9849	16,8423	76,6085	17,0323	9,9173	58,2264	18,9993	13,3182	70,0984	ns	*	ns	*
Fe/Mg	60,6508	39,8359	65,6807	25,8742	11,3094	43,7092	39,6252	31,5315	79,5744	ns	*	*	*
Fe/S	96,6178	59,5828	61,6686	50,5616	33,7686	66,7870	68,7477	50,9967	74,1795	ns	*	ns	*
Fe/Cu	21,9559	14,4821	65,9599	8,7606	5,3379	60,9308	13,9728	11,9093	85,2320	*	*	*	*
Fe/Zn	10,8754	7,1808	66,0279	2,9821	1,1636	39,0195	6,0968	6,0094	98,5665	*	*	*	*
Fe/Mn	0,3137	0,2351	74,9442	0,3384	0,2677	79,1076	0,3289	0,2555	77,6832	*	ns	*	ns
Fe/B	4,9329	4,2728	86,6184	3,2253	1,2909	40,0242	3,9026	2,9858	76,5080	*	*	*	*
Zn/N	0,7163	0,2193	30,6157	0,9730	0,2156	22,1583	0,8721	0,2506	28,7352	*	*	*	*
Zn/P	12,7307	3,3764	26,5217	16,4970	10,3754	62,8926	15,0124	8,5458	56,9249	*	*	ns	*
Zn/K	1,7168	0,5609	32,6712	2,3029	0,6499	28,2209	2,0721	0,6795	32,7928	*	*	*	ns
Zn/Ca	2,1374	1,1489	53,7522	5,8710	2,4550	41,8157	4,4003	2,7381	62,2253	*	*	*	*
Zn/Mg	6,0090	2,2643	37,6818	8,7829	2,2714	25,8616	7,6928	2,6399	34,3165	*	*	*	*
Zn/S	9,3653	3,1368	33,4939	17,0806	9,8795	57,8405	14,0403	8,7848	62,5685	*	*	*	*
Zn/Cu	2,1204	0,7249	34,1869	2,9826	1,3436	45,0479	2,6434	1,2152	45,9711	*	*	*	*
Zn/Fe	0,1309	0,1571	120,0153	0,3680	0,1018	27,6630	0,2746	0,1716	62,4909	*	ns	*	*
Zn/Mn	0,0311	0,0220	70,7395	0,1204	0,0976	81,0631	0,0852	0,0887	104,1080	*	*	*	*
Zn/B	0,4915	0,3557	72,3703	1,1279	0,4296	38,0885	0,8774	0,5081	57,9097	*	*	*	*

Continua

Tabela 3, Cont.

Variável	Normas Específicas ^{4/}						Normas Gerais ^{5/}			Empresa 1 vs Geral		Empresa 2 vs Geral	
	Empresa 1 (n ^{6/} = 218)			Empresa 2 (n = 305)			Geral (n = 523)			ȳ	s ² ^{10/}	ȳ	s ²
	ȳ ^{7/}	s ^{8/}	CV ^{9/}	ȳ	s	CV	ȳ	s	CV				
	DRIS												
Mn/N	32,1989	25,8036	80,1381	13,0749	10,0437	76,8166	20,6180	20,2873	98,3961	ns	*	*	*
Mn/P	577,5302	464,5282	80,4336	235,5654	281,4141	119,4633	370,2513	401,3185	108,3908	ns	*	ns	*
Mn/K	75,1165	55,0398	73,2726	29,5815	20,7128	70,0194	47,5222	44,1750	92,9566	ns	*	ns	*
Mn/Ca	84,8248	49,2401	58,0492	72,7048	50,2703	69,1430	77,4967	50,2181	64,8003	ns	ns	ns	ns
Mn/Mg	290,7875	348,1301	119,7198	122,1939	107,5008	87,9756	188,8045	248,3422	131,5340	ns	*	ns	*
Mn/S	422,8682	339,2540	80,2269	236,0794	224,5922	95,1342	309,6774	290,3661	93,7641	ns	*	ns	*
Mn/Cu	98,4023	93,0820	94,5933	39,2896	32,6153	83,0126	62,6082	70,0170	111,8336	ns	*	ns	*
Mn/Fe	5,6085	6,0581	108,0164	4,8904	3,9071	79,8933	5,1736	4,8841	94,4043	ns	*	ns	*
Mn/Zn	45,9419	35,7768	77,8740	14,0471	11,4076	81,2096	26,6113	28,7613	108,0793	ns	*	*	*
Mn/B	19,7027	14,3749	72,9590	16,1117	14,7795	91,7315	17,5363	14,7260	83,9744	ns	ns	ns	ns
B/N	1,8487	0,9597	51,9122	0,9665	0,3986	41,2416	1,3139	0,8035	61,1538	*	*	*	*
B/P	33,5908	17,0435	50,7386	16,5686	11,9375	72,0489	23,2606	16,4226	70,6026	*	ns	*	*
B/K	4,4595	2,4090	54,0195	2,3461	1,2587	53,6507	3,1774	2,0767	65,3585	*	*	*	*
B/Ca	5,2890	3,0991	58,5952	6,0120	3,8634	64,2615	5,7271	3,5985	62,8328	*	*	*	ns
B/Mg	15,3243	7,8270	51,0757	8,5731	3,3343	38,8926	11,2366	6,4684	57,5655	*	*	*	*
B/S	24,7477	13,5784	54,8673	17,0818	11,0286	64,5635	20,0942	12,6620	63,0132	*	ns	*	*
B/Cu	5,5887	3,7337	66,8080	2,9996	1,7418	58,0677	4,0194	2,9903	74,3967	*	*	*	*
B/Fe	0,3048	0,1520	49,8688	0,3654	0,1645	45,0192	0,3414	0,1624	47,5688	*	ns	*	ns
B/Zn	2,7460	1,5125	55,0801	1,0253	0,4472	43,6165	1,7023	1,3150	77,2484	*	*	*	*
B/Mn	0,0764	0,0501	65,5759	0,1268	0,1249	98,5016	0,1069	0,1050	98,2226	*	*	*	*

^{1/} Teores do macronutrientes em g kg⁻¹ e micronutrientes em mg kg⁻¹; ^{2/} Kenworthy (1961); ^{3/} Beaufils (1973); ^{4/} obtidas para cada empresa; ^{5/} obtidas para o conjunto das duas empresas; ^{6/} número de observações; ^{7/} média; ^{8/} desvio padrão; ^{9/} coeficiente de variação, em %; ^{10/} variância; ns: não significativo e * significativo (p < 0,05) pelo teste t para as médias e pelo teste F para as variâncias.

específicas e as gerais, sugerindo, como também exposto para as normas KW, que, em princípio, normas DRIS específicas de cada Empresa devam ser as utilizadas na diagnose do estado nutricional de seus plantios.

Essas elevadas frequências de diferenças significativas entre as normas DRIS, seja com base na média ou na variabilidade, ou em ambas, levantam indagação sobre a proposição de Beaufils de que as relações duais entre os teores de nutrientes têm elevado grau de universalidade, ou pelo menos maior do que o dos teores considerados isoladamente.

A alta frequência de diferenças significativas, para a média e ou para a variância, entre as normas específicas de cada empresa e as normas gerais deve ser reflexo dos distintos manejos adotados, notadamente quanto a diferenças em termos de material genético, fertilizações e correções efetuadas e solos utilizados. Por exemplo, à época em que houve a implantação dos povoamentos de eucalipto cujos dados constam dos bancos de dados analisados neste trabalho, na Empresa 2 era feita a adição nas fertilizações iniciais, notadamente nas primeiras adubações de cobertura, de maiores doses de N do que praticado na Empresa 1, bem como eram distintos o esquema de fertilização com os micronutrientes Zn e B. A propósito, Silva (2006), para plantios jovens de eucalipto na região do Vale do Rio Doce, MG, concluiu que as normas DRIS são sensíveis ao manejo nutricional aplicado aos plantios. Quanto ao solo, apesar de algumas áreas serem próximas para ambas as empresas, na Empresa 1 os plantios ocupam solos com maior variação textural, sendo relativamente um pouco mais frequentes os de textura média e argilosa do que na Empresa 2, fato que pode explicar os maiores teores de Mn e Fe na folha naquela Empresa.

Tendo em conta trabalhos com eucalipto, realizados para condições edafoclimáticas distintas das do Estado de São Paulo, que concluem que além de variarem com o sítio florestal, as normas DRIS variam com o material genético (Wadt, 1996; Rocha, 2008), com a estação climática (seca ou chuvosa) em que são feitos o plantio e a amostragem de folhas e com o manejo dos recursos água e nutrientes (Silva, 2006), e visando obter mais elementos para a elucidação da questão acima levantada, sobre o grau de universalidade das normas KW e DRIS, para cada empresa, além das normas constantes da tabela 3, já comentadas, os conjuntos de normas obtidos (tabelas não mostradas) segundo os critérios de estratificação já expostos na tabela 2 (item

3.4.3), foram avaliados quanto à frequência de concordância entre as normas (FNC), com base na média e na variância, em nível dos teores e todas as suas relações duais, sendo os respectivos valores, em termos de média dos nutrientes, para as comparações envolvendo as Empresas 1 e 2, apresentados nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 – Frequência de Concordância entre Normas (FNC^{1/}) específicas, segundo vários critérios de estratificação, e gerais para a Empresa 1, pelos métodos KW e DRIS, em plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo.

Situação	Normas KW			Normas DRIS		
	Média	Variância	Média e Variância	Média	Variância	Média e Variância
	(%)					
Região de Plantio ^{2/}						
1	54,5	72,7	36,4	32,7	42,7	11,8
2	45,5	36,4	9,1	40,9	47,3	10,9
3	72,7	63,6	36,4	44,5	39,1	15,5
4	72,7	36,4	27,3	36,4	38,2	7,3
Média	61,4	52,3	27,3	38,4	41,8	11,4
Estação de Plantio						
Chuvosa	63,6	81,8	45,5	40,0	51,8	19,1
Seca	63,6	81,8	45,5	39,1	50,0	18,2
Média	63,6	81,8	45,5	39,6	50,9	18,7
Tipo de Material Genético						
<i>E. grandis</i>	72,7	72,7	54,5	36,4	52,7	30,0
Urograndis	54,5	100,0	54,5	35,5	71,8	25,5
Média	63,6	86,4	54,5	36,0	62,3	27,8
Por Material Genético						
<i>E. grandis</i> 1	81,8	54,5	45,5	40,9	50,9	24,5
<i>E. grandis</i> 2	81,8	54,5	45,5	39,1	61,8	26,4
<i>E. grandis</i> 3	72,7	72,7	45,5	40,9	50,0	18,2
<i>E. grandis</i> 4	54,5	54,5	36,4	48,2	53,6	28,2
<i>E. urograndis</i> 1	72,7	54,5	36,4	37,3	60,0	22,7
<i>E. urograndis</i> 2	72,7	90,9	63,6	47,3	64,5	32,7
<i>E. urograndis</i> 3	63,6	100	63,6	36,4	72,7	22,7
<i>E. urograndis</i> 4	72,7	72,7	54,5	40,9	68,2	24,5
<i>E. urograndis</i> 5	72,7	90,9	63,6	44,5	73,6	33,6
Média	71,7	71,7	50,5	41,7	61,7	25,9
Cultura Antecessora						
Eucalipto	45,5	81,8	36,4	28,2	59,1	15,5
Pastagem e	81,8	100,0	81,2	50,0	99,1	49,1
Média	63,7	90,9	58,8	39,1	79,1	32,3
Textura do Solo						
Arenosa	54,5	100,0	54,5	72,7	72,7	30,0
Média e	35,5	71,2	54,5	36,4	52,7	25,5
Média	45,0	85,6	54,5	54,6	62,7	27,8

^{1/} Corresponde à frequência de diferenças não significativas ($p \geq 0,05$) entre normas; ^{2/} 1: Avaré, Botucatu, Lençóis Paulista e Paranapanema; 2: Angatuba, Bofete, Guareí e Itatinga; 3: Buri, Itapetininga e São Miguel Arcaño; 4: Cabrália Paulista e Duartina.

Tabela 5 – Frequência de Concordância entre Normas (FNC) específicas, segundo vários critérios de estratificação, e gerais para a Empresa 2, pelos métodos KW e DRIS, em plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo.

Situação ^{1/}	KW			DRIS		
	Média	Variância	Média e Variância	Média	Variância	Média e Variância
----- % -----						
Região de Plantio ^{2/}						
1	45,5	18,2	9,8	30,9	40,0	9,1
2	63,6	81,8	45,5	34,5	74,5	18,2
Média	54,6	50,0	27,7	32,7	57,3	13,7
Estação de Plantio						
Chuvosa	54,5	54,5	45,5	27,3	61,8	16,4
Seca	54,5	72,7	36,4	30,0	68,2	18,2
Média	54,5	63,6	41,0	28,7	65,0	17,3
Por Material Genético						
<i>E. grandis x E. resinífera</i>	45,5	72,7	18,2	27,3	50,9	3,6
<i>E. grandis</i> híbrido	54,5	90,9	45,5	32,7	70,0	21,8
<i>E. platyphylla</i>	45,5	72,7	27,3	32,7	34,5	5,5
<i>E. saligna</i>	63,6	72,7	36,4	36,4	63,6	16,4
Média	52,3	77,3	31,9	32,3	54,8	11,8

^{1/} Corresponde à frequência de diferenças não significativas ($p \geq 0,05$) entre normas; ^{2/} 1: Capão Bonito, Elias Fausto e Itu; 2: Angatuba, Anhembi, Avaré, Bofete, Botucatu, Conchas, Itatinga e Presidente Alves

Comparativamente ao já discutido com base na tabela 3, observa-se aumento da FNC entre normas específicas e normas gerais, para KW e DRIS - e em termos da média, da variância, e, para média e variância conjuntamente, quando as normas específicas para os vários critérios de estratificação adotados são confrontadas com as normas gerais de cada uma das empresas (tabelas 4 e 5).

Exceto para as situações estratificadas com base no critério Textura do Solo (Tabela 4), a FNC entre normas específicas e as gerais de cada empresa, para KW, quanto à média, foi sempre maior do que as verificadas para o DRIS (tabelas 4 e 5). Para a variância, isso também tendeu a ser verificado, havendo, contudo, algumas situações, em alguns critérios de estratificação, em que os valores de FNC foram maiores para DRIS do que para KW. E para a condição de se ter concordância entre normas específicas e gerais de cada empresa com base, conjuntamente, em média e variância, os valores de FNC para KW foram maiores do que para DRIS em todas as situações da Empresa 2 (Tabela 5) e da Empresa 1 (Tabela 4), exceto, nesta, para a Região 2 do

critério Região de Plantio, ainda que, neste caso, os valores de FNC tenham sido próximos. Essa quase unanimidade verificada quanto a se ter maiores valores de FNC para KW do que para DRIS, novamente indica que o grau de universalidade das normas DRIS, ou seja, das relações duais, não é elevado, pelo contrário, sendo mesmo menor do que para os teores de nutrientes tomados isoladamente, como feito no método KW.

Uma das vantagens de se trabalhar com relações entre os teores de nutrientes e não apenas com o teor considerado isoladamente é a minimização, quando não anulação, na diagnose do assim denominado “efeito do crescimento”, cujas vertentes “efeito de diluição” ou “efeito de concentração” são meramente como que duas faces de uma mesma moeda. Como o teor de um nutriente no tecido vegetal é uma variável bivariada, dada pela relação entre a massa de nutriente e a massa de tecido, ele expressa, em essência, a relação entre duas taxas: a taxa de acúmulo do nutriente no tecido e a taxa de acúmulo de massa de tecido. Portanto, em situações (por exemplo: restrições quanto a qualquer outro fator de produção, tais como, condições de clima desfavoráveis ao crescimento, baixa disponibilidade de outro(s) nutriente(s) no solo, condições físicas de solo inadequadas) que resultem em baixas taxas de acúmulo de massa, ainda que a taxa de acúmulo do nutriente seja baixa, pode haver elevação do teor do nutriente, o que se constitui num efeito de concentração de uma pequena quantidade do nutriente absorvida numa menor ainda, em termos relativos, massa de tecido vegetal. E, vice-versa, para o efeito de diluição.

Quando Beaufils propôs, originalmente, ao final da década de 50 do século XX, o método DRIS, a diagnose do estado nutricional com base em análise de tecido era usualmente feita apenas para N, P e K, nutrientes que têm em comum o fato de apresentarem mobilidade na planta, via floema, elevada e em magnitudes próximas, sendo, portanto, susceptíveis ao efeito do crescimento. Deduz-se que no entendimento de Beaufils, as variações nos teores sob a influência de fatores tais como a ontogenia da planta, a posição de amostragem do tecido vegetal na planta, e as distintas condições edafoclimáticas eram explicadas com base no efeito do crescimento. Logo, a proposição de um método que anulasse ou minimizasse tal efeito deveria contribuir para também minimizar a influência desses fatores na diagnose, e, assim, revestiria o método, mais especificamente, as normas (as relações duais, em que ele se baseia) de elevado grau de universalidade. Não obstante, atualmente, 11 são os nutrientes que fazem parte da rotina

de análise foliar, que inclui, portanto, nutrientes com elevada mobilidade no floema (N, P, K e Mg) e outros de mobilidade mediana e até virtualmente nula, fato que permite esperar que o uso das relações duais entre nutrientes com muito distintas magnitudes de mobilidade no floema não cause a anulação do efeito do crescimento.

Neste trabalho, e considerando uma população de alta produtividade bem ampla, ou seja, aquela obtida pelo conjunto das duas empresas, a média dos CV das relações duais envolvendo todos os 11 nutrientes foi maior (59,8 %) do que a média dos CV dos teores desses nutrientes (42,0 %). Também, a média dos CV das relações duais envolvendo apenas os nutrientes N, P, K e Mg, de alta mobilidade no floema, foi maior (37,9 %) do que a média dos CV dos teores desses nutrientes (26,2 %). Investigação desse tipo foi realizada em todos os conjuntos de normas obtidos neste trabalho e sempre as médias dos CVs das relações duais foram maiores do que as médias dos CV dos teores, independente de se considerar todos os nutrientes ou apenas aqueles com alta mobilidade no floema. Com base nesses resultados, conclui-se que o uso de relações entre teores não implica em aumento de grau de universalidade comparativamente ao uso de teores, o que lança dúvidas, que merecem ser estudadas de modo mais aprofundado, em trabalhos posteriores, sobre uma das premissas principais do DRIS.

O baixo grau de universalidade das normas, como verificado neste trabalho, se alinha ao verificado em diversos trabalhos com eucalipto (Wadt et al., 1999; Silva et al. 2005; Rocha, 2008; Fernandes et al., 2009) que concluíram que as normas devem ser estabelecidas para as condições em que serão aplicadas.

Contudo, na visão desta autora, o fato de não haver elevado grau de universalidade das normas DRIS não significa qualquer demérito ao método DRIS, muito ao contrário, pois indica que o DRIS é um método sensível a todas as condições de meio que interfiram nas taxas de acúmulo do nutriente e de massa de tecido vegetal, como é o caso de condições edafoclimáticas e de manejo da fertilização, o que se considera aspecto altamente desejável.

Analisando, mais detidamente, os valores de FNC para as situações constantes das tabelas 4 e 5, mas com base em média e variância considerados conjuntamente, vê-se que a maior FNC entre normas específicas e gerais ocorreu para a situação em que o histórico quanto à cultura antecessora ao eucalipto foi pastagem e cana, FNC de 81,2 e de

49 %, para KW e DRIS, respectivamente (tabela 4), resultado de grande importância prática dada a implantação frequente de plantios de eucalipto, no Estado de São Paulo, em áreas com esse mesmo tipo de histórico quanto ao uso anterior. Já para a situação de plantios de eucalipto implantados em áreas anteriormente ocupadas também com eucalipto, a FNC foi bem mais baixa, apenas 36,4 e 15,2 %, para KW e DRIS, respectivamente (tabela 4), o que pode ser um reflexo de um efeito mais diferenciado dos plantios de eucalipto antecessores, na época plantios de origem seminal e realizados com um elenco relativamente diverso de espécies ou procedências, comparativamente à pastagem e cana. Este aspecto, contudo, deve ser objeto de investigações adicionais.

Ainda com base na tabela 4, e em termos de média e variância conjuntamente, tem-se que os valores de FNC para as situações relativas aos demais critérios de estratificação (estação de plantio, material genético e textura do solo), exceto para região de plantio, variaram relativamente pouco e na faixa de, aproximadamente, 45 a 55 % para KW e 18 a 28 % para DRIS, considerando a média das situações relativas a esses critérios. Para a região de plantio, e pelo método KW, os valores de FNC foram menores, mas relativamente próximos entre as regiões 1, 3 e 4, para KW de 27 a 36 % aproximadamente, valores todos esses bem superiores, da ordem do triplo, ao verificado para a região 2, em torno de 9 %. Já para DRIS, os valores de FNC entre as regiões variaram de 7 a 15 %. Em termos de média das situações relativas ao critério Região de Plantio, para KW, a FNC de 27 % para a Empresa 1 (Tabela 4) foi de mesmo valor do que obtida para a Empresa 2 (Tabela 5), na qual, entretanto, houve grande variação conforme as situações relativas a este critério de estratificação: (9,8 % para a região 1 e 45,5 % para a região 2, Tabela 5). Nesse mesmo tipo de comparação, os valores de FNC para DRIS foram próximos para as Empresa 1 (11,4 %) e a Empresa 2 (13,7 %).

Para as situações relativas ao critério Estação de Plantio os valores de FNC entre normas específicas e gerais de cada empresa são de mesma magnitude nas Empresas 1 e 2, para KW da ordem de 41 e 45 % e para DRIS de 17 a 18 %, tabelas 4 e 5, respectivamente.

Quanto às situações relativas ao critério Textura do Solo, quais sejam solos de textura arenosa e de textura média mais argilosa, avaliadas apenas para a Empresa 1, em razão de na Empresa 2 não haver heterogeneidade quanto à classe textural, nos registros do banco de dados, que permitissem tal tipo de avaliação, deve-se chamar a atenção para

que houve diferenças estatísticas, com base na média, entre as normas KW específicas para os teores de P, K, Mg, S e Cu, e entre as normas DRIS específicas envolvendo os teores desses nutrientes com os demais *versus* as normas gerais para a Empresa 1. Por exemplo, as normas KW para os teores desses nutrientes nos solos de textura arenosa foram maiores do que as obtidas para solos de textura média mais argilosa, com base nas médias, embora quanto à variância, a frequência de diferenças significativas entre as normas específicas por textura e as gerais da Empresa 1 tenha sido pequena, fato que concorreu para os elevados valores de FNC, quanto á variância, constantes da tabela 4. Correlação negativa entre teor de argila e níveis críticos de P no tecido foram verificados, em condições de cultivo em vasos, em casa-de-vegetação, para soja (Muniz et al, 1985), culturas olerícolas (Novais et al., 1992) e eucalipto (Neves et al., 1987). Em condições de campo, menores valores de normas DRIS para P em solos argilosos da região central do Brasil foram também verificados por Kurihara (2004), em lavouras comerciais da cultura da soja. Deve-se considerar, adicionalmente, que nos solos ocupados com plantios de eucalipto no Estado de São Paulo, como aqueles constantes dos bancos de dados deste trabalho, mesmo os de textura argilosa ou muito argilosa, têm menor fixação de P do que os solos de cerrado, predominantes na região mais central do país, fato que, esperadamente, atenuaria a influência da textura sobre as normas. Portanto, se ainda assim, como mostrado neste trabalho, a textura influenciou a norma de P, e a dos outros nutrientes mencionados, pode-se propor que esforços adicionais de investigação devam ser feitos no sentido de confirmar tal influência e de quantificá-la, pois se reconhece, no que diz respeito ao Estado de São Paulo, que há a necessidade de se contar com um banco de dados contendo maior massa crítica de dados oriundos de plantios de eucalipto cultivados em solos argilosos. Tudo isso visa o aprimoramento da diagnose nutricional com base em análise de tecido, no qual se insere, inclusive, a modelagem das normas KW e DRIS para distintas condições edafoclimáticas.

4.2 – Grau de Universalidade dos Diagnósticos Obtidos, pelos métodos KW, DRIS e PRA, com o Uso de Normas Gerais e Específicas

Como as normas constituem a base dos métodos de avaliação do estado nutricional utilizados neste trabalho, a maior acurácia das normas – o que se espera obter, por exemplo, em normas específicas para as condições edafoclimáticas, de

material genético e de manejo silvicultural – deveria se refletir em maior acurácia dos diagnósticos produzidos. No entanto, a importância do grau de universalidade das normas não parece clara. Nesse sentido, Silva (2001), em plantios seminais adultos de eucalipto e considerando apenas N, P, K, Ca e Mg na diagnose, constatou que o diagnóstico obtido com o uso das normas apresenta maior importância prática de que a mera comparação entre as normas quanto ao grau de universalidade. Adicionalmente, Silva et al. (2005) e Rocha (2008), em plantios jovens de eucalipto, em diferentes localidades da região leste de Minas Gerais e na região litorânea do Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia, concluíram que apesar de as normas variarem entre os locais, e, portanto, não serem universais, mesmo pequenas magnitudes de variação entre as mesmas causaram diferenças importantes nos diagnósticos produzidos.

Visando contribuir para elucidar a relação entre o grau de universalidade das normas e dos diagnósticos produzidos, o aplicativo computacional NUTREELYPTUS foi parametrizado com os conjuntos de normas de acepção mais geral (ou seja, Geral para a Empresa 1, Geral para a Empresa 2, ou Geral para o conjunto das Empresas 1 e 2, cujos valores são todos mostrados na tabela 3) e mais específica obtidos segundo as situações relativas aos critérios de estratificação constantes da tabela 2, item 3.4.3, e foram rodados os diagnósticos KW e DRIS e PRA para os talhões de plantios jovens de eucalipto de baixa produtividade e avaliada, para cada situação, a Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC) entre normas específicas e gerais, em nível de talhão, quanto às classes de balanço, pelo método KW, e de equilíbrio, pelo DRIS e Potencial de Resposta à Adubação (PRA).

4.2.1 – Diagnósticos com Base em Normas Específicas para as Empresas 1 e 2 versus Norma Geral obtida pelo Conjunto dessas Empresas

Observa-se que, para os talhões de baixa produtividade, a média de FDC, expressa em termos percentuais, realizados com normas específicas para cada empresa e normas gerais, obtidas a partir do conjunto das duas empresas, não alcança 80 %, sendo de 77, 78 e 65 %, em termos da média das duas empresas, para os métodos KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 6 e Figura 4). Esses valores de FDC são muito maiores de que os de FNC, para a mesma base de avaliação, que foram de aproximadamente 18 %, 41 % e de 0 %, respectivamente com base na média, na variância e na média e variância, considerados conjuntamente, como discutido no item 4.1. Isso indica que baixo grau de

universalidade entre as normas não causa, necessariamente, baixo grau de universalidade dos diagnósticos obtidos. Outro aspecto, que se considera relevante do ponto de vista da acurácia do diagnóstico, é que os valores de FDC são baixos para alguns nutrientes, especialmente Zn (em torno de 40 % na média das duas Empresas), Fe (52 %) e Ca (55 %) pelo método PRA, demonstrando não ser indicado o uso da norma conjunta abrangendo as duas empresas visando diagnosticar os plantios florestais de cada uma dessas empresas.

Tabela 6: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) para as classes de balanço (IBKW), de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização de normas específicas para cada Empresa *versus* normas gerais, para o conjunto das duas Empresas, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	Empresa 1 n = 189	Empresa 2 n = 305	Empresa 1 n = 189	Empresa 2 n = 305	Empresa 1 n = 189	Empresa 2 n = 305
Nutriente	----- FDC (%) -----					
N	77,0	87,9	78,1	91,5	65,2	83,0
P	67,9	82,6	71,7	88,9	56,7	71,1
K	79,7	85,9	73,3	89,2	70,1	72,5
Ca	47,1	64,6	50,3	83,6	43,9	65,2
Mg	88,2	97,0	87,7	89,2	72,2	77,4
S	90,9	89,8	89,3	98,7	84,0	86,6
média macro	75,1	84,6	75,0	90,2	65,3	76,0
CV (%)	21,3	12,9	18,9	5,5	21,1	10,4
Cu	79,1	88,9	86,1	87,5	70,1	79,3
Fe	74,9	73,8	50,8	81,6	47,6	56,1
Zn	43,9	56,4	48,1	71,8	38,0	41,6
Mn	89,3	76,7	70,6	74,4	61,5	59,7
B	66,8	77,7	76,5	86,6	62,0	69,2
média micro	70,8	74,7	66,4	80,4	55,8	61,2
CV (%)	24,2	15,7	24,8	8,8	23,0	23,2
Média Nutrientes	73,2	80,1	71,1	85,7	61,0	69,2
CV (%)	21,6	14,9	21,3	8,9	22,3	18,9

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996); ^{4/} FDC foi realizada na população de baixa produtividade.

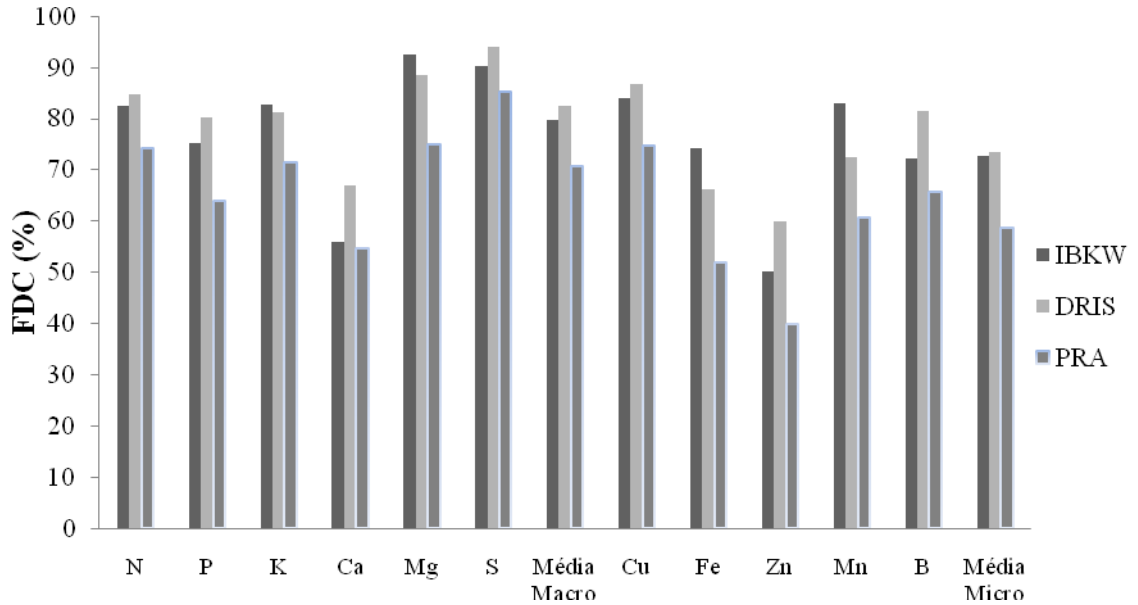


Figura 4 : Representação gráfica dos valores médios de FDC (para Empresa 1 e Empresa 2 vs normas gerais) para o Estado de São Paulo, por nutriente, pelos métodos Kenworthy (Kenworthy, 1961), DRIS (Beaulfils, 1973) e PRA (Wadt, 1996)

4.2.2 – Diagnósticos com Base em Normas Específicas Conforme os Vários Critérios de Estratificação Adotados para cada Empresa versus Normas Gerais para Empresa

Serão apresentados, a seguir, os resultados da FDC obtidos pela utilização dos vários conjuntos de normas específicas consideradas, para cada critério de estratificação adotado, dentro de cada Empresa, e de normas gerais para os conjuntos dos plantios de cada uma das Empresas. Em razão do grande número de conjuntos de normas específicas obtidas (tabela 2, item 3.4.3), e visando maior síntese, os relatos de texto se aterão a um tratamento em termos de valores médios para todos os nutrientes envolvidos na diagnose e situações de estratificação quanto a cada critério adotado. Findos esses relatos, serão apresentados, na forma de figuras, os valores consolidados de FDC, para os métodos KW, DRIS e PRA, tratados separadamente, entre normas específicas independentemente do critério de estratificação e as normas gerais de cada Empresa, que lastrearão a discussão sobre o grau de universalidade dos diagnósticos.

4.2.2.1 – Região de Plantio

A FDC entre normas específicas por região de plantio, obtidas na Empresa 1, e normas gerais para o conjunto dos plantios da Empresa, foi elevada, da ordem de 84, 84

e 80 % para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 7), valores que podem ser considerados satisfatórios e são muito superiores aos de FNC (Tabela 4) verificados para a média, variância e para a média e variância consideradas em conjunto (3,1 e 7,4 vezes para KW e DRIS, respectivamente).

Na Empresa 2, os valores médios de FDC são da ordem de 89 %, 90 % e 84 % para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 8), valores, portanto, superiores aos obtidos na Empresa 1, acima relatados, e que, também, como verificado na Empresa 1, são bem superiores (3,2 vezes para KW e 6,6 vezes para DRIS) aos de FNC respectivos considerando a média e variância conjuntamente (Tabela 5)

Novamente, vê-se que o grau de universalidade dos diagnósticos é muito superior do que o das normas.

4.2.2.2 – Estação de Plantio

A FDC entre normas específicas por estação de plantio, obtidas na Empresa 1, e normas gerais para o conjunto dos plantios da Empresa, foi de 92, 91 e 88 % para KW, DRIS

Tabela 7: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas por região de plantio *versus* normas gerais para esta Empresa para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo.

Nutriente	Balanço				Equilíbrio							
	IBKW				DRIS				PRA			
	Região n=58	Região n=29	Região n=60	Região n=34	Região n=58	Região n=29	Região n=60	Região n=34	Região n=58	Região n=29	Região n=60	Região n=34
	(%)											
N	81,0	72,4	91,7	94,1	82,8	82,8	91,7	82,4	82,8	93,1	78,3	76,5
P	100,0	93,1	68,3	100,0	84,5	100,0	93,3	85,3	94,8	79,3	88,3	88,2
K	82,8	72,4	93,3	64,7	86,2	82,8	83,3	73,5	81,0	79,3	73,3	76,5
Ca	98,3	86,2	88,3	94,1	87,9	79,3	88,3	97,1	82,8	69,0	83,3	73,5
Mg	91,4	82,8	91,7	100,0	89,7	93,1	73,3	73,5	84,5	93,1	88,3	70,6
S	81,0	93,1	80,0	73,5	96,6	96,6	96,7	82,4	96,6	93,1	91,7	79,4
média	89,1	83,3	85,6	87,7	87,9	89,1	87,8	82,4	87,1	84,5	83,9	77,5
Cu	96,6	96,6	98,3	94,1	98,3	100,0	93,3	76,5	86,2	93,1	86,7	70,6
Fe	84,5	86,2	88,3	58,8	89,7	86,2	71,7	76,5	96,6	75,9	76,7	52,9
Zn	100,0	100,0	93,3	88,2	98,3	89,7	78,3	82,4	82,8	89,7	83,3	82,4
Mn	69,0	55,2	48,3	47,1	81,0	69,0	60,0	50,0	84,5	69,0	68,3	20,6
B	94,8	75,9	70,0	73,5	93,1	82,8	61,7	94,1	91,4	65,5	75,0	70,6
média	89,0	82,8	79,7	72,4	92,1	85,5	73,0	75,9	88,3	78,6	78,0	59,4
Média	89,0	83,1	82,9	80,7	89,8	87,5	81,1	79,4	87,6	81,8	81,2	69,3

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996);

^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 8: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 2, de normas específicas por região de plantio *versus* normas gerais para esta Empresa para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo.

Nutriente	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	Região 1 n = 26	Região 2 n = 261	Região 1 n = 26	Região 2 n = 261	Região 1 n = 26	Região 2 n = 261
	----- FDC (%) -----					
N	84,6	97,3	100,0	98,1	76,9	95,8
P	88,5	85,1	96,2	86,6	88,5	77,4
K	96,2	100,0	88,5	93,5	84,6	89,3
Ca	88,5	100,0	92,3	97,7	84,6	91,2
Mg	73,1	94,6	84,6	97,3	76,9	91,6
S	92,3	91,6	88,5	98,9	92,3	93,9
média macro	87,2	94,8	91,7	95,3	84,0	89,8
Cu	96,2	94,3	92,3	95,4	80,8	90,8
Fe	65,4	95,4	69,2	98,1	61,5	93,5
Zn	100,0	99,6	96,2	96,6	80,8	91,2
Mn	69,2	86,2	65,4	89,7	57,7	85,8
B	65,4	93,1	61,5	95,0	73,1	85,8
média micro	79,2	93,7	76,9	94,9	70,8	89,4
Média Nutrientes	83,6	94,3	85,0	95,2	78,0	89,7

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996); ^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

e PRA respectivamente, como se pode obter dos dados da tabela 9. Considerando KW e DRIS, respectivamente, as FDC são cerca de 2,0 e 4,9 vezes superiores às FNC respectivas (Tabela 4) verificadas para média e variância consideradas em conjunto.

Na Empresa 2, os valores de FDC foram de, aproximadamente, 91 %, 92 % e 83 % para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 10), que são 2,2 vezes (para KW) e 5,4 vezes (para DRIS) às FNC respectivas verificadas para a média e variância consideradas em conjunto (Tabela 5).

Também, conforme esse critério de estratificação, vê-se o maior grau de universalidade dos diagnósticos do que o das normas.

4.2.2.3 - Material Genético

Primeiramente, os nove materiais genéticos constantes do banco de dados da Empresa 1 foram agrupados em materiais de *E. grandis* e de *E. grandis* x *E. urophylla*. Os valores de FDC entre normas específicas por este critério de agrupamento e normas gerais para a Empresa 1, em termos da média dos nutrientes e situações agrupadas,

foram 94%, 92% e 89% para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 11). Considerando KW e DRIS, respectivamente, as FDC são cerca de 1,7 e 3,0 vezes superiores às FNC respectivas (Tabela 4) verificadas para média e variância consideradas em conjunto.

Em seguida, avaliou-se a FDC entre normas específicas obtidas na Empresa 1 para os materiais genéticos originados de *E. grandis* (*E. grandis* 1, *E. grandis* 2, *E. grandis* 3 e *E. grandis* 4), não agrupados, *versus* as normas gerais da Empresa, e foram obtidos, em termos da média dos nutrientes e situações de estratificação, valores de 76, 83 e 73 % para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 12); considerando KW e DRIS, esses valores de FDC são cerca de 1,8 e 3,4 vezes maiores do que as FNC (Tabela 4) respectivas para a média e variância considerados conjuntamente.

Na Empresa 1, para os demais materiais genéticos originados do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* (“urograndis”), os valores de FDC, também em termos da média dos nutrientes e situações de estratificação, foram de 84, 83 e 79 % para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 13); assim, para KW e DRIS, os valores de FDC foram superiores em torno de 1,5 vezes e de 3 vezes aos de FNC respectivos (Tabela 4).

Tabela 9: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas por estação de plantio *versus* normas gerais para esta Empresa para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
N	91,7	97,2	95,8	90,1	92,4	91,5
P	93,1	81,0	94,4	88,7	88,2	91,5
K	97,9	95,8	99,3	95,8	93,1	90,1
Ca	92,4	93,7	81,9	83,8	81,3	81,7
Mg	93,1	96,5	92,4	93,7	93,1	84,5
S	91,0	100,0	96,5	95,1	96,5	93,0
média macro	93,2	94,0	93,4	91,2	90,7	88,7
Cu	97,9	98,6	91,7	89,4	93,1	93,0
Fe	82,6	78,9	91,7	82,4	88,9	79,6
Zn	90,3	94,4	89,6	92,3	86,1	85,2
Mn	72,2	92,3	86,8	89,4	88,2	84,5
B	92,4	94,4	92,4	90,8	82,6	85,2
média micro	87,1	91,7	90,4	88,9	87,8	85,5
Média	90,4	93,0	92,0	90,1	89,4	87,3

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996);

^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 10: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 2, de normas específicas por estação de plantio *versus* normas gerais para esta Empresa para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa(Seca
	------(%)-----					
N	96,2	98,5	97,1	98,0	94,2	96,5
P	91,3	95,5	84,6	95,5	74,0	89,6
K	100,0	100,0	92,3	97,0	89,4	92,5
Ca	88,5	98,0	94,2	94,5	79,8	88,6
Mg	95,2	97,5	95,2	93,0	88,5	86,1
S	90,4	86,1	79,8	87,1	82,7	76,1
média macro	93,6	95,9	90,5	94,2	84,8	88,2
Cu	68,3	72,6	71,2	78,1	57,7	62,2
Fe	100,0	100,0	94,2	95,5	88,5	89,6
Zn	99,0	100,0	90,4	97,5	78,8	89,6
Mn	97,1	99,5	89,4	91,0	91,3	87,1
B	95,2	91,0	97,1	98,0	87,5	94,0
média micro	91,9	92,6	88,5	92,0	80,8	84,5
Média	92,8	94,4	89,6	93,2	83,0	86,5

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996);

^{4/} FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 11: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas para *E. grandis* x *E. urophylla* (*E. urograndis*) e *E. grandis* *versus* normas gerais para esta Empresa, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	<i>E. urograndis</i> n = 111	<i>E. grandis</i> n = 73	<i>E. urograndis</i> n = 111	<i>E. grandis</i> n = 73	<i>E. urograndis</i> n = 111	<i>E. grandis</i> n = 73
	------(%)-----					
N	94,6	100,0	91,9	91,8	85,6	90,4
P	100,0	98,6	98,2	89,0	96,4	93,2
K	86,5	79,5	84,7	79,5	83,8	76,7
Ca	96,4	90,4	91,9	84,9	90,1	82,2
Mg	100,0	100,0	91,0	95,9	91,0	87,7
S	100,0	90,4	97,3	94,5	93,7	97,3
média macro	96,2	93,2	92,5	89,3	90,1	87,9
Cu	91,0	84,9	91,9	91,8	85,6	89,0
Fe	97,3	97,3	90,1	94,5	82,0	90,4
Zn	100,0	100,0	97,3	97,3	91,9	90,4
Mn	94,6	82,2	95,5	93,2	91,0	87,7
B	96,4	97,3	92,8	97,3	91,9	90,4
média micro	95,9	92,3	93,5	94,8	88,5	89,6
média nutrientes	96,1	92,8	93,0	91,8	89,4	88,7

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996);

^{4/} FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 12: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas para materiais genéticos de *E. grandis* (MG1, MG 2, MG 3 e MG 4) versus normas gerais para esta Empresa, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço				Equilíbrio							
	IBKW				DRIS				PRA			
	MG 1 n = 10	MG 2 n = 11	MG 3 n = 21	MG 4 n = 19	MG 1 n = 10	MG 2 n = 11	MG 3 n = 21	MG 4 n = 19	MG 1 n = 10	MG 2 n = 11	MG 3 n = 21	MG 4 n = 19
	------(%)-----											
N	70,0	45,5	85,7	94,7	90,0	100,0	100,0	84,2	90,0	72,7	71,4	57,9
P	100,0	72,7	90,5	63,2	90,0	90,9	85,7	89,5	90,0	100,0	85,7	89,5
K	90,0	72,7	90,5	57,9	50,0	100,0	95,2	89,5	50,0	90,9	66,7	73,7
Ca	90,0	63,6	76,2	89,5	70,0	72,7	90,5	73,7	70,0	81,8	81,0	68,4
Mg	50,0	72,7	71,4	57,9	80,0	100,0	95,2	47,4	40,0	90,9	76,2	36,8
S	90,0	63,6	42,9	100,0	100,0	81,8	85,7	89,5	70,0	81,8	81,0	94,7
média macro	81,7	65,2	76,2	77,2	80,0	90,9	92,1	78,9	68,3	86,4	77,0	70,2
Cu	80,0	54,5	81,0	73,7	90,0	90,9	85,7	100,0	70,0	63,6	90,5	78,9
Fe	70,0	45,5	47,6	94,7	80,0	54,5	71,4	89,5	50,0	27,3	61,9	73,7
Zn	100,0	81,8	61,9	78,9	100,0	90,9	57,1	73,7	70,0	81,8	47,6	78,9
Mn	70,0	72,7	90,5	89,5	70,0	100,0	100,0	84,2	80,0	90,9	81,0	84,2
B	80,0	72,7	90,5	89,5	60,0	72,7	71,4	68,4	80,0	63,6	66,7	78,9
média micro	80,0	65,5	74,3	85,3	80,0	81,8	77,1	83,2	70,0	65,5	69,5	78,9
Média nutrientes	80,9	65,3	75,3	80,9	80,0	86,8	85,3	80,9	69,1	76,9	73,6	74,2

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996); ^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 13: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas para materiais genéticos de *E. grandis* x *E. urophylla* (MG1, MG 2, MG 3, MG 4 e MG 5) versus normas gerais para esta Empresa, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço					Equilíbrio									
	IBKW					DRIS					PRA				
	MG 1 n = 10	MG 2 n = 32	MG 3 n = 24	MG 4 n = 24	MG 5 n = 14	MG 1 n = 10	MG 2 n = 32	MG 3 n = 24	MG 4 n = 24	MG 5 n = 14	MG 1 n = 10	MG 2 n = 32	MG 3 n = 24	MG 4 N = 24	MG 5 n = 14
	(%)														
N	90,0	100,0	100,0	87,5	78,6	90,0	93,8	87,5	66,7	85,7	100,0	96,9	83,3	70,8	92,9
P	90,0	100,0	66,7	100,0	78,6	90,0	90,6	87,5	79,2	78,6	90,0	90,6	83,3	75,0	85,7
K	90,0	84,4	91,7	79,2	92,9	90,0	90,6	95,8	83,3	50,0	80,0	84,4	87,5	70,8	42,9
Ca	100,0	81,3	87,5	83,3	100,0	100,0	100,0	95,8	50,0	71,4	100,0	90,6	83,3	58,3	85,7
Mg	80,0	93,8	100,0	87,5	92,9	70,0	84,4	87,5	62,5	64,3	60,0	87,5	83,3	70,8	71,4
S	100,0	100,0	95,8	70,8	71,4	90,0	90,6	100,0	83,3	64,3	80,0	90,6	91,7	79,2	78,6
média macro	91,7	93,2	90,3	84,7	85,7	88,3	91,7	92,4	70,8	69,0	85,0	90,1	85,4	70,8	76,2
Cu	100,0	65,6	83,3	45,8	57,1	100,0	75,0	95,8	58,3	64,3	90,0	50,0	66,7	62,5	64,3
Fe	80,0	75,0	75,0	87,5	50,0	100,0	84,4	91,7	75,0	78,6	80,0	78,1	79,2	70,8	71,4
Zn	60,0	96,9	100,0	95,8	78,6	60,0	87,5	100,0	87,5	64,3	50,0	71,9	83,3	95,8	71,4
Mn	40,0	87,5	87,5	91,7	85,7	50,0	81,3	79,2	95,8	78,6	80,0	78,1	83,3	91,7	78,6
B	90,0	84,4	83,3	75,0	85,7	90,0	100,0	100,0	79,2	85,7	90,0	87,5	83,3	58,3	92,9
média micro	74,0	81,9	85,8	79,2	71,4	80,0	85,6	93,3	79,2	74,3	78,0	73,1	79,2	75,8	75,7
Média	83,6	88,1	88,3	82,2	79,2	84,5	88,9	92,8	74,6	71,4	81,8	82,4	82,6	73,1	76,0

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996); ^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Na Empresa 2, as FDC foram de, aproximadamente, 86%, 88% e 80% para KW, DRIS e PRA respectivamente (Tabela 14), valores superiores em 2,7 vezes (para KW) e 7,5 vezes (para DRIS) aos respectivos valores de FNC verificadas para média e variância consideradas em conjunto (Tabela 5).

Portanto, também por esse critério, o grau de universalidade dos diagnósticos foi maior do que o das normas.

4.2.2.4 - Cultura Antecessora

Para este critério, avaliado apenas na Empresa 1, os dados foram agrupados em áreas onde existia eucalipto e áreas onde existia pastagem ou cana antes do ciclo atual de cultivo das árvores de eucalipto cujos teores foliares foram utilizados neste trabalho.

As FDC entre normas específicas por cultura antecessora e normas gerais para a Empresa 1 foram, aproximadamente, 88 %, 86 % e 90 % para KW, DRIS e PRA respectivamente, (Tabela 15); para KW e DRIS, respectivamente, a FDC é maior 1,7 e 3,2 vezes aos das FNC respectivas (Tabela 4), indicando, novamente, o maior grau de universalidade dos diagnósticos.

4.2.2.5 – Textura do Solo

Para este critério, avaliado apenas na Empresa 1, os valores de FDC foram, aproximadamente, 90 %, 90 % e 87 % para KW, DRIS e PRA respectivamente, (Tabela 16); para KW e DRIS, respectivamente, esses valores de FDC são 1,7 e 2,7 vezes maiores do que os da FNC respectiva (Tabela 4), indicando, também, o maior grau de universalidade dos diagnósticos.

Tabela 14: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 2, de normas específicas por materiais genéticos *versus* normas gerais para esta Empresa, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo.

Nutriente	Balanço				Equilíbrio							
	IBKW				DRIS				PRA			
	<i>E.grandis x resinifero</i> n = 87	<i>E.grandis hibrido</i> n = 127	<i>E. platyphylla</i> n = 67	<i>E.saligna</i> n = 22	<i>E.grandis x resinifero</i> n = 87	<i>E.grandis hibrido</i> n = 127	<i>E.Platyphylla</i> n = 67	<i>E.saligna</i> n = 22	<i>E.grandis x resinifero</i> n = 87	<i>E.grandis hibrido</i> n = 127	<i>E. pplatyphylla</i> n = 67	<i>E. saligna</i> n = 22
	(%)											
N	100,0	99,2	97,0	86,4	97,7	99,2	94,0	95,5	93,1	94,5	89,6	95,5
P	82,8	96,9	88,1	54,5	75,9	89,0	82,1	81,8	73,6	87,4	71,6	50,0
K	90,8	100,0	86,6	95,5	90,8	92,9	80,6	95,5	89,7	94,5	71,6	86,4
Ca	94,3	94,5	94,0	90,9	82,8	92,1	91,0	77,3	74,7	74,0	82,1	72,7
Mg	89,7	94,5	79,1	90,9	74,7	95,3	88,1	77,3	58,6	90,6	76,1	63,6
S	96,6	96,9	86,6	72,7	75,9	88,2	98,5	100,0	75,9	95,3	79,1	90,9
média macro	92,3	97,0	88,6	81,8	83,0	92,8	89,1	87,9	77,6	89,4	78,4	76,5
Cu	83,9	91,3	88,1	54,5	96,6	89,0	80,6	77,3	88,5	89,0	67,2	90,9
Fe	98,9	92,9	86,6	59,1	93,1	89,0	80,6	90,9	86,2	89,0	71,6	81,8
Zn	93,1	94,5	97,0	40,9	86,2	97,6	92,5	90,9	71,3	90,6	88,1	81,8
Mn	85,1	80,3	82,1	68,2	81,6	89,8	77,6	86,4	72,4	84,3	74,6	59,1
B	90,8	100,0	82,1	77,3	88,5	99,2	85,1	100,0	82,8	92,1	62,7	77,3
média micro	90,3	91,8	87,2	60,0	89,2	92,9	83,3	89,1	80,2	89,0	72,8	78,2
Média nutrientes	91,4	94,6	87,9	71,9	85,8	92,8	86,4	88,4	78,8	89,2	75,8	77,3

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996); ^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 15: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas conforme a cultura antecessora *versus* normas gerais para esta Empresa, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	Eucalipto (n=150)	Pastagem e Cana (n=71)	Eucalipto (n=150)	Pastagem e Cana (n=71)	Eucalipto (n=150)	Pastagem e Cana (n=71)
	(%)					
N	89,2	84,6	84,3	84,6	75,5	61,5
P	89,2	100	93,1	100	88,2	92,3
K	85,3	76,9	87,3	46,2	74,5	61,5
Ca	79,4	76,9	76,5	100	71,6	84,6
Mg	100	92,3	97,1	84,6	90,2	84,6
S	100	92,3	96,1	84,6	92,2	92,3
média macro	90,5	87,2	89,1	83,3	82,0	79,5
Cu	88,2	84,6	91,2	92,3	87,3	61,5
Fe	80,4	61,5	71,6	46,2	63,7	92,3
Zn	100	92,3	94,1	92,3	89,2	69,2
Mn	68,6	84,6	88,2	100	84,3	69,2
B	99	100	95,1	76,9	87,3	76,9
média micro	87,3	84,6	88	81,5	82,4	73,8
Média nutrientes	89	86	88,6	82,5	82,2	76,9

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996);

^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

Tabela 16: Frequência de talhões com diagnósticos concordantes (FDC) quanto às classes de balanço (IBKW) e de equilíbrio (DRIS e PRA) pela utilização, para a Empresa 1, de normas específicas conforme a classe de textura do solo *versus* normas gerais para esta Empresa, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em povoamentos jovens de eucalipto do Estado de São Paulo

Nutriente	Balanço		Equilíbrio			
	IBKW		DRIS		PRA	
	Arenosa (n=114)	Argilosa (n=74)	Arenosa (n=114)	Argilosa (n=74)	Arenosa (n=114)	Argilosa (n=74)
	(%)					
N	97,4	93,2	98,2	79,7	96,5	70,3
P	100,0	73,0	94,7	87,8	94,7	83,8
K	99,1	90,5	93,0	91,9	90,4	81,1
Ca	95,6	87,8	98,2	85,1	95,6	86,5
Mg	93,9	87,8	96,5	79,7	98,2	86,5
S	81,6	79,7	97,4	93,2	94,7	94,6
média macro	94,6	85,4	96,3	86,3	95,0	83,8
Cu	97,4	98,6	97,4	94,6	93,9	81,1
Fe	87,7	85,1	99,1	74,3	94,7	75,7
Zn	98,2	82,4	99,1	89,2	93,9	70,3
Mn	93,9	52,7	94,7	66,2	83,3	68,9
B	93,0	79,7	93,0	67,6	92,1	77,0
média micro	94,0	79,7	96,7	78,4	91,6	74,6
Média nutrientes	94,3	82,8	96,5	82,7	93,5	79,6

^{1/}Kenworthy (1961); ^{2/}Beaufils (1973); ^{3/}Beaufils (1973) considerando IENm proposto por Wadt (1996);

^{4/}FDC foi avaliada na população de baixa produtividade.

4.2.2.7 – Critérios de Estratificação Consolidados e Decisão Sobre Normas a Serem Utilizadas

Conforme relatado para cada um dos critérios de estratificação, com base nos quais foram geradas conjuntos de normas específicas, tanto na Empresa 1 como na Empresa 2, os valores de FDC foram sempre maiores do que os de FNC respectivos.

Dessa estratégia de avaliação, mais minuciosa, resulta que o grau de universalidade dos diagnósticos, pelos métodos KW, DRIS e PRA, foi sempre maior do que o das normas com base nas quais esses diagnósticos foram obtidos.

Os resultados obtidos, quanto a FDC entre normas específicas e gerais, para cada Empresa, foram consolidados e são mostrados nas figuras 5 (Empresa 1) e 6 (Empresa 2), na tentativa de se ter uma visualização melhor e mais sintética.

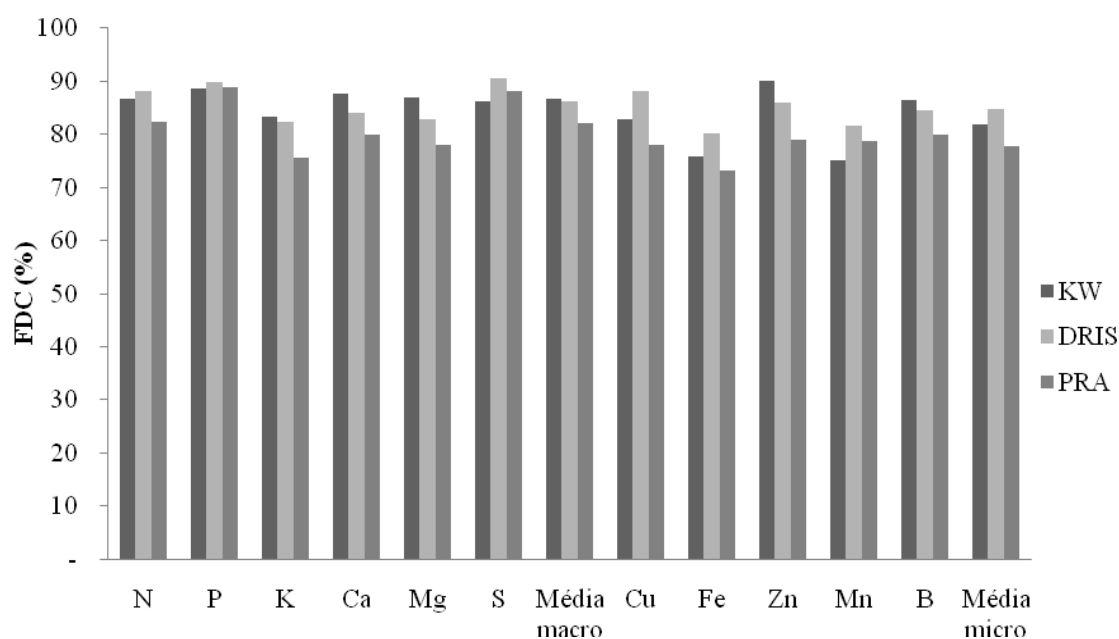


Figura 5: Representação gráfica dos valores médios de Freqüência de Diagnósticos Concordantes, em plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo, entre conjuntos de normas específicas para a Empresa 1, conforme vários critérios de estratificação, e normas gerais para essa Empresa, por nutriente, pelos métodos Kenworthy (Kenworthy, 1961), DRIS (Beaulfil, 1973) e Potencial de Resposta à Adubação, PRA, (Wadt, 1996)

Na Empresa 1, observa-se, exceto para Fe e Mn pelo método KW, que a FDC foi igual ou superior a 80 % para KW e DRIS (Figura 5), sendo os valores médios para esses dois métodos, considerados todos os nutrientes, de 85 % para KW e 85 % para o

DRIS. A FDC, com base no PRA, foi pouco inferior, embora, para nenhum dos nutrientes tenha sido menor que 70 %, situando-se na média de 80 %. Esses valores de FDC são superiores aos de FNC, na mesma base de avaliação, que foram de 47,2 % para KW e 23,4 % para DRIS, com base na média e variância conjuntamente, valores calculados com base nos dados da tabela 4, numa diferença relativa de 1,8 vezes para KW e 3,6 vezes para DRIS.

Na Empresa 2, a FDC (Figura 6) foi, em média de todos os nutrientes, da ordem de 85 % para KW e DRIS, e em torno de 80 % para o PRA, valores coincidentes aos obtidos na Empresa 1. Com base nos valores médios calculados com os dados da tabela 5, essa FDC para KW é 2,6 vezes superior à FNC respectiva, com base conjuntamente em média e variância, e, para DRIS a superioridade é de 6,2 vezes.

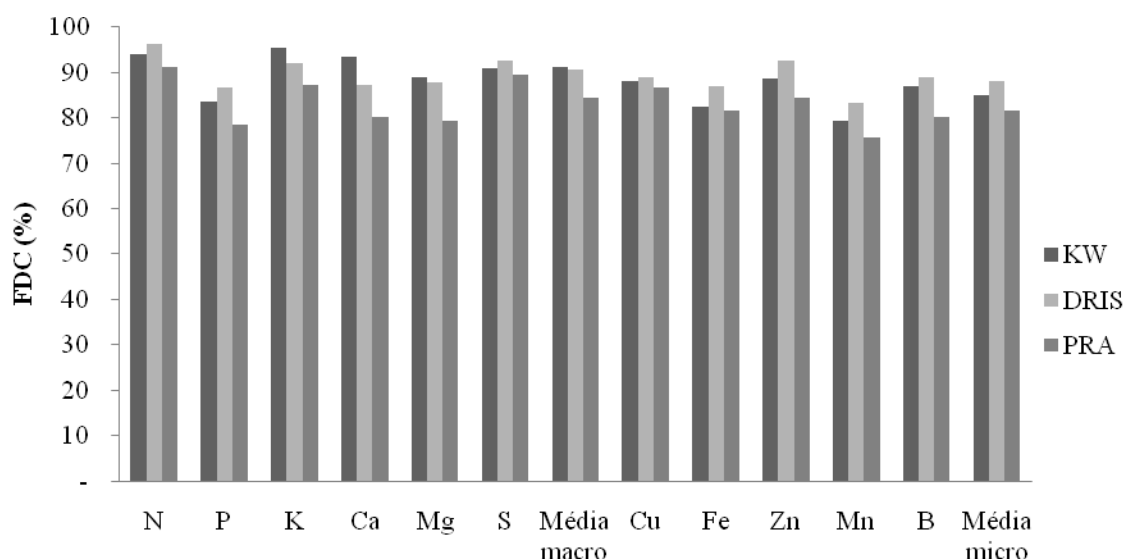


Figura 6: Representação gráfica dos valores médios de Freqüência de Diagnósticos Concordantes, em Plantios Jovens de Eucalipto no Estado de São Paulo, entre conjuntos de normas específicas para a Empresa 2, conforme vários critérios de estratificação, e normas gerais para essa Empresa, por nutriente, pelos métodos Kenworthy (Kenworthy, 1961), DRIS (Beaulfils, 1973) e Potencial de Resposta à Adubação, PRA, (Wadt, 1996)

Tomando as duas empresas em conjunto, o grau de universalidade dos diagnósticos é maior do que o das normas, considerando média e variância conjuntamente, da ordem de 2,0 vezes para o método KW e 4,1 vezes para o DRIS.

O fato de o grau de universalidade dos diagnósticos pelos métodos KW e DRIS, que avaliam o balanço e o equilíbrio nutricional, respectivamente, ser superior ao

das normas com base nas quais esses mesmos diagnósticos do estado nutricional são obtidos é aspecto de alta relevância prática, merecedor de discussão mais aprofundada.

Nessa linha, o fato de as normas apresentarem baixo grau de universalidade, como mostrado neste trabalho para o eucalipto e em diversos trabalhos da literatura para várias culturas (Kurihara, 2004; Reis Jr, 2002), inclusive para o eucalipto (Wadt et al., 1998; Silva et al. 2005; Rocha, 2008; Fernandes et al., 2009), levaria a recomendar, sempre que possível, a utilização de normas específicas para as condições do sítio florestal. Afinal, como discutido nesse trabalho, a não universalidade das normas indica que elas são sensíveis às variações nas condições edafoclimáticas, de material genético e de manejo, o que se considera altamente desejável, pois a cultura em termos de seu crescimento e absorção de nutrientes também é sensível a esses fatores. Persiste então a questão: como explicar o alto grau de universalidade dos diagnósticos obtidos pela utilização de normas de aceção mais geral comparativamente a normas bem específicas para as condições edafoclimáticas, de material genético e de manejo, ou seja para as condições do sítio florestal?

Acredita-se que a resposta esteja, pelo menos em parte, na utilização de uma abordagem discreta, baseada em classes, para fins de interpretação dos índices KW e DRIS obtidos. Os limites dessas classes, por sua vez, são ditados pelos valores de referência utilizados nos métodos KW e DRIS. Neste trabalho, para fins de interpretação dos diagnósticos do estado nutricional dos plantios quanto ao grau de balanço, pelo método KW, foram assumidos os valores de referência propostos por Kenworthy, e na interpretação quanto ao grau de equilíbrio foram assumidos os valores da faixa de Beaufils. Portanto, a amplitude das classes de estado nutricional parece se constituir em aspecto central nessa discussão sobre grau de universalidade das normas e dos diagnósticos.

Outro ponto que se acredita importante nessa discussão é relativo ao fato de que o grau de universalidade das normas foi baseado na verificação - para o teor de cada nutriente, no método KW e para cada uma das relações duais entre os teores de nutrientes, no método DRIS - de se as médias, as variâncias e ambas conjuntamente eram diferentes a um dado nível de probabilidade, no caso $p < 0,05$. Assim, entram em cena, pelo menos mais dois aspectos. Um deles é a questão do nível de probabilidade, que se constitui como que um valor de referência para a aceitação ou a rejeição da

hipótese de nulidade, ou seja de que as normas, com base no parâmetro considerado, não diferiam. O outro aspecto está embasado no fato de que em grandes populações, diferenças numericamente muito pequenas nos valores dos parâmetros da distribuição de frequência de uma dada variável aleatória da população, no caso deste trabalho, por exemplo, teor de N ou relação dual N/P quanto à média, variância ou média e variância conjuntamente, sem maior consequência do ponto de vista da utilização na prática, podem ser estatisticamente significativas.

Adicionalmente, cabe refletir sobre o grau de concordância dos diagnósticos, ou seja a FDC, que se considera satisfatório. Se, por exemplo, for assumido que uma FDC da ordem de 70 % a 75 % for satisfatória tendo em vista a utilização que vai ser feita dos resultados dos diagnósticos, à luz dos valores de FDC entre conjuntos de normas específicos e de normas gerais verificados neste trabalho, a conclusão lógica seria que as normas gerais obtidas para cada uma das duas empresas florestais poderiam ser recomendadas. Mas se o limite inferior de FDC considerado satisfatório fosse bem mais elevado, por exemplo de 95 %, a recomendação seria a utilização de normas altamente específicas conforme os critérios de estratificação mais pertinentes à condição do sítio florestal.

Não obstante todas as considerações aqui expostas, no tocante a essa discussão sobre universalidade das normas e dos diagnósticos, pode-se propor que esteja havendo um descompasso entre o grau de refinamento usado para os testes que levam a concluir sobre o grau de universalidade das normas (muito maior) e o que se aplica na interpretação dos índices resultantes da aplicação dos métodos de avaliação do estado nutricional, seja quanto ao balanço (KW) ou ao equilíbrio (DRIS), comparativamente muito menor.

Na tentativa de contribuir para a redução desse descompasso, acredita-se que estudos adicionais quanto ao grau de universalidade das normas possam contemplar também, de alguma forma, a magnitude relativa de variação da norma, da variância, e da norma e variância considerados conjuntamente entre normas específicas e gerais, e não apenas a verificação estatística de diferenças significativas entre as normas.

Contudo, acredita-se, também, que a revisão dos valores de referência, seja estratégia mais rápida e eficaz para o aprimoramento da avaliação do estado nutricional, e, também, visando maior grau de elucidação de questões afeitas à universalidade de

normas e de diagnósticos. De modo mais claro, o pensamento é de que os valores de referência - que no entendimento desta autora derivam de um enfoque meramente de estatística de populações – devam ser derivados de um enfoque, de uma abordagem, mais biológica, com base no relacionamento com a produtividade da cultura.

Quanto à decisão sobre a utilização de normas específicas ou gerais, com base nos resultados de FDC verificados neste trabalho, e, também, para os valores de referência atualmente utilizados nos métodos KW e DRIS, por exemplo, no aplicativo computacional NUTREELYPTUS, conclui-se que normas gerais para cada uma das Empresas possam ser utilizadas, de modo satisfatório, para avaliar o estado nutricional de seus plantios.

4.3 – Teores de Nutrientes Associados aos Valores de Referência do Método Kenworthy para a Avaliação do Estado Nutricional de Plantios Jovens de Eucalipto quanto ao Grau de Balanço

Com base em normas KW, tanto nas obtidas neste trabalho, constantes da tabela 3, para plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo: “Gerais - Empresa 1 SP”, “Gerais - Empresa 2 SP”, “Gerais – SP”, como naquelas obtidas em outros trabalhos com plantios jovens de eucalipto, e considerando os valores de referência propostos por Kenworthy (Kenworthy, 1961), foi elaborada a tabela 17. Nesta, são apresentados os teores de nutrientes correspondentes ao limite inferior (IBKW=83 %), ao ponto ótimo (IBKW=100 %) e ao limite superior da faixa normal (IBKW=117 %).

A tabela 17 sintetiza o que há de mais atual relativo a plantios jovens de eucalipto no Brasil com vistas à interpretação do estado nutricional quanto ao balanço. As informações constantes dessa tabela ganham relevância ainda maior ao se considerar os resultados obtidos neste trabalho que apontam que, pelo menos para o método KW, fazendo-se uso dos valores de referência propostos por Kenworthy (os constantes da tabela 17 para a faixa normal) ainda que as normas apresentem baixo grau de universalidade, os diagnósticos obtidos com o uso de normas de aceção mais geral apresentam alto grau de universalidade.

Tabela 17 – Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em folhas^{1/} de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo e em outras regiões do Brasil correspondentes à Faixa Normal^{2/} segundo os valores de referência do método de Kenworthy

Condição	IBKW	N P K Ca Mg S						Cu Fe Zn Mn B				
	(%)	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
1: Geral – Empresa 1 SP (este trabalho)	83	17	0,9	7,0	5,8	2,0	1,3	5,6	73	11	218	26
	100	21	1,2	9,1	7,8	2,7	1,6	7,5	155	15	649	38
	117	26	1,5	11,2	9,7	3,3	2,0	9,3	237	18	1080	49
2: Geral – Empresa 2 SP (este trabalho)	83	20	1,2	8,5	3,4	2,2	1,2	6,7	52	19	119	17
	100	25	1,6	10,8	4,6	2,8	1,7	8,8	69	24	316	24
	117	30	2,0	13,2	5,7	3,5	2,2	10,9	85	29	512	31
3: Geral – SP (este trabalho)	83	19	1,1	7,9	4,1	2,1	1,2	6,3	24	15	-127	19
	100	24	1,4	10,2	5,8	2,8	1,7	8,3	102	20	447	29
	117	29	1,8	12,4	7,6	3,4	2,1	10,3	181	26	1021	39
4: Litoral Norte ES/Sul Bahia (Rocha, 2008)	83	19	1,2	8,4	3,5	1,9	1,8	1,7	50	15	75	25
	100	24	1,5	10,6	4,5	2,4	2,3	3,1	68	20	207	36
	117	29	1,9	12,9	5,5	2,9	2,8	4,5	86	24	339	47
5: Vale do Rio Doce, MG (Silva, 2006)	83	17	0,8	7,0	4,8	1,6	0,6	5,6	146	11	506	41
	100	21	1,0	8,9	6,5	2,1	0,8	7,6	360	14	761	57
	117	26	1,2	10,8	8,2	2,6	1,0	9,6	574	17	1015	73
6: Oeste do MA/Sud. Pará (Fernandes et al., 2009)	83	22	1,3	7,9	4,2	1,8	1,1	4,8	50	15	315	30
	100	27	1,7	10,4	5,6	2,3	1,5	6,6	98	20	431	46
	117	33	2,0	12,9	7,1	2,8	1,9	8,3	146	25	546	62
Média (1,2,4,5,6)	83	19	1,1	7,8	4,3	1,9	1,2	4,9	60	14	140	25
	100	24	1,4	10,0	5,8	2,5	1,6	6,7	136	19	465	37
	117	29	1,7	12,2	7,2	3,0	2,0	8,5	213	24	790	49

^{1/} Folhas coletadas no terço médio da copa, terço médio dos ramos, em plantios com 0,5 a 2,4 anos de idade; ^{2/} IBKW 83 %, IBKW 100 % e IBKW 117 %: limite inferior, ponto ótimo e limite superior da faixa normal pelo método de Kenworthy, respectivamente.

A análise das informações constantes da tabela 17 permite concluir que para vários nutrientes a amplitude da faixa normal parece satisfatória, ou melhor, é relativamente estreita, fato que levaria a se ter sensibilidade na diagnose. Com base na média dos valores dos limites da faixa normal obtidos neste e nos outros trabalhos referidos, pode-se concluir que apenas para Mn e Fe o limite superior da faixa normal

supera o limite inferior dessa faixa em mais de 2 ordens de magnitude, ou seja, em mais de 2 vezes. Para Mn, por exemplo, e ainda com base na média de todos os trabalhos referidos na tabela 17, o quociente entre o limite superior e o inferior da faixa normal é igual a 5,6, e, para Fe, esse quociente é igual a 3,6. Para os demais nutrientes, e ainda com base na média de todos os trabalhos constantes da tabela 17, situa-se na média de 1,7, sendo menor para N (1,5) e maior para B (1,9).

Essa grande amplitude da faixa normal para Mn e Fe, em todas as condições contempladas na tabela, exceto nos plantios da região Oeste do Maranhão/Sudeste do Pará é consequência da alta variabilidade (alto CV) das normas KW para esses dois micronutrientes, levando a se ter, inclusive, situação absurda do ponto físico (o valor negativo para o teor de Mn para a norma Geral para SP) e biológico (mesmo se o teor não fosse negativo, mas fosse nulo, pois o elemento é essencial à planta). Ainda que não conste da tabela 17, já foi comentado, e mostrado na tabela 3, que são muito elevados os valores de CV das relações duais envolvendo Mn na Empresa 1, como também os das relações envolvendo Fe, o que leva a investigar sobre o efeito da inclusão de nutrientes cujas normas apresentem alta variabilidade em métodos relativos, como o DRIS, sobre os diagnósticos obtidos para outros nutrientes. Essa investigação parece oportuna, pelo menos para um método relativo como o DRIS, pois, se a exclusão, na diagnose, desses nutrientes de alta variabilidade causar alterações importantes nos diagnósticos obtidos para os outros nutrientes, diminuindo de modo relevante a frequência de diagnósticos na faixa normal, seria lógico pensar na possibilidade de os altos valores de FDC entre normas específicas e gerais, ou seja o elevado grau de universalidade dos diagnósticos, como verificado neste trabalho, estar ocorrendo como consequência pelo menos em parte, de alteração na sensibilidade do método. Os resultados dessa investigação são apresentados e discutidos no item a seguir.

4.4 – Influência de Normas com Elevada Variabilidade sobre a Diagnose pelo DRIS de outros Nutrientes e sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos Obtidos pela Utilização de Diferentes Conjuntos de Normas.

4.4.1 – Influência da Exclusão de Fe e Mn Sobre os Diagnósticos dos Demais Nutrientes Quanto ao Equilíbrio a Partir de Normas Específicas

A exclusão conjunta, na diagnose realizada pelo DRIS, dos nutrientes Fe e Mn, os de normas com maior variabilidade, resultou em aumento na sensibilidade do método em termos dos diagnósticos de todos os demais nutrientes quanto ao equilíbrio, exceto para o B, como indicado pelos valores das declividades maiores do que 1 nas equações constantes das figuras 7 e 8, que relacionam o índice DRIS obtido, para cada nutriente, macronutrientes na figura 7 e micronutrientes na figura 8, na diagnose realizada sem a presença de Fe e Mn em função da diagnose realizada com a presença desses dois nutrientes, e, como consequência, aumentou em magnitude maior do que a dos aumentos verificados para cada nutriente, o valor da declividade da equação que relaciona o Índice de Equilíbrio Nutricional médio (IENm) sem *versus* com a presença de Fe e Mn na diagnose (figura 8).

Com base, ainda, nos valores das declividades os aumentos médios na sensibilidade seguem a seguinte sequência decrescente: N (11,9 %) > P (10,2 %) > Zn (7,8 %) > Mg (7,4%) > Ca (5,3 %) > Cu (2,4 %) ~ K (2,3 %) > S (1,2 %) > B (0 %). Para o IENm, tal aumento foi de 14,8 %. Embora um enfoque mais estatístico possa ser aplicado, verificando se os valores das declividades das equações das figuras 7 e 8 diferem de 1, optou-se por considerar, arbitrariamente, aumentos na sensibilidade maiores do que 5 % como indicativos de aumentos relevantes. Por esse critério, os aumentos verificados para N, P, Zn, Mg e Ca, além daquele verificado para o IENm, são importantes do ponto de vista prático.

Como na diagnose a abordagem utilizada na interpretação dos valores dos índices DRIS é discreta, baseada em classes, e como o aumento verificado para o IENm, esperadamente deveria acarretar alterações na alocação dos talhões diagnosticados pelo DRIS nas classes de PRA (já que o IENm é, no método PRA, uma referência para tal alocação baseada nos índices DRIS de cada nutriente) foram investigadas as FDC quanto às classes dos índices DRIS e de PRA, sem estratificação, em função da ausência ou presença de Fe e Mn na diagnose (Figura 9). Para tanto, utilizou-se a mesma população de talhões e mesmo conjunto de normas (específicas para *E. grandis* x *E. urophylla*, na Empresa 1) também usados na obtenção dos índices DRIS e no IENm constantes das figuras 7 e 8.

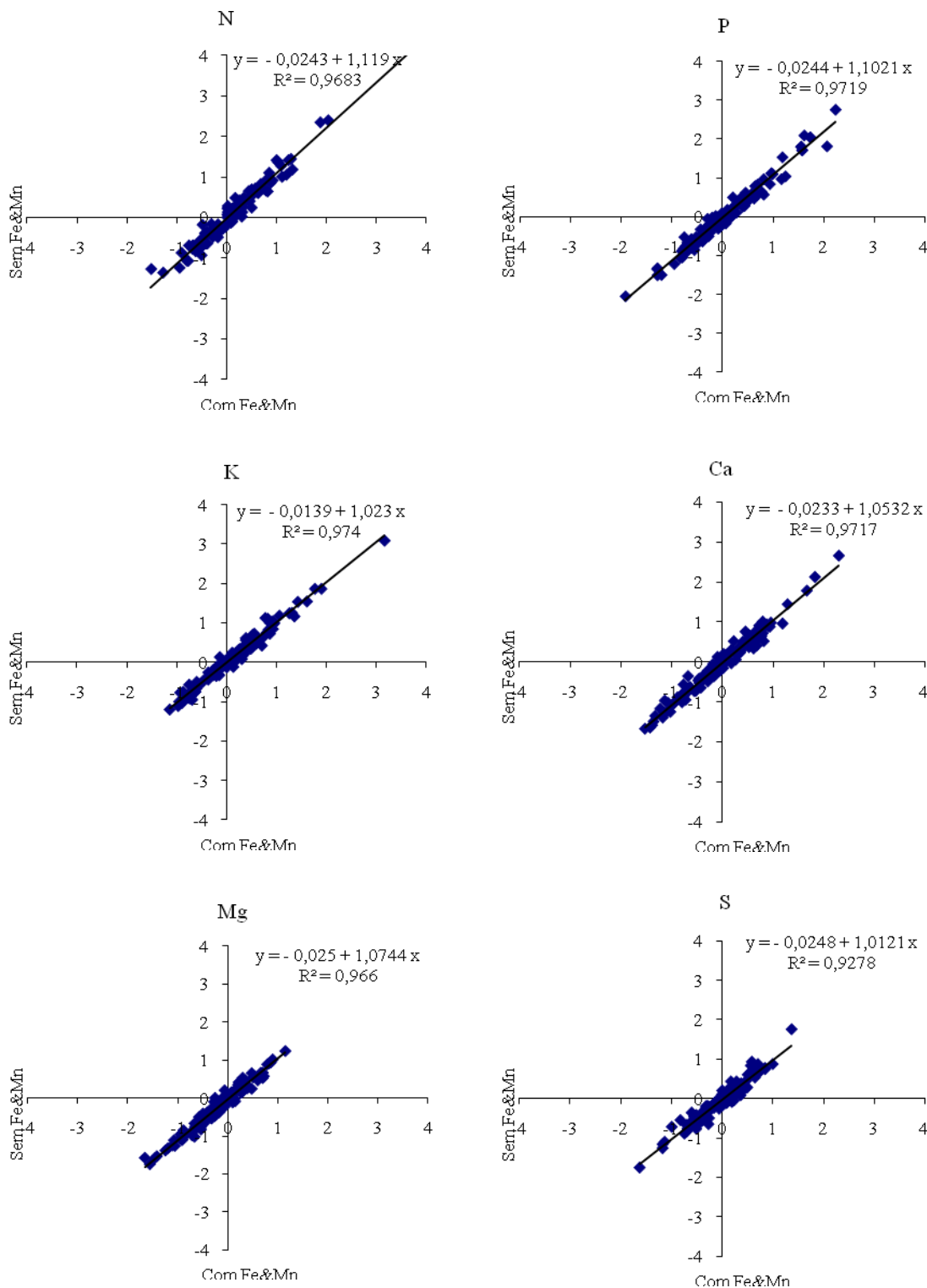


Figura 7: Gráficos de dispersão dos Índices DRIS para N P, K, Ca, Mg e S obtidos de diagnoses realizadas sem a presença de Fe e Mn em função desses índices obtidos com a presença de Fe e Mn na diagnose, em plantios jovens de *E.grandis* x *E. urophylla* no Estado de São Paulo (Empresa 1), utilizando normas específicas para tal condição.

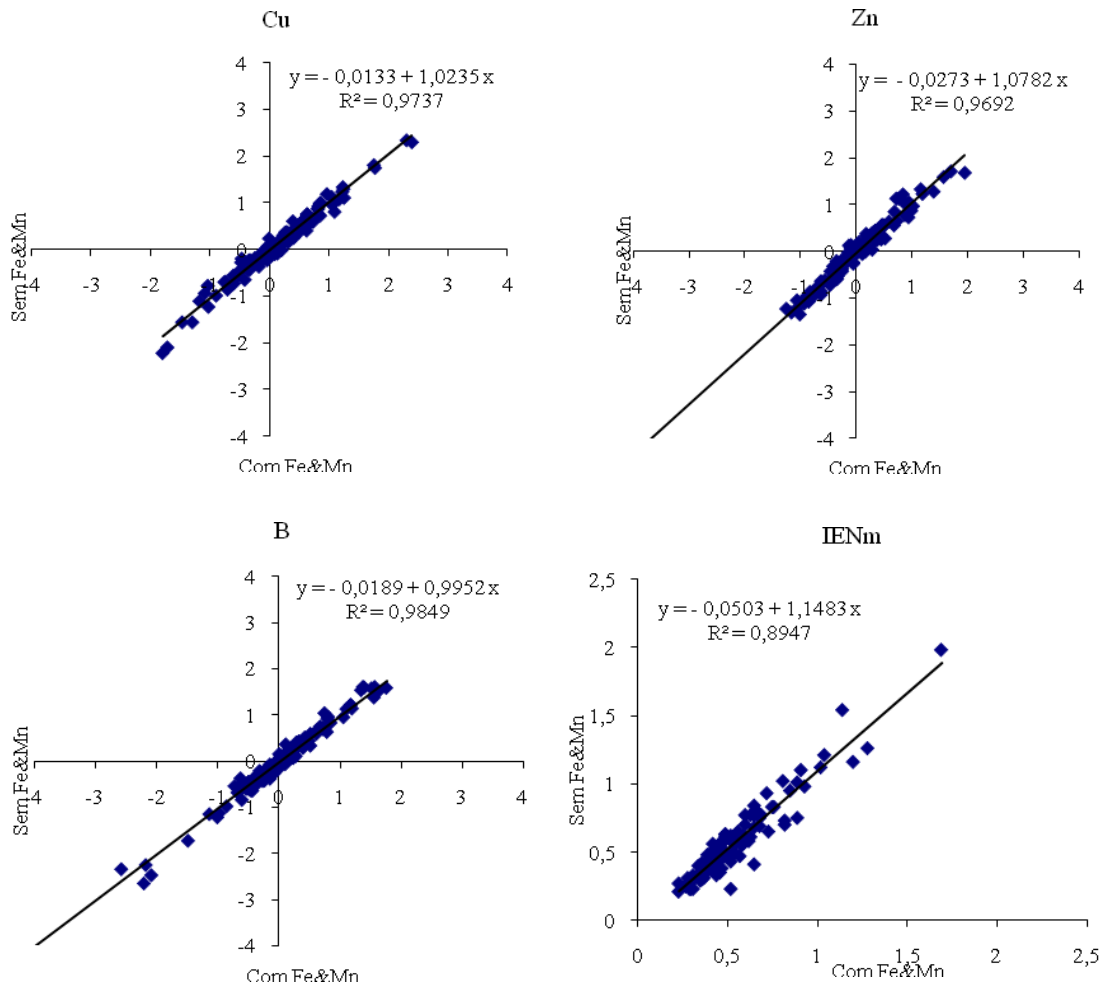


Figura 8: Gráficos de dispersão dos Índices DRIS para Cu, Zn, B, e para o Índice de Equilíbrio Nutricional Médio (IENm) obtidos de diagnoses realizadas sem a presença de Fe e Mn em função desses índices obtidos com a presença de Fe e Mn na diagnose, em plantios jovens de *E. grandis* x *E. urophylla* no Estado de São Paulo (Empresa 1), utilizando normas específicas para tal condição.

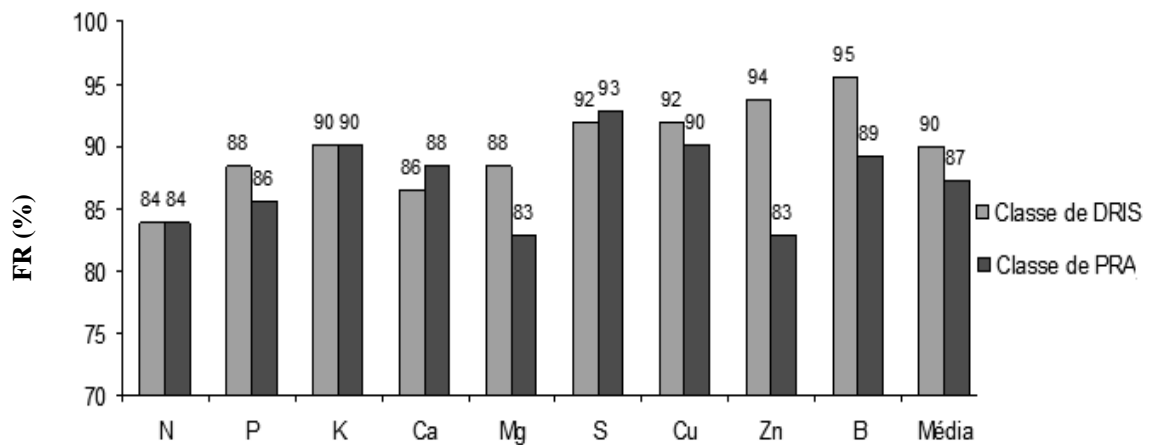


Figura 9 – Frequência Relativa (FR), em %, de concordância, para DRIS e PRA, entre diagnósticos de talhões de plantios jovens de *E. grandis* x *E. urophylla* no Estado de São Paulo (Empresa 1) realizados sem e com a presença de Fe e Mn em diagnoses realizadas com normas específicas para essa condição.

Vê-se, na figura 9, exceto para Ca e S, que a influência da exclusão do Fe e Mn da diagnose foi maior (P, Mg, Cu, Zn e B), ou pelo menos de mesma magnitude (N e K), para o PRA em relação à verificada pelo DRIS, o que reflete na menor concordância entre termos da média dos nutrientes (figura 9) do PRA. Dada essa maior sensibilidade do PRA em capturar a influência da inclusão na diagnose de nutrientes com normas com alta variabilidade, como demonstrado neste trabalho para Fe e Mn, tal método foi a base das discussões seguintes.

Portanto, avaliou-se, com base no PRA estratificado em suas classes, as mudanças relativas nos valores de FDC entre os diagnósticos dos demais nutrientes sob o efeito da exclusão do Fe e Mn na diagnose. O pensamento é que a alteração no valor de FDC da classe de PRA nula (z) seja o indicador mais sensível e objetivo da influência de Fe e Mn sobre a diagnose dos demais nutrientes. Logicamente, decréscimos da frequência de talhões na classe z, correspondem a acréscimos na frequência de talhões nas demais classes de PRA. Da análise da figura 10 percebe-se que essa influência variou com o nutriente considerado, sendo maior para Mg e N, e menor para B. Admitindo 5 % como o valor da mudança relativa acima do qual tal mudança é considerada relevante, conclui-se que, para fins práticos, a exclusão de Fe e Mn aumenta a sensibilidade dos diagnósticos para Mg, N, P e Ca, e, em magnitude ainda maior também altera o IENm, ou seja o diagnóstico quanto ao grau de equilíbrio nutricional global médio do talhão, isto é, aquele obtido considerando-se, em conjunto, todos os nutrientes envolvidos na diagnose.

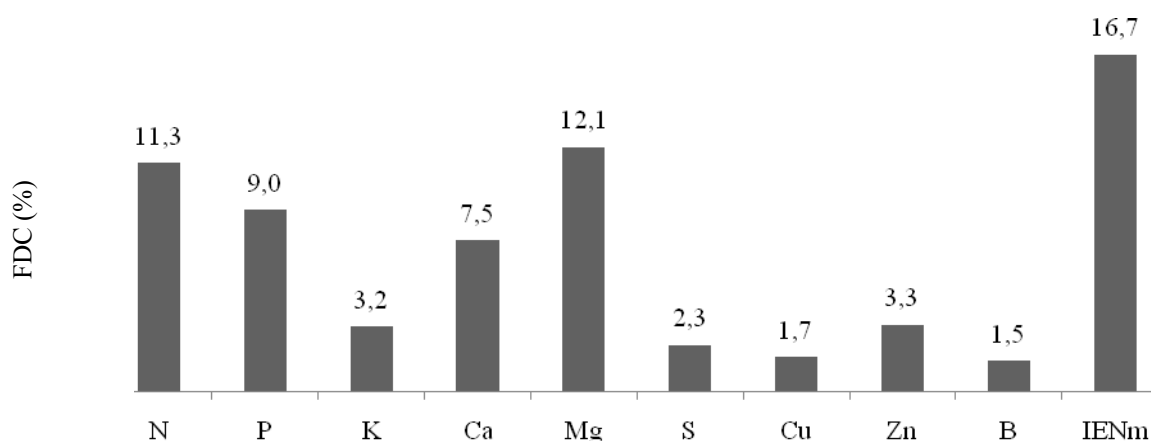


Figura 10 – Alteração relativa na Frequência de Diagnósticos Concordantes quanto ao Potencial de Resposta à Adubação, classe de resposta Nula (z), e ao Índice de Equilíbrio Nutricional médio (IENm), classe Equilibrado, pela exclusão do Fe e Mn da diagnose, em plantios jovens de *E. grandis* x *E. urophylla* no Estado de São Paulo (Empresa 1) usando Normas específicas para essa condição.

Para a cultura do eucalipto no Brasil, em particular, dado o fato de os plantios serem frequentemente feitos em áreas com solos altamente intemperizados e ácidos, não são esperadas situações de carência quanto a Fe e Mn, mas nesses mesmos solos, por outro lado, baixa disponibilidade de P, Mg e Ca são esperadas. Assim, visando maior sensibilidade no diagnóstico do estado nutricional de plantios jovens de eucalipto recomenda-se que Fe e Mn sejam excluídos da diagnose DRIS, ou ao menos, que a diagnose seja também feita sem a presença desses dois nutrientes.

4.4.2 – Influência da Exclusão de Fe e Mn sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos dos demais Nutrientes quanto ao Equilíbrio, a partir da Utilização de Normas Específicas *versus* Normas Gerais

O efeito da exclusão conjunta de Fe e Mn da diagnose sobre o grau de universalidade dos diagnósticos, avaliado pela FDC entre normas específicas para *E. grandis* x *E. urograndis* na Empresa 1 e as normas gerais dessa Empresa, obtido a partir dos dados constantes da figura 11, variou com o nutriente. Para Cu (-7,8 %), Zn (-3,1 %), B (-1,4 %), K (-1,0 %) e Mg (-0,5 %), a exclusão de Fe e Mn resultou em decréscimo na FDC, para P, praticamente não teve efeito (-0,1 %), enquanto para S (1,2 %), N (1,2 %) e Ca (4,0 %) aumentou a FDC. Decréscimos de FDC indicariam redução correspondente no grau de universalidade dos diagnósticos e vice-versa. Em termos da média de todos os demais nutrientes (9), outros que Fe e Mn, a exclusão desses decresceu a FDC em 0,84 %. Se for aplicado à análise dessa informação o nível de 5 % de mudança como indicativo de alteração relevante no grau de universalidade dos diagnósticos obtidos pela utilização de normas específicas *versus* normas gerais, apenas para o Cu houve decréscimo relevante. Entretanto, decréscimo de magnitude bem maior foi verificado para o IENm, considerado em termos da classe Equilibrado com base no qual a concordância entre diagnósticos reduziu em 21,4 %.

Dessas observações resulta a proposição de que o elevado grau de universalidade dos diagnósticos verificado neste trabalho pela utilização de normas de aceção específica *versus* geral não é consequência de redução na sensibilidade da diagnose por efeito da inclusão na mesma de nutrientes cujas normas têm alta variabilidade.

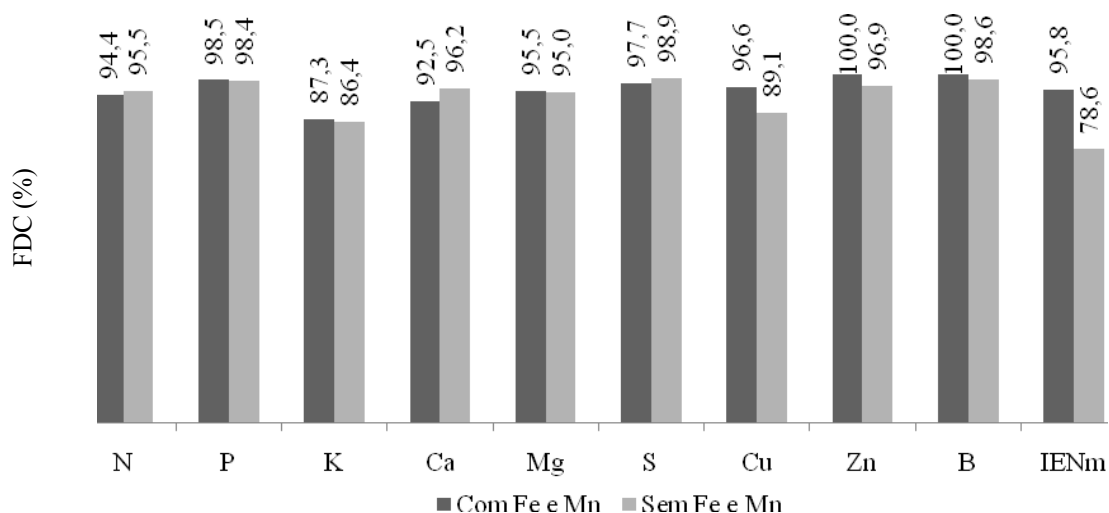


Figura 11 - Frequência de Diagnósticos Concordantes quanto ao Potencial de Resposta à Adubação, classe de resposta Nula (z), e ao Índice de Equilíbrio Nutricional médio (IENm), classe Equilibrado, em plantios jovens de *E. grandis* x *E. urophylla* no Estado de São Paulo (Empresa 1), usando normas específicas para essa condição *versus* normas gerais para a Empresa, na presença e na ausência de Fe e Mn na diagnose.

4.5 – Valores de Referência para Uso no Método Kenworthy e no DRIS com Maior Significado Biológico

Na obtenção de valores de referência com maior significado biológico para uso na avaliação do estado nutricional de plantios jovens de eucalipto quanto ao balanço e ao equilíbrio, a idéia foi a de se obter valores que permitam expectativas do quanto se está próximo ou distante da produtividade que se pode obter a partir dos valores dos índices KW e DRIS.

4.5.1 - Para o Método Kenworthy

4.5.1.1 – Linha de Fronteira

Visando exemplificar a obtenção dos valores de referência para o método KW, conforme a abordagem da linha de fronteira, apresenta-se, na figura 12, o relacionamento obtido para a população da região de fronteira entre a produtividade (expressa em termos de crescimento relativo em altura) dos plantios jovens de eucalipto da Empresa 2 e os valores dos Índices Balanceados de Kenworthy para N (IBKW_N). As etapas utilizadas para se obter a população de fronteira foram apresentadas no item 3.5.1.1

Observa-se (Figura 12) que o relacionamento entre a produtividade dos talhões da região de fronteira e os valores de IBKW_N não é simétrica. A falta do nutriente, no caso N, é mais importante do que o excesso na definição da produtividade. Isso já permite levantar indagação sobre a simetria implícita nos valores de referência propostos por Kenworthy: deficiente (IBKW < 50 %), abaixo do normal (50 ≤ IBKW < 83 %), normal (83 ≤ IBKW < 117 %), acima do normal (117 ≤ IBKW < 150 %) e excessiva (IBKW ≥ 150 %).

Com base no relacionamento mediante equações de regressão da produtividade (crescimento relativo em altura, em %) com os IBKW, pelo método da região de fronteira, constantes da tabela 18, e considerando as faixas de valores de produtividade, expressas pelo crescimento relativo em altura, constantes da tabela 19, propostas apenas como uma primeira aproximação, foram obtidos, para todos os nutrientes, os limites das faixas de suficiência mostrados na tabela 19.

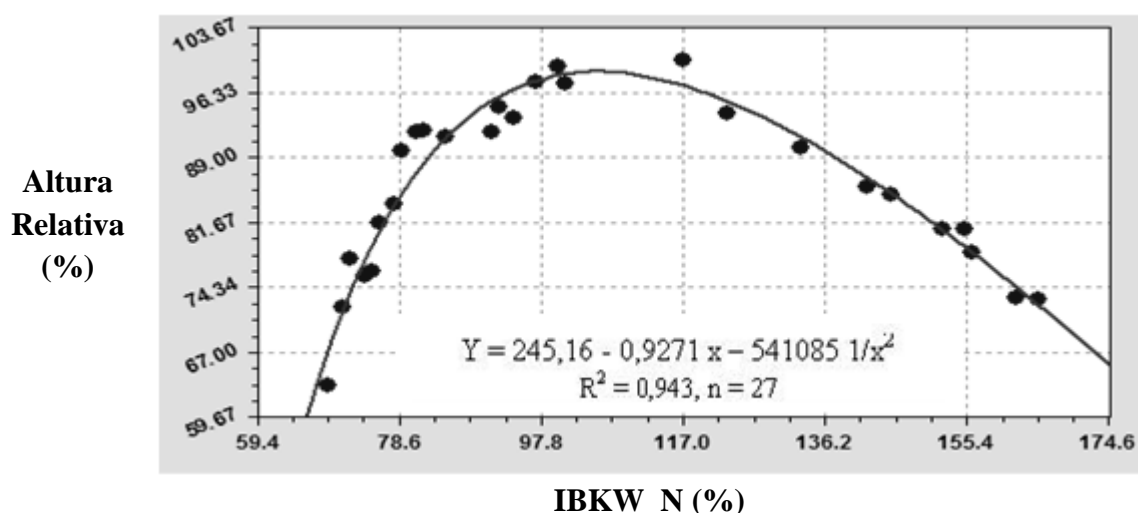


Figura 12: Crescimento relativo em altura (Y) de plantios de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) em função do Índice Kenworthy de N na folha (X), considerando o método da Região de Fronteira

Tabela 18 : Coeficientes^{1/} das Equações de Regressão Ajustadas para o Crescimento Relativo (%) em Altura de Plantios Jovens de Eucalipto no Estado de São Paulo em Função dos Valores do Índice Balanceado de Kenworthy de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B Nutrientes nas Folhas, pelo Método da Região de Fronteira

Nutriente	Coeficientes das Equações			R ²	n
	A	b	c		
N	245,16	-0,9271	-541085	0,943	27
P	156,00	-0,4192	-147420	0,906	14
K	196,41	-0,7147	-313399	0,865	36
Ca	155,98	-0,3946	-225923	0,935	17
Mg	205,24	-0,7713	-279559	0,986	15
S	145,57	-0,3487	-138292	0,899	23
Cu	14,30	1,6427	-0,0081	0,831	23
Fe	166,78	-0,4614	-244953	0,854	19
Zn	178,04	-0,5147	-299985	0,941	16
Mn	157,53	-0,3427	-251099	0,771	17
B	261,14	-1,0998	-502888	0,918	15

^{1/} Exceto para Cu, os coeficientes são do modelo $Y = a + b x + c / x^2$; para Cu, o modelo foi $Y = a + b x + c x^2$, em que Y é o crescimento relativo (%) em altura e X é o Índice Balanceado de Kenworthy do nutriente.; n é o número de pares de dados (x,y) da região de fronteira.

Tabela 19 : Limites das faixas de suficiência propostos para os Índices balanceados de Kenworthy de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em folhas de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo, derivados do método da região de fronteira, com base no crescimento relativo em altura (CR)

Nutriente	Deficiente	Tendência a Suficiente	Suficiente	Alta	Tendência a Excessiva	Excessiva
	< 70% CR	70% ≤ CR < 90%	90% ≤ CR ≤ 100%	100% > CR ≥ 90%	90% > CR ≥ 70%	< 70% CR
	(%)					
N	< 70	70 a 82	83 a 100	100 a 138	139 a 170	> 170
P	< 47	48 a 60	61 a 100	100 a 139	140 a 195	> 195
K	< 62	62 a 74	75 a 100	100 a 137	137 a 174	> 174
Ca	< 58	58 a 72	73 a 100	100 a 157	158 a 216	> 216
Mg	< 55	55 a 66	67 a 100	100 a 124	125 a 160	> 160
S	< 48	48 a 61	62 a 100	100 a 148	149 a 213	> 213
Cu	< 41	42 a 66	67 a 100	100 a 135	136 a 160	> 160
Fe	< 58	59 a 72	73 a 100	100 a 150	151 a 202	> 202
Zn	< 62	62 a 76	77 a 100	100 a 151	152 a 199	> 199
Mn	< 61	62 a 77	78 a 100	100 a 175	176 a 245	> 245

O que se observa, pela tabela 19, é que para todos os nutrientes a amplitude da faixa normal (Suficiente + Alta) foi ampliada, e, também, que tal ampliação não é simétrica, exceto para P (podendo-se considerar também Cu e B). Em geral, o limite superior da faixa normal elevou-se mais do que o limite inferior decresceu. Para N, entretanto, o limite inferior da faixa normal (Suficiente), 83 %, é igual ao limite inferior da faixa normal proposta por Kenworthy.

4.5.1.2 – Chance Matemática

Visando exemplificar a obtenção dos valores de referência para o método KW, conforme a abordagem da Chance Matemática, apresenta-se, na figura 13, o relacionamento entre a chance matemática relativa do crescimento em altura (ver item 3.5.1.2) de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) e o Índice Balanceado de Kenworthy para N (IBKW_N). As etapas utilizadas para se obter os valores de Chance Matemática foram apresentadas no item 3.5.1.2.

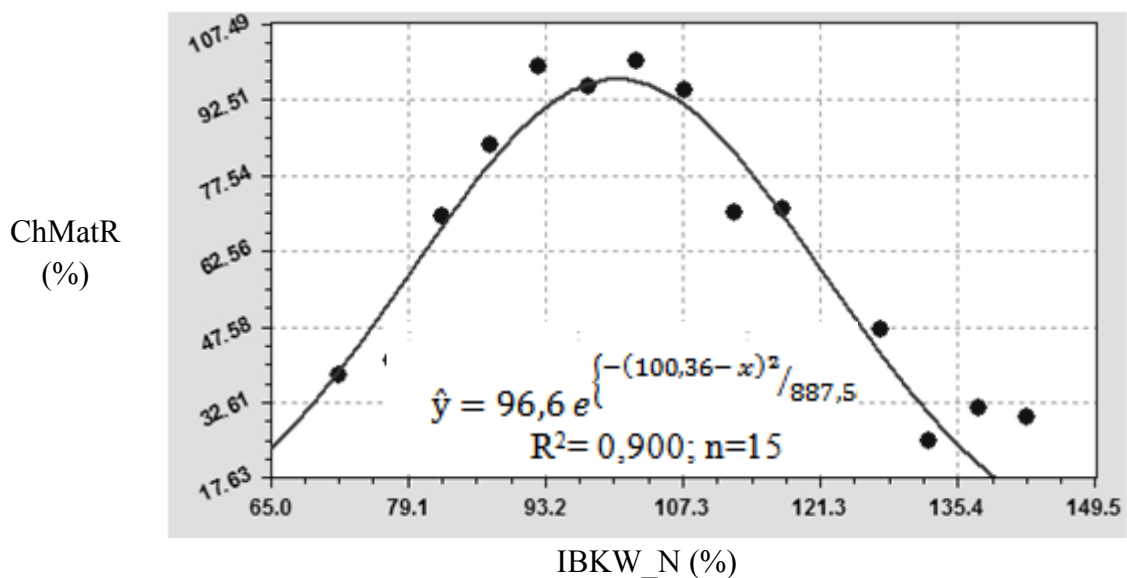


Figura 13: Chance Matemática Relativa (ChaMatR) do crescimento em altura (Y) de plantios de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) em função do Índice Kenworthy de N (IBKW_N) na folha (X)

Na figura 13, diferentemente do observado na figura 12, vê-se que o relacionamento apresentado é tipicamente simétrico, e, ainda que uma pequena

assimetria à direita possa ser percebida, a equação normal gaussiana foi a que melhor se ajustou aos dados e, portanto, melhor descreve o relacionamento.

Para as mesmas faixas de produtividade apresentadas na tabela 19, e com base nas equações da tabela 20 - obtidas para o relacionamento entre a Chance Matemática Relativa do Crescimento em Altura em função dos IBKW de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn e Mn - os limites das faixas de suficiência obtidos pelo método da Chance Matemática são mostrados na tabela 21.

Na tabela 21, vê-se que a amplitude entre os limites das faixas de suficiência correspondentes à faixa normal (Suficiente + Alta), bem como os das classes Tendência a Suficiente e Tendência a Excessiva, são muito menores do que as propostas pelo método da linha de fronteira. Por exemplo, para N, o valor de IBKW_N igual a 83 % que é o limite inferior da faixa Suficiente pelo método da linha de fronteira, passa, pelo método da Chance Matemática, a ser o limite inferior da classe Tendência a Suficiente. Já o valor IBKW_N igual a 138 % que é o limite superior da faixa Alta pelo método da linha de fronteira passa a Excessivo, pelo método da Chance Matemática.

Tabela 20 : Coeficientes^{1/} das Equações de Regressão Ajustadas para a Chance Matemática Relativa do Crescimento em Altura de Plantios Jovens de Eucalipto no Estado de São Paulo em Função dos Valores do Índice Balanceado de Kenworthy de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B Nutrientes nas Folhas

Nutriente	Coeficientes das Equações			R ²	n
	a	b	c		
N	92,09	101,17	21,76	0,869	22
P	62,50	100,89	35,19	0,775	21
K	98,83	99,22	22,42	0,951	18
Ca	78,89	101,70	36,14	0,787	22
Mg	72,37	102,87	27,89	0,782	23
S	78,38	102,08	38,67	0,795	24
Cu	89,69	101,67	27,71	0,890	24
Zn	80,94	99,57	23,41	0,876	18
B	86,34	97,47	29,11	0,905	20

^{1/} Coeficientes da equação normal gaussiana $Y = a e^{((-b - x)^2 / (2 c^2))}$, em que Y é a Chance Matemática Relativa do crescimento em altura e X é o Índice Balanceado de Kenworthy do nutriente; n é o número de classes

Tabela 21 : Limites das faixas de suficiência propostos para os Índices balanceados de Kenworthy de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn e B em folhas de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo, derivados do método da Chance Matemática Relativa (ChMR) aplicado ao crescimento em altura.

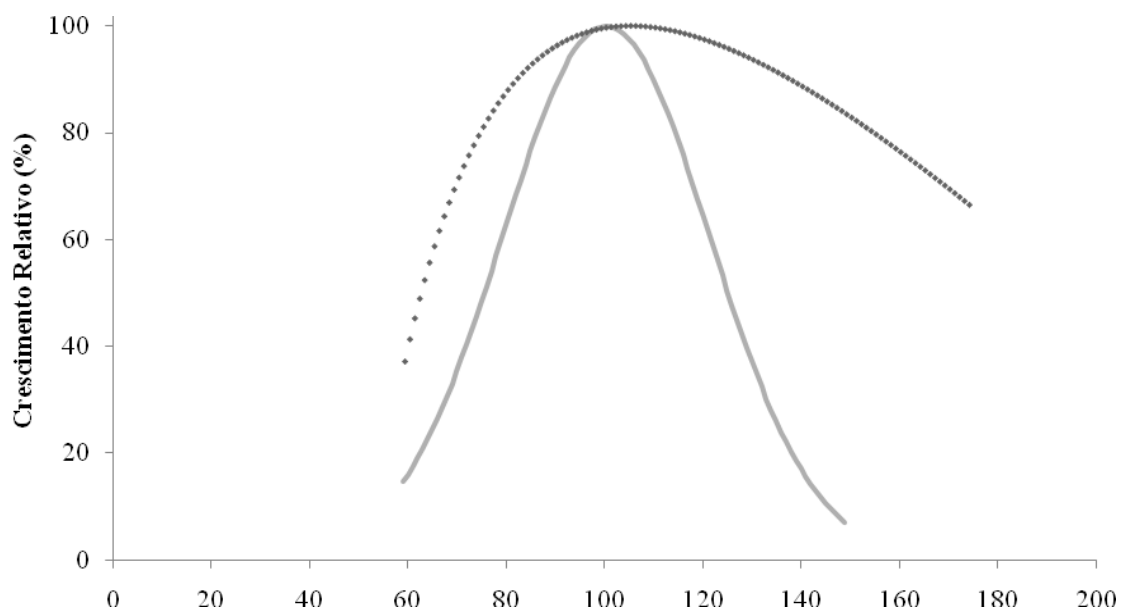
Nutriente	Deficiente	Tendência a Suficiente	Suficiente	Alta	Tendência a Excessiva	Excessiva
	< 70% CR	$70\% \leq CR < 90\%$	$90\% \leq CR \leq 100\%$	$100\% > CR \geq 90\%$	$90\% > CR \geq 70\%$	< 70%CR
	(%)					
N	< 83	83 a 90	91 a 101	102 a 111	112 a 119	> 119
P	< 71	71 a 84	85 a 101	102 a 117	118 a 130	> 130
K	< 81	81 a 88	89 a 99	100 a 109	110 a 118	> 118
Ca	< 71	71 a 84	85 a 102	103 a 118	119 a 132	> 132
Mg	< 80	80 a 89	90 a 103	104 a 116	117 a 126	> 126
S	< 69	69 a 83	84 a 102	103 a 120	121 a 135	> 135
Cu	< 79	79 a 88	89 a 102	103 a 114	115 a 125	> 125
Zn	< 80	80 a 88	89 a 100	101 a 110	111 a 119	> 119
B	< 73	73 a 83	84 a 97	98 a 111	112 a 122	> 122

4.5.1.3 – Significado do “Sesgo” entre Região de Fronteira e Chance Matemática Relativa

As equações e os gráficos obtidos para os relacionamentos constantes das figuras 12 e 13, referentes a N, são apresentadas, para melhor visualização conjunta, na figura 14. A observação desta figura leva à percepção da existência de um desvio entre as curvas, e a integral da área entre essas duas curvas constitui como que um “sesgo”, que pode possuir significado importante quanto à influência da nutrição como fator de produção.

Observa-se, na figura 14, que o máximo de crescimento relativo é obtido, tanto pelo método da Região de Fronteira como para o da Chance Matemática Relativa para valores de IBKW_N (%) próximos entre si (105,4 para Região de Fronteira e 100,3 pela Chance Matemática). Mas à medida que se afasta dessa faixa de IBKW_N vai sendo criada uma região de desvio entre as duas curvas. Isso parece indicar que o ótimo do fator de produção, no caso IBKW_N, é “único”, independentemente de se considerar a população de fronteira ou a população de talhões de alta produtividade, esperadamente mais ampla e diversa.

Claro é, que a população da fronteira superior do relacionamento entre a produtividade e o fator de produção é bem mais restrita quando comparada à toda a população de talhões ou mesmo se comparada apenas à população de talhões de alta produtividade. Se for admitido, o que parece plausível e acertado, que o relacionamento existente, na população de fronteira, entre a produtividade e o fator de produção espelha o efeito *per se* do fator de produção tomado isoladamente, e trazendo essa discussão para o contexto e os dados deste trabalho, a conclusão lógica seria a de que os limites das faixas de suficiência propostos neste trabalho (tabela 19) obtidos pelo método da Região de Fronteira seriam os valores adequados para serem usados na avaliação do estado nutricional, quanto ao balanço, de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2). Mas, então, qual seria a validade dos limites das faixas de suficiência de referência obtidos pelo método da Chance Matemática, cujas faixas são consideravelmente mais estreitas?



♦ Região de Fronteira ($\hat{y} = (245,6 - 0,9271x - 541.084,9) \frac{1}{x^2}$; $R^2 = 0,943$; $n = 27$)

— ChMRel ($\hat{y} = 96,6 e^{\left\{ \frac{-(100,36 - x)^2}{887,56} \right\}}$; $R^2 = 0,900$; $n = 15$)

Figura 14: Crescimento Relativo em altura de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) em função do Índice Balanceado de Kenworthy para N na folha, pelo método da Região de Fronteira e da Chance Matemática Relativa (ChMRel) (na equação correspondente ao método da Região de Fronteira, n significa o número de talhões e na equação correspondente ao método da Chance Matemática Relativa, n significa o número de classes).

Dado que a produtividade é virtualmente a mesma no ótimo do fator de produção, que, por sua vez, é também muito próximo pelos dois métodos em questão, e considerando que a produtividade é função não apenas de se ter um único fator de produção no ótimo, mas de se ter todos os fatores de produção nos níveis adequados, resulta que o ótimo de produtividade só ocorreria quando todos os fatores de produção estivessem nos seus respectivos pontos ou níveis ótimos. Assim, o pico das curvas da figura 14 reflete uma condição em que N está no ótimo, bem como os demais nutrientes e os demais fatores de produção, de natureza não nutricional primariamente, mas que podem influir na nutrição. E ao longo da linha de fronteira as variações na produtividade seriam reflexos apenas do efeito isolado de um dado fator de produção, no caso N, dado que os demais fatores de produção estariam no ótimo. É o que ocorre, por exemplo, num experimento em ambiente controlado em que a produtividade é avaliada como função apenas da variação dos níveis de um único fator de produção por vez, estando os demais em níveis ótimos.

Dessa linha de raciocínio, resultaria que os limites das faixas de suficiência propostos para N, ou melhor, para $IBKW_N$, derivados do método da Linha de Fronteira seriam como que as referências “perfeitas” desde que se tivesse certeza de que num dado talhão sob diagnose todos os demais fatores de produção, de natureza nutricional ou não nutricional, estariam em níveis ótimos, certeza essa que não é provável que se tenha em se tratando de plantios comerciais a campo.

Portanto, para a diagnose do estado nutricional desses plantios, em que por mais que se apure o manejo a eles aplicados, provavelmente não se consegue ter sempre todos os fatores de produção em níveis ótimos, os limites das faixas de suficiência derivados da utilização do método da Chance Matemática Relativa parecem ser mais aplicáveis.

O “sesgo” entre as curvas da figura 14, então, seria consequência do efeito do afastamento, em relação aos seus ótimos respectivos, de todos os demais fatores de produção, que não o fator de produção N, sobre a produtividade.

4.5.2 – Para o método DRIS

4.5.2.1 – Método da Linha de Fronteira

Com base nas equações constantes da figura 15, para o método da RF, foram obtidos os respectivos limites das faixas de suficiência para o Índice DRIS de N (IDRIS_N) na folha (valores não mostrados). A faixa Normal (Suficiente + Alta) se situou de -0,69 a 1,10, indicando um alargamento dessa faixa, e alguma assimetria, em relação à faixa normal com base no método da faixa de Beaufils (-0,66 a 0,66).

4.5.2.2 – Método da Chance Matemática Relativa

Com base, também, nas equações constantes da figura 15, mas naquela relativa ao método da Chance Matemática Relativa, também constante da tabela 22, foram obtidos os respectivos valores de referência para o Índice DRIS de N (IDRIS_N) na folha. Na tabela 22, tem-se, também, as equações para a Chance Matemática Relativa do crescimento em altura em função dos índices DRIS de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn e B na folha, com base nas quais foram obtidos os limites das faixas de suficiência para esses nutrientes.

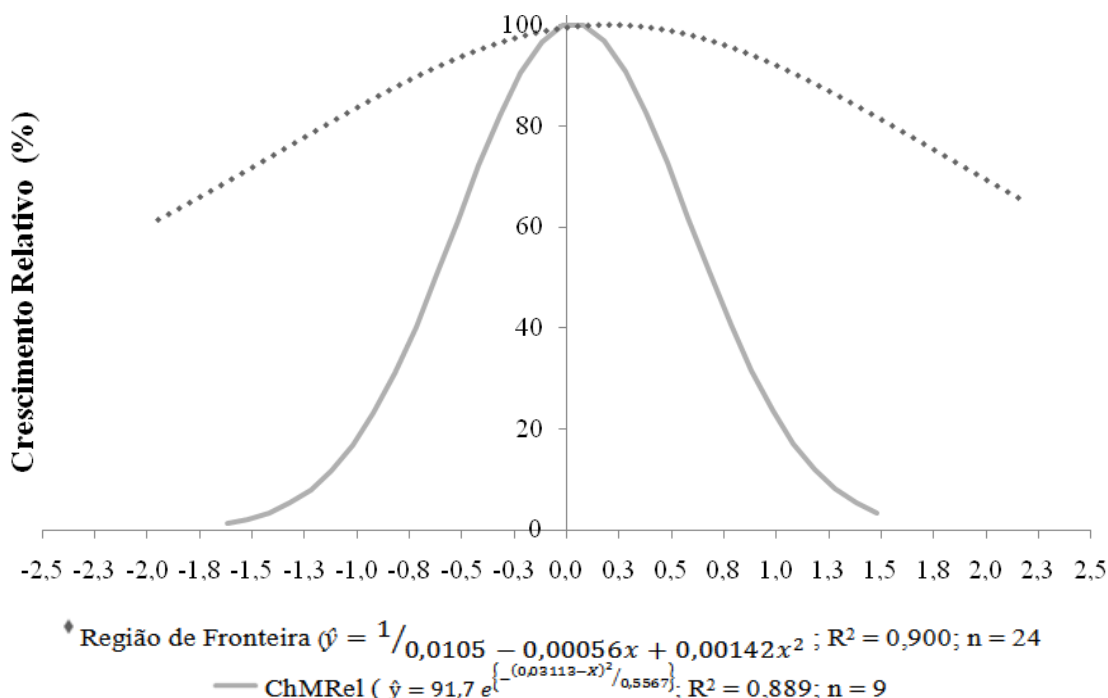


Figura 15 - Crescimento relativo em altura de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) em função do Índice DRIS de N na Folha, pelos métodos da Região de Fronteira e da Chance Matemática (na equação correspondente ao método da Região de Fronteira, n significa o número de talhões e na equação correspondente ao método da Chance Matemática, n significa o número de classes).

Tabela 22 : Coeficientes^{1/} das Equações de Regressão Ajustadas para a Chance Matemática Relativa do Crescimento em Altura de Plantios Jovens de Eucalipto no Estado de São Paulo em Função do Índice DRIS de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B nas Folhas

Nutriente	Coeficientes das Equações				
	a	b	c	R ²	n
N	94,98	0,059	0,5712	0,949	21
P	73,17	0,050	0,6619	0,874	19
K	96,82	-0,068	0,8718	0,964	12
Ca	88,69	0,086	1,1027	0,938	15
Mg	80,67	0,040	0,7650	0,899	22
S	74,02	0,113	0,9834	0,854	19
Cu	90,08	0,023	0,7517	0,909	20
Fe	89,18	-0,081	0,7385	0,887	19
Zn	86,21	-0,033	0,7114	0,963	15
Mn	84,98	-0,006	1,2229	0,923	22
B	91,98	-0,076	0,9825	0,904	19

^{1/} Coeficientes da equação normal gaussiana $Y = a e^{((-b - x)^2 / (2 c^2))}$, em que Y é a Chance Matemática Relativa do crescimento em altura e X é o Índice DRIS do nutriente; n é o número de classes

De modo semelhante ao verificado para os valores de referência para IBKW, também para IDRIS, pelo método da Chance Matemática, observa-se o estreitamento das faixas normal (Suficiente + Alta), tendência a Suficiente, e tendência a excessiva. Também, é clara a simetria da curva, normal gaussianana, na figura 15, o que reflete na simetria dos valores de referência para IDRIS_N, dela derivados, padrão também verificado para os IDRIS dos demais nutrientes.

4.5.3 – Influência da Utilização dos “Novos” Valores de Referência sobre o Grau de Universalidade dos Diagnósticos Kenworthy e DRIS obtidos com Normas Específicas ou Normas Gerais

Nessa avaliação, foram considerados os valores de referência para N conforme Kenworthy (IBKW_N) e DRIS (IDRIS_N) propostos neste trabalho com base no método da Chance Matemática (Tabelas 21 e 23, respectivamente) comparativamente aos valores de referência propostos por Kenworthy (1961) e pela faixa de Beaufils (1973). Como normas específicas foram consideradas aquelas obtidas em plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo (Empresa 2) para as situações (chuvosa e

seca) referentes ao critério de estratificação “Estação de Plantio”. Como gerais foram consideradas as normas obtidas para o conjunto de plantios jovens desta Empresa.

Tabela 23: Limites das faixas de suficiência propostos para os Índices DRIS de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em folhas de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo, derivados do método da Chance Matemática Relativa (ChMR) aplicado ao crescimento em altura

Nutriente	Deficiente	Tendência a Suficiente	Suficiente	Alto	Tendência a Excessivo	Excessivo
	< 70 % CR	70 % ≤ CR < 90 %	90 % ≤ CR ≤ 100 %	70 % ≤ CR < 90 %	< 70 % CR	< 70 % CR
	IBKW (%)					
N	< - 0,42	- 0,42 a - 0,21	- 0,20 a 0,06	0,07 a 0,32	0,32 a 0,54	> 0,54
P	< - 0,51	- 0,51 a - 0,26	- 0,25 a 0,05	0,06 a 0,36	0,37 a 0,61	> 0,61
K	< - 0,81	- 0,81 a - 0,48	- 0,47 a - 0,06	- 0,05 a 0,33	0,34 a 0,67	> 0,67
Ca	< - 0,85	- 0,85 a - 0,43	- 0,42 a 0,09	0,10 a 0,60	0,61 a 1,02	> 1,02
Mg	< - 0,61	- 0,61 a - 0,33	- 0,32 a 0,04	0,05 a 0,40	0,41 a 0,69	> 0,69
S	< - 0,72	- 0,72 a - 0,36	- 0,35 a 0,11	0,12 a 0,57	0,58 a 0,94	> 0,94
Cu	< - 0,61	- 0,61 a - 0,33	- 0,32 a 0,02	0,03 a 0,37	0,38 a 0,66	> 0,66
Fe	< - 0,71	- 0,71 a - 0,43	- 0,42 a - 0,08	- 0,07 a 0,26	0,27 a 0,54	> 0,54
Zn	< - 0,63	- 0,63 a - 0,37	- 0,36 a - 0,03	- 0,02 a 0,30	0,31 a 0,57	> 0,57
Mn	< - 1,04	- 1,04 a - 0,58	- 0,57 a - 0,01	0,00 a 0,56	0,57 a 1,03	> 1,03
B	< - 0,90	- 0,90 a - 0,54	- 0,53 a - 0,08	- 0,07 a 0,38	0,38 a 0,76	> 0,76

Com base nos resultados da tabela 24, vê-se que o grau de universalidade dos diagnósticos KW decresceu em torno de 3 pontos percentuais se utilizados os novos valores de referência, e para os diagnósticos DRIS o decréscimo variou em torno de 3 pontos percentuais (Seca vs Geral) a 8 pontos percentuais (Chuvosa vs Geral), situando-se na média de 5,5 pontos percentuais. Portanto a menor amplitude das faixas Abaixo do Normal, Normal e Acima do Normal obtidas com base nos valores de referência propostos neste trabalho para o método da Chance Matemática não teve grande influência sobre o referido grau de universalidade. Esses resultados ratificam, e de modo ainda mais inequívoco, dada a maior sensibilidade obtida na interpretação dos valores dos índices KW e DRIS, a proposição feita no item 4.2.2, e seus subitens, de que o grau de universalidade dos diagnósticos é muito maior do que o das normas.

Tabela 24: Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC), para o balanço (IBKW_N) e equilíbrio (IDRIS_N) de nitrogênio, em talhões de plantios jovens de eucalipto, de baixa produtividade, no Estado de São Paulo (Empresa 2), com base nos valores de referência tradicionais e nos propostos neste trabalho pelo métodos da Chance Matemática (ChMat)

Variável	Comparação		Média
	Chuvosa vs Geral	Seca vs Geral	
	FDC (%) , base: valores de referência tradicionais		
IBKW_N	96,2	98,5	97,4
IDRIS_N	97,1	98,0	97,6
	FDC (%) , base: valores de referência, pela ChMat, propostos neste trabalho		
IBKW_N	93,3	95,5	94,4
IDRIS_N	89,4	95,0	92,2

5 – CONCLUSÕES

Foram obtidos conjuntos de normas específicas e normas gerais úteis à diagnose do estado nutricional de plantios jovens de eucalipto no Estado de São Paulo.

O grau de universalidade das normas KW e DRIS varia conforme o parâmetro usado (média, variância, ou ambos conjuntamente) e independente do parâmetro é menor do que o dos diagnósticos produzidos com o uso destas normas.

Numa mesma empresa, os altos valores de Frequência de Diagnósticos Concordantes permitem que normas gerais sejam utilizadas.

A exclusão de Fe e Mn, os nutrientes cujas normas em geral apresentaram-se elevadas e com as maiores variabilidades, aumenta a sensibilidade dos diagnósticos quanto ao equilíbrio nutricional mas não altera de modo relevante o grau de universalidade dos diagnósticos produzidos.

Os métodos da Região de Fronteira e da Chance Matemática podem ser utilizados visando à obtenção de limites de faixas de suficiência com maior significado biológico (relacionamento com a produtividade expressa pelo crescimento em altura), visando a interpretação de índices KW e DRIS.

Para a avaliação do estado nutricional de plantios comerciais jovens de eucalipto devem ser usados os limites das faixas de suficiência obtidos pelo método da Chance Matemática Relativa, tanto para KW como para DRIS.

A utilização desses novos valores de referência causou pequeno decréscimo no grau de universalidade dos diagnósticos obtidos com normas específicas ou gerais.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico da ABRAF: ano base 2008. Brasília, 120p. 2009.
- Alvarez, V., V. H. e Leite, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices DRIS. v. 24, n.1, p.20-25, 1999. (Boletim informativo - SBCS).
- Barros, N. F.; Novais, R. F.; Neves, J. C. L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: Barros, N. F.; Novais, R. F. (Eds.) Relação solo-eucalipto. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, p.127-186, 1990.
- Bataglia, O. C.; Dechen, A. R.; Santos, W. R. dos. Diagnose visual e análise de plantas. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20., Piracicaba, 1992. Anais. Piracicaba, Fundação Cargill, p. 369-393, 1992.
- Bates, T. E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation. A review. Soil Sci., v.112, p.116-130, 1971.
- Beaufils, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Pietermaritzburg, University of Natal, South Africa, 132p, 1973. (Soil Sci. Bulletin, 1).
- Beverly, R. B. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. Journal of Plant Nutrition, New York, v.10, p.901-920, 1987.
- Campion, J.M.; Scholes, M.C. Diagnosing foliar nutrient dynamics of *Eucalyptus grandis* in KwaZulu-Natal, South Africa, using optimal element ratios and the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Southern Hemisphere Forestry Journal, V.69, n.3, p.137-150, 2007
- Cantarutti, R. B.; Barros, N. F.; Martinez, H. E. P.; Novais, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (Eds.). Fertilidade do Solo, Viçosa, MG, SBCS, p. 769-850, 2007.

- DAEE –SP: Departamento de Água e Energia e Elétrica de São Paulo; Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>; Acesso: 22 de Julho de 2009.
- Evenhuis, B. & Waard, P. W. F. Principles and practices in plant analysis. In: FAO, Soils. Rome, p.152-163, 1980 (FAO. Bulletin, 38/1).
- Fernandes, L. V.; Neves, J. C. L.; Leite, R. A.; Barros, N. F.; Alvarez V., V.H.; Lana, G. C. Normas e Valores de Referência para Avaliação do Estado Nutricional de Plantios Jovens de Eucalipto nas Regiões de Açailândia (MA) e Sudeste do Pará. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32, 2009, Fortaleza. Resumos... Fortaleza, SBCS, 2009. CD.
- Gonçalves. J. L. M.; Barros, N. F.; Nambiar, E. K. S.; Novais, R. F. Soil and stand management for short-rotation plantations. In: Nambiar, E. K. S. and Brown, A. G. (Eds). Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests. Canberra, ACIAR, Austrália, p. 379-418, 1997.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Mapa de Solos do Brasil, 2001. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/tem_solos.php; Acesso: 14 de Agosto, 2009.
- Jarrel, W. M.; Beverly, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Adv. Agron.*, v.34, p.197-224, 1981.
- Jones, C. A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) of interpreting plant analysis. *Commun. Soil Sci. Pl. Anal.*, v.22, p.785-794, 1981.
- Kenworthy, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: REUTHER, W. Plant analysis and fertilizers problems. Washington : American Institute of Biological Science, p.28-43, 1961.
- Kurihara, C. H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 101 f., 2004 (Tese de Doutorado)
- Malavolta, E. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações, 2.ed., Piracicaba, POTAFOS, 319p., 1997.

- Muniz, A. S. ; Novais, R. F. ; Barros, N. F. ; Neves, J. C. L. . Nível crítico de fósforo na parte aérea da soja como variável do fator capacidade de fósforo no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 9, p. 237-243, 1985.
- Neves, J. C. L.; Barros, N. F.; Novais, R. F.; Leite, R. A.; Alvarez, V., V. H.; Silva, I. R. Monitoramento Nutricional e Recomendação de Adubação. In: Encontro Brasileiro de Silvicultura, 2008, Curitiba. *Encontro Brasileiro de Silvicultura*, v. 1, p. 51-60, 2008.
- Neves, J. C. L.; Novais, R. F. ; Barros, N. F. ; Muniz, A. S. . Níveis críticos de fósforo em diferentes solos e extratores químicos para o crescimento de mudas de eucalipto.. *Acta Forestalia Brasiliense*, v. 2, p. 64-80, 1987.
- Novais, R. F. ; Neves, J. C. L ; Barros, N. F. ; Casali, W. V. D. ; Fabres, A. S. . Soil and plant phosphorus critical levels of six different vegetables as varing with soil capacity factor.. In: VII International Colloquium for the Optimization of Plant Nutritional, 1992, Lisboa, 1992.
- Prigogine, I. O fim das certezas. São Paulo: Ed. Estadual Paulista, 199p. 1996.
- Reis JR, R. A. DRIS norms universality in the corn crop. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, v. 33, n. 5, p. 711-735, 2002.
- Reis JR, R. A. ; Monnerat, P. H. . Sugarcane Nutritional Diagnosis with DRIS Norms Established in Brazil, South Africa and United States. *Journal of Plant Nutrition, Africa do Sul*, v. 25, n. 12, p. 2831-2851, 2002.
- Rocha, J. B. O. Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).
- Rolim, G. S.; Camargo, M. B. P; Lania, D. G.; Moraes, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

- Serra, A. P.; Marchetti, M. E.; Vitorino, A. C. T.; Novelino, J. O.; Camacho, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e Dris. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 34, p. 105-113, 2010.
- Silva, G. G. C. Diagnóstico nutricional do eucalipto pelo DRIS, M-DRIS e CND. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 132p. (Dissertação de Mestrado).
- Silva, G. G. C. Nutrição, crescimento e sua modelagem em resposta a disponibilidade de água e nutrientes. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2006. 84p. (Tese de Doutorado).
- Silva, G. G. C.; Neves, J. C. L.; Alvarez V., V. H.; Leite, F. P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. R. Bras. Ci. Solo, v. 29, p. 755 – 761, 2005.
- Silva, G. G. C.; Neves, J. C. L.; Alvarez V., V. H.; Leite, F. P. Nutritional Diagnosis for Eucalypt by DRIS, M-DRIS and CND. Scientia Agricola, Piracicaba - SP, v. 61, n. 5, p. 507-515, 2004.
- Sumner, M. E. Use of DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. Communication in Soil Science and Plant Analysis, v.8, p.251-268, 1977.
- Urano, E. O. M. ; Kurihara, C. H. ; Maeda, S. ; Vitorino, A. C. T. ; Gonçalves, M. C. ; Marchetti, M. E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos Chance Matemática, Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação e Diagnóstico da Composição Nutricional. R. Bras. Ci. Solo, v. 31, p. 63-72, 2007.
- Wadt, P. G. S. Nutritional status of *Eucalyptus grandis* clones evaluated by critical level and DRIS methods. R. Árvore, v. 28, n. 1, p. 15-20, 2004.
- Wadt, P. G. S. ; Novais, R. F. de ; Alvarez V., V. H. ; Barros, N. F. de ; Dias, L. E. . Uso de Diferentes Compartimentos da Árvore na Avaliação da Nutrição Nitrogenada em Plantações de Eucalipto. R. Árvore, v. 23, n. 3, p. 271-277, 1999.
- Wadt, P. G. S. ; Alvarez V., V. H. ; Novais, R. F. de ; Fonseca, S. ; Barros, N. F. de. O Método da Chance Matemática Na Interpretação de Dados de Levantamento Nutricional de Eucalipto. R. Bras. Ci.Solo, v. 22, p. 773-778, 1998.

Wadt, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. (Tese de Doutorado)

Walworth, J. L.; Letsch, W. S.; Sumner, M. E. Use of boundary lines in establishing diagnostic norms. Soil Sci. Soc. Am. J. v. 50; p. 123-128. 1986.