

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) NA
CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO PROTEGIDO**

CÉSAR LOPES SCUCUGLIA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) NA
CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO PROTEGIDO**

CÉSAR LOPES SCUCUGLIA

Dissertação apresentada a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Creste

635.642.1 Scucuglia, César Lopes.
S436s Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na cultura do tomateiro em cultivo protegido./ César Lopes Scucuglia. – Presidente Prudente, 2012.
73 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste,
Presidente Prudente, SP, 2012.

Bibliografia.

Orientador: José Eduardo Creste

1. Diagnose foliar. 2. Nutrição de plantas. 3.
Tomate. 4. Cultivo. 5. Nutrição. I. Título.

CÉSAR LOPES SCUCUGLIA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) NA
CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação apresentada a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção vegetal.

Presidente Prudente, 23 de maio de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Orientador José Eduardo Creste
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente – SP

Prof^a. Dr^a. Ceci Castilho Custódio
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente – SP

Prof. Dr. José Usan Torres Brandão Filho
Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – PR

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Kenia e aos meus filhos Lucas e Manoela, pelo apoio e compreensão que sempre me foram oferecidos.

AGRADECIMENTOS

A minha família que teve compreensão pelos meus momentos de ausência.

A meus pais pelo apoio necessário nos momentos difíceis.

Ao meu professor orientador, Dr. José Eduardo Creste, pelo fundamental apoio na elaboração deste trabalho.

A todos os Professores, funcionários e também ao Coordenador do Curso, pelo companheirismo e compreensão.

Aos Colegas de trabalho Maurício Castro Alves, Sidney Barros Monteiro e Carlos Alberto Diorio, que também me apoiaram durante a realização do Curso.

Ao Instituto EMATER, pela oportunidade de realização deste curso.

"A entrada para a mente do homem é o que ele aprende, a saída é o que ele realiza. Se sua mente não for alimentada por um fornecimento contínuo de novas ideias, que ele põe a trabalhar com um propósito, e se não houver uma saída por uma ação, sua mente torna-se estagnada. Tal mente é um perigo para o indivíduo que a possui e inútil para a comunidade."

(Jeremias W. Jenks)

RESUMO

Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na cultura do tomateiro em cultivo protegido

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido está presente em diversas regiões do Estado do Paraná, pois é uma opção de renda para o agricultor familiar, utilizando pequenas áreas e mão de obra familiar, além do monitoramento das condições climáticas. Um dos fatores de maior importância para sucesso do cultivo do tomateiro é a nutrição da planta, porém, devido as peculiaridades observadas no cultivo protegido, as formas de interpretação de resultados de análises de solo ou de teores foliares que são feitas por nutrientes isoladamente, tem apresentado resultados conflitantes quando são utilizados os métodos tradicionais de recomendação. O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) tem mostrado resultados satisfatórios em diversas culturas por analisar a interação entre os nutrientes. No cultivo do tomateiro em ambiente protegido faltam estudos quanto ao uso do DRIS, desta forma, o presente trabalho teve por objetivo, estabelecer normas DRIS para a cultura do tomateiro em cultivo protegido, através do estudo de alguns dos principais nutrientes e as interações entre eles que influenciam a produção. Utilizou-se resultados da análise química de folhas para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn com as produtividades de 61 estufas com cobertura plástica, com lavouras de tomate, compreendendo uma área total coberta implantada com a cultura do tomate de 24.436 m² ou 2,44 ha. As estufas foram cultivadas com os híbridos, Colibri, Pizzadoro, Débora Max e Granadero. As amostras foram coletadas nos meses de abril a Dezembro do ano de 2010, em estufas dos municípios de Barra do Jacaré, Cambará, Joaquim Távora, Santo Antonio da Platina e Siqueira Campos, localizados na Região Norte Pioneiro do Paraná. Para a formação do banco de dados foram utilizados cinco níveis produtivos, de 6, 7, 8, 9, e 10 kg planta⁻¹, com o estabelecimento de todas as relações binárias entre os nutrientes estudados em todas as amostras. Com estes dados, calculou-se a média, o desvio padrão e a variância para cada concentração de nutriente, como também para as relações entre estes, em cada subpopulação. Foram mantidas 55 relações, que apresentaram a maior razão na variância entre as subpopulações. Calculou-se o índice nutricional de cada nutriente e o índice de balanço nutricional (IBN) de cada nível produtivo. Definiu-se assim a produção de 8 kg planta⁻¹ como índice a ser usado por ser o que apresentou melhor correlação entre o IBN e as produções analisadas, sendo as normas DRIS estabelecidas utilizando este padrão de produção. Nas amostras analisadas que tiveram produção menor que 6 kg planta⁻¹, ocorreu a deficiência acentuada de K e B, além de P, Cu, Mn e Zn em menor escala e excesso de Mg, N e P. No estabelecimento das normas DRIS quando comparados com padrões de recomendação existentes na pesquisa. Observou-se que, não ocorreram diferenciação para os nutrientes P, K, Ca, Mg e S, o Cobre apresentou teores acima dos padrões, os nutrientes N, Fe e Mn apresentaram teores abaixo do padrão e os nutrientes B e Zn apresentaram uma amplitude diferenciada entre os níveis máximo e mínimo de teores aceitos como ideais entre a norma DRIS estabelecida e os padrões existentes.

Palavras-chave: Diagnose foliar, Nutrição de plantas, Teor de nutrientes

ABSTRACT

Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) in tomato in greenhouse

The cultivation of tomato in greenhouse is present in several regions of Paraná State, it is an option of income for family farmers, and small areas using family labor, in addition to monitoring weather conditions. One of the most important factors for successful cultivation of tomatoes is plant nutrition, however, because of the peculiarities observed in the greenhouse, the forms of interpretation of results of analyzes of soil or foliar nutrients that are made in isolation, is shown conflicting results when using the traditional methods of recommendation. The integrated diagnosis and recommendation (DRIS) has shown satisfactory results in different cultures by examining the interaction between nutrients. In the cultivation of tomato in greenhouse studies are lacking regarding the use of DRIS in this way, this study aimed to establish DRIS norms for growing tomatoes in greenhouses, by studying some of the major nutrients and the interactions between them influencing production. Was used results of chemical analysis of sheets for the nutrients N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn in the yield of 61 greenhouses covered with plastic, with tomato crops, comprising a total area covered implanted with the tomato crop of 24,436 m² or 2.44 ha. The greenhouses were planted with hybrids, Colibri, Pizzadoro, Max and Deborah Granadero. Samples were collected from April to December of 2010, in greenhouses of the counties of Barra do Jacare, Cambara, Joaquim Tavora, Santo Antonio da Platina and Siqueira Campos, located in the North of Paraná Pioneer. For the formation of the database were used five levels of production, 6, 7, 8, 9 and 10 kg planta⁻¹, with the establishment of binary relationships between all the nutrients studied in all samples. With this information, calculate the mean, standard deviation and variance for each concentration of nutrients, but also for relations between them, in each sub-population. 55 relationships were maintained, which showed the highest ratio in the variance between sub-populations. We calculated the nutritional content of each nutrient and the nutrient balance index (NBI) of each production level. Defined thus the production of 8 kg plant⁻¹ as an index to be used because it presented the best correlation between the NBI and the productions analyzed, and the DRIS norms developed using this pattern of production. In samples that were less than 6 output kg planta⁻¹ was the marked deficiency of K and B, and P, Cu, Mn and Zn on a smaller scale and excess Mg, N and P. In the establishment of DRIS norms when compared to existing standards recommended in the study. It was observed that there were no difference for the nutrients P, K, Ca, Mg and S, the copper content was above the standards, N, Fe and Mn were below the standard and nutrients Zn and B had an amplitude differentiated between the maximum and minimum levels accepted as the norm ideals between DRIS and established standards.

Keywords: Foliar analysis. Pant nutrition. Nutrient content.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Localização da Região Norte Pioneiro do Paraná.....	33
FIGURA 2 -	Localização dos Municípios estudados na Região de Santo Antonio da Platina.....	34
FIGURA 3 -	Produção média por planta conforme cada material genético....	43
FIGURA 4 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Nitrogênio....	44
FIGURA 5 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Fósforo.....	45
FIGURA 6-	Relação entre a produção das amostras e teor de Potássio.....	46
FIGURA 7 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Cálcio.....	47
FIGURA 8 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Magnésio....	48
FIGURA 9 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Enxofre.....	49
FIGURA 10 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Boro.....	50
FIGURA 11 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Cobre.....	51
FIGURA 12 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Ferro.....	52
FIGURA 13-	Relação entre a produção das amostras e teor de Manganês...	53
FIGURA 14 -	Relação entre a produção das amostras e teor de Zinco.....	54
FIGURA 15 -	Utilização da Norma DRIS estabelecida, na amostra 12.....	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Faixas de temperatura ideais para cada estágio de desenvolvimento da cultura do tomateiro.....	16
TABELA 2 -	Localização Geográfica e altitude dos municípios	34
TABELA 3 -	Dados climáticos no período de 1972 a 2010 da Estação Meteorológica do IAPAR em Joaquim Távora-PR.....	35
TABELA 4 -	Dados climáticos no período de 1972 a 2010 da Estação Meteorológica do IAPAR em Cambará-PR.....	36
TABELA 5 -	Resultado de análise de solos de áreas de estufa cultivada com tomate.....	37
TABELA 6 -	Descrição das amostras de folhas de tomate, de acordo com a data da coleta, híbrido utilizado e municípios.....	38
TABELA 7 -	Distribuição de número de observações por nível de produtividade e ocorrência por híbrido para a definição das normas do DRIS.....	56
TABELA 8 -	Valores médios de macro e micronutrientes em folhas de tomateiro em diferentes pontos de corte de produtividade e correlações entre IBN.....	57
TABELA 9 -	Resultados da análise química de folhas para plantas, utilizadas para o teste das normas desenvolvidas, segundo os diferentes critérios.....	59
TABELA 10 -	Valores médios e as relações possíveis entre os nutrientes, variância, coeficiente de variação, relação de variância entre sub populações A e B e (Teste F).....	60
TABELA 11 -	Aplicação do DRIS nas amostras com produtividade abaixo de 6 kg planta ⁻¹ , segundo as normas desenvolvidas	63
TABELA 12 -	Teores de nutrientes nas amostras com produção abaixo de 6 kg planta ⁻¹	64
TABELA 13 -	Elementos nutricionais estudados, faixas de padrões existentes e normas DRIS estabelecidas.....	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Cultura do Tomateiro – Aspectos Gerais.....	16
2.2 Fisiologia do tomateiro.....	19
2.3 Cultivo do Tomate em Ambiente protegido.....	21
2.4 Aspectos Nutricionais do Tomateiro.....	23
2.5 Diagnose Foliar	25
2.6 Conceituação e Caracterização do Método DRIS.....	26
2.6.1 Formação do Banco de Dados e Cálculo das Normas de Referência... ..	28
2.6.2 Cálculo dos Índices de Diagnose.....	29
2.7 Aplicação do DRIS na Nutrição Mineral de Plantas.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Clima.....	35
3.2 Solos.....	36
3.3 Material Genético e Tratos Culturais.....	37
3.4 Coleta dos Dados.....	37
3.5 Métodos.....	39
3.5.1 Cálculo das Normas de Referência.....	40
3.5.2 Cálculo dos Índices de Diagnose.....	40
3.5.3 Forma de Interpretação dos Resultados.....	42
3.5.4 Definição do Índice de Balanço Nutricional (IBN).....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Caracterização de alguns fatores de influência sobre a produção e a composição mineral do tomateiro.....	43
4.1.1 Influência dos híbridos.....	43
4.2 Estudo das Relações entre a Composição Foliar e a Produção.....	44
4.2.1 Macronutrientes.....	44
4.2.2 Micronutrientes.....	50
4.3 Desenvolvimento da Metodologia DRIS na Cultura do Tomateiro.....	55
4.3.1 Descrição da metodologia de escolha do nível produtivo para a definição das normas.....	55
4.3.2 Definição das normas foliares.....	56
4.3.3 Aplicação das normas desenvolvidas segundo os diferentes critérios..	58
4.3.4 Apresentação das normas de acordo com os parâmetros nutricionais.	60
4.3.5 Relação DRIS estabelecida e faixas de padrões existentes	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
6 CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) encontra-se presente em diversas regiões do Estado do Paraná, seja na forma de cultivo a céu aberto ou em cultivo protegido. Na Região Norte Pioneiro do Paraná não é diferente, sendo que até meados da década de 90, predominava o cultivo a céu aberto, e a partir deste período o cultivo protegido com cobertura plástica foi amplamente difundido entre os pequenos agricultores, como forma de diversificação das atividades produtivas dos agricultores familiares desta região.

A adoção deste sistema de produção é interessante para este tipo de agricultor, pois com área reduzida, mão de obra familiar e controle da época de produção através do monitoramento das condições climáticas, a família consegue um retorno financeiro maior por área explorada. Desta forma o cultivo de tomate em ambiente protegido na Região Norte Pioneiro do Paraná é uma importante atividade para a agricultura familiar, gerando renda, empregando pessoas e fornecendo produtos de boa qualidade ao mercado nacional.

A Região Norte Pioneiro, abrange 23 municípios, dos quais 15 produzem tomate em ambiente protegido (estufas). A região conta com 160 produtores de tomate em estufa, com um total de 450 estufas totalizando uma área de 22,5 ha de área coberta. Estes números oscilam ano a ano, pois muitos produtores iniciam a atividade enquanto outros acabam por desistir da exploração. Na região são cultivados diversos híbridos, destacando-se o Colibri, Débora Max, Pizzadoro e Granadero, sendo o primeiro o mais comumente cultivado pela facilidade de colocação no mercado. No entanto, outros híbridos vem sendo cada vez mais utilizados, buscando-se maiores produtividades e mercados específicos. Se considerarmos a região Norte do Paraná como um todo estes números se tornam muito mais expressivos, pois totalizam 650 produtores com cerca de 3000 estufas, com área coberta por plástico, próxima a 500 ha. As culturas principais utilizadas nestas estufas são tomate, pepino e pimentão, porém o cultivo do tomateiro representa cerca de 75% do total explorado (INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 2011).

A profissionalização da exploração desta atividade é de extrema importância, pois se tornam cada vez mais elevados os custos de insumos e mão de obra. Assim, deve-se racionalizar a produção, aumentar a produtividade e melhorar

a qualidade do produto oferecido. Muitos avanços têm sido observados, buscando a eficiência no cultivo do tomateiro, com plantas mais produtivas através de melhoramento genético, maior durabilidade pós-colheita e resistência a doenças. Os fabricantes de defensivos têm oferecido também produtos mais eficientes no combate a pragas e doenças, menos tóxicos e mais seletivos aos inimigos naturais.

Apesar destes avanços, o conhecimento de técnicas de adubação racional mostra-se um dos passos mais relevantes a serem considerados. Ocorre que muitas vezes este fator não é observado com a importância exigida, sendo utilizadas técnicas não preconizadas pela pesquisa, não respeitando sequer recomendações básicas de calagem e adubação.

No cultivo do tomate em ambiente protegido, ou casa de vegetação, na Região Norte do Paraná, os agricultores utilizam a fertirrigação como método de aplicação de nutrientes. Este sistema utiliza o fertilizante misturado à água de irrigação para o fornecimento dos nutrientes exigidos pela cultura após o plantio. A adubação utilizada pelos agricultores reforça a necessidade de profissionalização da mão de obra e também o controle e conhecimento de doses e épocas de aplicação de nutrientes, pois quando mal utilizado pode acarretar problemas ainda mais sérios ao solo e a planta, como favorecimento ao aparecimento de doenças, alteração de pH e condutividade elétrica do solo e salinização do solo.

Assim destaca-se a nutrição da planta do tomateiro como um dos principais fatores de sucesso na produção, pois o desequilíbrio nutricional da planta acaba por acarretar perdas consideráveis de produtividade além de problemas com doenças e favorecimento ao ataque de pragas. Além disso, o uso indiscriminado de nutrientes pode favorecer o desequilíbrio químico do solo da estufa. A forma comum de suprir as necessidades nutricionais da planta é feita realizando somente análise química do solo. Quando se faz análise foliar os resultados são comparados a índices tabelados sendo os níveis de nutrientes analisados de forma isolada, não se considerando a interação entre estes.

Embora tenha ocorrido a partir de 1956, o desenvolvimento do Sistema Integrado de Diagnoses e Recomendações - DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrad System), que relaciona os teores de nutrientes e os analisa aos pares, tendo como fundamento a Diagnose Fisiológica (BEAUFILS, 1957), esta metodologia ainda não é bem conhecida e/ou divulgada aos técnicos de campo.

Alguns estudos, com algumas culturas utilizando o DRIS, têm sido realizados, inclusive no Brasil, com boas perspectivas. E elas deverão progredir em consonância com a evolução da informática e a busca de balanço nutricional das culturas, considerando ser um método que envolve múltiplas variáveis. Devido a carência do conhecimento relativo à cultura do tomate, aliada ao sucesso encontrado pela utilização do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em diversas culturas, procurou-se neste trabalho estudar alguns dos principais nutrientes e as interações entre eles que influenciam a produção do tomateiro, bem como algumas das variáveis capazes de afetá-los, e então derivar os seus resultados para o estabelecimento do método DRIS nessa cultura de acordo com as condições edafoclimáticas predominantes na Região Norte do Estado do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Tomateiro – Aspectos Gerais

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma hortaliça originária da região andina, abrangendo o Equador, Colômbia, Peru, Bolívia e Norte do Chile. A introdução da planta no Brasil foi feita por imigrantes italianos, espanhóis e portugueses, no final do século XIX. A difusão e incremento no consumo de tomate no Brasil ocorreram após a Primeira Guerra Mundial, em 1930 (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro cuja espécie é cultivada comercialmente no Brasil é uma planta dicotiledônea pertencente à família das solanáceas. Segundo Alvarenga (2004), a classificação taxonômica é:

- **Classe:** Dicotiledônea
- **Ordem:** Personatae
- **Família:** Solanaceae
- **Gênero:** *Lycopersicon*
- **Espécie:** *Lycopersicon esculentum*

Quanto às exigências climáticas, o tomateiro tem grande adaptação aos diferentes tipos de clima. A temperatura, umidade do solo, umidade do ar e fotoperíodo são os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a produção da cultura. A Tabela 1 indica as faixas de temperatura ideal para cada estágio da cultura:

TABELA 1 – Faixas de temperatura ideais para cada estágio de desenvolvimento da cultura do tomateiro.

ESTÁGIO DA CULTURA	FAIXA DE TEMPERATURA (°C)
Germinação de sementes	15 a 25
Formação de mudas	20 a 25
Florescimento	18 a 24
Pegamento de frutos	14 a 17 (noite)
	19 a 24 (dia)
Maturação de frutos	20 a 24

Fonte: Alvarenga, 2004.

Quanto a umidade do solo, as fases mais influenciadas por este fator são a de desenvolvimento e produção onde a exigência da cultura por água é grande, sendo que para germinação basta estar o teor um pouco acima do ponto de murcha permanente que é o limite inferior para a extração da água do solo pelas plantas. A umidade relativa do ar acaba por ter influência indireta na cultura por afetar a multiplicação de fungos e bactérias e disseminar doenças. Em ambiente protegido, a baixa umidade do ar aliada a altas temperaturas, aumentam a taxa de transpiração, fechamento de estômatos, menor polinização e abortamento de flores. Quanto ao fotoperíodo, entre 9 e 15 horas de luminosidade, não ocorre alteração no desenvolvimento e produção do tomateiro. Já coberturas plásticas que reduzem demais a luminosidade (entre 20 a 40%), podem provocar prejuízos (ALVARENGA, 2004).

Segundo Melo (1991), o pegamento de fruto é um fator primordial para o sucesso da cultura, assim, temperaturas noturnas fora da faixa ideal podem provocar abortamento e queda de flores, resultando na deficiência na produção de pólen viável, o que condiciona baixa polinização e conseqüentemente reduzida fertilização.

Segundo Silva et al. (1994) o tomateiro tolera uma amplitude de 10 a 34°C, sendo que temperaturas superiores a 28°C prejudicam a síntese de licopeno e aumentam a concentração de caroteno. Temperaturas noturnas próximas a 32°C causam abortamento de flores, mau desenvolvimento de frutos e formação de frutos ocos. Exposição prolongada das plantas a temperaturas inferiores a 12°C podem ser prejudiciais ao bom desenvolvimento da cultura.

Segundo Lopes e Stripari (1998), a luminosidade exerce influência no desenvolvimento do tomateiro. A duração maior da luminosidade aumenta a taxa de produção de folhas e, de maneira geral, diminui o número de flores, porém, o aumento de intensidade diminui o número de folhas e aumenta o número de flores.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, são cultivados no Brasil, nove tipos de tomate comestíveis que são os Longa Vida, o Cerejão, o Cereja, o Santa Clara, o Rasteiro, o Italiano ou Saladette, os Cluster (vendidos em cachos), os Ornamentais e os Caquis ou Japoneses. Em relação a variedades, existem cerca de 50 variedades no país. Este alto número se deve à busca por maior durabilidade (longa-vida), mais sabor (grupo italiano) e

resistência à mosca branca (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011).

Para poder produzir com rentabilidade, o produtor procura variedades que apresentam também resistências às doenças, como *Verticillium*, *Fusarium* e Nematóides, que podem afetar o sucesso da cultura. Outros fatores procurados são o tamanho e a uniformidade dos frutos (FONTES; SILVA, 2002).

As cultivares do tomate de mesa são classificadas como Salada, Santa Cruz, Saladete e Ceraja, de acordo com o formato do fruto que pode ser oblongo, quando o diâmetro longitudinal é maior que o transversal, e redondo (cultivar comercial Salada), quando o diâmetro longitudinal é menor ou igual ao transversal, além de outros fatores como coloração durabilidade pós colheita, sabor, Brix dentre outros fatores que caracterizam o fruto (CALIMAN; SILVA; SEDIYAMA, 2003).

As cultivares do grupo Santa Cruz são identificadas pelo diâmetro longitudinal (CALIMAN; SILVA; SEDIYAMA, 2003) e pesam de 70 a 200 g, com uma média de 135g (FONTES; SILVA, 2005). Durante a década de 90, ocorreu o desenvolvimento de híbridos de formato oblongo, com característica longa vida. Nesta categoria estão o Saladinha, Andréa, Débora Plus, Débora Max, Débora VFN, Kombat Kortec, Atlas Topseed e Ataque (ALVARENGA, 2004).

As cultivares do grupo Salada, também conhecidos por Caqui ou Maça, tem características de frutos com formato redondo. Outra característica é o fruto tipicamente plurilocular, com cinco a dez lóculos, cuja massa média varia de 150 a 250 g (ALVARENGA, 2004). Como exemplo do tomate Salada estão os híbridos F1 Dominador, Ellen, Marguerita, Majestade, Nicolas, Diana, Monalisa, Sheila, Fanny, Carmen e Séculus Horticerres.

O grupo de tomate Saladete, também chamado de tomate italiano, tem dupla aptidão, sendo recomendado para consumo *in natura* e processamento. Os frutos são alongados (7 a 10 cm), com diâmetro transversal reduzido (3 a 5 cm), biloculares, polpa espessa, coloração vermelha intensa, sendo muito firmes e saborosos (Alvarenga, 2004). Há no mercado cultivares com hábito de crescimento indeterminado e determinado, sendo esta última utilizada na indústria. Alguns híbridos conhecidos são: Colibri, Monte Carlo, Carmen, Duradoro, Pizzadoro e Granadero.

Tomates do grupo Cereja, *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, exibem frutos pequenos, redondos alongados ou periformes, com pencas apresentando 12 ou mais frutos, com peso menor que 30g (ALVARENGA, 2004).

É de fundamental importância conhecer as cultivares de tomate mais adequados para cada região, pois cada material tem as suas características genéticas que determinam sua maior ou menor sensibilidade às condições ambientais e a outros fatores de produção como por exemplo a nutrição da planta.

2.2 Fisiologia do Tomateiro

O tomateiro tem como característica o porte arbustivo, com crescimento determinado ou indeterminado dependendo da espécie. O sistema radicular é constituído de raiz principal, sendo esta pivotante podendo atingir 1,5 metros, raízes secundária e adventícias. O impedimento ao crescimento da raiz pivotante, seja por meios físicos ou por transplantes mal feitos, favorece o aumento das raízes secundárias que se tornam ramificadas e superficiais (ALVARENGA, 2004).

Na parte aérea da planta do tomateiro existe a haste principal, onde são formadas de seis a oito folhas. Para cada três folhas surge uma haste floral. Nas axilas das folhas ocorrem gemas que originarão hastes secundárias que apresentam desenvolvimento igual ao da haste principal. As folhas do tomateiro são alternadas, compostas com um folíolo terminal e seis a oito folíolos laterais. A flor é regular e hipógina. A inflorescência, é do tipo rácimo ou seja, em forma de cachos, com flores pequenas de cor amarela. As flores são hermafroditas, sendo a planta autogâmica, com menos de 5% de fecundação cruzada.

O fruto do tomateiro é uma baga, carnosa e succulenta, podendo ser bi, tri ou plurilocular. Desde a fecundação do ovário até a maturação do fruto decorre cerca de sete a nove semanas, variando de acordo com a cultivar, do ambiente e da posição do fruto na planta. Na fase final de maturação a planta apresenta uma alta concentração de etileno, sendo característica desta fase a alta atividade metabólica da planta, com menor ganho de peso e crescimento do fruto. O fruto é considerado climatérico, com a taxa de respiração aumentando na fase de maturação e

continuando após a colheita, motivo pelo qual esta é feita normalmente com o fruto no início da maturação que é completada após a colheita (ALVARENGA, 2004).

Segundo Nuez et al. (1995), os fotoassimilados tem grande influência no desenvolvimento da planta do tomateiro. Observa-se que mesmo com a iluminação, temperatura e concentração de CO₂ ideais, a atividade fotossintética não permanece constante e ao fim de 10 a 12 horas é reduzida em 50%. Isto é atribuído a um aumento na fotorespiração, a uma diminuição da fotossíntese causada pelo fechamento dos estômatos. O transporte e distribuição de fotoassimilados afetam o crescimento vegetativo. Uma vez assimilado o carbono, os fotoassimilados podem permanecer armazenados na folha, serem utilizados para suas necessidades metabólicas ou transportados a outras partes da planta. Em condições normais, as variações das concentrações de amido e sacarose nas folhas são escassas. O transporte de açúcares é realizado em forma de sacarose através do floema e cada folha fornece nutrientes preferencialmente a determinados órgãos.

A iluminação e temperatura, afetam diretamente o crescimento da planta, pois, durante o desenvolvimento do caule do tomateiro, a deficiência na iluminação contribui para um aumento na alongação do mesmo, que se tornam mais delgado e frágil com mais tecido parenquemático. A temperatura alta também favorece a alongação do caule, sendo que velocidade desta alongação diminui à medida que a noite faz-se mais longa (NUEZ et al., 1995).

A temperatura afeta a velocidade de desenvolvimento do fruto. A temperatura do fruto influencia sua velocidade de respiração e síntese de amido e também na velocidade de importação de assimilados. Na fase de maturação do fruto, a temperatura afeta a velocidade de síntese de pigmento (AWAD, 1993).

O tomate por ser um fruto climatérico, amadurece após a colheita. A qualidade ideal para consumo *in natura* é próxima ao pico climatérico. A maioria dos cultivares de tomates possuem uma baixa capacidade de armazenamento, devido principalmente às perdas de peso, amolecimento excessivo e incidência de podridões. Um dos fatores que contribuem para a observação deste quadro é a colheita de tomates no ponto inadequado, que pode resultar não só na perda em peso colhido do produto, como também na aceleração da senescência em pós-colheita (WOODS, 1990).

Para aumentar a vida de prateleira é necessário além de inibir o metabolismo respiratório e adiar a ocorrência do climatérico, evitar a perda de água

pelo fruto. Uma perda de água de apenas 5% resulta não só na perda de peso, mas também no murchamento e na perda de firmeza, fatores que afetam a aparência, fundamental para o consumo de muitos frutos (AWAD, 1993).

Atualmente são comercializados tomates denominados longa vida, que são híbridos que possuem o gene *rin* (*ripening inhibitor*). Este gene atua inibindo o amadurecimento do tomate, porém causa um leve prejuízo sobre a cor e prejudica moderadamente o sabor. Os efeitos favoráveis do gene *rin* têm sido observados após o completo amadurecimento. O desenvolvimento da tecnologia de genes tem permitido o desenvolvimento de linhas de plantas em que genes específicos foram permanentemente inativados. Genes têm sido incorporados em frutos para diminuir a ação de enzimas importantes, dentre elas, as enzimas que degradam as paredes celulares como a poligalacturonase (LUENGO; CALBO, 2001).

2.3 Cultivo do Tomate em Ambiente Protegido

Segundo Nuez et al. (1995), a planta do tomateiro é influenciada por vários fatores para que possa se desenvolver. Estes fatores podem ser a variedade, a iluminação, a temperatura, a nutrição, o abastecimento de água e a concentração de CO₂. Nos cultivos a campo, existe a limitação de modificar estes fatores, porém, algumas técnicas como a irrigação por gotejo, já permitem melhoras importantes. Quando são utilizadas estruturas com cobertura plástica (estufas), aumentam-se as possibilidades para a adequação dos referidos fatores e permitem regular a temperatura do ar, o abastecimento de água e elementos minerais, assim como a concentração de CO₂, de acordo com a necessidade da planta.

A origem da utilização de casas-de-vegetação ocorreu em países do hemisfério Norte, em função de suas necessidades e dificuldades na produção em climas mais frios. Grandes avanços na obtenção de ambiente protegido surgiram com a utilização do vidro. Porém, na década de 30 surgiu o polietileno e com ele uma nova opção no cultivo em ambiente protegido. O cultivo em ambiente protegido ampliou-se rapidamente pelo mundo e o tomateiro também começou a ser cultivado dentro de casas de vegetação (SELEGUINI, 2005).

Segundo Andriolo (2000), existem duas características fundamentais que distinguem a produção de hortaliças em ambiente protegido do cultivo tradicional no campo. Uma delas é a produção fora das épocas tradicionais de

cultivo, ou seja, produção nos períodos de entressafras, estendendo o ciclo das espécies para a maior parte do ano. Outra característica é que, os fatores do ambiente podem ser ajustados às plantas para crescer e produzir em condições ideais ao seu desenvolvimento. As possibilidades de manejo das culturas são por isso muito maiores e, com os avanços recentes da tecnologia, a produção pode ser manejada ou controlada. Um dos principais fatores controlados é a precipitação pluviométrica, pois a incidência de água de chuva na cultura afeta diversos fatores produtivos, como por exemplo favorecimento de doenças. Ao limitar a entrada de água externa é possível fornecer-a através de gotejamento, sem molhar diretamente a parte aérea da planta.

Para Bakker (1995), a presença de uma cobertura que separa o ambiente interno e externo causa alterações, desejáveis e indesejáveis nas condições climáticas. Ocorre diminuição na radiação e na movimentação do ar, aumento na temperatura e pressão de vapor d'água e as flutuações nas concentrações de dióxido de carbono são muito mais sensíveis. Estas alterações tem seu próprio impacto no crescimento, produção e qualidade das culturas conduzidas em estufas. O cultivo em ambiente protegido é uma importante alternativa para superar limitações climáticas, especialmente considerando sua eficiência quanto à captação da energia radiante e aproveitamento, pelas plantas, da temperatura, água e nutrientes disponíveis (HORA, 2003).

No Brasil, a partir da década de 1970, os produtores de tomate da região Norte tiveram a sua primeira experiência na utilização de cobertura plástica no cultivo do tomateiro. Foi comprovada a eficácia do sistema com utilização de casa-de-vegetação, modelo capela aberta lateralmente para as condições do trópico úmido, propiciando produtividades de tomates (80 t ha^{-1}) de cinco a oito vezes superior àquelas obtidas em campo aberto (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011).

Segundo Lima e Harmerschmidt (1986), o cultivar de tomate Angela Gigante cultivado no período de entressafra em estufa do tipo capela teve sua colheita antecipada, além de apresentar maior qualidade e produtividade, quando comparada à média do município de São José dos Pinhais, PR.

Martins (1992), ao avaliar três cultivares de tomate conduzidas a céu aberto e sob proteção de uma estufa capela durante o verão em Jaboticabal-SP, verificou que as produções foram de quatro a quinze vezes superiores às obtidas em

campo aberto. Isto ocorreu mesmo com as laterais abertas, portanto não levando em consideração o efeito da cobertura plástica sobre a temperatura e umidade relativa. O melhor desempenho das plantas dentro da estufa foi atribuído neste caso à proteção contra as chuvas e menor incidência de pragas e doenças.

2.4 Aspectos Nutricionais do Tomateiro

Os nutrientes desempenham diversas funções em todos os processos de desenvolvimento de uma planta. Essas funções quando somadas, vão determinar como será o processo final de produção da planta do tomateiro e também a qualidade do fruto. Dentre as hortaliças comerciais, o tomateiro é uma das espécies mais exigentes em adubação. O uso adequado dos nutrientes durante o processo produtivo da planta vai determinar o sucesso da cultura, pois além da qualidade do produto, vai interferir diretamente nos custos de produção e na rentabilidade final. Outro fator importante da nutrição adequada da planta do tomateiro é o ataque de doenças, que acaba sendo favorecido pelo desequilíbrio nutricional, como é o caso do “fundo preto” ou “podridão apical”, que ocorre pela deficiência do cálcio no fruto do tomate (ALVARENGA, 2004).

As quantidades e tipos de nutrientes exigidos pela planta do tomateiro variam de acordo com a fase de desenvolvimento da planta. A absorção de nutrientes pelo tomateiro é baixa até o aparecimento das primeiras flores. Daí em diante, a absorção aumenta e atinge o máximo na fase de pegamento e crescimento dos frutos (entre 40 e 70 dias após o plantio), voltando a decrescer durante a maturação dos frutos. A quantidade de nutrientes extraída pelo tomateiro é relativamente pequena, mas a exigência de adubação é muito grande, pois a eficiência de absorção dos nutrientes pela planta é baixa. Para os fertilizantes fosfatados, por exemplo, a taxa de absorção é de aproximadamente 10%. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011).

Desta forma, a correta interpretação das necessidades nutricionais da planta do tomateiro aliada ao adequado suprimento destas necessidades em quantidade e épocas ideais é fundamental para se atingir a melhor produtividade com os menores custos e desperdícios, além de evitar excessos de nutrientes que podem acarretar danos ao solo e à planta. O tomateiro adapta-se bem a solos com pH (CaCl_2) em torno de 5,5 a 6,0. Nessa faixa, os efeitos prejudiciais de altas

concentrações de alumínio e manganês são reduzidos e a disponibilidade de fósforo e molibdênio é aumentada. A calagem do solo na maioria das vezes é indispensável, pois além de corrigir o pH, fornece cálcio e magnésio, nutrientes que são muito exigidos pelo tomateiro. A época de maior demanda de nutrientes coincide com o período de maior produção dos frutos. Observações de campo mostram que nesse período o tomateiro torna-se mais vulnerável ao ataque de patógenos, principalmente de fungos e bactérias, sendo também o período em que os sintomas de deficiência de nutrientes minerais podem ser observados com maior clareza (LUZ et al., 2010).

Segundo Alvarenga (2004), a extração de nutrientes pela cultura do tomateiro varia muito em função do cultivar utilizado, condições ambientais, sistema de condução, tipo de poda, manejo da cultura e pela época em que se retiram os brotos axilares. Quanto mais tarde estes brotos são retirados, maior é a extração de nutrientes que não serão utilizados pela planta. A expectativa de produção da cultura é outro fator que influencia a quantidade de fertilizantes a aplicar e conseqüentemente a extração de nutrientes que ocorrerá.

Fayad (1998) em experimento realizado em ambiente protegido obteve em ordem decrescente de acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro: K, N, Ca, S, Mg, P, Mn, Fe, Cu e Zn, alcançando os valores de 264; 211; 195; 49; 40; 30; 3,2; 2,1; 1,6 e 0,7 kg ha^{-1} , respectivamente. Costa (1999), analisando os teores de nutrientes em tomateiro híbrido Momotaro, cultivado em sistema hidropônico, obteve concentrações médias de N, P, K, Ca, Mg e S de 46,2; 7,52; 68,2; 15,0; 9,90; e 10,3 g kg^{-1} na matéria seca e concentrações médias de B, Cu, Fé, Mn e Zn de 67,8; 15,8; 141; 117 e 28,4 mg kg^{-1} na matéria seca respectivamente.

A concentração do nutriente nos tecidos da planta, numa determinada fase de desenvolvimento, corresponde ao valor integral de todos os fatores que influenciam na concentração do elemento, no momento da coleta do material. A idade dos tecidos, diferentes genótipos e a interação entre nutrientes e o meio ambiente interferem na concentração dos nutrientes (SMITH, 1986).

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido utiliza na maioria das situações, a fertirrigação, que consiste na aplicação simultânea de água e fertilizante através do sistema de irrigação. Este método favorece a agilidade na aplicação dos nutrientes, pois utiliza menos mão de obra e racionaliza o uso do fertilizante, porém

podem ocorrer problemas como a dificuldade de controle de pH e condutividade elétrica (CE) do solo, que pode levar à salinização do mesmo (ALVARENGA, 2004).

Segundo Dias et al. (2007), a fertirrigação pode ocasionar o acúmulo de sais dissolvidos na zona radicular, com a evapotranspiração das culturas, a qual remove a água e deixa a maior parte dos sais na superfície e em todo o perfil do solo. O uso de quantidades excessivas de sais solúveis acumulados na zona radicular das plantas dificulta a extração dos nutrientes presentes na solução salina do solo, resultando na redução do crescimento e da produtividade das plantas. Assim, o uso de fertilizantes via irrigação, em ambiente protegido, tem elevado os níveis de salinidade do solo, chegando a ultrapassar os limites de tolerância das culturas, prejudicando a produtividade, principalmente de olerícolas.

Silva et al. (2003), estudaram a relação entre a absorção de nutrientes e a produção de frutos. Segundo os autores, existe um ponto de equilíbrio entre a quantidade de nutriente fornecido e a produtividade, pois à medida que os frutos começam a se desenvolver, há um incremento na absorção de nutrientes pelas plantas. As folhas são até este estágio, o órgão da planta com maior concentração de nutrientes e massa seca. A partir de então, alguns nutrientes como N, P e K passam gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos.

No estudo desenvolvido por Silva et al. (2009), observou-se que o nitrogênio foi o macronutriente mais absorvido, seguido por potássio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo e que a ordem crescente de absorção dos micronutrientes foi boro, zinco, cobre, manganês e ferro. Os autores observaram ainda que a absorção de nutrientes foi maior, quando aplicado doses maiores de fertilizantes concluindo que a necessidade em avaliar o estado nutricional de uma cultura baseando-se nos teores de nutrientes no solo e na planta é de suma importância para a obtenção da ótima nutrição em tomateiro.

2.5 Diagnose Foliar

Segundo Beverly et al. (1984) a diagnose foliar compara as concentrações de nutrientes nas folhas com valores padrões, considerando a relação entre as variedades ou espécies de alta produtividade e de bom desenvolvimento vegetativo. Consideram-se os valores padrões como 'valores críticos' para uma determinada cultura ou um método de amostragem adotado.

Para avaliar o estado nutricional das plantas utiliza-se o princípio de avaliação do teor de nutrientes nas folhas das plantas, correlacionando a absorção destes com a produção. As folhas refletem melhor o estado nutricional da planta, pois se analisa folhas coletadas para amostra em determinado período do ciclo da cultura (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989).

Segundo Martinez et al. (1999), para a aplicação da diagnose foliar, deve ocorrer a normatização da amostragem, preparo das amostras e análise química do material vegetal. Posteriormente devem se obter padrões de referência comparativos e só assim proceder a interpretação dos resultados obtidos.

De acordo com Bataglia e Santos (2001) ao realizar a análise das plantas, determina-se a concentração dos elementos ou das frações solúveis destes elementos numa amostra de parte da planta em um estágio de desenvolvimento da cultura. Faquin (2002), também afirma que a diagnose foliar é um método em que se analisam os teores dos nutrientes em determinadas folhas, em períodos definidos do ciclo da planta, e os compara com padrões nutricionais existentes na literatura.

Wadt (2009) sugere que após a determinação do estado nutricional de uma lavoura, as causas secundárias que controlam a produtividade podem facilmente ser identificadas e assim pode-se proceder os ajustes necessários para corrigir desequilíbrios nutricionais, se estes forem identificados. Desta forma, a diagnose foliar torna-se uma importante ferramenta para o manejo da adubação, pois as folhas representam o principal compartimento da planta relacionado com seu potencial produtivo.

Para Oliveira e Takamatsu (2004) a análise foliar é fundamental na tomada de decisão para a escolha das medidas corretivas mais adequadas, ressaltando que o método que vem tendo destaque entre os existentes é o DRIS.

2.6 Conceituação e Caracterização do Método DRIS

O método DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) foi proposto por Beaufils (1973) a partir do estudo sobre uma metodologia de análise foliar mais detalhada, desenvolvida a partir do método de Diagnose Fisiológica, cujo objetivo era conhecer e verificar a influência de fatores externos às plantas no desenvolvimento e produtividade da mesma.

Este método vem sendo utilizado por pesquisadores em diversas culturas, pois relaciona conceito de balanços nutricionais dos diversos nutrientes analisados e tem menor interferência de fatores ambientais locais e às variadas formas de amostragem relacionada à idade e à origem do tecido da planta. No método DRIS, ao relacionar os nutrientes entre si, observa-se menor interferência na diagnose, devido as diferenças de idade fisiológica e das partes das plantas amostradas, proporcionando vantagens aos métodos tradicionais como nível crítico e faixas de concentração (BATAGLIA; DECHEN 1986).

Segundo Beaufils (1973), ocorrem interações entre planta e o ambiente, que são influenciadas por diversos fatores que variam de acordo com as condições e que não são possíveis de serem quantificados. Isto influencia o comportamento da planta e conseqüentemente a produção final. Beaufils (1973), ao sugerir o DRIS, considerou que, se as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio podem diminuir com a idade da planta (relação na matéria seca), porém, as relações N/P, N/K e P/K devem manter-se constantes, independente da idade do tecido.

Beaufils (1973) preconiza que informações confiáveis só podem ser obtidas através da obtenção de um grande número de informações e aí sim serão consideradas padrões nutricionais. Após a definição da população de referência tem início a primeira fase do DRIS, que é a escolha dos parâmetros, no caso, os elementos minerais que interferem na produção da planta. Considerando cálculos estatísticos, escolhe-se a relação cuja divisão apresenta a maior variância entre a subpopulação de baixa produção e a de alta produção, pois o valor obtido mostrará diferença maior entre uma planta desequilibrada e uma planta altamente produtiva. Isto ocorre, porque populações de alta produção possuem variâncias menores, uma vez que há uma tendência de estabilidade na sua composição química. Existindo variação no teor de certo elemento isto acarreta em um ou vários elementos uma correlação de variação de mesmo sentido ou de sentido inverso, sendo eles de qualquer importância considerada.

Segundo Creste (1996), ao obter as relações entre os nutrientes, pode-se através do DRIS utilizar-se de suas relações e não separadamente, permitindo ter o conhecimento das ações e das formas de interações dos nutrientes no interior da planta. Normalmente o método DRIS apresenta vantagens em relação aos demais métodos de diagnóstico, pois o DRIS é de fácil interpretação e apresenta escala

contínua, sendo que os nutrientes podem ser classificados desde o mais excessivo até o mais deficiente. Permite ainda observar situações de rendimento limitante provocado pelo desequilíbrio de nutrientes, mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo do nível crítico e também permite diagnosticar o equilíbrio nutricional total da planta, proporcionado por um índice de desequilíbrio (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) também desenvolveram ou modificaram o método DRIS, promovendo variações no método de diagnose, objetivando corrigir distorções nos cálculos das funções das razões dos nutrientes. Com o uso do DRIS é possível relatar um grande número de caracteres externos e internos das plantas, em condições pré selecionadas restritas ou irrestritas, necessárias à produção da cultura. Tais caracteres, expressados na forma de parâmetros são conhecidos por ÍNDICES DE DIAGNOSE, toda vez que uma relação entre estes e a produção puder ser estabelecida e calibrada (CRESTE, 1996).

2.6.1 Formação do Banco de Dados e Cálculo das Normas de Referência

Para Creste (1996), como o DRIS utiliza interpretação de resultados de análise, deve existir também um padrão conhecido. Assim, necessita-se apontar características comerciais desejáveis para a cultura em questão e em seguida é definido o banco de dados que dará origem as normas de utilização do DRIS.

Letzsch e Sumner (1984), afirmam que para estabelecer as normas DRIS, deve-se formar um banco de dados contendo número de observações suficientemente grande e adequada. Essas observações devem estar distribuídas ao acaso e conter pelo menos 10% das observações dentro da sub-população de alta produção. Ainda é recomendado que estas observações sejam subdividas em duas na população, uma sub população de alta e uma de baixa produção (WALWORTH; SUMNER,1987). A população de máxima produção a ser utilizada deve ser representada por 80% para separar as duas sub-populações, devendo-se calcular para cada sub-população a forma de expressão nutricional, a média, o desvio padrão e a variância (MALAVOLTA; MALAVOLTA,1989).

2.6.2 Cálculo dos Índices de Diagnose

Os índices de diagnose se baseiam na relação causa/efeito entre os caracteres considerados e a produção. Estes mostram a interação entre os nutrientes, o diagnóstico das causas primárias, como também o diagnóstico de seus efeitos resultantes (ou causas secundárias), pode ser expresso matematicamente na forma de “Índices de Diagnose” (BEAUFILS, 1973).

De acordo com Walworth e Sumner (1987), há necessidade de ser determinar normas que abranjam todas as relações nutricionais, para o cálculo dos índices. Estas normas, posteriormente, serão usadas para generalizar índices através das equações.

Segundo Beaufils (1973), as somas dos valores absolutos dos índices de diagnose encontrados são inversamente correlacionadas com a produção sendo conhecidos por Índice de Balanço Nutricional (IBN); assim IBN de maior valor aponta para um maior desequilíbrio entre os nutrientes (DAVEE et al., 1986). O valor ótimo do índice de diagnose para um nutriente é igual a zero, cada nutriente tem seu índice de diagnose calculado e este índice é baseado sobre o desvio médio de cada relação importante de seu valor ótimo (JONES, 1981).

2.7 Aplicação do DRIS na Nutrição Mineral de Plantas

Desde o desenvolvimento da metodologia de aplicação do DRIS por Beaufils (1973), muitos estudos tem sido realizados em diversos países, em variadas condições edafoclimáticas e de manejo, com diversas culturas comerciais. Jones (1981) comparou o método convencional e o DRIS para análise de plantas, onde observou que o DRIS se baseia em relações binárias entre os nutrientes e frequentemente produz diagnósticos mais precisos que o método convencional que se baseia em concentrações críticas dos nutrientes. Para simplificar os cálculos das funções intermediárias foi proposta por Jones (1981), a fórmula a seguir:

$$f(i) = \frac{S(i) - M(i)}{SD(i)}, \text{ onde:}$$

S(i) = valor da relação nutricional na produção em estudo;

M(i) = valor da relação nutricional da população de referência;

SD(i) = desvio padrão da relação na população de referência.

Letzsch e Summer (1983), propõe a utilização de informações mínimas para o estabelecimento do DRIS como os dados de produção e as análises foliares da cultura. Após estabelecer as normas DRIS estas poderiam ser aplicadas universalmente. De acordo com a semelhança das regiões geográficas estas normas podem ser melhoradas e tornarem-se mais precisas.

As normas DRIS foram comparadas com o método convencional existente de recomendação para laranjeira Temple. Foram utilizados os valores padrões de interpretação, comparando-se os diagnósticos obtidos a partir destas normas com o método convencional. Este trabalho foi desenvolvido por Summer (1986) que concluiu que o método DRIS foi melhor, proporcionando aumento da produtividade de 2.515 para 8.885 Kg ha⁻¹; o DRIS foi mais determinante no diagnóstico dos nutrientes limitantes, independente da idade fisiológica das folhas, tipo de ramo amostrado e ao tipo de porta-enxerto utilizado.

Segundo Sumner (1990), no método DRIS, os índices somente classificam os nutrientes numa ordem relativa, não se podendo dizer que qualquer nutriente separadamente é deficiente, mas somente que ele é insuficiente em relação aos demais nutrientes; mesmo que um índice seja mais negativo, pode não refletir na produção, pois outro fator mais limitante pode ocorrer; sugerindo ainda que tanto o método DRIS quanto o método tradicional podem fornecer informações úteis.

Segundo Creste (1996), as normas DRIS foram mais vantajosas em relação ao método convencional ao comparar com o método convencional em pomares de limão 'Siciliano' no Estado de São Paulo. Este estudo utilizou dados obtidos de análise nutricional de folhas retiradas de ramos frutíferos de plantas de várias idades diferentes, diversos porta-enxertos e em vários anos de colheitas. Foi observado também que o método DRIS foi mais vantajoso em relação ao método convencional, pois o DRIS é um método fácil de ser manipulado e interpretado com eficiência comprovada, principalmente devido à sua capacidade de indicar os nutrientes deficientes ou em excesso, em sua ordem de importância.

Oliveira et al. (2009), realizaram estudo com vinte e nove linhagens de tomateiro rasteiro avaliando a eficiência de absorção de nutrientes e resposta à adubação, em dois ensaios, durante o ano de 2006 na Embrapa Hortaliças em Goiânia-GO. As linhagens foram classificadas quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação baseando-se nos incrementos de índice DRIS e

nos incrementos de produtividade. Os valores críticos para eficiência na absorção e resposta à adubação foram as médias de incremento de índice DRIS e produtividade, respectivamente. As linhagens diferenciaram-se quanto à eficiência na absorção dos nutrientes e quanto à resposta à adubação.

Pinto et al. (2009) estabeleceram normas DRIS para a cultura da manga variedade 'Tommy Atkins', utilizando plantas de 63 pomares comerciais situados no submédio Vale do São Francisco na Região Nordeste do Brasil. Foram utilizadas como população de referência plantas com produtividade de 250 kg planta⁻¹. Das noventa relações existentes entre os nutrientes, sessenta e duas foram significativas pelo teste F, sendo que destas 44 foram selecionadas como normas para a cultura.

Dias (2010) em trabalho com amostras foliares em 153 pomares comerciais de cupuaçuzeiro, instalados no Distrito de Nova Califórnia no município de Porto Velho-RO, utilizou análises foliares que compreendiam os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn e comparou os resultados obtidos com várias fórmulas de cálculos para o método DRIS, concluindo que as fórmulas de Beaufils (1973); Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) obtiveram alto grau de concordância, mas sugeriu que em relação ao potencial de resposta à adubação a fórmula de Beaufils (1973) superou as demais quando se pretende diminuir os casos de diagnósticos falsos limitantes por insuficiência.

Segundo Takahashi e Andrade (2010), são escassos os trabalhos com DRIS em tomateiro na literatura internacional. O estudo feito por Hartz et al. (1998) a partir de levantamento de mais de 100 lavouras comerciais de tomate para uso industrial nos Vales de Sacramento e San Joaquin, Califórnia – EUA, com a norma DRIS oriunda de lavouras com produtividade superior a 90 toneladas por ha, é uma das poucas exceções. A faixa de ótima concentração foliar foi calculada pela análise de regressão dos índices de nutriente DRIS dos campos de alta produtividade. Esta faixa de ótimo está em concordância com a faixa de suficiência empírica para N e P, maior para Ca, Mg e S, e muito menor para K; nas lavouras amostradas. Na ausência de uma norma DRIS específica para as diferentes condições de cultivo, a utilização de faixa de suficiência ou nível crítico para avaliação do estado nutricional de uma lavoura de tomate, juntamente com outras ferramentas complementares de avaliação do estado nutricional, pode-se obter um diagnóstico com razoável grau de acerto (TAKAHASHI; ANDRADE, 2010).

Segundo Serra et al. (2010), o método DRIS mostrou-se satisfatório para avaliar o estado nutricional do algodoeiro no oeste da Bahia. Entre os talhões analisados, o Mg e o P foram os elementos que apresentaram a maior limitação por excesso. O K, Ca e Mn foram os elementos com maior limitação. Das 65 amostras, que foram analisadas, 40 (61,5 %) apresentaram produtividade acima da média (4.250 kg ha⁻¹), formando assim a subpopulação de alta produtividade. Os 25 talhões restantes (38,5 %) constituíram, portanto, a subpopulação de baixa produtividade. Os autores verificaram que o método DRIS pode ser usado como alternativa para avaliação do estado nutricional do algodoeiro.

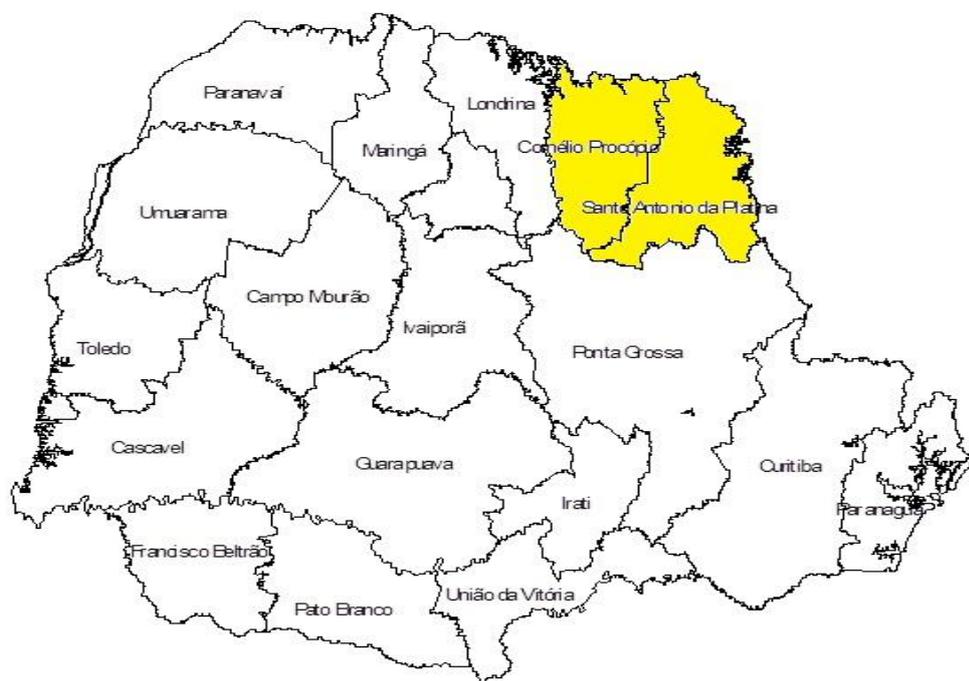
Oliveira et al. (2009), estudaram a eficiência de absorção de nutrientes e resposta a adubação em linhagens de tomateiro. O estudo classificou as linhagens quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação com base nos incrementos de índice DRIS e nos incrementos de produtividade. Para obter valores de referência para os cálculos dos índices DRIS, foi utilizada a própria população de plantas do experimento para a coleta de dados sendo consideradas parcelas com alta produtividade as acima de 70 t ha⁻¹. Os resultados de incrementos de índice DRIS deste estudo demonstraram que houve diferenciação na eficiência de absorção de todos os nutrientes avaliados, porém ocorreu reações semelhantes para alguns nutrientes, como o K, S e B.

Wadt et al. (2011) realizaram estudos visando comparar o desempenho das fórmulas de Beaufils (BEAUFILS, 1973), fórmula simplificada ou de Jones (JONES, 1981) e a fórmula para modelagem das funções DRIS ou de Wadt et al. (WADT et al., 2009; WADT; SILVA, 2011) na avaliação do estado nutricional de pomares de cupuaçu. Os autores avaliaram a coincidência do diagnóstico obtido pelas diferentes fórmulas, a frequência de ocorrência de cada nutriente nos diferentes tipos de estado nutricional e realizaram a análise multivariada para discriminar os diagnósticos entre as fórmulas adotadas. Concluíram que as fórmulas DRIS de Beaufils e de Jones são semelhantes entre si, sendo a fórmula de Wadt et al. (2011) distinta das demais, considerando-se todas as comparações realizadas entre as três fórmulas, não podendo indicada nenhuma delas até o momento para uso em recomendação de adubação em cupuaçu.

3 MATERIAL E MÉTODOS

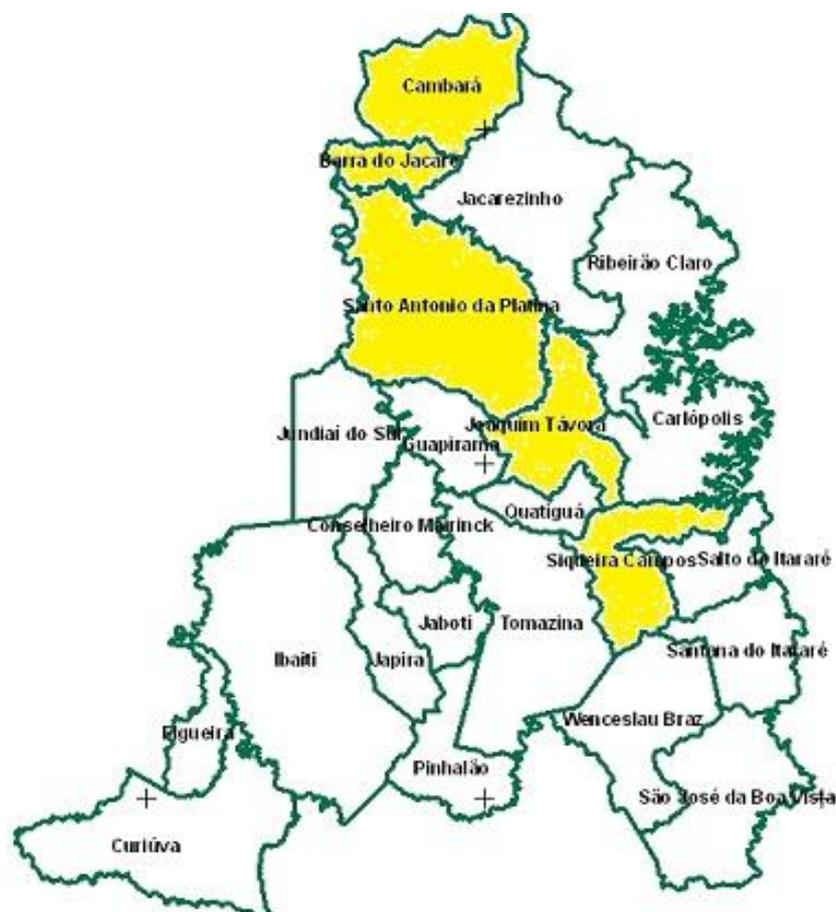
O presente trabalho foi desenvolvido na Região Norte Pioneira do Paraná, envolvendo os municípios de Barra do Jacaré, Cambará, Joaquim Távora, Santo Antonio da Platina e Siqueira Campos, utilizando-se resultados de análise química de folhas de tomateiro, contendo os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Foram analisadas 61 amostras representativas de plantas diferentes, em lavouras comerciais de 32 produtores de tomate em cultivo protegido (estufas), compreendendo uma área total coberta implantada com a cultura do tomate de 24.436 m² ou 2,44 ha. As Figuras 1 e 2 mostram a localização geográfica da Região Norte Pioneira do Paraná e a localização dos municípios objetos do estudo na Região. A Tabela 2, detalha as coordenadas geográficas de cada município e a altitude de cada um deles.

FIGURA 1- Localização da Região Norte Pioneira do Paraná



Fonte: INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2011.

FIGURA 2 - Localização dos Municípios estudados na Região de Santo Antonio da Platina.



Fonte: INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2011

TABELA 2 - Localização Geográfica e altitude dos municípios objetos do estudo.

MUNICÍPIO	COORDENANAS GEOGRÁFICAS		ALTITUDE (m)
	Latitude	Longitude	
Barra do jacaré	23 ° 06 ' 54 " S	50 ° 10 ' 53 " W	560
Cambará	23 ° 02 ' 47 " S	50 ° 04 ' 25 " W	545
Joaquim Távora	23 ° 29 ' 58 " S	49 ° 54 ' 17 " W	620
Santo Antonio da Platina	23 ° 17 ' 42 " S	50 ° 04 ' 38 " W	505
Siqueira Campos	23 ° 41 ' 20 " S	49 ° 50 ' 02 " W	675

Fonte: INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2011

3.1 Clima

O clima na Região que abrange os municípios do estudo, de acordo com a classificação de Köppen, é Cfa: clima subtropical úmido (mesotérmico), com média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas pouco frequentes.

As amostras de folhas para análise química foram coletadas nos meses de abril a dezembro do ano de 2010, dentro de ambiente protegido (estufas com cobertura plástica), que possui menor interferência do ambiente externo, porém como informação, a média anual de precipitação na região fica entre 1200 a 1600 mm e a temperatura média anual se situa entre 20 a 22°C. As tabelas 3 e 4 mostram os dados climáticos obtidos nas estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR em Joaquim Távora – PR e Cambará – PR, entre 1972 e 2010.

TABELA 3 - Dados climáticos no período de 1972 a 2010 da Estação Meteorológica do IAPAR em Joaquim Távora-PR.

EST.: Joaquim Távora / CÓD.: 02349030 / LAT.: 23°30'S / LONG.: 49°57'W / ALT.: 512m								
PERÍODO: 1972 - 2010								
MÊS	TEMPERATURA DO AR (°C)			U.REL	PRECIPITAÇÃO (mm)		EVAPORAÇÃO	INSOLAÇÃO
	média	média máxima	média mínima	média (%)	total	dias de chuva	total (mm)	total (horas)
JAN	24,3	30,6	19,9	76,0	213,0	15,0	95,9	193,8
FEV	24,4	31,0	20,0	75,0	154,0	13,0	87,8	191,2
MAR	23,7	30,4	19,2	75,0	126,9	10,0	101,8	221,0
ABR	21,6	28,5	16,7	74,0	89,7	7,0	93,9	221,0
MAI	18,2	25,2	13,4	76,0	106,0	7,0	79,2	202,4
JUN	16,7	24,1	11,5	77,0	74,3	6,0	70,4	191,8
JUL	16,7	24,4	11,2	72,0	66,0	6,0	87,4	211,8
AGO	18,4	26,4	12,5	66,0	53,2	5,0	116,5	224,7
SET	19,7	26,7	14,6	68,0	102,6	9,0	120,7	191,9
OUT	21,7	28,6	16,7	69,0	134,2	10,0	122,9	215,9
NOV	22,9	29,7	17,9	69,0	126,7	10,0	122,2	227,7
DEZ	23,8	30,2	19,3	73,0	167,1	13,0	111,3	205,6
ANO	21,0	28,0	16,1	72,5	1414,0	112,0	1210,0	2499,0

Fonte: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2011

TABELA 4 - Dados climáticos no período de 1972 a 2010 da Estação Meteorológica do IAPAR em Cambará-PR.

EST.: Cambará / CÓD.: 02350017 / LAT.: 23o00´S / LONG.: 50o02´W / ALT.: 450m								
PERÍODO: 1972 - 2010								
MÊS	TEMPERATURA DO AR (°C)			U.REL	PRECIPITAÇÃO (mm)		EVAPORAÇÃO	INSOLAÇÃO
	média	média máxima	média mínima	média (%)	total	dias de chuva	total (mm)	total (horas)
JAN	24,3	30,6	19,9	78,0	194,8	15,0	88,1	198,7
FEV	24,3	31,0	19,9	79,0	173,6	13,0	76,6	186,3
MAR	23,6	30,7	18,8	77,0	149,4	13,0	94,2	219,1
ABR	21,5	29,0	16,2	75,0	81,6	7,0	92,1	226,1
MAI	18,4	26,1	13,0	77,0	80,1	7,0	77,9	216,7
JUN	16,9	25,0	11,3	77,0	66,1	6,0	72,2	207,7
JUL	16,8	25,3	10,9	73,0	53,4	5,0	91,6	227,0
AGO	18,7	27,6	12,2	66,0	46,4	5,0	124,0	237,4
SET	20,5	28,3	14,5	66,0	79,8	7,0	134,8	192,4
OUT	22,4	29,7	16,9	68,0	137,4	10,0	142,7	214,9
NOV	23,4	30,4	18,0	69,0	137,0	10,0	140,4	221,0
DEZ	24,1	30,5	19,3	74,0	176,6	14,0	114,1	201,5
ANO	21,2	28,7	15,9	73,3	1376,0	112,0	1249,0	2549,0

Fonte: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2011

3.2 Solos

Nos municípios onde foram coletadas as amostras de folhas de tomate, as estufas encontram-se implantadas em solos classificados como LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos – Lve. A Tabela 5 mostra o resultado de 8 amostras de solos das áreas de estufas em estudo, com o objetivo de demonstrar as características dos solos onde são cultivadas as plantas de tomate na região. Pode-se observar valores incomuns de teores de nutrientes em alguns solos, o que dificulta uma recomendação adequada de adubação, por métodos convencionais.

TABELA 5 - Resultado de análise de solos de áreas de estufa cultivada com tomate com profundidade de 0 a 20 cm.

AMOSTRAS	pH	P	K	Ca	Mg	S	H + Al	Sat bases	M.O.	Mn	Fe	Cu	Zn	B
	CaCl ₂	mg P/dm ³		cmol/dm ³		mg/dm ³		(V%)	g/kg			mg/dm ³		
Estufa 1	5,20	3,30	0,18	4,00	1,80	6,79	4,56	56,70	26,80	181,40	81,80	5,51	9,57	0,38
Estufa 2	5,70	122,20	1,10	12,00	2,20	95,39	3,44	81,70	40,30	196,40	38,20	1,90	21,15	1,57
Estufa 3	5,50	386,80	2,60	18,90	2,10	422,00	3,39	87,50	36,20	170,60	64,10	4,18	48,12	5,31
Estufa 4	4,70	26,20	0,43	4,20	2,20	15,48	3,93	63,50	28,20	120,90	152,90	1,28	7,86	0,26
Estufa 5	5,60	129,60	0,92	5,70	1,80	55,65	6,09	58,00	14,80	165,10	126,80	2,26	20,13	1,18
Estufa 6	5,70	192,00	0,86	15,00	2,70	146,20	2,80	87,00	57,00	27,60	41,30	26,20	17,60	3,18
Estufa 7	5,80	98,00	0,73	15,10	2,30	194,60	2,50	88,00	41,00	21,40	35,00	35,60	15,90	2,66
Estufa 8	5,60	213,00	0,85	10,10	2,50	155,10	3,00	82,00	39,00	35,70	33,80	25,90	15,20	2,41
Média	5,48	146,39	0,96	10,63	2,20	136,40	3,71	75,55	35,41	114,89	71,74	12,85	19,44	2,12

Fonte: INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (2010)

3.3 Material Genético e Tratos Culturais

As estruturas de ambiente protegido foram construídas no sistema Londrina (5 unidades com 1000 m²) e Arco (56 unidades com 250 ou 500 m²) sendo foram cultivadas com os 58 híbridos do Grupo Saladete (Colibri, Pizzadoro, e Granadero) e 3 híbridos do Grupo Santa Cruz (Débora Max), que representam os principais híbridos de tomate utilizados na região Norte Pioneiro do Paraná.

O espaçamento utilizado foi de 0,30 metros entre plantas e 1,30 metros entre ruas para todos os materiais genéticos observados. As plantas foram conduzidas com haste única. Os tratos culturais desenvolvidos na cultura do tomate foram os normalmente utilizados e preconizados pela assistência técnica regional. Todas as lavouras são adubadas através do sistema de fertirrigação.

3.4 Coleta dos Dados

Foram coletadas dez amostras de folhas sem pecíolo, no estágio do quinto racimo, coletando a quarta folha a partir do ápice da planta. A coleta foi realizada retirando-se uma folha por planta. Foi feita a coleta da linha central da estufa, descartando-se as linhas laterais e bordaduras. Estas foram acondicionadas em sacos de papel e enviadas para análise em Laboratório de Análise de Tecidos Vegetais da Universidade do Oeste Paulista – Presidente Prudente, Estado de São Paulo. A Tabela 6 descreve os dados referentes a coleta das amostras

TABELA 6 - Descrição das Amostras que de folhas de tomate, de acordo com a data da coleta, híbrido utilizado e municípios.

Amostra	Data da amostragem	Híbrido	Município
1	20/04/2010	Pizzadoro	Barra do Jacaré
2	20/04/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
3	20/04/2010	Granadero	Santo Antonio da Platina
4	20/04/2010	Granadero	Santo Antonio da Platina
5	20/04/2010	Granadero	Santo Antonio da Platina
6	20/04/2010	Granadero	Santo Antonio da Platina
7	04/05/2010	Colibri	Cambará
8	04/05/2010	Pizzadoro	Cambará
9	04/05/2010	Debora Max	Joaquim Távora
10	04/05/2010	Debora Max	Joaquim Távora
11	04/05/2010	Debora Max	Joaquim Távora
12	10/05/2010	Pizzadoro	Cambará
13	10/05/2010	Pizzadoro	Cambará
14	10/05/2010	Colibri	Joaquim Távora
15	10/05/2010	Colibri	Joaquim Távora
16	25/05/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
17	25/05/2010	Pizzadoro	Santo Antonio da Platina
18	08/06/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
19	08/06/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
20	08/06/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
21	08/06/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
22	08/06/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
23	08/06/2010	Pizzadoro	Santo Antonio da Platina
24	29/06/2010	Pizzadoro	Santo Antonio da Platina
25	29/06/2010	Colibri	Siqueira Campos
26	29/06/2010	Colibri	Joaquim Távora
27	06/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
28	06/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
29	06/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
30	06/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
31	06/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
32	06/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
33	21/07/2010	Colibri	Joaquim Távora
34	21/07/2010	Colibri	Joaquim Távora
35	06/08/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
36	27/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
37	27/07/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
38	27/07/2010	Colibri	Joaquim Távora
39	13/08/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
40	01/09/2010	Colibri	Joaquim Távora
41	01/09/2010	Colibri	Joaquim Távora
42	21/09/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
43	21/09/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
44	21/09/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
45	21/09/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
46	23/09/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
47	23/09/2010	Colibri	Joaquim Távora
48	23/09/2010	Colibri	Joaquim Távora
49	23/09/2010	Colibri	Joaquim Távora
50	23/09/2010	Colibri	Joaquim Távora
51	30/09/2010	Granadero	Santo Antonio da Platina
52	05/10/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
53	05/10/2010	Granadero	Santo Antonio da Platina
54	05/10/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
55	05/10/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
56	07/10/2010	Colibri	Joaquim Távora
57	13/10/2010	Colibri	Joaquim Távora
58	30/10/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
59	30/10/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
60	04/11/2010	Colibri	Santo Antonio da Platina
61	10/12/2010	Colibri	Joaquim Távora

As folhas foram preparadas de acordo com a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1998) para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Os resultados foram então utilizados para a formação do banco de dados.

3.5 Métodos

Considerando o universo de 61 unidades de estufas, inteiramente ao acaso, foram consideradas 61 repetições. As informações coletadas foram agrupadas, formando-se o Banco de Dados, que serviu de base para toda a pesquisa.

A produtividade obtida, por planta, em cada estufa, expressa em kg planta^{-1} também foi utilizada para a formação do banco de dados. Ela foi obtida pesando-se semanalmente cada colheita realizada e totalizada no final de cada ciclo, obtendo-se a média em função do número de plantas por estufa.

O Experimento foi conduzido durante os meses de Abril de 2010 a Dezembro de 2010. A produção por planta variou de 4,18 a 12,96 kg planta^{-1} no período. Assim, procurou-se subdividir o banco de dados (extratificação) em 5 níveis produtivos. Estes foram os níveis produtivos aleatórios escolhidos na predefinição do ponto de corte no estabelecimento da norma DRIS para a cultura do tomate: Acima de 10 kg planta^{-1} , acima de 9 kg planta^{-1} , acima de 8 kg/planta , acima de 7 kg planta^{-1} e acima de 6 kg planta^{-1} .

De acordo Beaufils (1973), para o desenvolvimento do DRIS alguns requisitos devem ser observados, considerando-se as espécies em estudo, como: a) considerar todos os fatores suspeitos que podem influenciar a produção; b) considerar no estudo a relação entre estes fatores e a produção; c) estabelecer calibração das normas ou dados de referência.

Dentre os fatores que poderiam influenciar a produção, utilizou-se no estudo para definição do ponto de corte ideal para estabelecimento da norma DRIS para a cultura do tomate, os diferentes híbridos utilizados. Os demais fatores, como tipo de condução da lavoura, irrigação e espaçamento, foram iguais entre as lavouras pesquisadas, sendo descartados como fatores que poderiam afetar a determinação da norma DRIS.

3.5.1 Cálculo das normas de referência

Devem ser estabelecidas normas ou valores de referência para a implantação do DRIS, sendo que estas só serão consideradas representativas, se contêm todo o espectro de variabilidade da população (LETZSCH; SUMNER, 1984).

Uma vez estabelecidas as variáveis que podem afetar a produção, desenvolveram-se as normas foliares do DRIS, segundo a metodologia descrita em Beaufls (1973) e Walworth e Sumner (1987). O banco de dados foi dividido em duas sub-populações (A = alta produtividade e B = baixa produtividade) em função do nível produtivo. Após este procedimento, todos os nutrientes foram expressos em todas as relações possíveis entre eles e a seguir foram calculadas as médias (\bar{X}_A e \bar{X}_B), desvio padrão ($Sd A$ e $Sd B$), variâncias ($S^2 A$ e $S^2 B$) para cada concentração de nutriente, como também para as relações entre estes, para cada subpopulação, segundo a metodologia de cálculo descrita em Gomes (1981).

As relações de variâncias entre as subpopulações foram comparadas para todos os modelos de expressão e aquelas que mostraram maior relação de variância entre as subpopulações de baixa produção sobre a de alta produção, foram conservadas.

Ao todo foram obtidas 110 relações nutricionais, através do procedimento de cálculo descrito em Walworth e Sumner (1987) restando-se apenas 55 destas.

3.5.2 Cálculo dos Índices de Diagnose

O cálculo dos índices para cada nutriente foi realizado pela fórmula geral, proposta por Walworth e Sumner (1987). Para o nutriente X, o índice será:

$$IndiceX = \left(\frac{f(X / A) + f(X / B) + f(X / C) + \dots + f(X / N)}{z} \right), \text{ onde:}$$

X = nutriente em estudo

A,B,C ... N = nutrientes que aparecem no numerador ou denominador das relações com o elemento X,

Z = o número de funções envolvidas no cálculo do índice,

$f(X/A)$ = é considerado como uma ‘função intermediária’, utilizada para o cálculo dos índices. Cada função intermediária é uma comparação da relação encontrada numa amostra individual com o padrão para aquela relação.

Utilizou-se o método de Jones (1981) para o cálculo das funções intermediárias, complementado pelo método de Hallmarck et al. (1987), que inclui o índice da matéria seca nos cálculos. Assim, considerando-se uma relação entre o nutriente X e o nutriente genérico A tem-se:

$$f(X/A) = \left(\frac{M(X/A) - m(x/a)}{s(x/a)} \right) \cdot K, \text{ onde}$$

$M(X/A)$ = valor da relação nutricional X/A na população em estudo;

$m(x/a)$ = valor da relação nutricional X/A na população de referência;

$s(x/a)$ = desvio padrão da relação nutricional na população de referência,

K = constante de sensibilidade, adotada nesta equação de acordo com Bataglia e Santos (2001), para permitir valores inteiros dos índices de diagnose calculados. Este é um valor arbitrário. Para que os valores dos índices de diagnose e consequentemente do IBN não apresentassem magnitudes distantes do valor zero, adotou-se neste trabalho o valor 1,0.

Os índices obtidos pelo DRIS são na verdade resultantes de uma equação que engloba todos os nutrientes em estudo numa função de relação entre eles. Ela tem por finalidade tornar comparáveis todos os elementos no diagnóstico. Nutrientes que aparecem no denominador da relação levarão consigo o sinal positivo, e negativo, caso apareçam no numerador (CRESTE, 1996).

Hallmark et al. (1987a) compararam a precisão do método tradicional e do método DRIS na avaliação de deficiências nutricionais de P e K em soja, e propuseram a inclusão de um índice de matéria seca no DRIS, denominando este novo método como M-DRIS, com a finalidade de separar os nutrientes que realmente possam estar limitando a produção, daqueles que não limitam. Quando o índice da matéria seca for mais negativo que os dos nutrientes, pode-se especular que déficit hídrico, presença de elementos tóxicos ou outros fatores poderão impedir um resposta favorável à aplicação de fertilizantes.

3.5.3 Forma de interpretação dos resultados

Após os cálculos dos índices de cada nutriente, verifica-se qual ou quais destes elementos poderão estar limitando à máxima produção e desenvolvimento da cultura.

De acordo com Walworth e Sumner (1987), a soma de todos os valores dos índices calculados deverá ser zero. Quanto maior a deficiência de um nutriente, mais negativo será o valor do índice, em relação aos outros nutrientes. Um índice com valor elevado e positivo indica que o nutriente que o correspondente está em quantidades excessivas. Teoricamente, para que ocorra o balanço nutricional adequado todos os índices devem ser iguais a zero.

Conforme Beaufils (1973) nem sempre quando o índice de um elemento qualquer estiver próximo de zero haverá produção ótima, pois outro fator pode limitar a produção, obtendo-se com frequência baixas produções.

3.5.4 Definição do Índice de Balanço Nutricional (IBN)

Beaufils (1973) define que a soma dos valores absolutos de todos os índices de diagnose encontrados são inversamente relacionados com a produção, sendo denominada como Índice de Balanço Nutricional (IBN). Assim haverá maiores intensidades de desequilíbrios entre os nutrientes quanto maior for o valor do IBN.

No decorrer deste trabalho, o conceito básico do IBN foi utilizado com o propósito de se definir o nível produtivo que separaria as duas sub-populações, para a escolha das normas foliares do DRIS.

O valor do IBN para cada amostra foi calculado através da seguinte fórmula:

$$IBN = |IN| + |IP| + |IK| + |ICa| + |IMg| + |IS| + |IB| + |ICu| + |IFe| + |IMn| + |IZn| + |IMs|$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

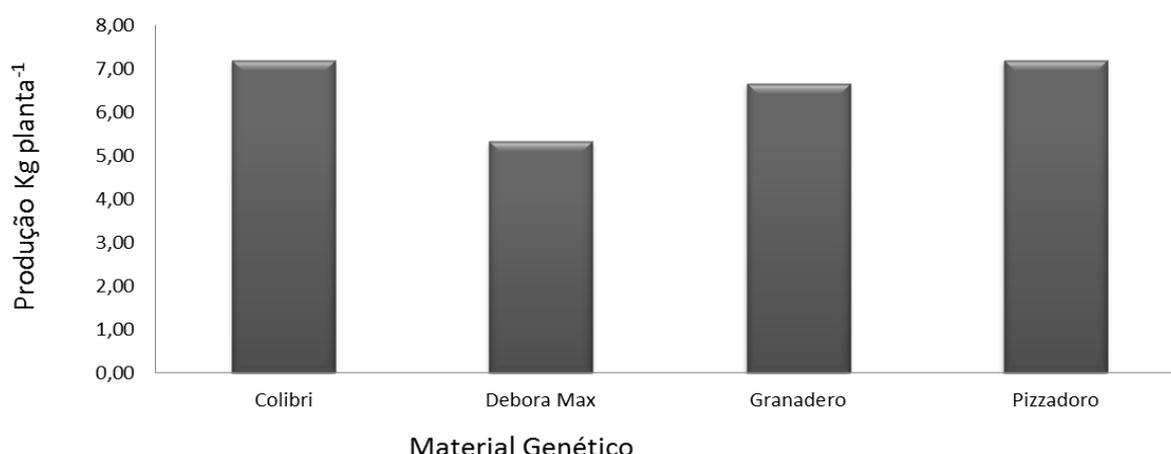
4.1 Caracterização de alguns Fatores de Influência sobre a Produção e a Composição Mineral do Tomateiro.

4.1.1 Influência dos híbridos e localização

De acordo com os relatos de Beaufile (1973) e Walworth e Sumner (1987), o DRIS é menos sensível a variações entre as variedades, fato este bastante interessante em situações de diagnose nutricional, principalmente quando estão envolvidos diferentes materiais genéticos.

Neste trabalho foram utilizados 4 híbridos diferentes, porém com as mesmas características quanto ao tipo de produto final que busca o mercado exigente em qualidade, tamanho e aparência do fruto e com exigências nutricionais e produtividade média semelhantes. A figura 3 mostra a relação entre a produção média por planta e o híbrido utilizado na estufa.

FIGURA 3 - Produção média por planta conforme cada material genético.



Quanto aos municípios de localização das estufas e diferentes produtores, estes fatores foram utilizados para validação das normas DRIS, comparando-se as produções e Índices de Balanço Nutricional (IBN), visando identificar correlações (r), com maiores valores negativos, que é fundamental para a validação do DRIS como veremos mais adiante neste trabalho.

4.2 Estudo das Relações entre a Composição Foliar e a Produção

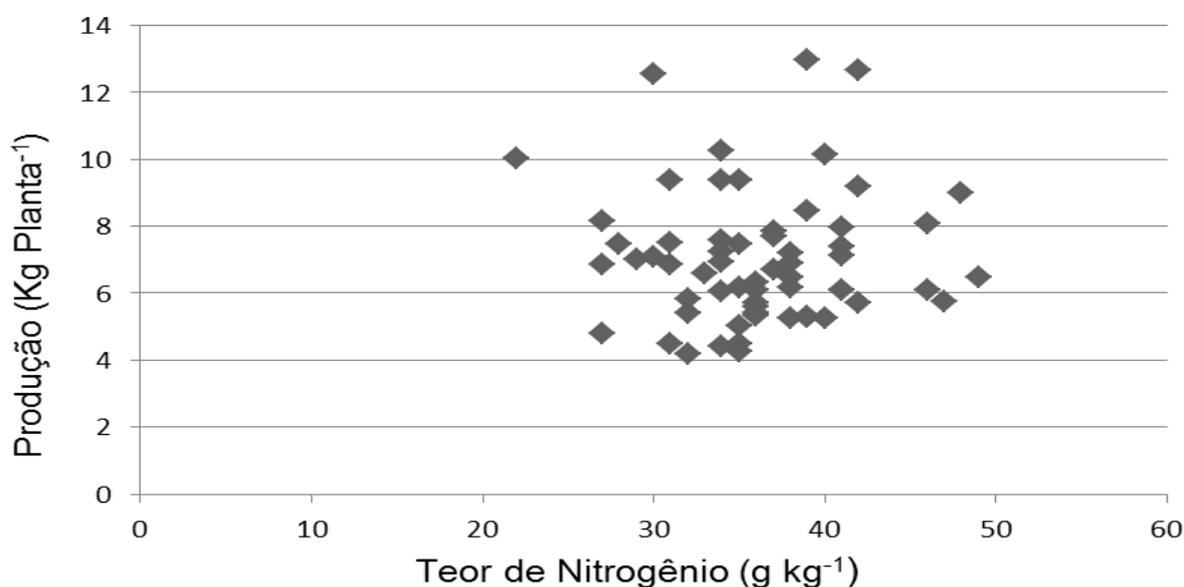
Diversos autores citam os teores adequados de cada nutriente nas folhas de tomate, assim, considerou-se para este estudo os resultados da pesquisa realizada por Giordano, Silva e Barbosa (2000), publicados eletronicamente em Sistemas de Produção da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, sendo estes os parâmetros adotados para recomendação de fertilização dos tomateiros comerciais cultivados em estufas na Região onde se localizam as lavouras deste estudo. Assim foi feita a comparação entre as produções obtidas nas 61 amostras analisadas e os teores de macro e micronutrientes encontradas nas análises foliares destas amostras.

4.2.1 Macronutrientes

A. Nitrogênio

Considera-se como teor adequado de nutrição nitrogenada para o tomateiro, níveis foliares variando de 40 a 60 g.kg⁻¹. Observa-se na Figura 4, que mesmo as amostras com baixos teores de nitrogênio, obtiveram produções altas. Apenas 13 amostras analisadas, obtiveram índice superior a 40 g kg⁻¹.

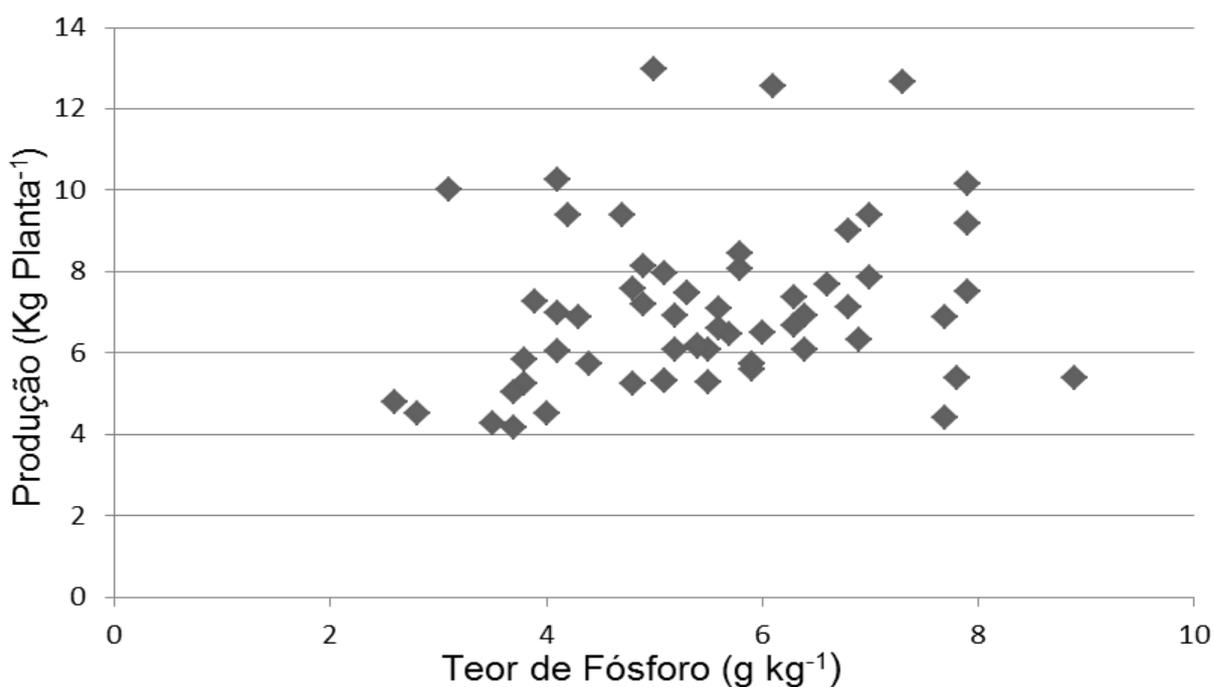
FIGURA 4 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de nitrogênio.



B. Fósforo

A variação dos níveis de fósforo entre 2,5 a 7,5 g kg⁻¹ em folhas de tomateiro é aceita como adequada a uma boa nutrição deste elemento nas plantas.

FIGURA 5 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Fósforo

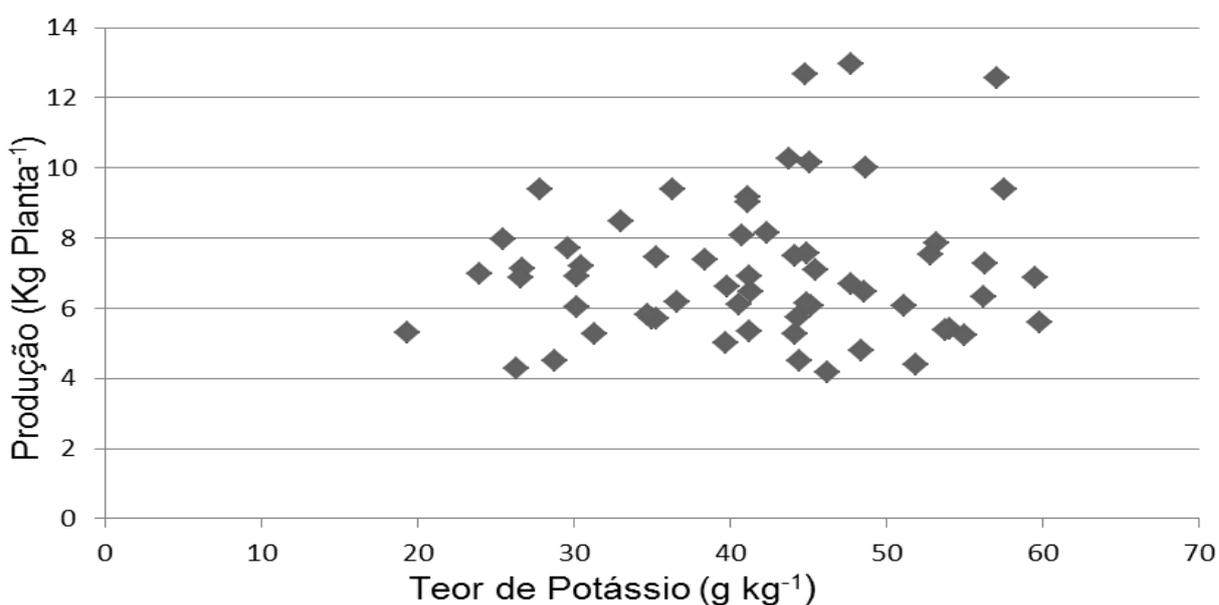


Na Figura 5, observou-se a dispersão dos dados obtidos, onde, de acordo com as análises químicas foliares, 56 amostras apresentaram-se dentro da faixa de teor adequada e cinco análises estão acima do teor recomendado.

C. Potássio

O potássio, para a cultura do tomateiro, tem as concentrações foliares consideradas adequadas variando 30 a 50 g kg⁻¹.

FIGURA 6 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Potássio.

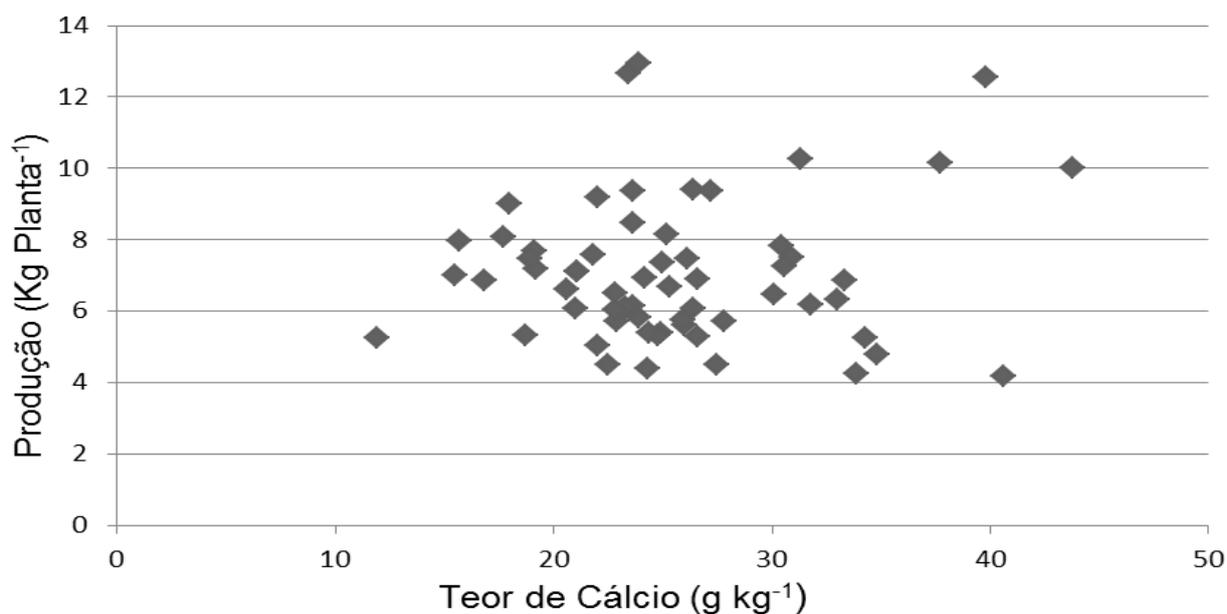


Na Figura 6 observou-se que das análises foliares realizadas, nove estão com teores de potássio abaixo do recomendado, 39 análises apresentaram-se dentro do teor adequado e 19 estão com teor acima do adequado. Observou-se novamente, que mesmo com teores considerados adequados pela literatura, existe uma variação muito grande de produção, pois amostras com 45 g. kg⁻¹, tem produções apuradas desde aproximadamente 4 kg planta⁻¹ até aproximadamente 12 kg planta⁻¹.

D. Cálcio

Os níveis estabelecidos como adequados de cálcio nos tecidos foliares do tomateiro variam entre 15 a 30,0 g.kg⁻¹. De acordo com os resultados das análises foliares, 14 amostras apresentaram teor excessivo, 46 encontram-se dentro da faixa adequada e apenas 1 apresentou deficiência conforme demonstrado na Figura 7.

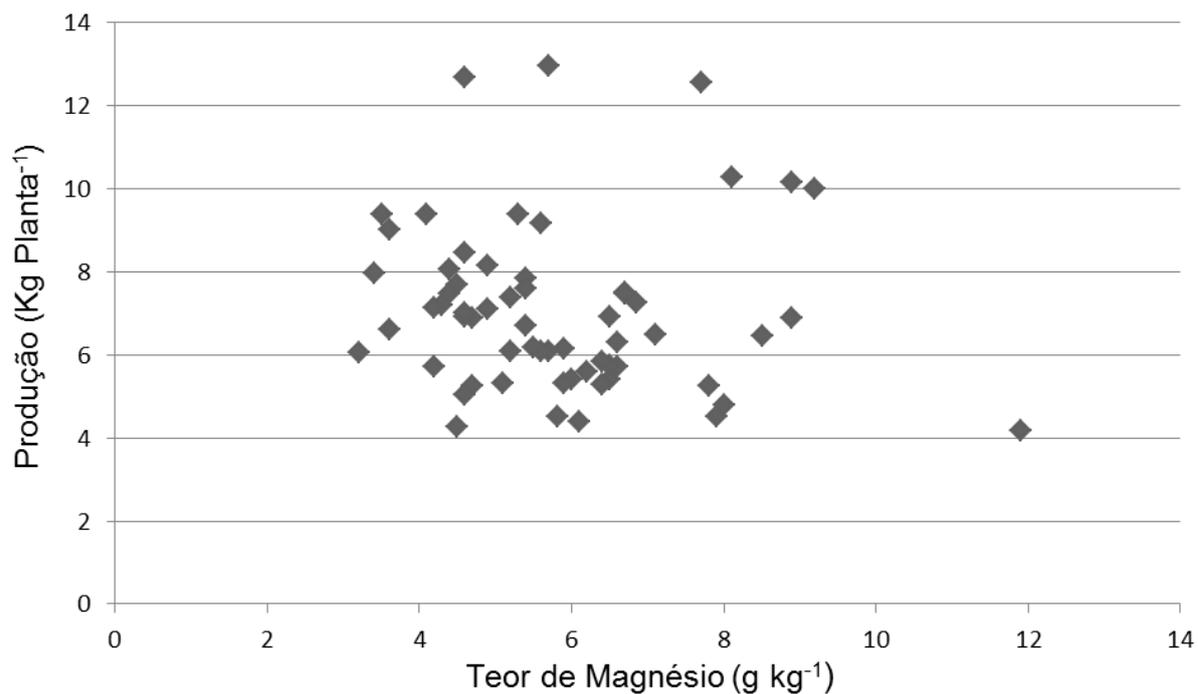
FIGURA 7 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Cálcio



E. Magnésio

Os teores adequados de magnésio para o tomateiro estão entre 4,0 a 6,0 g kg⁻¹.

FIGURA 8 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Magnésio

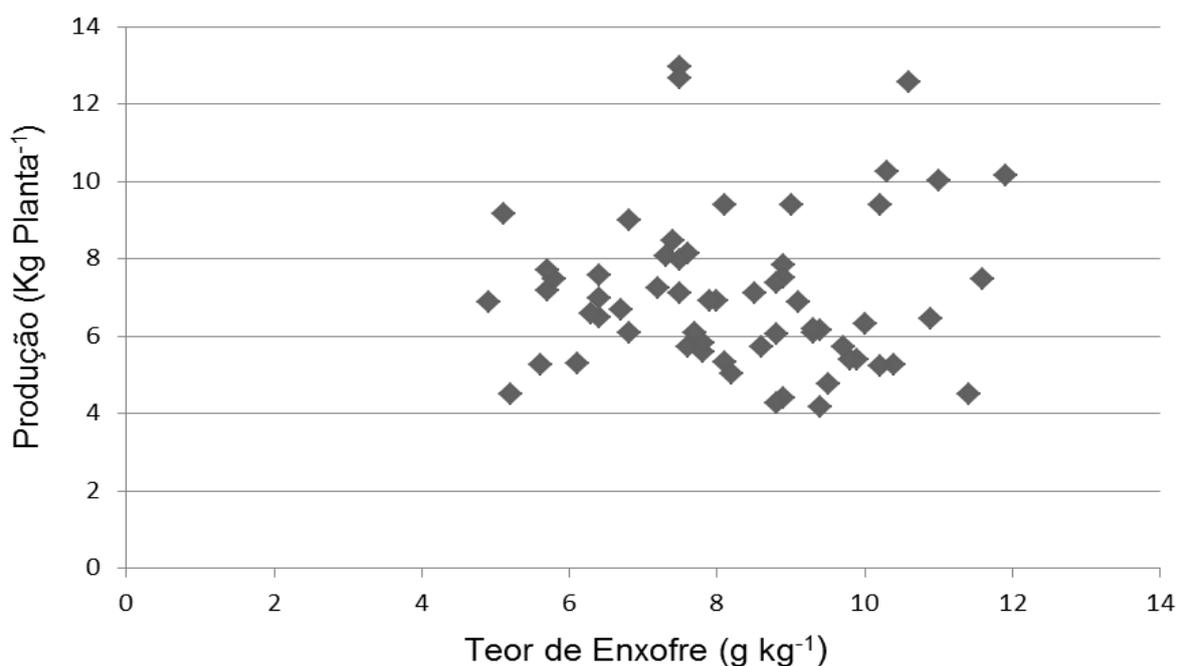


A Figura 8 representa que, do total das análises, 23 apresentaram teor de magnésio acima do teor adequado, 33 apresentam-se na faixa adequada e 5 estão abaixo do teor mínimo adequado ou com deficiência.

F. Enxofre

Para a cultura do tomate, os teores de enxofre para uma nutrição adequada da planta devem ocorrer entre os níveis de 4,0 a 12,0 g.kg⁻¹.

FIGURA 9 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Enxofre



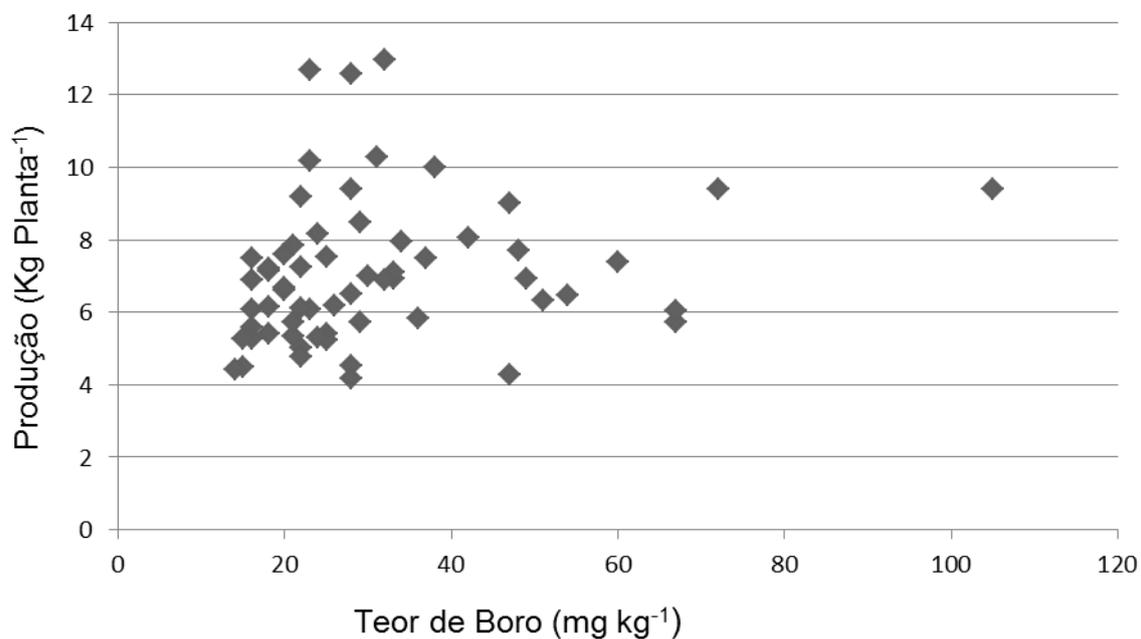
Na Figura 9, observa-se a dispersão dos dados obtidos. De acordo com as análises foliares, todas as amostras analisadas se apresentaram dentro da faixa considerada ideal de teores de nutrientes. Observou-se portanto que é difícil analisar o nutriente isoladamente, pois as produtividades variaram de 4 a 12 kg planta⁻¹, mesmo estando com teores adequados de Enxofre.

4.2.2 Micronutrientes

A. Boro

As concentrações adequadas de boro nas folhas de tomateiro encontram-se entre 40 a 70 mg.kg⁻¹.

FIGURA 10 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Boro

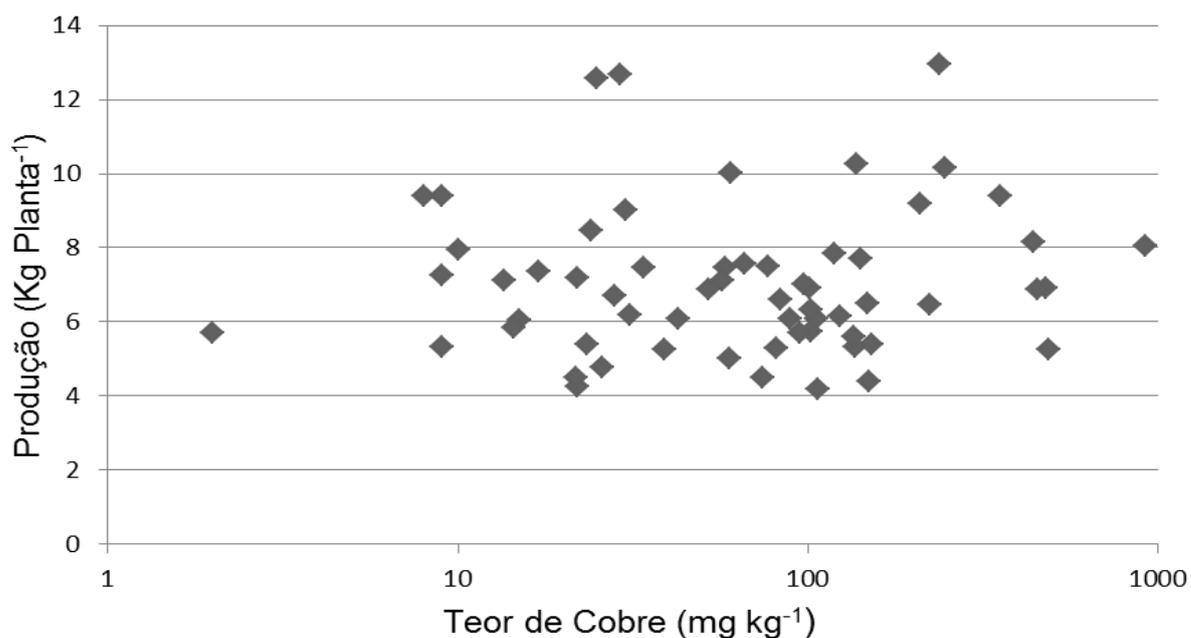


A Figura10 mostra a dispersão dos dados obtidos entre as produtividades e os teores de boro. De acordo com as análises temos duas que apresentam teor acima da faixa adequada, cinco estão com teores adequados e 54 apresentam-se abaixo dos teores adequados.

B. Cobre

A concentração considerada adequada para o cobre na cultura do tomateiro varia entre 10 e 20 mg.kg⁻¹.

FIGURA 11 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Cobre

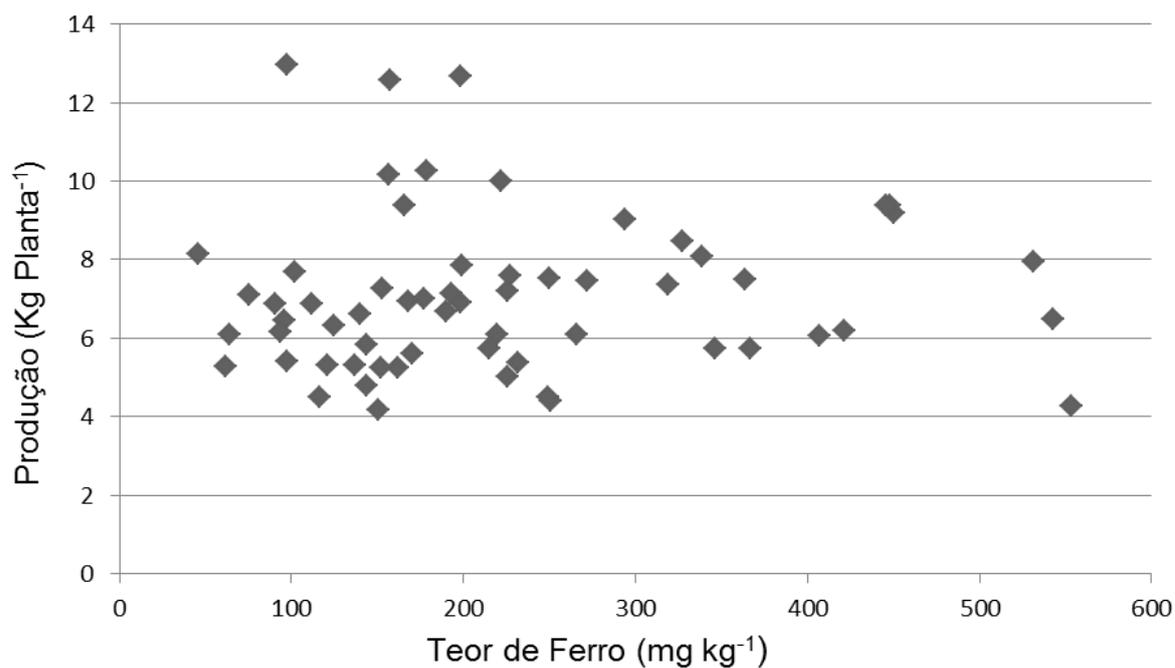


Na Figura 11, pode-se observar que somente cinco análises estão abaixo da faixa de teores adequados. Cinco análises encontram-se dentro da faixa de concentração adequada para o cobre para o tomateiro e 51 amostras analisadas estão com teores excessivos. Este fato explica-se por ocorrerem aplicações de fungicidas a base de cobre durante no período de coleta de amostras.

C. Ferro

As concentrações adequadas de ferro nas folhas de tomateiro varia entre 400 a 600 mg.kg⁻¹.

FIGURA 12 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Ferro

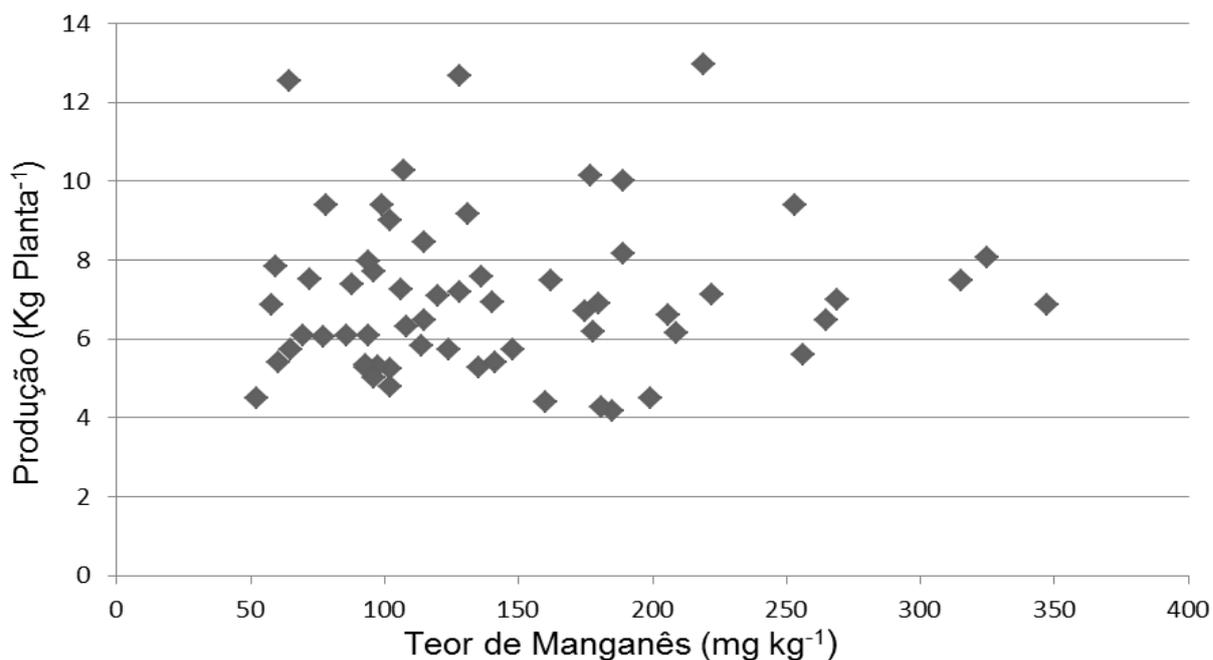


Na figura 12 observa-se que oito amostras analisadas estão com teores de nutrientes dentro dos parâmetros observados. As outras 53 amostras encontram-se com teores abaixo dos recomendados.

D. Manganês

As concentrações foliares consideradas dentro da faixa adequada para os teores foliares do tomateiro apresentam-se entre 250 a 400 mg.kg⁻¹.

FIGURA 13 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Manganês

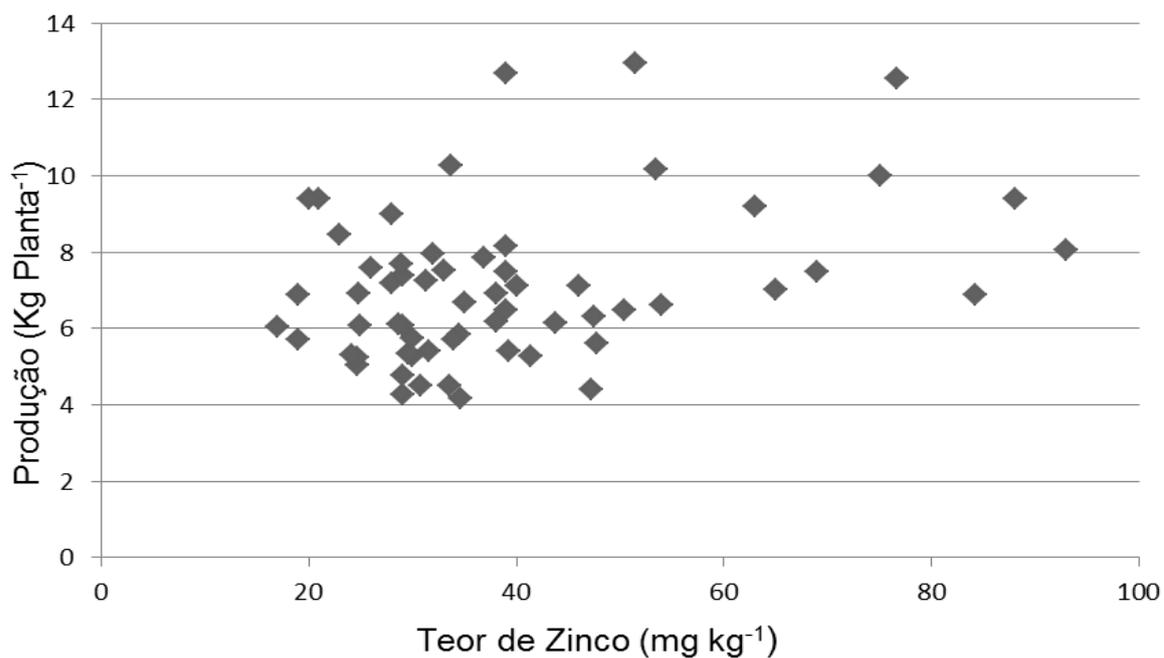


Na Figura 13 observa-se que a dispersão dos dados analisados, sete amostras encontraram-se dentro dos teores adequados, 54 amostras encontraram-se na faixa de deficiência de Manganês.

E. Zinco

A faixa de concentração adequada de zinco nas folhas de tomateiro variam de 60 a 70 mg.kg⁻¹.

FIGURA 14 - Relação entre a produção das amostras de tomate e teor de Zinco



Na Figura 14 observou-se a dispersão dos teores de zinco e as produtividades, de acordo com as análises foliares, apenas três amostras encontraram-se dentro dos teores considerados adequados, cinco amostras continham teores acima do recomendado e 53 amostras analisadas estavam com teores situados na faixa de deficiência nutricional.

4.3 Desenvolvimento da Metodologia DRIS na Cultura do Tomateiro

No estudo do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), procurou-se verificar algumas das variáveis possíveis que podem afetar em maior ou menor escala a composição mineral das folhas do tomateiro e conseqüentemente poderiam afetar o diagnóstico através do método DRIS.

4.3.1 Descrição da metodologia de escolha do nível produtivo para a definição das normas

Para os cálculos do DRIS é de fundamental importância seguir várias etapas sendo uma das principais, a definição dos valores de referência. Não ocorrendo parâmetros claros para a definição destes padrões, adota-se normalmente nos estudos de diversas culturas, boas produções obtidas em lavouras comerciais (WALWORTH; SUMNER, 1987).

Em diversos trabalhos relacionados à nutrição do tomateiro, independente do sistema de cultivo, produtividades acima de 6 kg planta⁻¹ são consideradas altas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011). Neste estudo observou-se produções variando de 4,18 a 12,96 kg planta⁻¹, no período analisado. Assim, procurou-se definir valores de referência para o tomateiro a partir de boas produções para estabelecimento das normas do DRIS utilizando-se os seguintes parâmetros: os dados extraídos foram separados de acordo com cinco grupos diferentes de produtividades e para cada grupo considerou-se dois níveis produtivos diferentes o de alta produção, denominado sub-população A e o de baixa produção, denominado de sub-população B. De acordo com este raciocínio foram estabelecidos os cinco níveis de produtividade, sendo: >6, >7, >8, >9, >10 kg planta⁻¹, para altas produtividades. Desta forma, citamos como exemplo o nível >8, com a sub população A com produtividades iguais ou superiores a 8 kg planta⁻¹ e sub população B, com todas as produtividades abaixo de 8 kg planta⁻¹ e assim sucessivamente para os demais grupos, utilizando - se as 61 amostras.

Os cinco níveis de produtividade encontram-se na Tabela 7 com as respectivas número de observação para cada nível, as porcentagens que representam em relação ao número total de 61 amostras, bem como, a porcentagem

de cada híbrido, dentro do número de amostras contempladas no respectivo nível de produtividade, para a sub-população A. É representada também na Tabela 7, a sub-população B, de baixa produtividade, ou seja as amostras que apresentaram produtividade inferior a cada nível produtivo utilizado (6, 7, 8, 9 e 10 kg planta⁻¹).

TABELA 7 - Distribuição de número de observações por nível de produtividade e ocorrência por híbrido para a definição das normas do DRIS.

Produtividade (Kg planta ⁻¹)	Número de Observações	% de ocorrência	Colibri (% ocorr)	Debora Max (% ocorr)	Granadero (% ocorr)	Pizzadoro (% ocorr)
>10	6	10	7	0	0	3
>9	11	18	13	0	2	0
>8	14	23	18	0	0	0
>7	27	44	36	0	5	0
>6	42	69	54	2	7	7
<10	55	90	67	5	10	8
<9	50	82	61	5	8	8
<8	47	77	56	5	8	8
<7	34	56	38	5	5	8
<6	19	31	20	3	3	5

4.3.2 Definição das normas foliares

Os valores médios de todos os macros e micronutrientes encontrados em todos os diferentes níveis produtivos, tanto para as sub-populações de alta produção (A) como a de baixa produção (B) encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 - Valores médios de macro e micronutrientes em folhas de tomateiro em diferentes pontos de corte de produtividade e correlações entre IBN e produção.

Ponto de corte Prod. (kg planta ⁻¹)	Correlação IBN x Produtividade r*	sub- pop.	Macronutrientes						Micronutrientes				
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			g.kg-1						mg.kg-1				
10	-0,2167	A	34,5	5,6	47,9	33,3	7,4	9,8	29,2	122,7	168,2	147,4	54,9
		B	36,2	5,5	41,1	24,7	5,6	8,1	31,2	118,5	229,7	143,1	37,6
9	-0,2780	A	36,1	5,8	44,6	28,8	6,0	8,9	40,8	122,4	255,8	140,7	49,9
		B	36,1	5,4	41,1	24,8	5,8	8,1	28,8	118,1	216,6	144,2	36,9
8	-0,5706	A	36,4	5,8	43,4	27,4	5,7	8,6	38,9	194,7	251,8	155,5	50,3
		B	36,0	5,4	41,3	25,0	5,8	8,2	28,6	96,3	215,3	140,0	36,0
7	-0,5013	A	35,7	5,7	41,3	25,1	5,4	8,1	34,3	127,6	245,0	149,8	44,7
		B	36,3	5,3	42,2	25,9	6,1	8,4	28,4	111,9	206,8	138,6	34,9
6	-0,5179	A	36,1	5,7	41,8	25,3	5,6	8,1	33,4	131,4	232,1	151,2	42,4
		B	35,9	5,0	41,8	26,2	6,4	8,6	25,7	91,3	205,0	126,5	32,3

* Correlações IBN x Produtividade – Amostras do município de Joaquim Távora

De acordo com os dados da Tabela 8, observou-se que para níveis produtivos >10, >9, >8, >7 e >6 ocorreram alternâncias entre os teores dos nutrientes com valores maiores ora na população de maior produção (A) ora na de menor produção (B).

Segundo Beaufils (1973), não existe uma metodologia definida para a definição do nível de corte entre as 2 sub-populações, sendo que o mais importante é a validade dos resultados finais obtidos. Com base nesta afirmação e revendo-se um dos conceitos básicos do DRIS, no que diz respeito ao Índice de Balanço Nutricional (IBN), procurou-se utilizar este fator no auxílio da definição das normas que alicerçarão todo o trabalho de diagnose nutricional. O índice de balanço nutricional (IBN) é o somatório dos valores absolutos de todos os índices nutricionais envolvidos no diagnóstico e por definição seus valores estão correlacionados negativamente com a produção. Neste estudo, foram testadas todas as correlações (r). Estas correlações devem ter os maiores valores negativos, ou seja, entre todas as amostras analisadas, foram correlacionados os valores das produtividades em kg planta⁻¹ com os valores dos Índices de Balanço Nutricional (IBN) de cada uma delas. Foram testadas as correlações de todas as amostras, de cada híbrido, por município e por produtor. Com base na correlação encontrada entre a produtividade e o IBN demonstrada na Tabela 8, estabeleceu-se o nível produtivo de 8 kg planta⁻¹ como

fonte de referência dos padrões nutricionais para a cultura do tomateiro por ter a maior correlação negativa ($r = -0,571$) encontrada na produção de 8 kg planta^{-1} , no município de Joaquim Távora, por apresentar maior valor negativo em relação aos outros fatores testados (Tabela 8). Os padrões obtidos neste nível produtivo serão utilizados para definição e estabelecimento das normas do DRIS.

4.3.3 Aplicação das normas desenvolvidas segundo os diferentes critérios

Calculados os valores foliares médios, para todos os nutrientes em estudo, em função dos diferentes níveis produtivos, realizou-se o diagnóstico dos dados gerais existentes utilizando-se o método DRIS preliminar, com o propósito de se verificar a concordância dos resultados obtidos pelas diferentes metodologias de definição do nível de corte. Estes cálculos envolveram os valores médios para a subpopulação de alta produtividade (A), realizando-se a primeira utilização das normas desenvolvidas considerando-se os padrões presentes na Tabela 8. Neste teste, considerou os resultados de análise química de folhas existentes no banco de dados de todas as amostras realizadas (Tabela 9), com a finalidade de igualar o potencial produtivo dos diferentes talhões e comparar os resultados. Para essa finalidade, utilizou-se a fórmula de cálculo das funções intermediárias proposta em Jones (1981) e também incluiu-se no diagnóstico o índice da matéria seca, proposto por Hallmarck et al. (1987b).

A Tabela 9 apresenta a descrição de cada amostra para um conhecimento mais detalhado dos efeitos que ocorrerão.

TABELA 9 - Resultados da análise química de folhas para plantas, utilizadas para o teste das normas desenvolvidas, segundo os diferentes critérios.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----	-----	-----	g.kg ⁻¹	-----	-----	-----	-----	mg.kg ⁻¹	-----	-----
1	38,00	5,20	30,20	26,60	6,50	7,90	33,00	101,00	198,40	180,00	24,80
2	39,00	5,10	19,30	24,80	5,90	6,10	24,00	9,00	137,20	97,30	24,10
3	35,00	3,70	39,70	22,00	4,60	8,20	22,00	59,40	225,90	96,10	24,70
4	31,00	2,80	44,40	22,50	5,82	5,20	15,00	21,80	116,50	52,00	30,70
5	34,00	3,90	56,30	30,60	6,86	7,20	22,00	9,00	153,10	106,00	31,30
6	46,00	5,20	40,60	23,30	5,20	9,30	22,00	88,50	219,80	85,80	28,60
7	22,00	3,10	48,70	43,80	9,20	11,00	38,00	60,30	221,90	189,00	75,00
8	30,00	6,10	57,10	39,80	7,70	10,60	28,00	25,00	157,00	64,50	76,60
9	36,00	6,40	51,10	21,00	5,70	6,80	23,00	42,70	63,80	69,60	24,90
10	32,00	8,90	54,00	24,40	6,00	9,80	25,00	23,40	97,50	60,50	31,60
11	35,00	4,00	28,80	27,50	7,90	11,40	28,00	74,40	249,10	199,00	33,60
12	32,00	3,70	46,20	40,60	11,90	9,40	28,00	107,00	150,20	185,00	34,60
13	34,00	4,10	43,80	31,30	8,10	10,30	31,00	138,00	178,60	107,00	33,70
14	30,00	5,60	45,50	21,10	4,90	8,50	33,00	13,60	75,70	120,00	40,10
15	31,00	7,70	59,50	33,30	8,90	9,10	32,00	452,00	90,90	347,00	84,20
16	36,00	5,90	59,80	26,00	6,20	7,80	16,00	135,00	170,60	256,00	47,70
17	27,00	2,60	48,40	34,80	8,00	9,50	22,00	25,90	144,00	102,00	29,10
18	32,00	3,80	34,70	23,90	6,40	7,80	36,00	14,50	143,90	114,00	34,50
19	38,00	3,80	55,00	34,30	7,80	10,20	25,00	486,00	152,00	102,00	24,60
20	36,00	6,90	56,20	33,00	6,60	10,00	51,00	102,00	124,80	108,00	47,50
21	39,00	5,00	47,70	23,90	5,70	7,50	32,00	238,00	97,40	219,00	51,40
22	38,00	5,40	44,90	23,60	5,90	9,40	18,00	123,00	93,90	209,00	43,80
23	39,00	5,50	44,10	26,60	6,40	10,40	16,00	81,00	62,00	135,00	41,40
24	38,00	5,70	48,60	30,10	8,50	10,90	54,00	222,00	96,20	115,00	50,40
25	40,00	7,90	45,10	37,70	8,90	11,90	23,00	246,00	156,50	177,00	53,40
26	27,00	4,90	42,30	25,20	4,90	7,60	24,00	441,00	46,10	189,00	39,00
27	36,00	7,80	53,80	24,90	6,50	9,90	18,00	152,00	231,60	141,00	39,20
28	34,00	7,70	51,90	24,30	6,10	8,90	14,00	149,00	250,50	160,00	47,20
29	37,00	7,00	53,20	30,40	5,40	8,90	21,00	119,00	199,30	59,60	36,80
30	36,00	5,10	41,20	18,70	5,10	8,10	21,00	136,00	121,30	92,70	29,60
31	41,00	5,50	45,20	26,40	5,60	7,70	16,00	106,00	266,00	94,00	29,00
32	47,00	5,90	44,30	25,90	6,50	7,60	21,00	102,00	215,00	124,00	30,00
33	34,00	6,40	41,20	24,20	4,60	8,00	49,00	477,00	168,00	140,00	38,00
34	29,00	4,10	24,00	15,50	4,60	6,40	30,00	97,00	177,00	269,00	65,00
35	41,00	6,30	38,40	25,00	5,20	8,80	60,00	17,00	319,00	88,00	29,00
36	34,00	4,80	44,90	21,80	5,40	6,40	20,00	66,00	227,00	136,00	26,00
37	42,00	5,90	35,00	27,80	6,60	9,70	29,00	95,00	346,00	148,00	34,00
38	34,00	7,00	57,50	26,40	5,30	9,00	28,00	354,00	166,00	253,00	88,00
39	35,00	5,40	36,60	31,80	5,50	9,30	26,00	31,00	421,00	178,00	38,00
40	31,00	7,90	52,80	30,90	6,70	8,90	25,00	77,00	250,00	72,00	33,00
41	35,00	5,30	44,10	26,10	6,70	11,60	37,00	34,00	364,00	315,00	69,00
42	31,00	4,70	36,30	23,60	4,10	10,20	105,00	8,00	446,00	99,00	20,00
43	35,00	4,20	27,80	27,20	3,50	8,10	72,00	9,00	448,00	78,00	21,00
44	36,00	4,40	35,30	22,90	4,20	8,60	67,00	2,00	367,00	65,00	19,00
45	34,00	4,10	30,20	22,80	3,20	8,80	67,00	15,00	407,00	77,00	17,00
46	49,00	6,00	41,30	22,80	7,10	6,40	28,00	148,00	543,00	265,00	39,00
47	33,00	5,60	39,80	20,60	3,60	6,30	20,00	83,00	140,00	206,00	54,00
48	41,00	6,80	26,70	21,10	4,20	7,50	18,00	57,00	193,00	222,00	46,00
49	42,00	7,30	44,80	23,40	4,60	7,50	23,00	29,00	198,00	128,00	39,00
50	37,00	6,30	47,70	25,30	5,40	6,70	20,00	28,00	190,00	175,00	35,00
51	42,00	7,90	41,10	22,00	5,60	5,10	22,00	209,00	450,00	131,00	63,00
52	48,00	6,80	41,10	18,00	3,60	6,80	47,00	30,00	294,00	102,00	28,00
53	41,00	5,10	25,50	15,70	3,40	7,50	34,00	10,00	531,00	94,00	32,00
54	35,00	3,50	26,30	33,90	4,50	8,80	47,00	22,00	553,00	181,00	29,00
55	46,00	5,80	40,70	17,70	4,40	7,30	42,00	914,00	339,00	325,00	93,00
56	40,00	4,80	31,30	11,90	4,70	5,60	15,00	39,00	162,00	93,00	30,00
57	27,00	4,30	26,60	16,80	4,70	4,90	16,00	52,00	112,00	58,00	19,00
58	28,00	5,30	35,30	18,90	4,40	5,80	16,00	58,00	272,00	162,00	39,00
59	39,00	5,80	33,00	23,60	4,60	7,40	29,00	24,00	327,00	115,00	23,00
60	38,00	4,90	30,50	19,20	4,30	5,70	18,00	22,00	226,00	128,00	28,00
61	37,00	6,60	29,60	19,10	4,50	5,70	48,00	141,00	101,90	96,10	28,90

4.3.4 Apresentação das normas de acordo com os parâmetros nutricionais.

Com base nas análises químicas foliares de todas as amostras cujas produtividades foram iguais ou maiores que 8 kg planta⁻¹, elaborou-se a tabela 10 onde se encontram as médias, variâncias e desvios padrões encontradas para sub-população A e a sub-população B (média e variância), a relação de variância entre a sub-população A e B (variância de B/variância de A), estabelecendo-se a relação nutricional que entrará no processamento do DRIS, apresenta também os níveis de significância nas relações de variância da sub população A e B, através do teste F.

Tabela 10 - Valores médios e as relações possíveis entre os nutrientes, variância, coeficiente de variação, relação de variância entre sub populações A e B e (Teste F).

Elementos e parâmetros	Média A	Desvio Padrão A	Coeficiente de variação A	Variância A	Média B	Variância B	Teste F
N	36,3571	7,3129	20,1140	53,4780	35,9787	22,8474	0,4272
P	5,7571	1,4929	25,9315	2,2288	5,4170	1,9175	0,8603
K	43,3571	8,1291	18,7492	66,0826	41,2766	108,7857	1,6462
Ca	27,4000	7,9355	28,9617	62,9723	24,9936	32,6902	0,5191
Mg	5,7286	1,9408	33,8798	3,7668	5,8443	2,4985	0,6633
S	8,5929	1,9325	22,4896	3,7346	8,1574	2,8108	0,7526
B	38,8571	23,2043	59,7169	538,4396	28,6383	193,8011	0,3599
Cu	194,6643	174,6726	128,3300	62406,3471	96,3021	12319,3346	0,1974
Fe	251,8214	133,3764	52,9647	17789,2572	215,3000	15259,9909	0,8578
Mn	155,4643	73,7283	47,4246	5435,8640	139,9723	4806,0038	0,8841
Zn	50,2929	25,2199	50,1461	636,0438	35,9979	167,3050	0,2630
N/P	6,5179	1,2782	19,6106	1,6338	7,0341	3,0867	1,8892
P/N	0,1591	0,0317	19,8967	0,0010	0,1521	0,0018	1,8093
N/K	0,8743	0,2586	29,5810	0,0669	0,9395	0,0980	1,4647
K/N	1,2580	0,4332	34,4354	0,1876	1,1700	0,1195	0,6369
N/Ca	1,4726	0,6250	42,4413	0,3906	1,5223	0,2016	0,5161
Ca/N	0,8205	0,4212	51,3310	0,1774	0,7077	0,0388	0,2189
N/Mg	7,1574	2,9817	41,6591	8,8907	6,5639	3,4140	0,3840
Mg/N	0,1702	0,0903	53,0553	0,0082	0,1656	0,0028	0,3487
N/S	4,5606	1,7833	39,1031	3,1803	4,5993	1,2976	0,4080
S/N	0,2531	0,1017	40,2047	0,0104	0,2299	0,0029	0,2765
N/B	1,1444	0,4766	41,6484	0,2272	1,4951	0,3458	1,5220
B/N	1,1308	0,7785	68,8423	0,6061	0,8065	0,1548	0,2554
N/Cu	1,0702	1,3343	124,6717	1,7803	1,3216	7,2422	4,0679
Cu/N	5,2802	6,2360	118,1024	38,8880	2,7009	10,3910	0,2672
N/Fe	0,1999	0,1408	70,4486	0,0198	0,2190	0,0143	0,7227
Fe/N	7,0048	3,8033	54,2961	14,4653	5,9467	10,1555	0,7021
N/Mn	0,2816	0,1266	44,9462	0,0160	0,3160	0,0195	1,2153
Mn/N	4,4355	2,2479	50,6799	5,0531	3,9577	4,4482	0,8803
N/Zn	0,9389	0,5206	55,4450	0,2710	1,1086	0,1322	0,4880
Zn/N	1,4648	0,8793	60,0287	0,7732	1,0250	0,1879	0,2430

Elementos e parâmetros	Média A	Desvio		Variância A	Média B	Variância B	Teste F
		Padrão A	Coefficiente de variação A				
P/K	0,1358	0,0368	27,1298	0,0014	0,1376	0,0018	1,2986
K/P	8,0201	2,7729	34,5746	7,6892	8,0285	8,5484	1,1117
P/Ca	0,2292	0,0903	39,4036	0,0082	0,2279	0,0052	0,6331
Ca/P	5,2864	2,9560	55,9162	8,7377	4,9909	4,8126	0,5508
P/Mg	1,1095	0,4136	37,2751	0,1710	0,9833	0,0977	0,5712
Mg/P	1,0968	0,6471	59,0023	0,4188	1,1670	0,3016	0,7201
P/S	0,7206	0,3136	43,5247	0,0984	0,6869	0,0391	0,3973
S/P	1,6391	0,7338	44,7659	0,5384	1,6053	0,3231	0,6001
P/B	0,1891	0,1009	53,3668	0,0102	0,2260	0,0112	1,1025
B/P	7,6565	5,7719	75,3856	33,3145	5,6674	10,3927	0,3120
P/Cu	0,1591	0,1857	116,6996	0,0345	0,1794	0,1096	3,1777
Cu/P	34,0663	43,6480	128,1266	1905,1480	17,6913	464,8305	0,2440
P/Fe	0,0327	0,0256	78,0668	0,0007	0,0342	0,0005	0,8051
Fe/P	46,9286	29,2226	62,2704	853,9617	42,9624	821,6653	0,9622
P/Mn	0,0446	0,0218	48,8932	0,0005	0,0477	0,0007	1,5234
Mn/P	28,7980	15,7941	54,8442	249,4522	27,0978	187,5018	0,7517
P/Zn	0,1427	0,0700	49,0163	0,0049	0,1616	0,0026	0,5220
Zn/P	9,2308	5,6532	61,2434	31,9590	6,8964	6,3836	0,1997
K/Ca	1,6656	0,4307	25,8558	0,1855	1,6889	0,1564	0,8435
Ca/K	0,6412	0,1746	27,2336	0,0305	0,6324	0,0358	1,1734
K/Mg	8,0535	1,9555	24,2816	3,8241	7,2705	2,8592	0,7477
Mg/K	0,1319	0,0353	26,7637	0,0012	0,1471	0,0020	1,5849
K/S	5,2338	1,3123	25,0731	1,7221	5,1748	1,8515	1,0752
S/K	0,2026	0,0513	25,2993	0,0026	0,2076	0,0035	1,3300
K/B	1,3950	0,5879	42,1426	0,3456	1,7446	0,6885	1,9919
B/K	0,9856	0,7740	78,5277	0,5991	0,7618	0,2193	0,3661
K/Cu	1,1578	1,3485	116,4722	1,8183	1,3859	7,1146	3,9127
Cu/K	4,4317	6,0112	135,6408	36,1343	2,2322	5,1047	0,1413
K/Fe	0,2637	0,2263	85,8178	0,0512	0,2662	0,0323	0,6305
Fe/K	6,4310	4,4762	69,6033	20,0364	5,8724	19,5545	0,9760
K/Mn	0,3341	0,1779	53,2457	0,0317	0,3669	0,0407	1,2866
Mn/K	3,5976	1,5838	44,0244	2,5085	3,6422	4,4115	1,7586
K/Zn	1,0347	0,3975	38,4140	0,1580	1,2362	0,1583	1,0024
Zn/K	1,1241	0,4788	42,5897	0,2292	0,9146	0,1508	0,6580
Ca/Mg	4,9316	0,9979	20,2352	0,9959	4,3876	0,8405	0,8440
Mg/Ca	0,2092	0,0355	16,9629	0,0013	0,2366	0,0020	1,6246
Ca/S	3,1961	0,5543	17,3439	0,3073	3,1035	0,3414	1,1110
S/Ca	0,3218	0,0563	17,5126	0,0032	0,3338	0,0041	1,2908
Ca/B	0,8715	0,4101	47,0611	0,1682	1,0176	0,1486	0,8834
B/Ca	1,5582	1,0798	69,2970	1,1660	1,1860	0,3692	0,3167
Ca/Cu	0,8155	1,0254	125,7377	1,0515	0,8866	2,9833	2,8371
Cu/Ca	8,5384	13,5624	158,8407	183,9397	3,7761	14,9214	0,0811
Ca/Fe	0,1632	0,1353	82,9337	0,0183	0,1543	0,0083	0,4521
Fe/Ca	10,3348	6,7891	65,6911	46,0914	9,0801	34,6004	0,7507
Ca/Mn	0,2197	0,1378	62,7274	0,0190	0,2174	0,0107	0,5646
Mn/Ca	6,2631	4,1329	65,9882	17,0811	5,8219	9,6913	0,5674
Ca/Zn	0,6738	0,3275	48,5999	0,1072	0,7604	0,0705	0,6576
Zn/Ca	1,9354	1,2013	62,0691	1,4431	1,5074	0,4120	0,2855
Mg/S	0,6707	0,1770	26,3904	0,0313	0,7299	0,0331	1,0551
S/Mg	1,5890	0,4245	26,7170	0,1802	1,4540	0,1353	0,7505

Elementos e parâmetros	Desvio		Coeficiente de variação A	Variância A	Média B	Variância B	Teste F
	Média A	Padrão A					
Mg/B	0,1871	0,0970	51,8230	0,0094	0,2419	0,0097	1,0343
B/Mg	8,1420	6,9488	85,3449	48,2858	5,3621	13,6897	0,2835
Mg/Cu	0,1435	0,1585	110,4547	0,0251	0,1894	0,1061	4,2234
Cu/Mg	37,3180	55,8886	149,7630	3123,5310	16,0155	319,1334	0,1022
Mg/Fe	0,0344	0,0277	80,4804	0,0008	0,0373	0,0006	0,7638
Fe/Mg	52,2814	38,3040	73,2650	1467,1954	41,0741	964,3576	0,6573
Mg/Mn	0,0443	0,0263	59,4132	0,0007	0,0502	0,0005	0,7722
Mn/Mg	29,3996	16,3825	55,7235	268,3856	24,8440	155,7160	0,5802
Mg/Zn	0,1344	0,0555	41,2637	0,0031	0,1755	0,0034	1,1191
Zn/Mg	9,0258	4,7153	52,2421	22,2339	6,4262	6,2983	0,2833
S/B	0,2665	0,1136	42,6059	0,0129	0,3305	0,0153	1,1871
B/S	4,6230	2,4742	53,5191	6,1216	3,5538	2,6545	0,4336
S/Cu	0,2718	0,3761	138,3845	0,1414	0,2971	0,4003	2,8307
Cu/S	25,0433	34,1781	136,4759	1168,1434	11,6275	154,4810	0,1322
S/Fe	0,0503	0,0399	79,2408	0,0016	0,0505	0,0010	0,6338
Fe/S	32,1789	22,4991	69,9190	506,2115	27,2044	257,0810	0,5079
S/Mn	0,0681	0,0379	55,6228	0,0014	0,0709	0,0011	0,7484
Mn/S	19,1327	10,3196	53,9370	106,4945	17,6419	81,6037	0,7663
S/Zn	0,2192	0,1246	56,8576	0,0155	0,2469	0,0068	0,4399
Zn/S	6,1170	3,4387	56,2156	11,8248	4,5295	2,7879	0,2358
B/Cu	1,9415	3,8209	196,8040	14,5992	1,5078	23,8442	1,6332
Cu/B	6,4480	7,2046	111,7340	51,9066	3,8229	14,7999	0,2851
B/Fe	0,1873	0,1161	62,0099	0,0135	0,1699	0,0141	1,0474
Fe/B	7,1458	4,4630	62,4563	19,9183	8,4099	20,7699	1,0428
B/Mn	0,3294	0,3026	91,8433	0,0915	0,2580	0,0392	0,4283
Mn/B	4,9713	2,6959	54,2288	7,2679	5,7927	11,6328	1,6006
B/Zn	1,1991	1,4293	119,1982	2,0429	0,9106	0,4971	0,2433
Zn/B	1,6526	0,9566	57,8858	0,9152	1,4932	0,5167	0,5646
Cu/Fe	1,4599	2,5250	172,9590	6,3756	0,6532	0,8879	0,1393
Fe/Cu	10,7984	18,2756	169,2434	333,9959	10,0981	755,9410	2,2633
Cu/Mn	0,9671	0,8768	90,6627	0,7687	0,7430	0,7554	0,9827
Mn/Cu	3,1359	3,5544	113,3477	12,6340	3,8716	27,5368	2,1796
Cu/Zn	3,3304	3,5047	105,2341	12,2829	2,6759	10,7929	0,8787
Zn/Cu	0,9854	0,9984	101,3243	0,9968	1,0601	2,3186	2,3260
Fe/Mn	2,1076	1,6251	77,1078	2,6409	1,8241	1,6009	0,6062
Mn/Fe	0,9897	1,0652	107,6289	1,1347	0,8388	0,4190	0,3693
Fe/Zn	7,3156	7,1458	97,6789	51,0618	6,8002	24,1816	0,4736
Zn/Fe	0,2949	0,2344	79,4832	0,0549	0,2298	0,0296	0,5380
Mn/Zn	3,4283	1,1556	33,7062	1,3353	3,8728	1,5595	1,1679
Zn/Mn	0,3577	0,2512	70,2312	0,0631	0,2881	0,0111	0,1753

Em seguida procedeu-se o cálculo de Índice de Diagnose de acordo com Walworth e Sumner (1987) obtendo-se as equações matemáticas intermediárias definidas para o DRIS (BEAUFILS, 1973), baseadas na maior relação entre dois nutrientes considerando-se as sub-populações A e B.

As normas DRIS estabelecidas neste estudo foram aplicadas nas 19 amostras de folhas de tomate dentre o total de 61 amostras, que obtiveram produtividade menor que 6 kg planta⁻¹ para analisar os teores de nutrientes em excesso e deficiência das mesmas.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 11 para os 19 dados amostrados em plantas de tomate em estufa com produção abaixo de 6 kg planta⁻¹, onde estão definidos o número da amostra (coluna 1), os índices do nitrogênio (I_N, coluna 2), do fósforo (I_P, coluna 3), potássio (I_K, coluna 4), do cálcio (I_{Ca}, coluna 5), do magnésio (I_{Mg}, coluna 6), do enxofre (I_S, coluna 7), do boro (I_B, coluna 8), do cobre (I_{Cu}, coluna 9), do ferro (I_{Fe}, coluna 10), do manganês (I_{Mn}, coluna 11), e do zinco (I_{Zn}, coluna 12), da matéria seca (I_{MS}, coluna 13), o valor do Índice de Balanço Nutricional, (IBN, coluna 14) e nas colunas 15 e 16 os elementos diagnosticados como mais deficiente e mais excessivo, respectivamente, utilizando-se para isso das normas gerais estabelecidas para o DRIS nos níveis de 8,0 kg planta⁻¹.

TABELA 11 - Aplicação do DRIS nas amostras com produtividade abaixo de 6 Kg planta⁻¹, segundo as normas desenvolvidas

Amostra	I _N	I _P	I _K	I _{Ca}	I _{Mg}	I _S	I _B	I _{Cu}	I _{Fe}	I _{Mn}	I _{Zn}	I _{MS}	IBN	Deficiente	Excessivo
2	1,2	0,6	-1,9	0,8	1,3	-0,2	-0,1	-1,5	-0,2	0,0	-0,6	0,8	9,1	K	Mg
3	0,4	-0,7	0,4	-0,1	-0,1	0,4	-0,4	0,3	0,3	-0,3	-0,8	0,6	4,7	Zn	N
4	0,7	-1,0	1,1	0,3	1,2	-0,6	-1,0	-0,2	-0,3	-1,1	0,0	0,9	8,4	Mn	Mg
10	-0,2	1,8	0,9	-0,2	0,5	0,6	-0,4	-0,4	-0,9	-1,4	-0,5	0,1	7,9	Mn	P
11	0,0	-0,9	-1,6	-0,1	1,1	1,0	-0,3	0,3	0,2	0,7	-0,6	0,1	7,1	K	Mg
12	-0,4	-1,3	-0,2	0,8	2,3	-0,2	-0,5	0,4	-0,5	0,4	-0,9	-0,2	7,9	P	Mg
16	-0,2	0,0	1,0	-0,1	0,2	-0,4	-2,0	0,5	-0,2	1,2	0,0	-0,1	5,8	B	Mn
17	-0,3	-1,6	0,7	0,9	1,4	0,5	-0,6	-0,2	-0,3	-0,3	-0,7	0,4	7,9	P	Ca
18	0,0	-0,7	-0,1	0,0	0,9	0,1	0,5	-0,8	-0,3	0,0	-0,1	0,6	4,0	Cu	Mg
19	0,2	-1,1	0,8	0,6	0,9	0,4	-0,5	0,8	-0,3	-0,5	-1,4	-0,1	7,7	Zn	Mg
23	0,5	0,1	0,2	0,1	0,6	1,0	-1,6	0,4	-1,7	0,0	0,1	0,2	6,4	Fe	S
27	-0,3	0,7	0,6	-0,4	0,3	0,4	-1,5	0,5	0,1	-0,1	-0,3	-0,1	5,3	B	P
28	-0,3	0,8	0,6	-0,3	0,2	0,2	-2,3	0,5	0,1	0,2	0,1	-0,1	5,8	B	P
30	0,3	0,1	0,3	-0,6	0,2	0,4	-0,5	0,5	-0,4	-0,5	-0,4	0,6	4,8	Ca	Cu
32	0,8	0,0	0,2	0,0	0,5	-0,3	-0,9	0,4	0,0	-0,2	-0,8	0,1	4,3	B	N
37	0,2	0,0	-0,9	0,0	0,3	0,3	-0,3	0,4	0,5	0,0	-0,6	0,0	3,6	K	Fe
44	1,5	0,7	2,2	0,9	0,8	1,4	1,8	-9,5	1,7	-0,3	-0,5	0,4	21,8	Cu	B
54	0,2	-1,0	-1,6	1,0	-0,4	0,3	0,6	-0,5	1,2	0,7	-0,7	0,2	8,3	K	Fe
56	1,3	0,2	0,0	-1,7	0,6	-0,2	-1,0	0,2	0,1	-0,2	-0,1	0,9	6,5	Ca	N

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 11 verificaram-se os diagnósticos proporcionados pelo DRIS através de normas originadas de diferentes níveis produtivos. Exemplificando estas ponderações, toma-se a amostra 12, que obteve a menor produção dentre as 61 amostras analisadas (4,18 kg planta⁻¹), onde tem-se como elementos diagnosticados como deficientes o P > Zn > B > N, Fe e Mn > Cu e excessivos o Mg > Ca > K > S, para o DRIS que utilizou as normas desenvolvidas para produtividades acima de 8 Kg planta⁻¹.

Na Tabela 12, estão demonstrados os teores de nutrientes com deficiência e excesso, nas 19 amostras dentre as 61 analisadas, que tiveram baixa produção por planta, ou seja, menor que 6 kg planta⁻¹, utilizando-se as normas desenvolvidas.

TABELA 12: Teores de Nutrientes nas amostras com produção abaixo de 6 kg/Planta.

Amostra	Produção Kg /Planta	Deficiente	Excessivo
12	4,18	P	Mg
54	4,27	K	Fe
28	4,40	B	P
4	4,50	Mn	Mg
11	4,51	K	Mg
17	4,78	P	Ca
3	5,02	Zn	N
19	5,24	Zn	Mg
56	5,26	Ca	N
23	5,28	Fe	S
2	5,31	K	Mg
30	5,33	Ca	Cu
27	5,39	B	P
10	5,40	Mn	P
16	5,60	B	Mn
37	5,72	K	Fe
44	5,72	Cu	B
32	5,74	B	N
18	5,83	Cu	Mg

Na Tabela 12 verificou-se a existência de deficiência maior de K e B, seguidas de deficiência de P, Cu, Mn e Zn, nas amostras com produção abaixo de 6 kg planta⁻¹. Quanto aos teores excessivos, encontramos o Mg com 6 ocorrências, seguidos de N e P com 3 ocorrências e Fe com 2 ocorrências.

4.3.5 Relação DRIS estabelecida e faixas de padrões existentes

Na tabela 13 verificou-se a relação de todos os 11 nutrientes utilizados neste estudo relacionados às faixas de padrões existentes apresentados por Giordano, Silva e Barbosa (2000), ou seja, que são utilizadas de forma geral para interpretação das análises químicas foliares em tomate, e as normas DRIS estabelecidas nas amostras neste estudo. Os padrões existentes escolhidos são utilizados pela EMBRAPA Hortaliças, e foram escolhidos neste estudo por serem os padrões utilizados para tomate industrial, que tem maior exigência nutricional que tomates de mesa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011) e que possuem teores adequados as altas produtividades de tomateiro cultivados em estufa, principalmente quanto aos micronutrientes em relação a outros estudos.

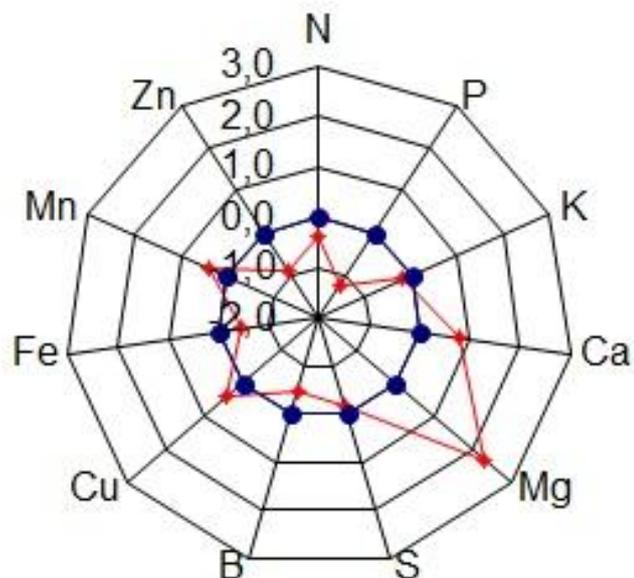
TABELA 13: Elementos nutricionais estudados, faixas de padrões existentes e normas DRIS estabelecidas.

NUTRIENTE	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹		
Padrões existentes	40 - 60	2,5 - 7,5	30 - 50	15 - 30	4 - 6	4 - 12	40 - 70	10 - 20	400 - 600	250 - 400	60 - 70
DRIS Tomate	29 - 44	4,0 - 7,0	35 - 51	19 - 35	4 - 8	7 - 11	16 - 62	20 - 370	118 - 385	82 - 229	25 - 76

De acordo com a Tabela 13 verificou-se que foram estabelecidos os teores de nutrientes utilizando-se os padrões DRIS estabelecidos neste estudo. Estes teores foram obtidos através do desvio padrão das médias dos teores dos nutrientes na subpopulação de alta produtividade para amostras acima de 8 kg planta⁻¹ (Tabela 10). Verifica-se que para os nutrientes P, K, Ca, Mg e S, os teores de nutrientes ficaram próximos dos padrões existentes. Para o nutriente Cu o índice DRIS ficou acima do padrão existente. Os teores dos nutrientes N, Fe e Mn ficaram abaixo dos padrões existentes. Já para os nutrientes B e Zn a diferença se destaca pela amplitude diferenciada entre os níveis máximo e mínimo de teores aceitos como ideais entre a norma DRIS estabelecida e os padrões existentes. Assim pode-se ter nova base de informações para utilização de recomendações de fertilização em relação à cultura do tomate em ambiente protegido.

Exemplificando a aplicação prática do uso do DRIS no tomateiro em cultivo protegido, verificou-se na Amostra 12, que nos padrões existentes considerou o teor de P como adequado, e que aplicando o método DRIS, verificou-se a deficiência deste mesmo nutriente conforme a Figura 15.

FIGURA 15 - Utilização da Norma DRIS estabelecida, na amostra 12 (menor produção).



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As recomendações para nutrição do tomateiro em ambiente protegido, atualmente são realizadas utilizando normas e padrões gerais da pesquisa para a cultura do tomateiro, sem levar em consideração as peculiaridades do cultivo em estufa. Na região onde foi realizado o estudo isto é uma característica presente e que constantemente é questionada por técnicos e produtores.

Na busca de uma alternativa diferenciada de recomendação nutricional, este trabalho poderá servir como opção para a assistência técnica, pois existem grupos de técnicos que já se dedicam a buscar soluções para aumento de produtividade e renda ao pequeno produtor, com uso racional de fertilizantes.

Para utilização prática do método DRIS para tomate em cultivo protegido será disponibilizado para a assistência técnica e outras instituições interessadas, uma planilha eletrônica de cálculo, a qual poderá ser utilizada introduzindo os teores obtidos em uma amostra foliar de tomate, com a geração automática dos índices de diagnose dos nutrientes e o gráfico comparativo dos índices obtidos com os valores ideais.

O Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, poderá se utilizar desta ferramenta no desenvolvimento de seus trabalhos junto ao agricultor familiar, pois é mais uma opção para os técnicos poderem comparar resultados de análises químicas foliares, já que análises de solo são de interpretação difícil dentro de ambiente protegido.

A opção de gerar a matriz de 8 kg planta⁻¹, foi utilizada como padrão neste trabalho por ter tido melhor correlação entre produção e IBN dentre as 61 amostras analisadas, porém os técnicos também poderão ter a disposição outras matrizes para, como por exemplo, de 9 ou 10 kg planta⁻¹, dependendo do nível tecnológico do agricultor, já que estas matrizes também foram geradas durante a elaboração do trabalho.

Além da utilização prática desta norma DRIS, outros trabalhos de pesquisa utilizando as informações deste estudo, poderão validar e incrementar o uso do DRIS no tomateiro em ambiente protegido, como forma de realizar um diagnóstico preciso e recomendação nutricional adequada.

6 CONCLUSÕES

Foram estabelecidas Normas DRIS para a cultura do tomateiro em cultivo protegido, utilizando como padrão, a produção de 8 kg planta⁻¹.

As amostras que tiveram produção menor que 6 kg planta⁻¹, apresentaram a deficiência acentuada de K e B, seguidas de P, Cu, Mn e Zn e excesso de Mg, N e P.

As normas DRIS estabelecidas neste estudo mostraram que as plantas de tomateiro em ambiente protegido podem apresentar necessidade de menores teores dos nutrientes N, Fe e Mn. Para os nutrientes B e Zn o estudo apresentou uma amplitude diferenciada entre os níveis máximo e mínimo de teores aceitos como ideais entre a norma DRIS estabelecida e os padrões existentes e o nutriente Cu, apresentou teor acima dos padrões existentes.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate. Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.** Lavras, MG: EDUFLA, 2004.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.18, supl., p.26-33, 2000.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos.** São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BAKKER, J. C. Greenhouse climate control: constraints and limitations. **Acta Horticulturae, The Hague**, n. 399, p. 25-35, 1995.
- BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficient approaches for corn. **Agronomy Journal**, v. 88, p. 448-456, 1996.
- BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPOSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1986, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba-SP: Fundação Cargill, 1986. p.115-136.
- BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Diagnose foliar: estado nutricional de plantas perenes, avaliação e monitoramento. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 96, dez. 2001.
- BEAUFILS, E. R. Pesquisa de uma exploração racional hévea após um diagnóstico fisiológico demorado sobre a análise mineral de diversas partes da planta. **Fertilité**, n. 3, p. 27-38, 1957.
- BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS); a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. **Soil Sci. Bulletin**, v.1, p.1-132, 1973.
- BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertility Society South African Journal**, v.1, p.1-30, 1971.
- BEVERLY, R. B. et al. Nutrient diagnosis of Valência oranges by DRIS. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v. 109, p. 649-54, 1984.
- CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; SEDIYAMA, M. A. N. Tomate para Mesa: colheita, classificação e embalagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 128-136, 2003.
- COSTA NETO, P. L. O. **Estatística.** São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- COSTA, P. C. **Relações N:K:Ca na qualidade de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) híbrido Momotaro, em cultivo hidropônico.** 1999. 73f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

CRESTE, J. E. **Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do Limoeiro Siciliano**. 1996. 120 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

DAVEE, D. E. et al. An evaluation of DRIS approach for identifying mineral limitation on yield in 'Napolean' Sweet Cherry. **J. Am. Soc. Hortic. Sci**, v.111, p. 988-93, 1986.

DIAS, J. R. M. **Sistema Integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para cupuaçu cultivado na Amazônia sul ocidental**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

DIAS, N. S. et al. Salinização do solo por aplicação de fertilizantes em ambiente protegido. **Irriga**, v.12, p.135-143, 2007.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Influência de diferentes níveis de salinidade nas características sensoriais do tomate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.1, p.16–21, 2011.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar diagnosis and DRIS as guide for sugarcane fertilization. **Agron. J.**, v. 76, p.466-70, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **EMBRAPA Hortaliças. Bibliotecas**. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. 2002. 77 f. Monografia (Especialização a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio) – UFLA, FAELE, Lavras, MG.

FAYAD, J.A. **Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e de estufa**. 1998, 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 196 p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, 2005. p. 458-475.

FONTES, P. C. R.; RONCHI, C. P. Critical values of nitrogen indices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.37, n.10, p.1421-1429, 2002.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2000. p.36-59.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 9. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiróz', USP, 1981. 430 p.

HALLMARK, W.B. et al. Separating limiting from non-limiting nutrients. **J. Plant Nutr.**, v. 10, p. 1381-1390, 1987.

HARTZ, T. K.; MIYAO, E. M.; VALENCIA, J. G. Dris evaluation of the nutritional status of processing tomato. **Hortscience**, v. 33, n. 5, p. 830-832, 1998.

HORA, R. C. **Aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo em mudas e diferentes sistemas de condução do tomateiro cultivado em ambiente protegido**. 2003. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas**. Londrina: IAPAR, 2011. Disponível em: <www.iapar.pr.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2011.

INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Realidade Agropecuária Regional**. Santo Antonio da Platina: EMATER, 2011. 26 p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. **Diagnostico socioeconômico do Território Norte Pioneiro**. Curitiba: IPARDES, 2011. 84 p.

JONES, C. A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analysis. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v.12, p. 785-94, 1981.

LAPUERTA, J. C. **Anatomia y fisiologia de la planta**. In: NUEZ, F. **El cultivo do tomate**. Barcelona. Mundi-Prensa, 1995. p.43-91.

LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Computer program for calculating DRIS índices. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 14, p. 811-5, 1983.

LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v.15, p.997-1006, 1984.

LIMA, N. G. F.; HARMERSCHIMIDT. As culturas de tomate e alface em estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 59, 1986.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Ed. UNESP, 1998. p. 257-319.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 242p.

LUZ, J. M. Q. et al. Produtividade de tomate ‘Débora Pto’ sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 489-494. 2010.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar - Princípios e aplicações. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. A. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1989. p. 227-308.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. p 201.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso decorretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.

MARTINS, G. **Uso de casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. 1992. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP.

MELO, P. C. T. Distúrbios em tomateiro: suas causas e prevenções. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2., 1991, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1991. p.212-218.

NUEZ, F. et al. **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Mundi-Prensa, 1995. p.43-91.

OLIVEIRA, R. F. de; TAKAMATSU, J. A. Uso do DRIS para avaliação do estado nutricional da pimenteira-do-reino, em Tomé-Açu, PA. **Boletim Técnico** Embrapa, Belém,PA, n. 94. 4 p. , 2004.

OLIVEIRA, A. R. et al. . Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileir**, v. 27, p. 498-504. 2009.

PINTO, P. A. C. et al. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do São Francisco: estabelecimento das normas DRIS. **Recursos Rurais - IBADER**, n. 5, p. 5-13, dez. 2009.

SELEGUINI, A. **Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando à produção de frutos para mesa**. 2005. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, SP.

SERRA, A. P. et al. Desenvolvimento de normas DRIS e CND e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 97-104, 2010.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

SILVA, W. L. C. et al. Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PERSPECTIVAS E PESQUISAS. 1., 2003. Campinas. **Anais...** Campinas: FEAGRI/ Unicamp, 2003.

SILVA W. L. C.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 36 p. (Instruções Técnicas, 12).

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 44, n. 1, p. 22-28, 2009.

SMITH, H. The perception of light quality. In: KENDRICK, R.E.; KRONENBERG, G. H. M. **Photomorphogenesis in Plants**. Martinus Nyhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands, 1986, p. 187-217.

SUMNER, M. E. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) as a guide to orchard fertilization. In: **ASPAC Food and Fertilizer Technology Center.**, 1986. 21 p. (Bull. nº 231).

SUMNER, M. E. Advances in the use and application of plant analysis. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, v. 21, p. 1409-30, 1990.

TAKAHASHI, H. W.; ANDRADE, B. L. G. **Nutrição de plantas. Diagnose foliar em hortaliças. Diagnose foliar na cultura do Tomate**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/FUNDESP, 2010. 376 p.

WADT, P. G. S. Análise foliar como ferramenta para recomendação de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 50 p.

WADT, P. G. S. et al. Fórmulas DRIS para o diagnóstico nutricional de pomares de cupuaçueiros. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 649-656, 2011.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Adv. Soil Sci.**, v. 6, p. 149-188, 1987.

WOODS, J. L. Moisture loss from fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, n.3, p. 195-199. 1990.