



**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

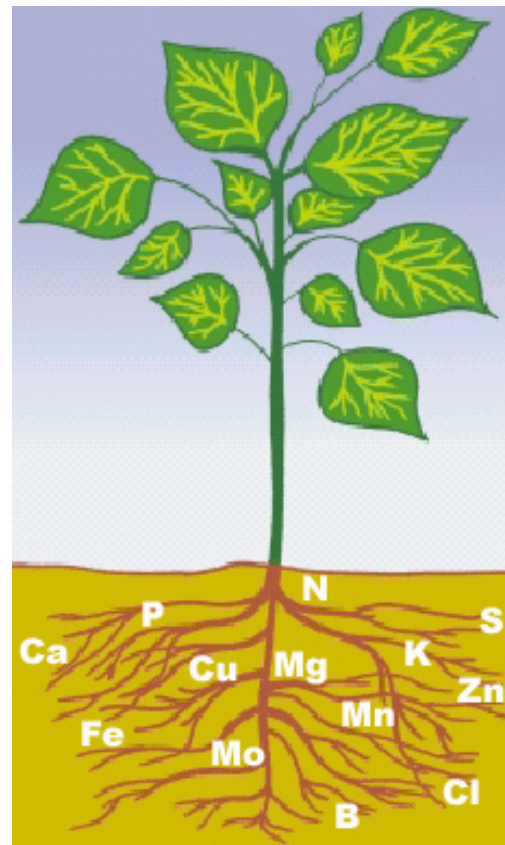
- 1. Diagnóstico Nutricional**
- 2. DRIS - Conceitos**
- 3. DRIS - Metodologia**
- 4. DRIS - Interpretação**
- 5. DRIS - Validação**
- 6. Considerações Finais**

# 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.

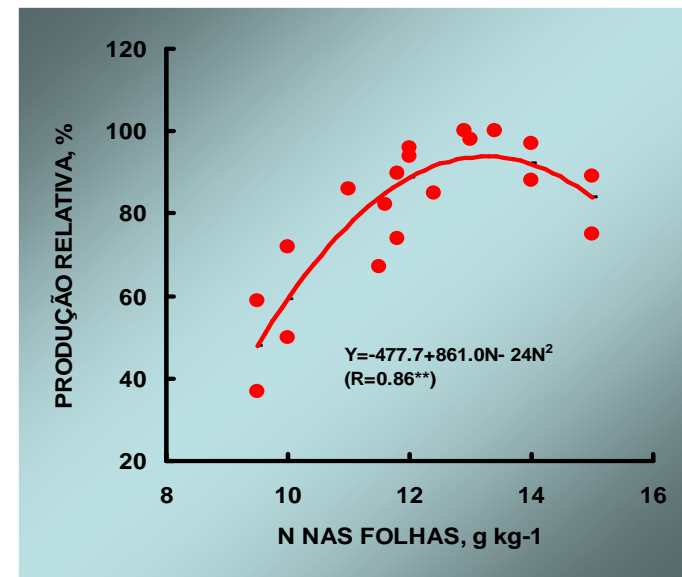
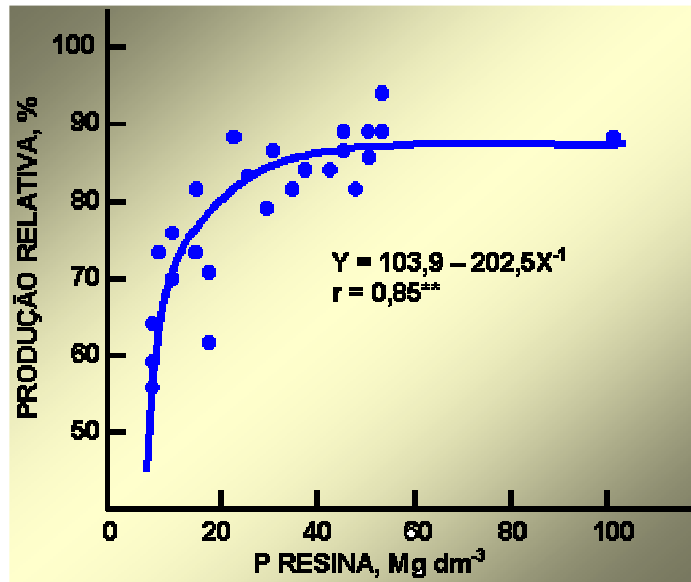
### USO DA ANÁLISE FOLIAR

- ✓ 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

**Embrapa**  
Uva e Vinho

Diagnóstico  
Nutricional

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

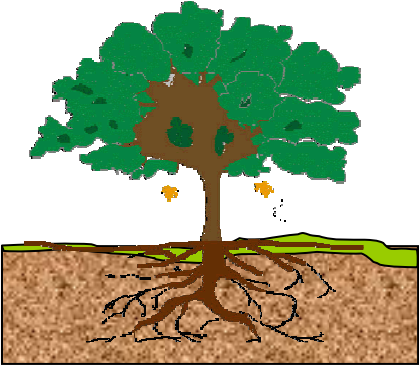
Método de diagnose do estado nutricional baseado no cálculo de índice para cada nutriente, considerando a sua relação com os demais, comparados com uma população de referência.

- ✓ 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



DRIS  
Conceitos

# Método DRIS - Amostragem



Amostras foliares ao acaso



Seleção segundo a produtividade



Alta Produção

Baixa Produção



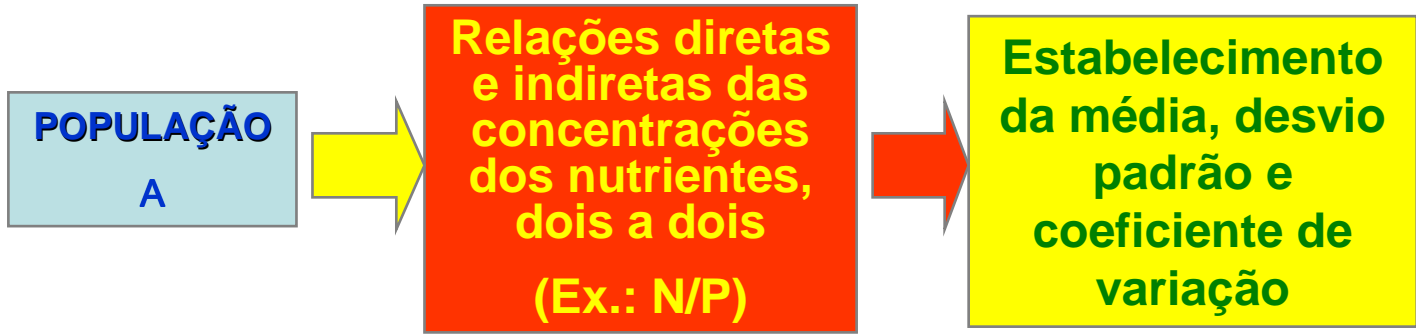
POPULAÇÃO A

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	$s^2_{rel}$	$t s^2_{rel}$
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		
P/Cu	0,216	33,864	0,073	0,005			
P/B	0,046	27,271	0,013	0,000			
K/N	0,671	28,037	0,188				
K/P	10,014	39,470	3,956				
K/Ca	1,401	37,996	0,500				
K/Mg	5,000	28,736	1,414				
K/Fe	0,000	51,427	0,000				
K/Mn	0,000	70,147	0,000				
K/Zn	0,000	82,672	0,000				
K/Cu	0,000	28,119	0,000				
K/B	0,000	17,058	0,000				

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:

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

$Y/X(a)$  = 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”



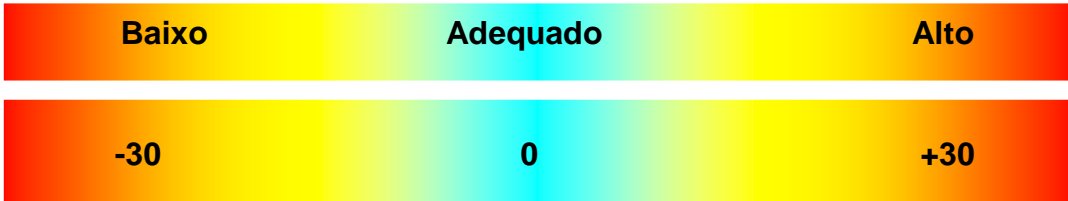
Seqüência de fatores limitantes:

$$K > P > N$$



DRIS  
Interpretação

## Valores Para Interpretação



### CRITÉRIO DE FAIXAS DE SUFICIÊNCIA

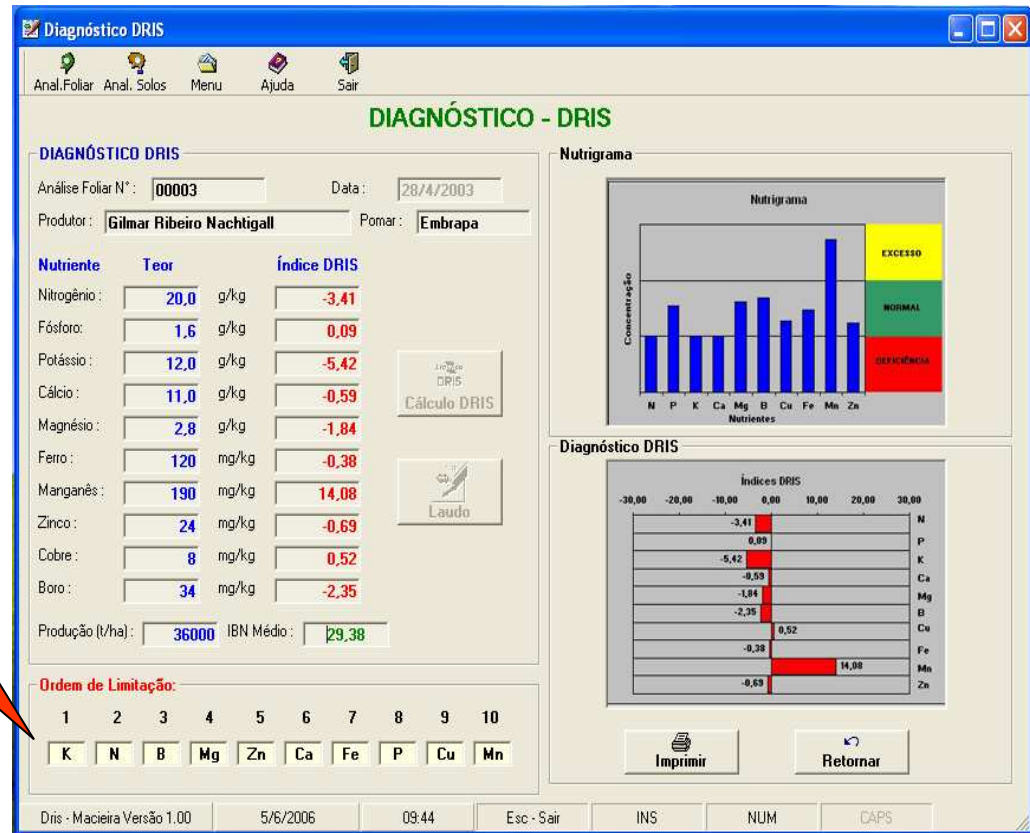
	Baixo	Adequado	Alto
N	26,0		32,0
P	1,3		2,0
K	19,0		25,0
Ca	10,0		15,0
Mg	3,4		4,5
S	1,6		2,0
B	50,0		80,0
Cu	10,0		20,0
Fe	90,0		200,0
Mn	80,0		250,0
Zn	9,0		19,0

## Ordem de Limitação

Embrapa  
Uva e Vinho

DRIS  
Interpretação

Classifica os  
nutrientes  
a partir dos  
valores dos índices  
DRIS

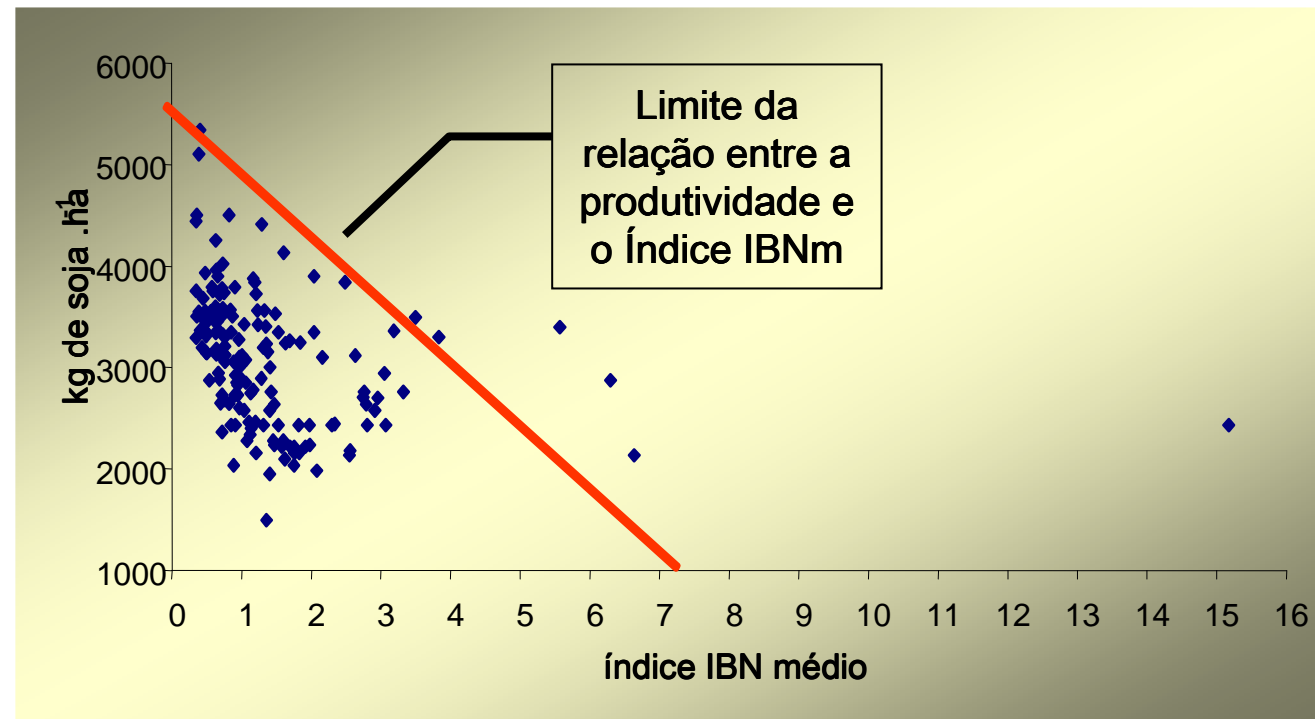


# DRIS VALIDAÇÃO



DRIS  
Validação

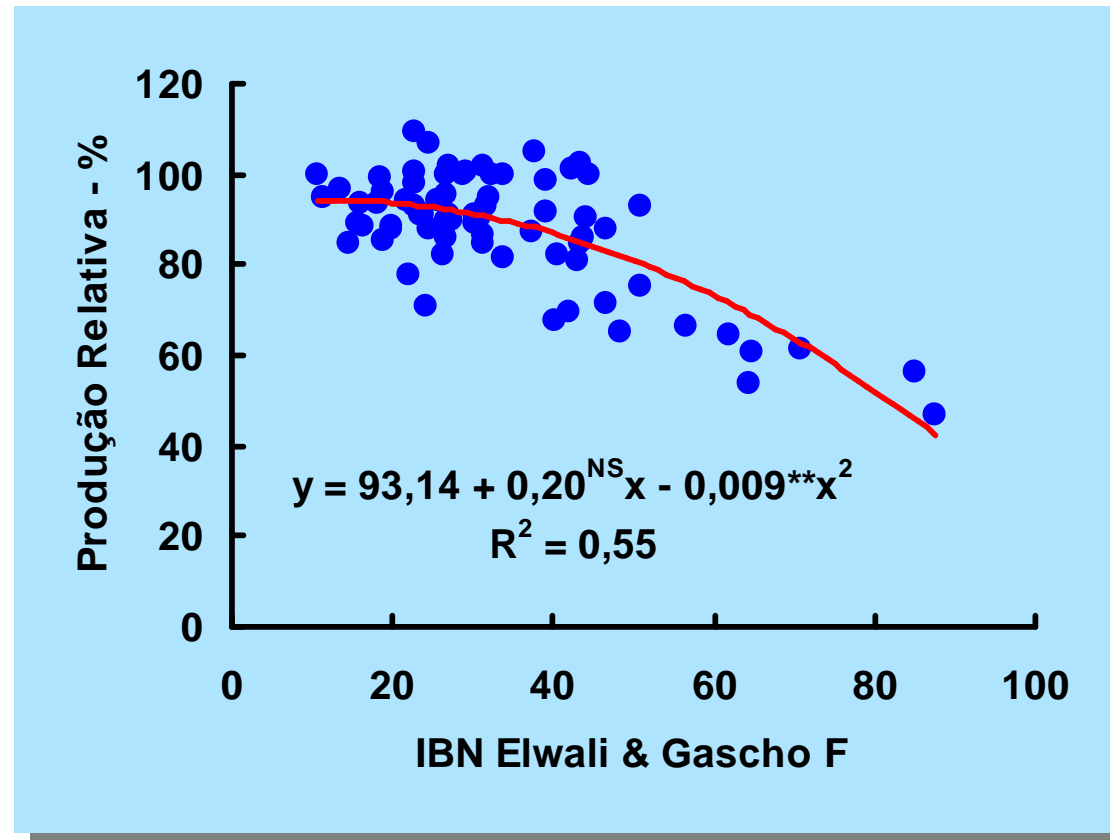
## Relação entre o IBNm e a produção de soja



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

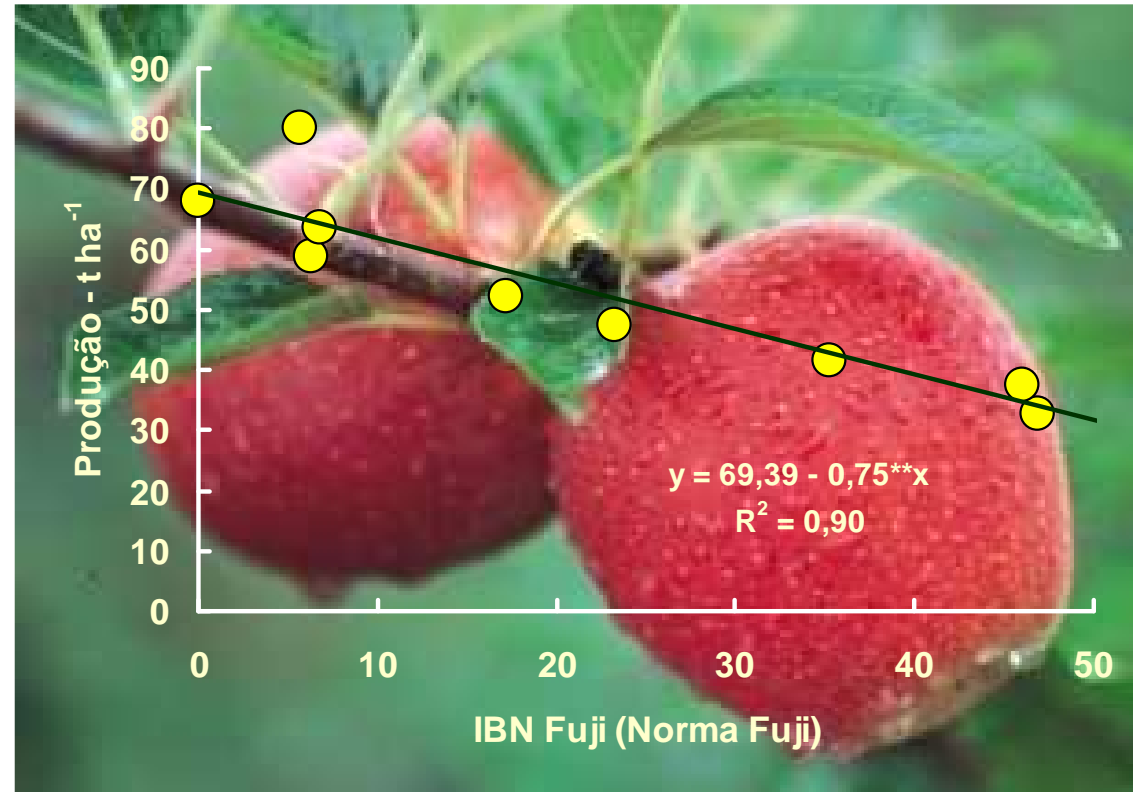


## Avaliação da eficiência do DRIS



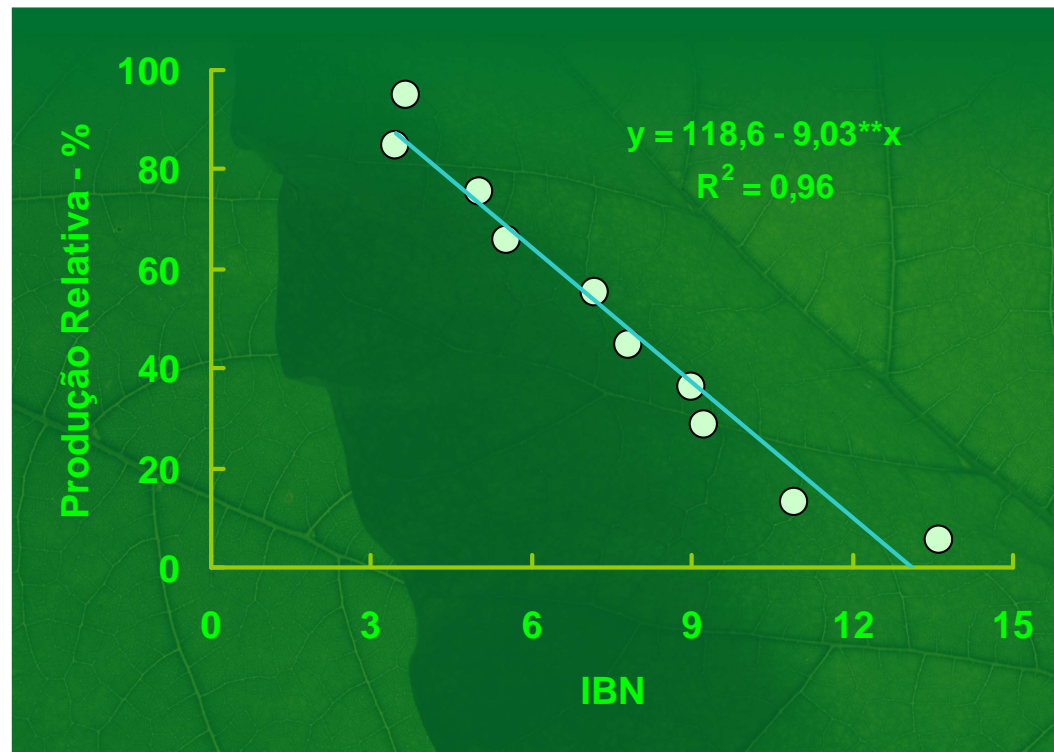
Relação entre a produção de frutos de macieira e os os Índices de Balanço Nutricional (IBN), em função de doses de adubo potássico (Nachtigall, 2004).

## Avaliação da eficiência do DRIS



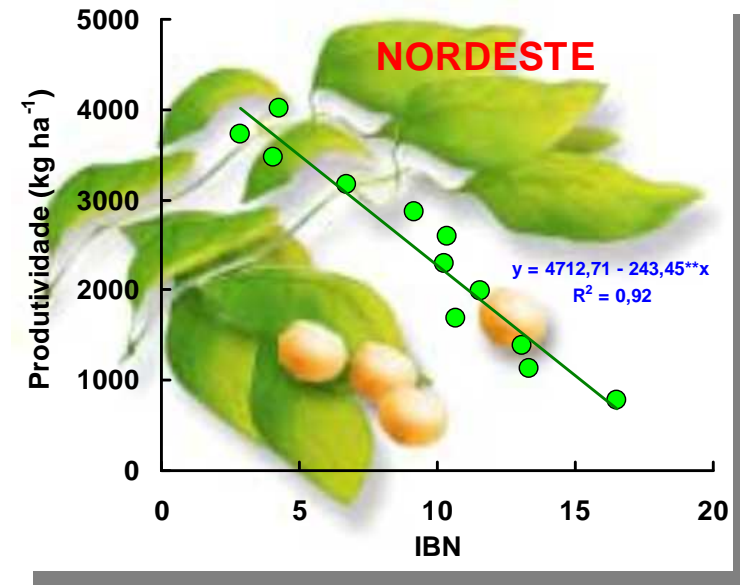
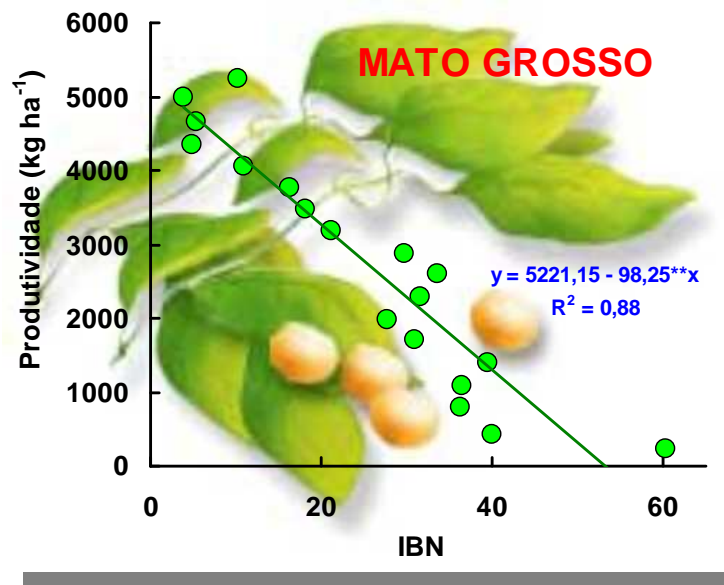
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção de maçã cv. Fuji no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Nachtigall, 2005).

## Avaliação da eficiência do DRIS



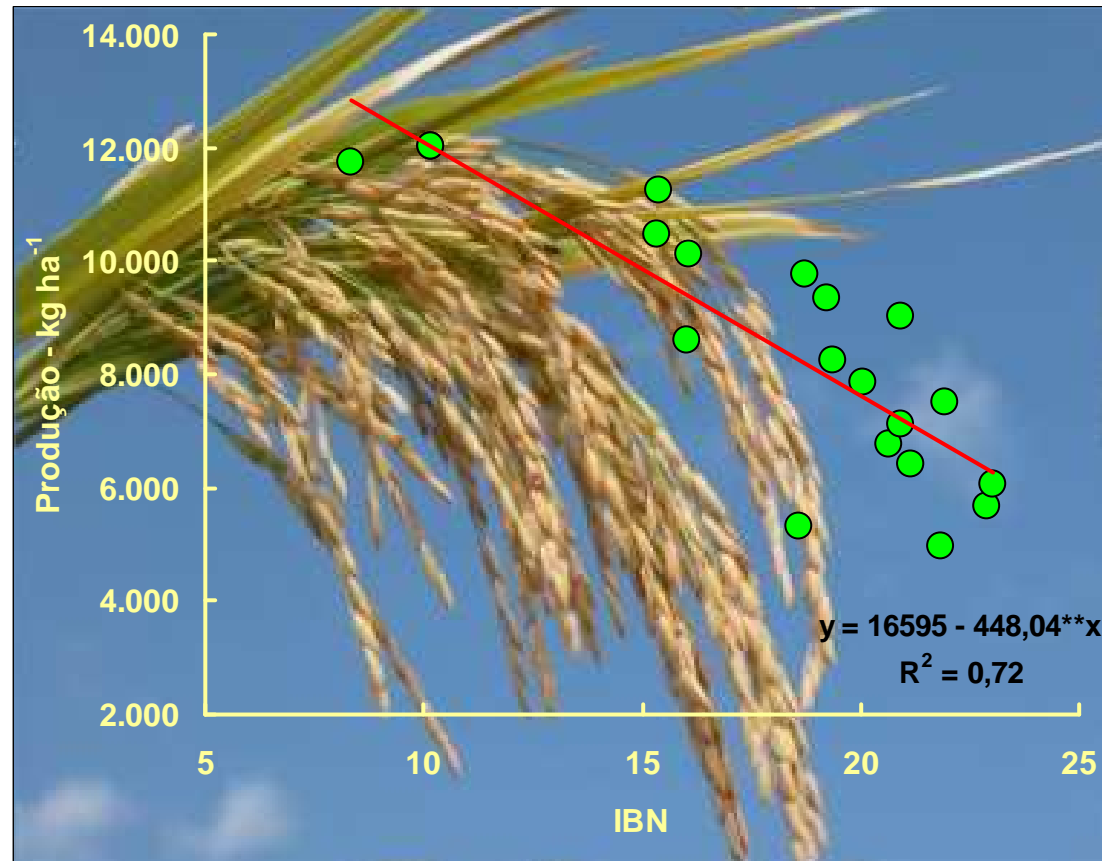
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção relativa do Capim-Braquiária (Silveira et al., 2005).

## 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



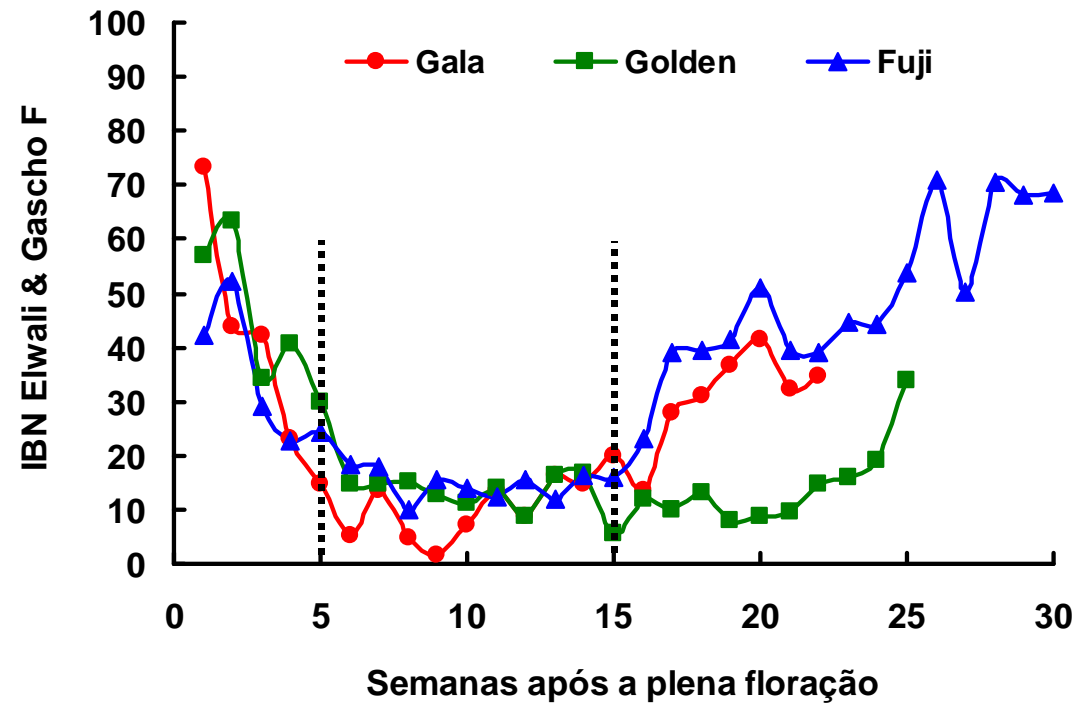
Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

## 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	<b>77,78</b>	<b>65,28</b>	<b>75,00</b>	<b>62,50</b>	<b>73,61</b>	<b>70,83</b>
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
<b>Média</b>	<b>63,75</b>	<b>70,00</b>	<b>64,44</b>	<b>65,14</b>	<b>67,92</b>	<b>82,64</b>

## Avaliação da eficiência do DRIS



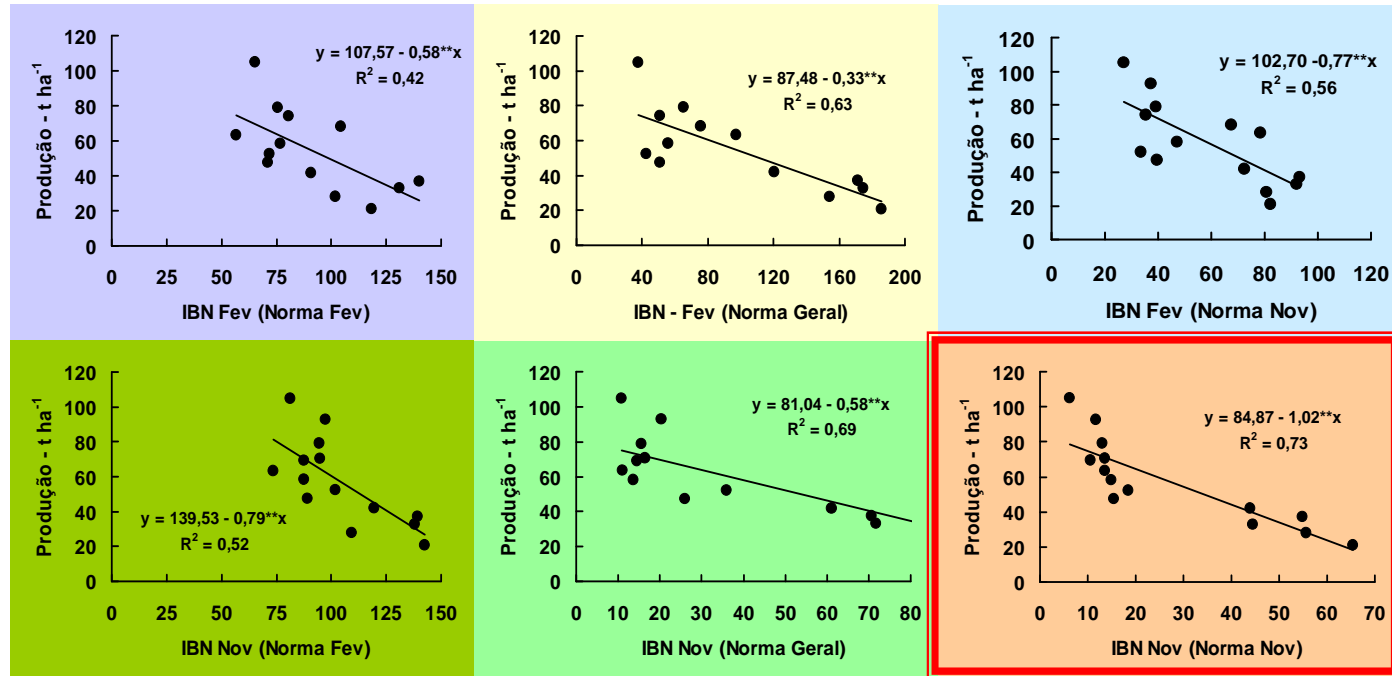
Distribuição sazonal dos Índices de Balanço Nutricional (IBN) pelo método Elwali & Gascho (1984) (Valor F) em folhas de macieira cv. Gala, Golden Delicious e Fuji no período de 1 a 30 semanas após a plena floração.



## Avaliação da eficiência do DRIS

Embrapa  
Uva e Vinho

DRIS  
Validação



Relação entre os valores de IBN e a produtividade (t ha<sup>-1</sup>) 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



Muito  
Obrigado!!!

FIM



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

