



Embrapa

Uva e Vinho

DRIS COMO MÉTODO DIAGNÓSTICO DE NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS

Gilmar R. Nachtigall - Embrapa Uva e Vinho
Antônio R. Dechen - USP/ESALQ

II Simpósio Paulista sobre Nutrição de Plantas Aplicada em Sistemas de Alta Produtividade
Jaboticabal - Abril 2010

ÍNDICE

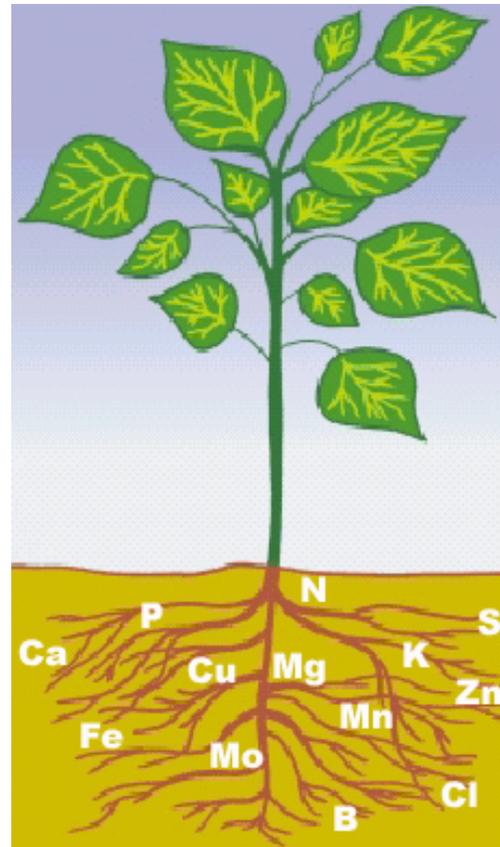
- 1. Diagnóstico Nutricional**
- 2. DRIS - Conceitos**
- 3. DRIS - Metodologia**
- 4. DRIS - Interpretação**
- 5. DRIS - Validação**
- 6. Considerações Finais**

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL

Fatores que Afetam a Absorção de Nutrientes pelas Plantas

NEGATIVOS

- ✓ Alta umidade relativa do ar (diminui transpiração)
- ✓ Sistema radicular pouco desenvolvido
- ✓ pH inadequado
- ✓ Umidade do solo
- ✓ Baixa aeração
- ✓ Nematóides ou outras pragas
- ✓ Compactação do solo



POSITIVOS

- ✓ Alta transpiração das plantas
- ✓ Solos com boa estrutura e bom suprimento de O_2
- ✓ Teor de matéria orgânica
- ✓ Atividade dos microorganismos
- ✓ pH adequado
- ✓ Sistema radicular bem desenvolvido

Estado Nutricional

Níveis de ocorrência dos nutrientes numa planta e as interações entre eles determinando o crescimento a produtividade e a qualidade da produção.

AVALIAÇÃO

- Acesso ao estado nutricional das plantas através de métodos visuais ou análises químicas.

MONITORAMENTO

- Acompanhamento do estado nutricional no espaço e no tempo.

Diagnose Foliar

PRINCÍPIOS BÁSICOS

O nível de nutrientes dentro da planta é um valor integral de todos os fatores que interagiram para influenciá-lo.

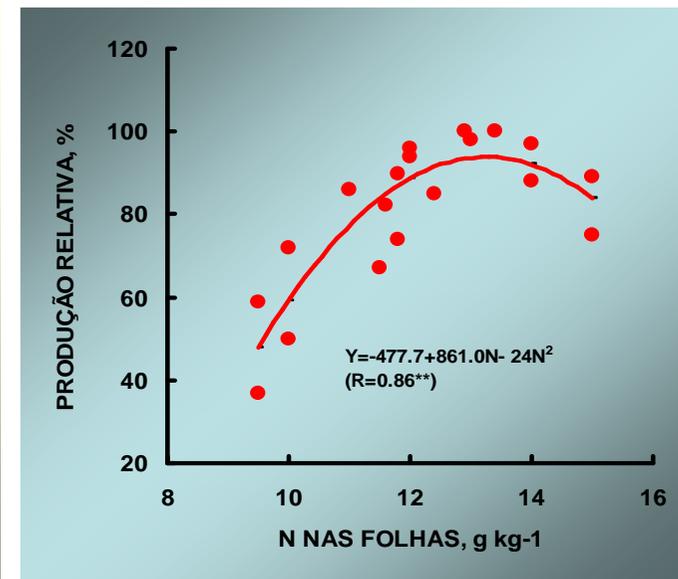
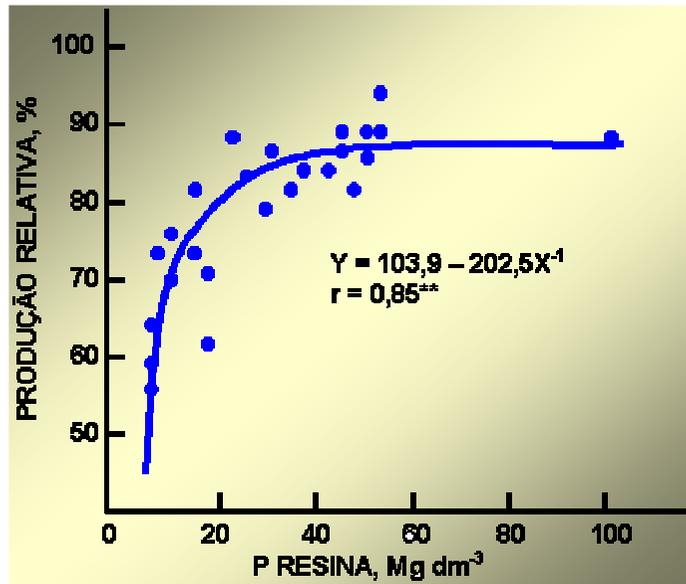
USO DA ANÁLISE FOLIAR

- ✓ Não é necessário usar a planta toda para avaliar o estado nutricional.
- ✓ Existe relação entre a concentração de nutrientes com o suprimento e a produtividade.

Diagnose foliar

Embrapa
Uva e Vinho

Diagnóstico
Nutricional



RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO RELATIVA E ANÁLISE DE SOLO E DE PLANTA (Bataglia & Quaggio, 2000)

Diagnose foliar

- Quantidade de nutriente/unidade de matéria seca

$$\text{Concentração} = \Delta N / \Delta MS$$

- Variação no teor de um nutriente na planta:

[≈ normal] [↓ baixa] [↑ alta]

➔ Teor alto = ↑ N / ≈ MS ou ≈ N / ↓ MS

➔ Teor médio = ↑ N / ↑ MS ou ≈ N / ≈ MS ou ↓ N / ↓ MS

➔ Teor baixo = ↓ N / ≈ MS ou ≈ N / ↑ MS



Interpretação da análise foliar

✓ Nível Crítico

Concentração na folha abaixo da qual a taxa de crescimento, produção ou qualidade são significativamente diminuídas.

✓ Faixa de Suficiência

INSUFICIENTE ABAIXO DO NORMAL NORMAL ACIMA DO NORMAL EXCESSIVO



NITROGÊNIO EM MACIEIRA (g/kg)

< 17,0 17,0 - 19,9 20,0 - 25,0 25,1 - 30,0 > 30,0

Fonte: Comissão (1995)

Níveis Críticos para Diversas Plantas Cultivadas

Nutriente	Maçã	Pêra	Pêssego	Ameixa	Uva
N (g kg^{-1})	20,0	20,0	32,6	23,1	16,0
P (g kg^{-1})	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2
K (g kg^{-1})	12,0	12,0	13,1	13,1	8,0
Ca (g kg^{-1})	11,0	11,0	16,4	16,4	16,0
Mg (g kg^{-1})	2,5	2,5	5,2	5,2	2,0
S (g kg^{-1})	-	-	-	-	-
B (mg kg^{-1})	30,0	30,0	34,0	34,0	30,0
Cu (mg kg^{-1})	5,0	5,0	6,0	6,0	-
Fe (mg kg^{-1})	50,0	50,0	100,0	100,0	30,0
Mn (mg kg^{-1})	30,0	30,0	31,0	31,0	20,0
Zn (mg kg^{-1})	20,0	20,0	24,0	24,0	25,0

Diagnóstico Nutricional

DIFICULDADES:

- Não permite a interpretação de resultados de amostras coletadas fora do período indicado;
- O resultado da análise foliar, mesmo realizado em um curto espaço de tempo, não permite corrigir problemas nutricionais na mesma safra;
- Existe baixa relação entre a concentração de nutrientes nas folhas e a produtividade (para a maioria dos nutrientes) ou relações não adequadas .



DRIS
Conceitos

DRIS CONCEITOS

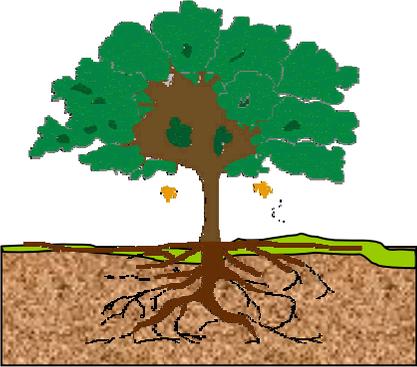
Método DRIS - Introdução

Método de diagnose do estado nutricional baseado no cálculo de índice para cada nutriente, considerando a sua relação com os demais, comparados com uma população de referência.

- ✓ Proposto originalmente por Beaufils (1973).
 - Para propósitos amplos de diagnóstico da produtividade
 - Atualmente utilizado para diagnóstico nutricional
- ✓ Cálculo depende:
 - População de referência
 - Estabelecimento de normas (relações entre nutrientes)
 - Estabelecimento de índices para cada nutriente



Método DRIS - Amostragem



Amostras foliares ao acaso



Seleção segundo a produtividade



Alta Produção

Baixa Produção



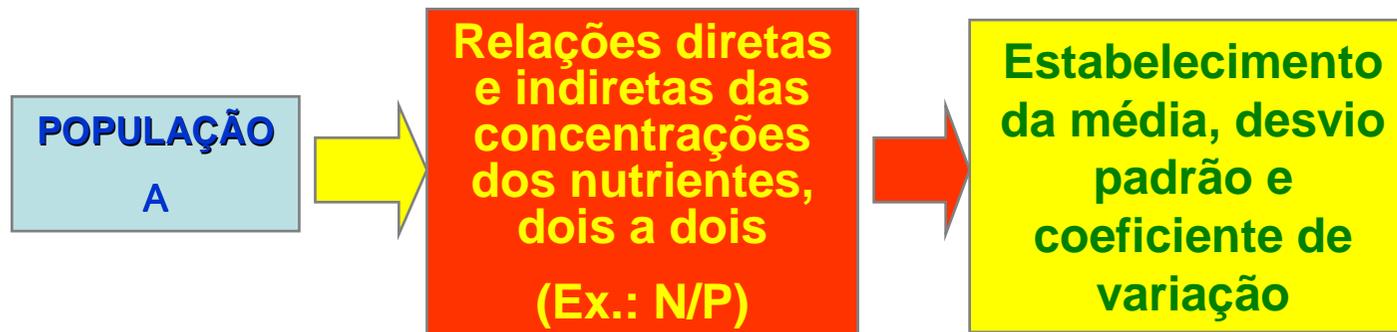
POPULAÇÃO A

POPULAÇÃO B

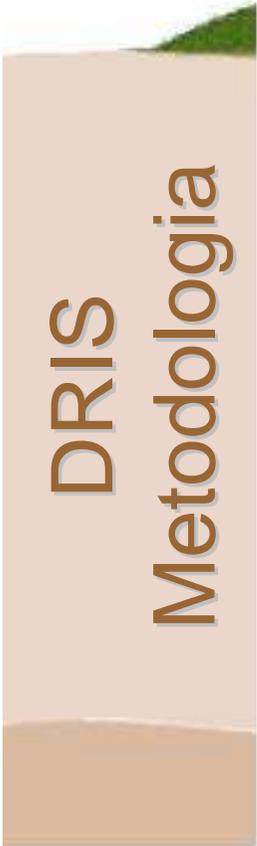
Método DRIS – Normas



CÁLCULO DAS NORMAS DE REFERÊNCIA DRIS



DRIS
Conceitos



DRIS METODOLOGIA

Método DRIS – Normas de Referência

ESCOLHA DA RAZÃO ENTRE NUTRIENTES

MÉTODO DESCRITO POR LETZSCH (1985) – “Valor F”:

se: $[s^2 (A/B)_b / s^2 (A/B)_r] > [s^2 (B/A)_b / s^2 (B/A)_r]$ então: relação na norma = A/B

se: $[s^2 (A/B)_b / s^2 (A/B)_r] < [s^2 (B/A)_b / s^2 (B/A)_r]$ então: relação na norma = B/A

onde:

$s^2 (A/B)_r$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes A e B da população de referência;

$s^2 (A/B)_b$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes A e B da população de baixa produtividade;

$s^2 (B/A)_r$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes B e A da população de referência;

$s^2 (B/A)_b$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes B e A da população de baixa produtividade.

Método DRIS – Normas de Referência

Embrapa
Uva e Vinho

DRIS
Metodologia

Relação	Média	CV (%)	Desvio Padrão	Variância	R	s^2 ... / s^2 ...
N/P	14,691	17,261	2,536	6,430	-0,303	1,636
N/K	1,603	26,983	0,432	0,187	0,327	0,967
N/Ca	2,060	18,946	0,390	0,152	-0,163	0,527
N/Mg	7,614	28,736	2,188	4,787	0,192	1,391
N/Fe	0,219	51,427	0,113	0,009	-0,323	0,683
N/Mn	0,252	70,147	0,177	0,027	0,078	2,070
N/Zn	1,147	82,672	0,948	0,870	0,182	0,653
N/Cu	3,069	28,119	0,863	0,744	-0,175	0,844
N/B	0,655	17,058	0,112	0,012	0,375	1,309
P/N	0,070	17,581	0,012	0,000	0,289	1,776
P/K	0,114	34,116	0,039	0,001	0,410	1,128
P/Ca	0,142	17,065	0,024	0,001	0,123	1,545
P/Mg	0,526	27,117	0,143	0,020	0,377	1,023
P/Fe	0,015	55,558	0,009	0,000	-0,184	0,911
P/Mn	0,017	67,596	0,012	0,000	0,134	1,776
P/Zn	0,086	86,655	0,074	0,006	0,214	0,653
P/Cu	0,216	33,864	0,073	0,005	0,000	0,844
P/B	0,046	27,271	0,013	0,000	0,375	1,309
K/N	0,671	28,037	0,188	0,035	0,000	0,683
K/P	10,014	39,470	3,956	15,651	0,000	0,683
K/Ca	1,401	37,996	0,500	0,250	0,000	0,683
K/Mg	5,000	28,736	1,414	2,000	0,000	0,683
K/Fe	0,000	51,427	0,000	0,000	0,000	0,683
K/Mn	0,000	70,147	0,000	0,000	0,000	0,683
K/Zn	0,000	82,672	0,000	0,000	0,000	0,683
K/Cu	0,000	28,119	0,000	0,000	0,000	0,683
K/B	0,000	17,058	0,000	0,000	0,000	0,683

Relações entre nutrientes selecionadas

Método DRIS – Índices DRIS

CÁLCULO DOS ÍNDICES DRIS (Beaufils, 1973)

$$I_Y = \frac{\sum_{i=1}^m f(Y/X_i) - \sum_{j=1}^n f(X_j/Y)}{m + n}$$

onde:

$$f(Y/X) = \begin{cases} 1 - \frac{Y/X(a)}{Y/X(p)} \cdot \frac{100 \cdot k}{CV\%}, & \text{para } Y/X(a) < Y/X(p) \\ 0, & \text{para } Y/X(a) = Y/X(p) \\ \frac{Y/X(a)}{Y/X(p)} - 1 \cdot \frac{100 \cdot k}{CV\%}, & \text{para } Y/X(a) > Y/X(p) \end{cases}$$

$Y/X(a)$ = relação na amostra

$Y/X(p)$ = relação na população normal (referência)

$CV\%$ = coeficiente de variação

k = constante de sensibilidade

Gera índices DRIS realçando os nutrientes que se apresentam mais deficientes

Método DRIS – Índices DRIS

CÁLCULO DOS ÍNDICES DRIS (Jones, 1981)

$$I_Y = \frac{\sum_{i=1}^m f(Y/X_i) - \sum_{j=1}^n f(X_j/Y)}{m + n}$$

onde:

$$f(Y/X) = (Y/X(a) - Y/X(p)) \quad k / s$$

$Y/X(a)$ = relação na amostra

$Y/X(p)$ = relação na população normal (referência)

s = desvio padrão da relação

k = constante de sensibilidade

Se caracteriza por envolver cálculos mais simples

Método DRIS – Índices DRIS

CÁLCULO DOS ÍNDICES DRIS (Elwali & Gascho, 1984)

$$I_Y = \frac{\sum_{i=1}^m f(Y/X_i) - \sum_{j=1}^n f(X_j/Y)}{m + n}$$

onde:

$$f(Y/X) = \begin{cases} 1 - \frac{Y/X(p)}{Y/X(a)} \cdot \frac{100 \cdot k}{CV\%}, & \text{para } Y/X(a) < Y/X(p) - s \\ 0, & \text{para } Y/X(p) - s \leq Y/X(a) \leq Y/X(p) + s \\ \frac{Y/X(a)}{Y/X(p)} - 1 \cdot \frac{100 \cdot K}{CV\%}, & \text{para } Y/X(a) > Y/X(p) + s \end{cases}$$

$Y/X(a)$ = relação na amostra

$Y/X(p)$ = relação na população normal (referência)

$CV\%$ = coeficiente de variação

k = constante de sensibilidade

s = desvio padrão da relação

Utiliza um limite de tolerância para considerar dois nutrientes balanceados

Método DRIS – Índices DRIS

ÍNDICE DE BALANÇO NUTRICIONAL (IBN)

- ✓ Representa o somatório, em módulo, do índice DRIS de cada nutriente.

$$\text{IBN} = | \text{Índice A} | + | \text{Índice B} | \dots + | \text{Índice N} |$$

- ✓ Fornece uma medida (não ponderada) do grau de desequilíbrio nutricional.
- ✓ O IBN médio fornece uma medida ponderada do grau de desequilíbrio nutricional, desde que $\text{IBN}_{\text{médio}} = \text{IBN}/n$.

DRIS INTERPRETAÇÃO

Método DRIS – Índices DRIS

INTERPRETAÇÃO DOS ÍNDICES DRIS

❖ ÍNDICE DRIS

- ✓ = OU PRÓXIMO DE ZERO: EQUILÍBRIO
- ✓ >> 0 : EXCESSO (excesso relativo aos demais nutrientes)
- ✓ << 0 : INSUFICIÊNCIA (insuficiência relativa aos demais nutrientes)

❖ IBN OU IBNm

- ✓ = OU PRÓXIMO ZERO: BOA NUTRIÇÃO GLOBAL
- ✓ >> 0: PÉSSIMA NUTRIÇÃO GLOBAL

❖ ORDEM DE LIMITAÇÃO

- ✓ grau de limitação nutricional de cada nutriente

Método DRIS – Índices DRIS

EXEMPLO:

→ Índice N = + $\frac{f(N/P) + f(N/K)}{2}$ = +6,70

→ Índice P = - $\frac{f(N/P) + f(K/P)}{2}$ = - 0,24

→ Índice K = + $\frac{f(K/P) - f(N/K)}{2}$ = - 6,91

Interpretação:

Deficiência

Balanceado

“Excesso”



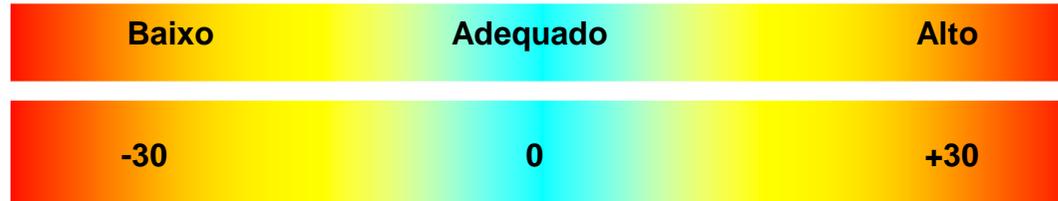
Seqüência de fatores limitantes:

$$K > P > N$$



DRIS
Interpretação

Valores Para Interpretação



CRITÉRIO DE FAIXAS DE SUFICIÊNCIA

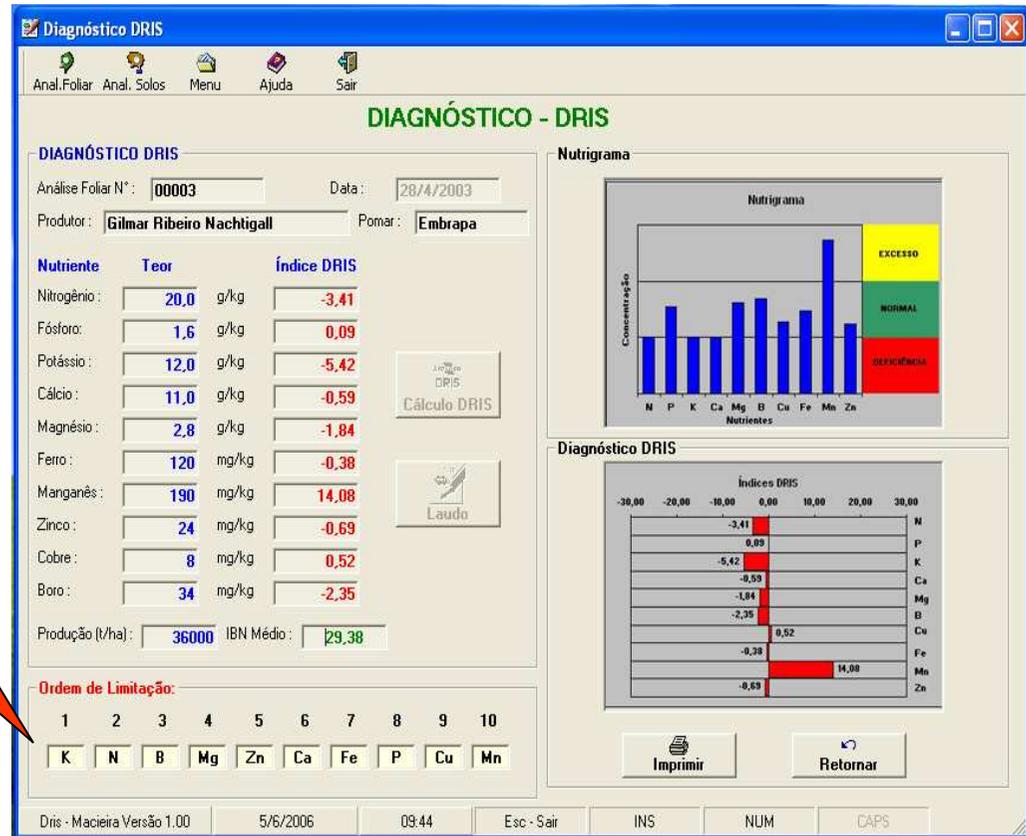
N	26,0	32,0
P	1,3	2,0
K	19,0	25,0
Ca	10,0	15,0
Mg	3,4	4,5
S	1,6	2,0
B	50,0	80,0
Cu	10,0	20,0
Fe	90,0	200,0
Mn	80,0	250,0
Zn	9,0	19,0

Ordem de Limitação

Embrapa
Uva e Vinho

DRIS
Interpretação

Classifica os
nutrientes
a partir dos
valores dos índices
DRIS

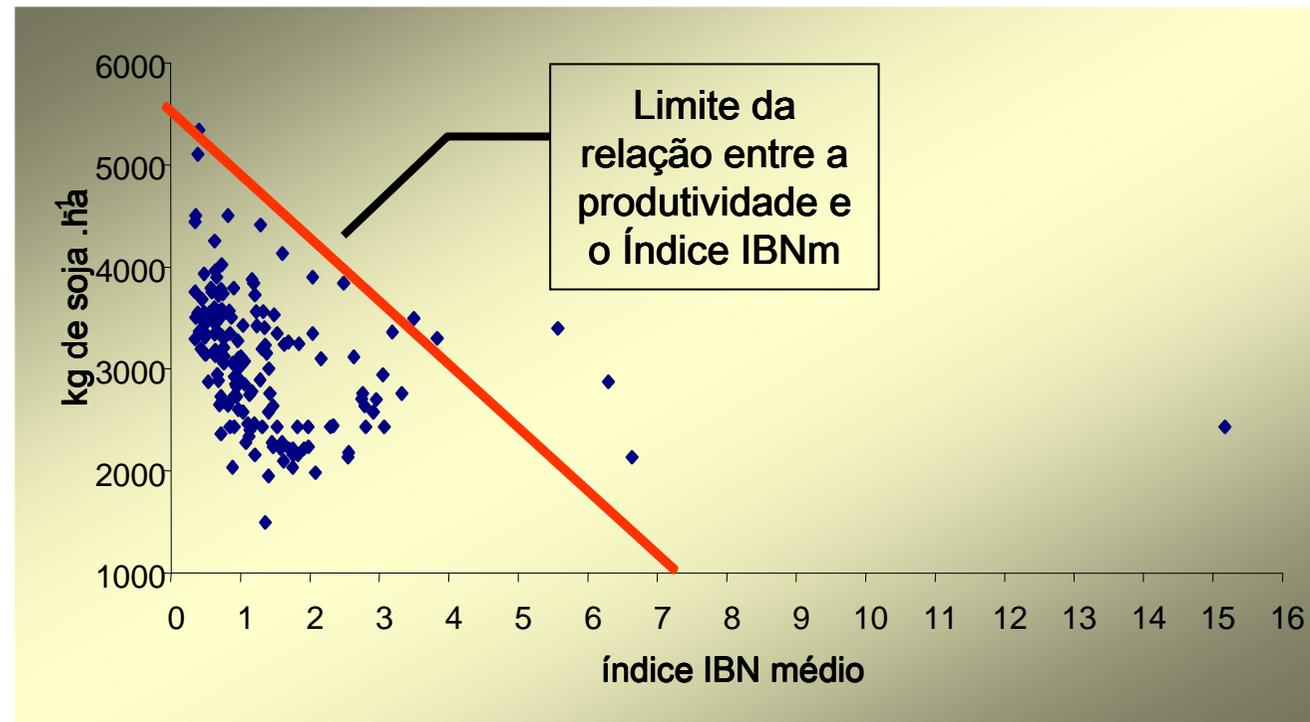


DRIS VALIDAÇÃO



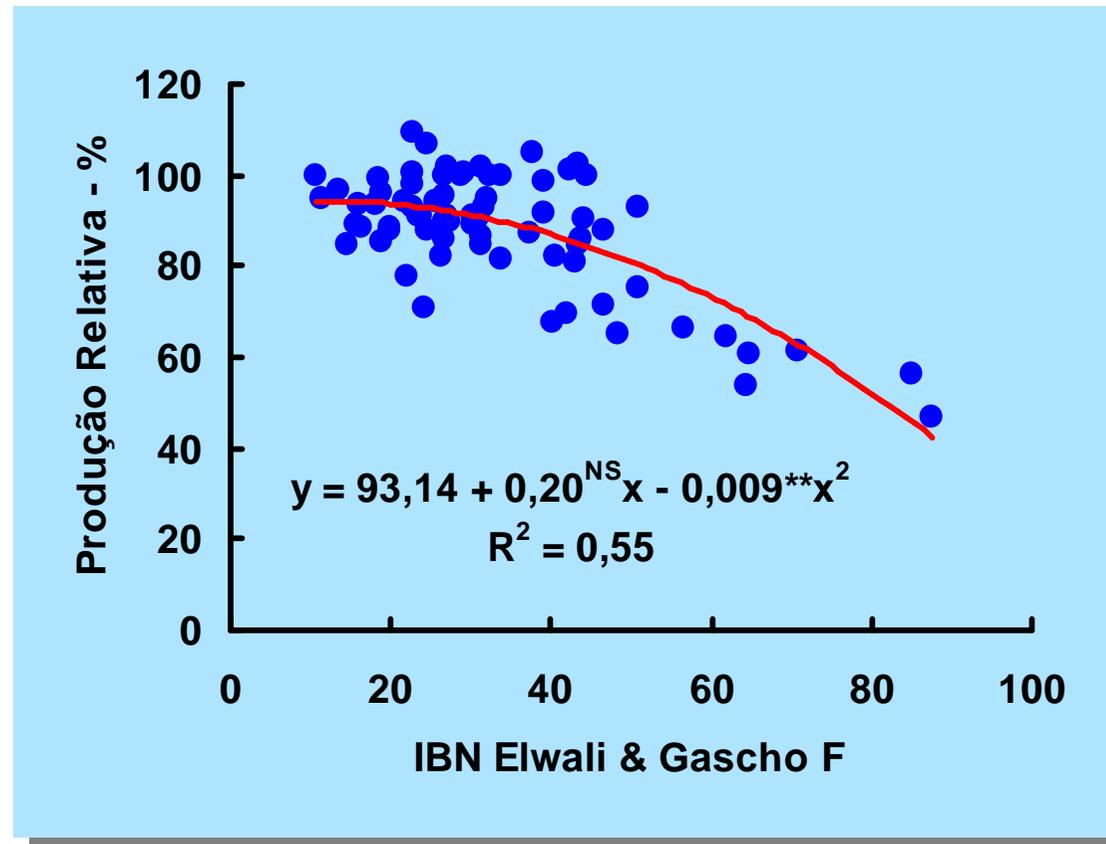
DRIS
Validação

Relação entre o IBNm e a produção de soja



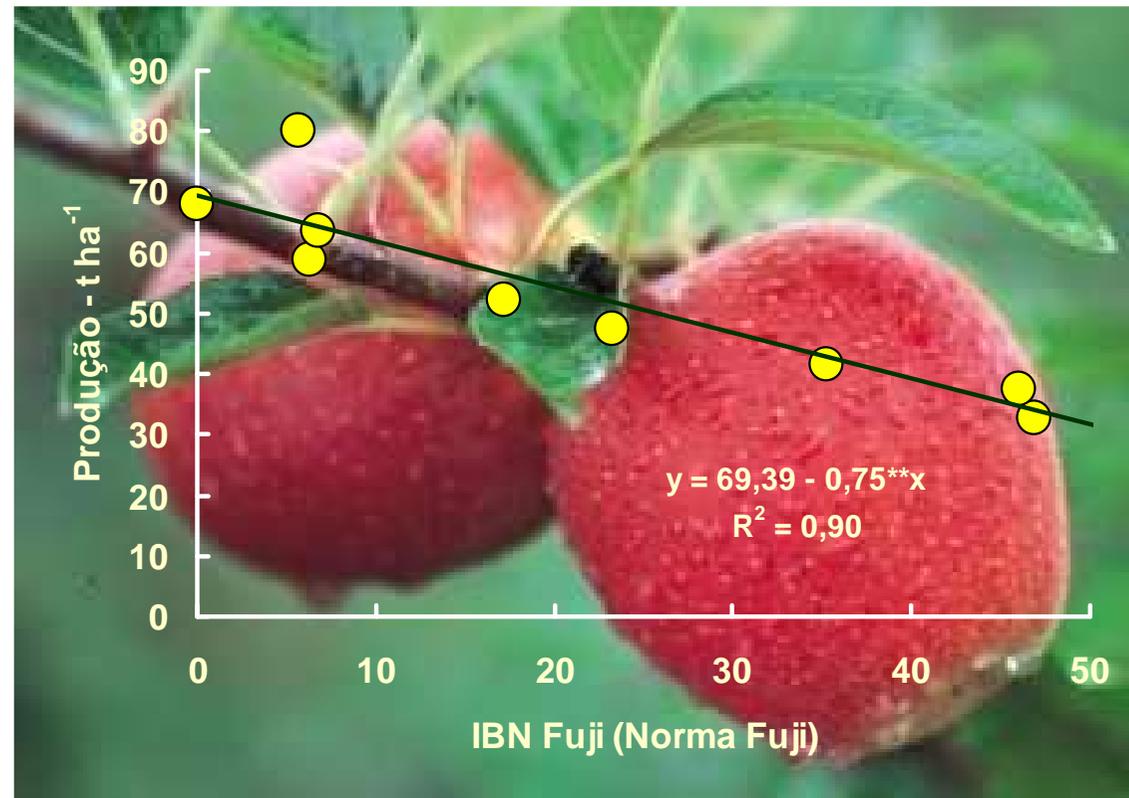
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção de soja (Wadt, 2001).

Avaliação da eficiência do DRIS



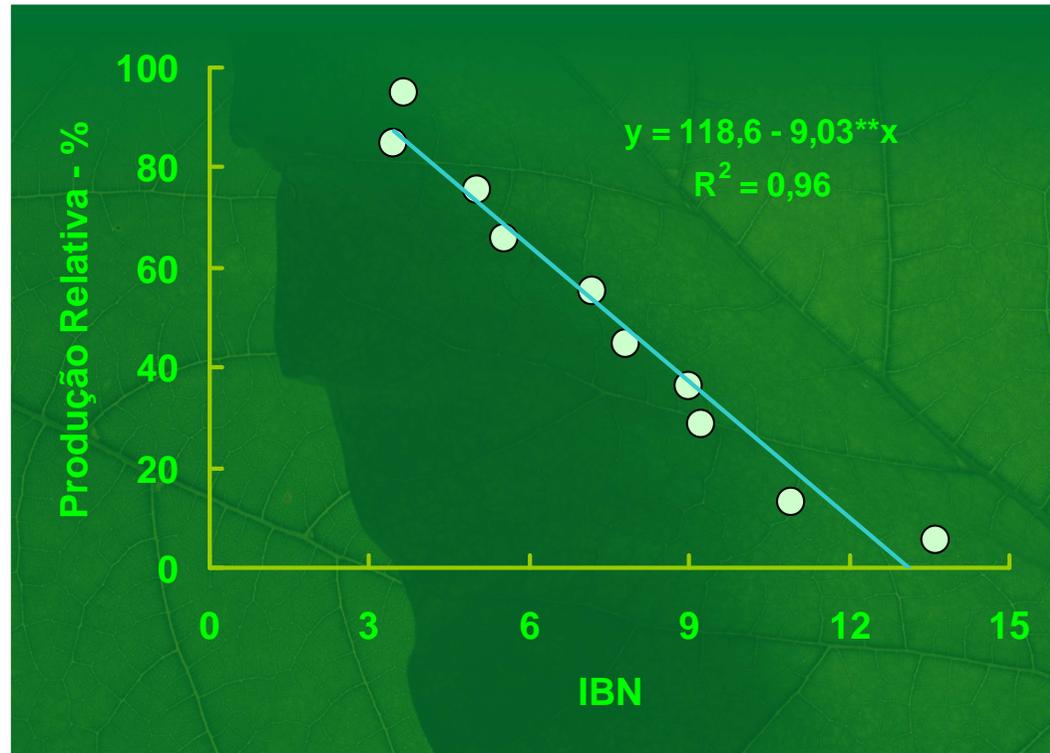
Relação entre a produção de frutos de macieira e os os Índices de Balanço Nutricional (IBN), em função de doses de adubo potássico (Nachtigall, 2004).

Avaliação da eficiência do DRIS



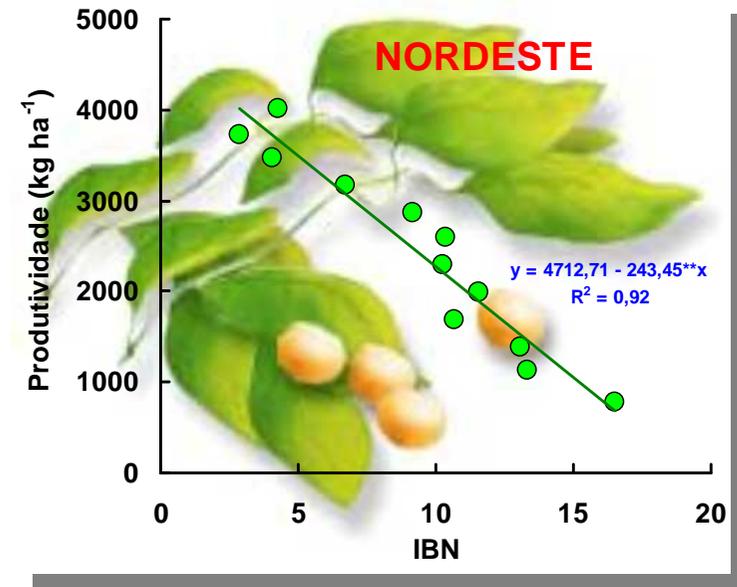
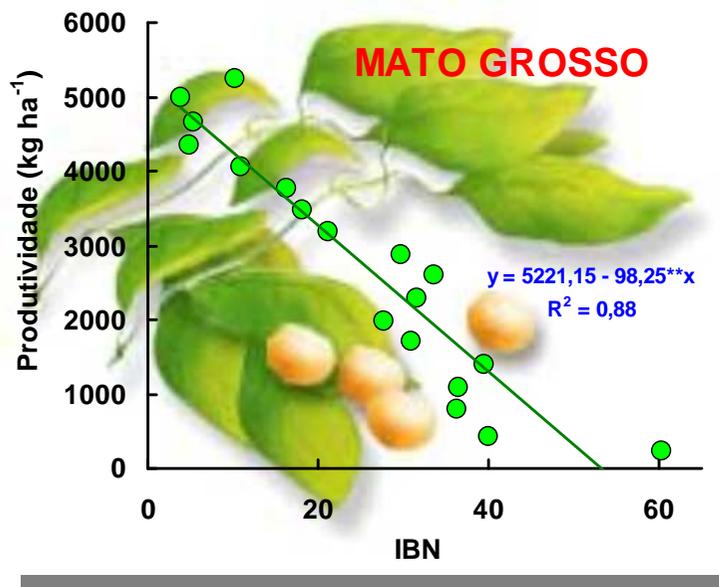
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção de maçã cv. Fuji no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Nachtigall, 2005).

Avaliação da eficiência do DRIS



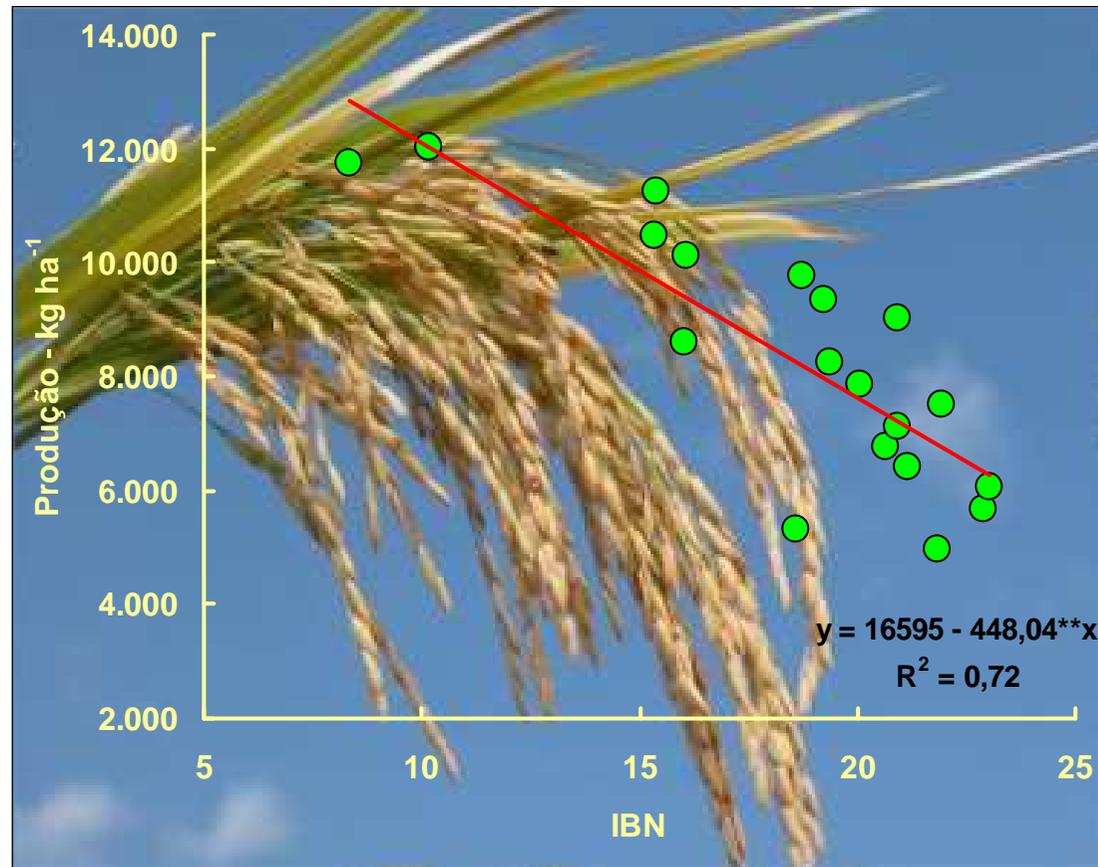
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção relativa do Capim-Braquiária (Silveira et al., 2005).

Avaliação da eficiência do DRIS



Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção de soja no Mato Grosso e Nordeste (Hoogerheide, 2005).

Avaliação da eficiência do DRIS



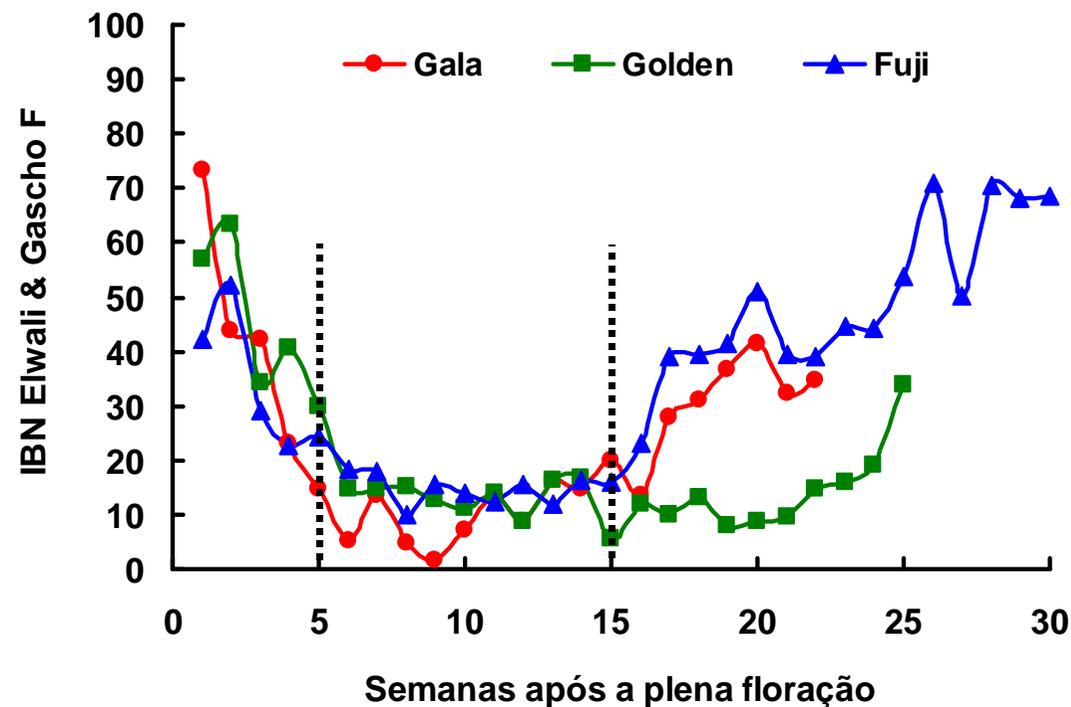
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

Avaliação da eficiência do DRIS

Concordância no diagnóstico nutricional da macieira (deficiência, normal e excesso) entre o critério de faixas de suficiência e os métodos DRIS, em função de doses de adubo potássico.

Nutriente	Beaufils (1973)		Jones(1981)		Elwali & Gascho (1984)	
	R	F	R	F	R	F
	----- % -----					
N	62,50	70,83	55,56	68,06	50,00	73,61
P	43,06	68,06	51,39	58,33	45,83	81,94
K	77,78	65,28	75,00	62,50	73,61	70,83
Ca	43,06	59,72	47,22	50,00	37,50	70,83
Mg	54,17	80,56	58,33	68,06	63,89	63,89
Fe	76,39	86,11	81,94	97,22	97,22	95,83
Mn	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Zn	19,44	0,00	8,33	8,33	38,89	94,44
Cu	77,78	81,94	83,33	54,17	91,67	93,06
B	83,33	87,50	83,33	84,72	80,56	81,94
Média	63,75	70,00	64,44	65,14	67,92	82,64

Avaliação da eficiência do DRIS

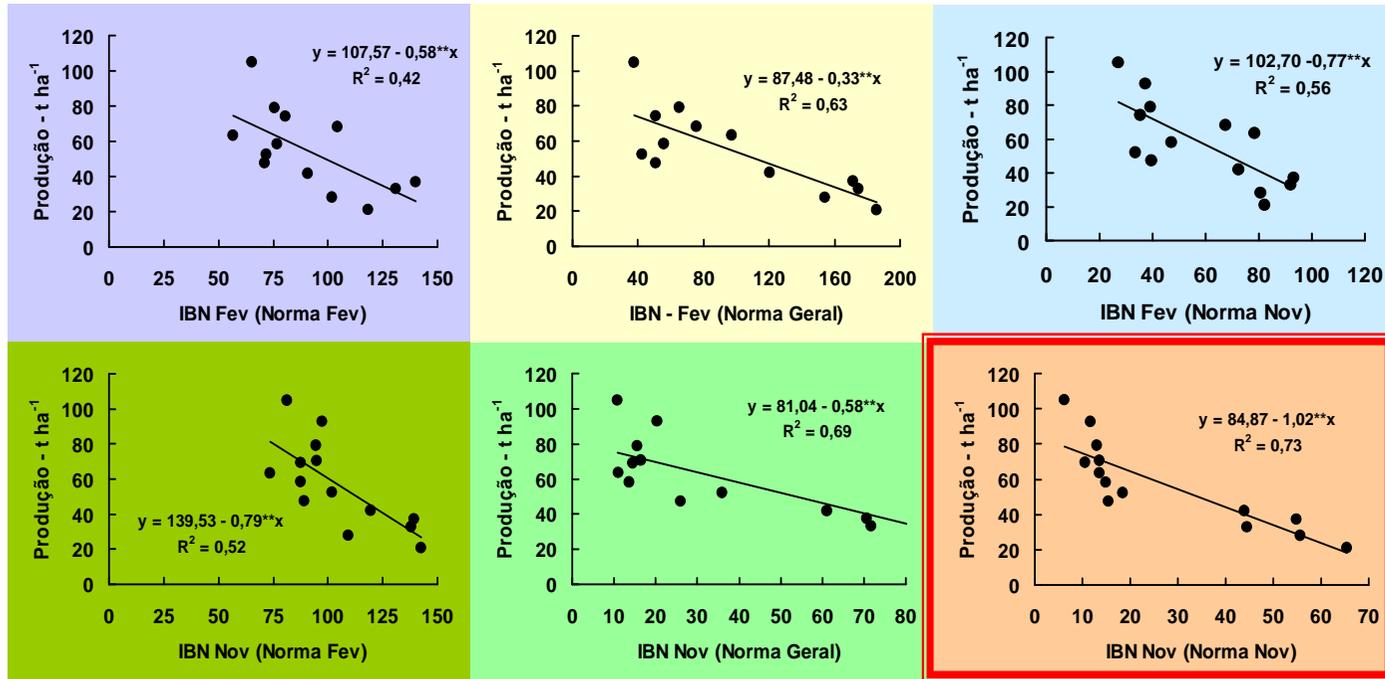


Distribuição sazonal dos Índices de Balanço Nutricional (IBN) pelo método Elwali & Gascho (1984) (Valor F) em folhas de macieira cv. Gala, Golden Delicious e Fuji no período de 1 a 30 semanas após a plena floração.

Avaliação da eficiência do DRIS

Embrapa
Uva e Vinho

DRIS
Validação



Relação entre os valores de IBN e a produtividade (t ha⁻¹) em função de época de coleta e de normas estratificadas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações Finais:

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO DRIS

Vantagens :

- ✓ As relações dos nutrientes, dois a dois, são melhores indicadoras de deficiências.
- ✓ Considera o equilíbrio nutricional com base em normas de referência.
- ✓ As normas podem ser extrapoladas para diversas regiões do país.
- ✓ A diagnose pode ser feita em diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

Desvantagens :

- ✓ Interdependência no cálculo dos índices.
- ✓ Banco de dados inadequado.

Considerações Finais:

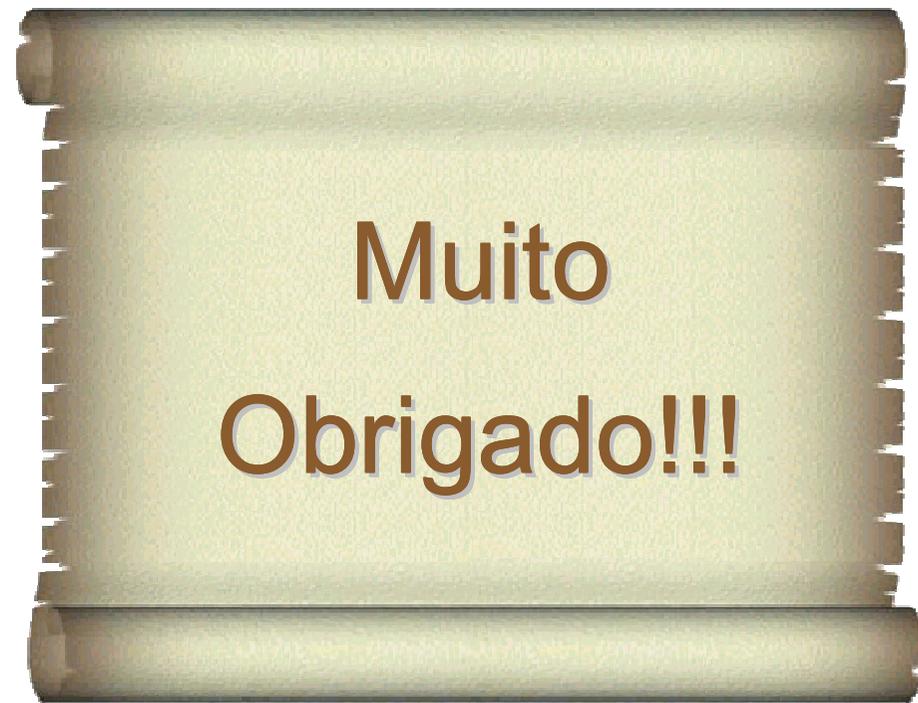
COMPARAÇÃO ENTRE NÍVEL CRÍTICO OU FAIXA DE SUFUCIÊNCIA E DRIS

CARACTERÍSTICA	NÍVEL CRÍTICO OU FAIXA DE SUFUCIÊNCIA	DRIS
Diagnóstico	Teor x Padrão	Relações e Normas
Prognóstico	Deficiente, Suficiente, Excesso	Ordem de Limitação
Recomendação	Dosagem de Adubo	Ajuste na Adubação
Requisitos	Curva de Calibração	Monitoramento

DRIS COMO MÉTODO DIAGNÓSTICO DE NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS



Gilmar R. Nachtigall
gilmar@cnpuv.embrapa.br



FIM



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

