



# **CEN 5715 – Avaliação da Fertilidade do Solo e do Estado Nutricional**

**Antonio Enedi Boaretto  
Cássio Hamilton Abreu Junior  
José Lavres Junior**

## **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS**

***(Diagnosis and Recommendation Integrated System)***



**Marcos Antonio Camacho da Silva**





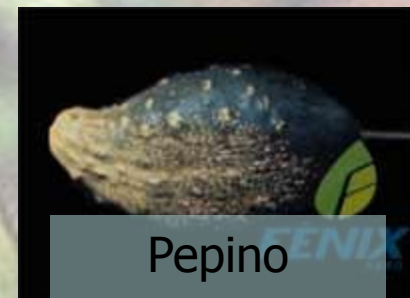
Amendoim



Batata



Milho



Pepino



Sorgo



Soja



- N**
- ✓ Folhas amareladas;
  - ✓ Crescimento diminuído;
  - ✓ Redução no perfilhamento;
  - ✓ Senescência precoce



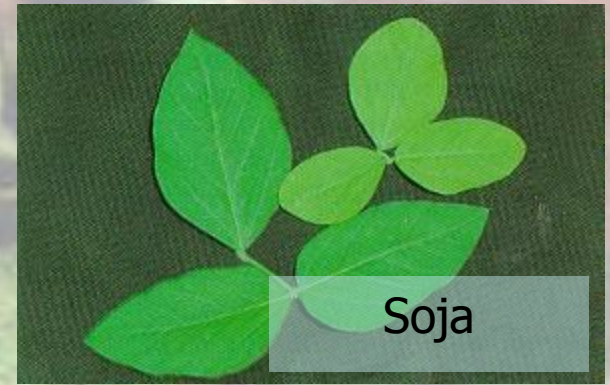
Trigo

Imagem: Propriedade Stoller do Brasil





Algodão



Soja



Milho



Trigo

- P**
- ✓ Cor amarelada das folhas, pouco brilho, cor verde-azulada ou manchas pardas;
  - ✓ Menor perfilhamento e gemas laterais dormentes;
  - ✓ Atraso no florescimento;
  - ✓ Número reduzido de frutos e sementes





Algodão



Milho



Batata



Trigo

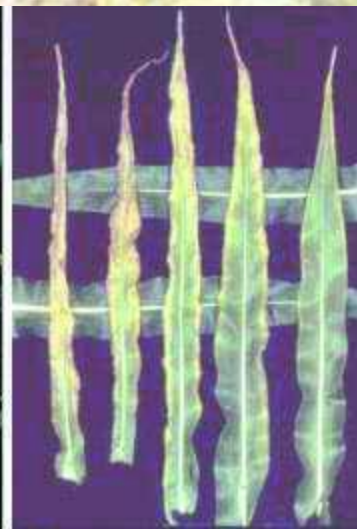
**K**



Tomate



Sorgo



Soja





Batata



Soja



Tomate

# Ca



Imagem Propriedade Stoller do Brasil



Amendoim



IMAGEM PROPRIEDADE STOLLER DO BRASIL



Milho

Imagem Propriedade Stoller do Brasil



Imagem Propriedade Stoller do Brasil

Citros





Algodão



Soja



Batata



Imagem Propriedade Stoller do Brasil

Cana



Tomate



Pepino

Mg



**B**



Imagem Propriedade Stoller do Brasil

Feijão



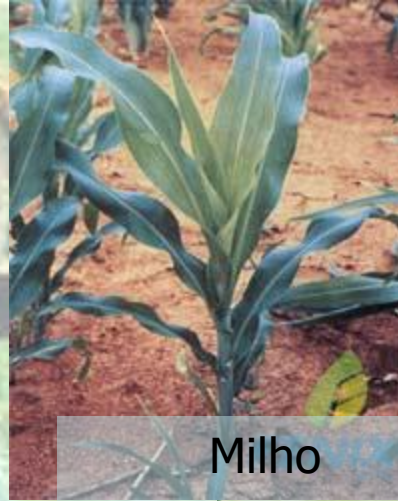
Imagem Propriedade Stoller do Brasil

Citros



Imagem Propriedade Stoller do Brasil

Cana



Milho



Algodão



**S**



Batata





Amendoim



Tomate



Cebola



**Fe**



Feijão



Milho





# Mn



Citros



Feijão



Soja



Milho



Amendoim





Milho



Milho



Feijão



Soja



**Cu**

Soja

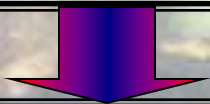


Tomate

**Zn**



*Deficiência ou Excesso*



*Alteração molecular*



*Modificação subcelular*



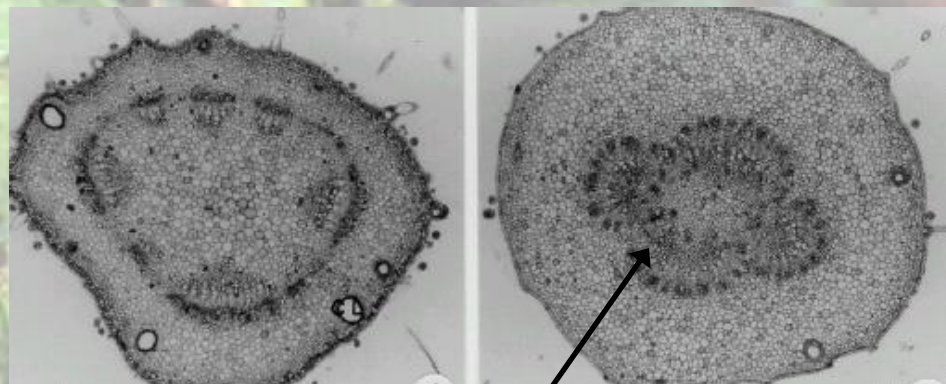
*Alteração celular*



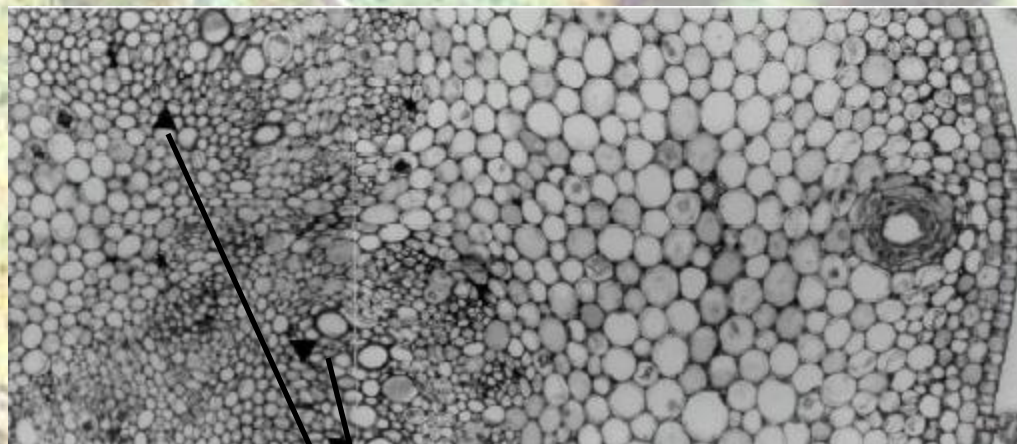
*Modificação no tecido*

+ B

- B



**Hiperatrofia dos vasos**



**Desordens de células**



# Diagnose visual e Diagnose foliar





# E.R. Beaufils (1973)

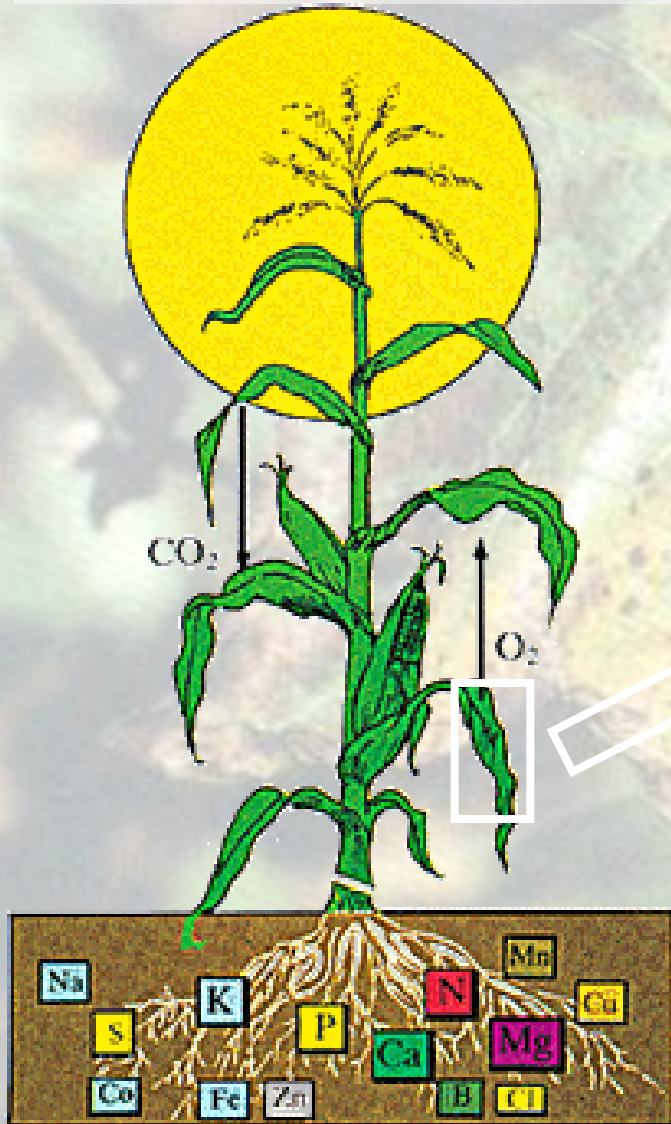
University of Natal - Pietermaritzburg



UNIVERSITY OF  
KWAZULU-NATAL



# Diagnose foliar



Estabelecer relações entre o teor de nutriente na parte amostrada (folha) com o total de nutriente na planta como um todo



# DRIS - objetivos

- i. Aumento da flexibilidade e rapidez em trabalhos de pesquisa, economizando tempo e dinheiro;
- ii. Resolver problemas através de observações e estudos, quando ocorrerem;
- iii. Possibilidades ilimitadas para aprofundamento das investigações e aumento da aplicação dos resultados



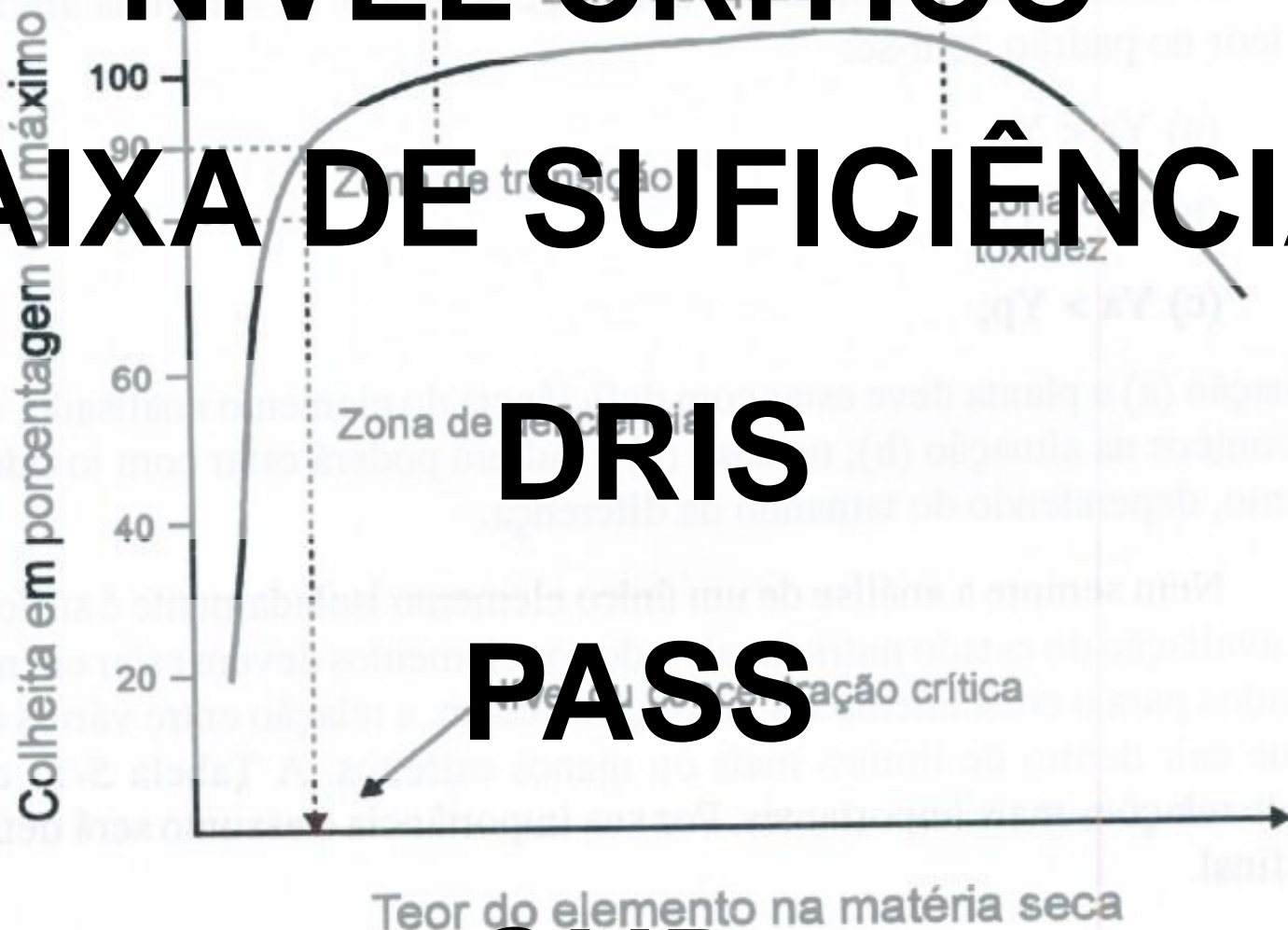
# NÍVEL CRÍTICO

# FAIXA DE SUFICIÊNCIA

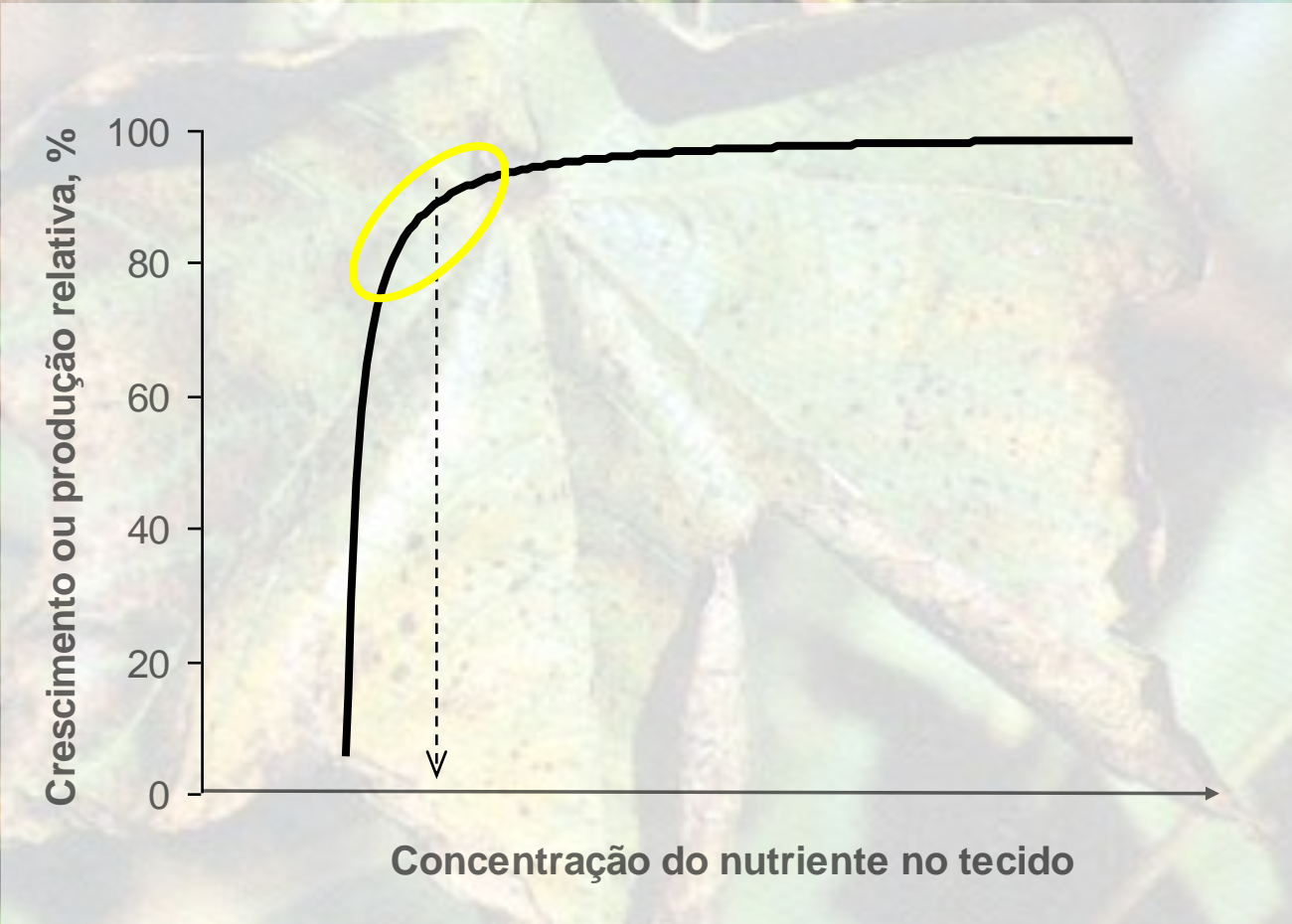
# DRIS

# PASS

# CND









# • Porque utilizar o DRIS?

- Forma de encontrar a FS ou NC – experimentos são onerosos e demorados... até hoje!
- A análise univariada definirá um nutriente, por vez, indicando sua condição no tecido vegetal.

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					
<b>Silva e Raij (1996)<sup>1</sup></b>	<b>35-43</b>	<b>2,5-4,0</b>	<b>15-25</b>	<b>20-35</b>	<b>3-8</b>	<b>4-8</b>
<b>Silva (1995)<sup>2</sup></b>	<b>35</b>	<b>2,5</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>4</b>



# Interações entre nutrientes

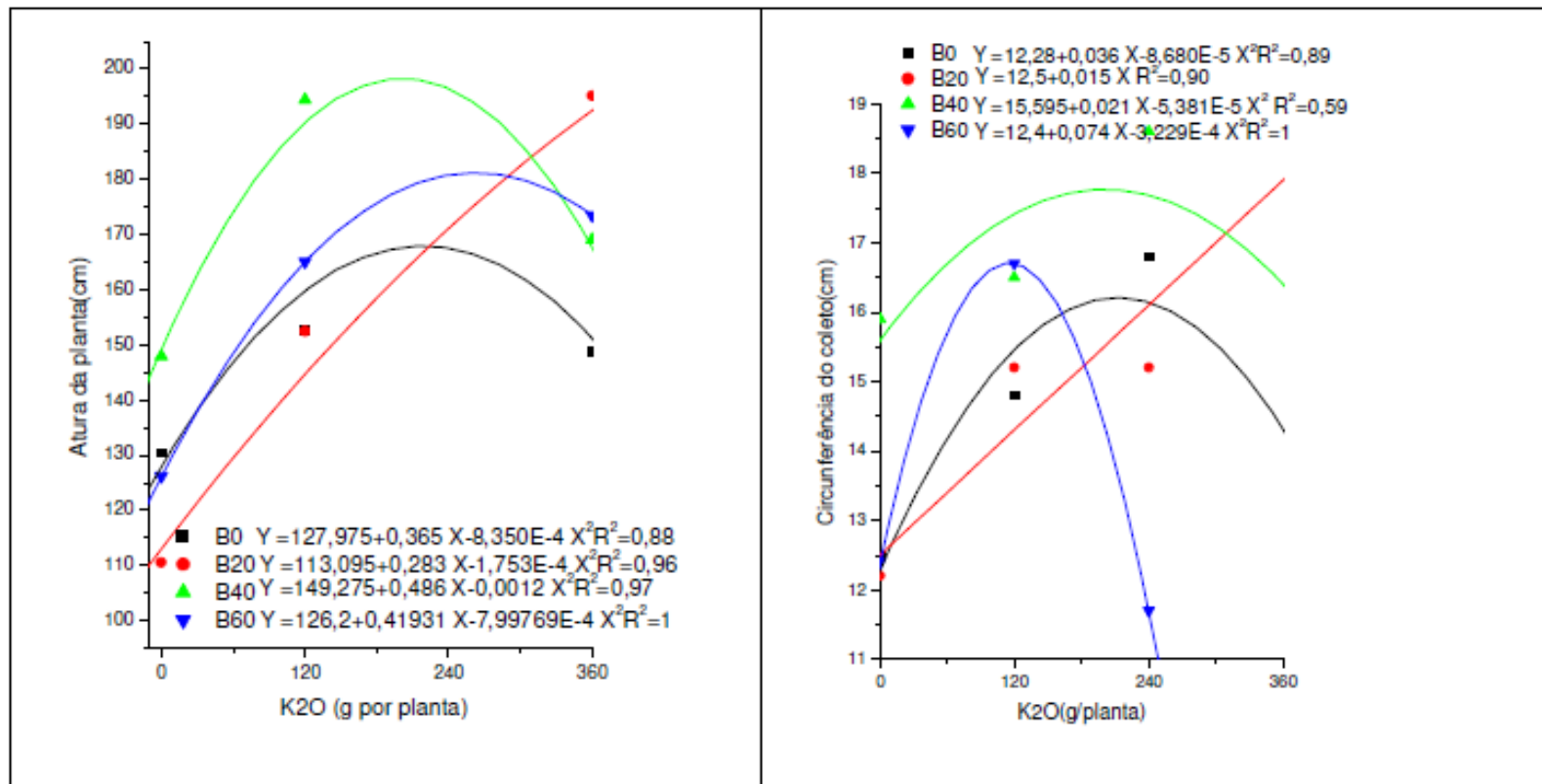


FIGURA 2 - Efeito da interação das doses de potássio e de boro na altura de plantas (A) e na circunferência do coleto (B) com dois anos de idade em açaizeiros.

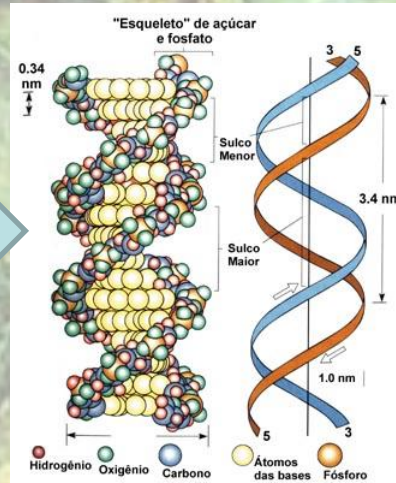


# Outros fatores que resultaram em diferentes fenótipos...



Eutric Cambisol

Ah ócrico  
Bw cámbico  
C



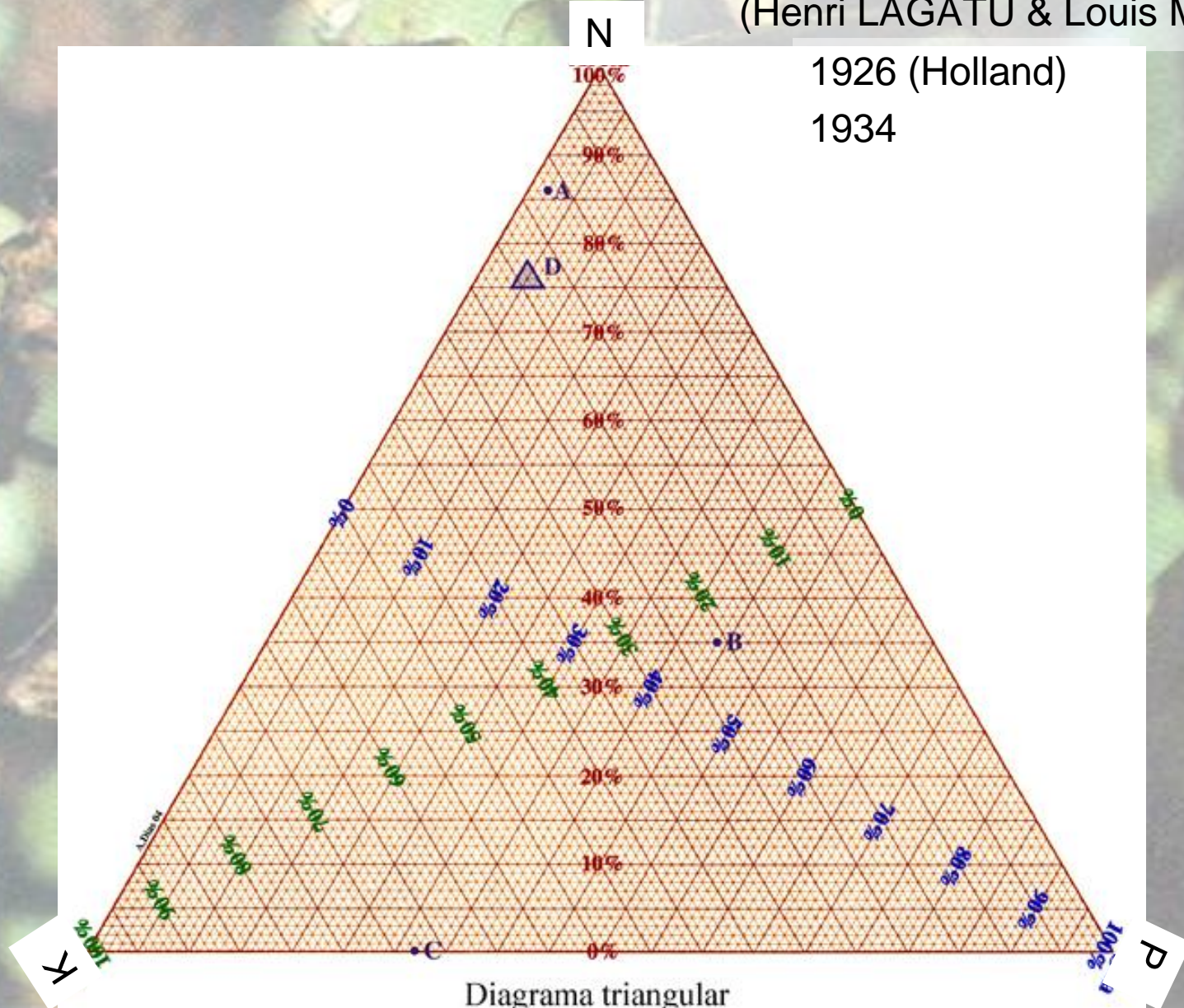


- *Le diagnostic foliare*

(Henri LAGATU & Louis MAUME)

1926 (Holland)

1934





*The interpretation of leaf analyses -  
D. A. Holland (1966)*

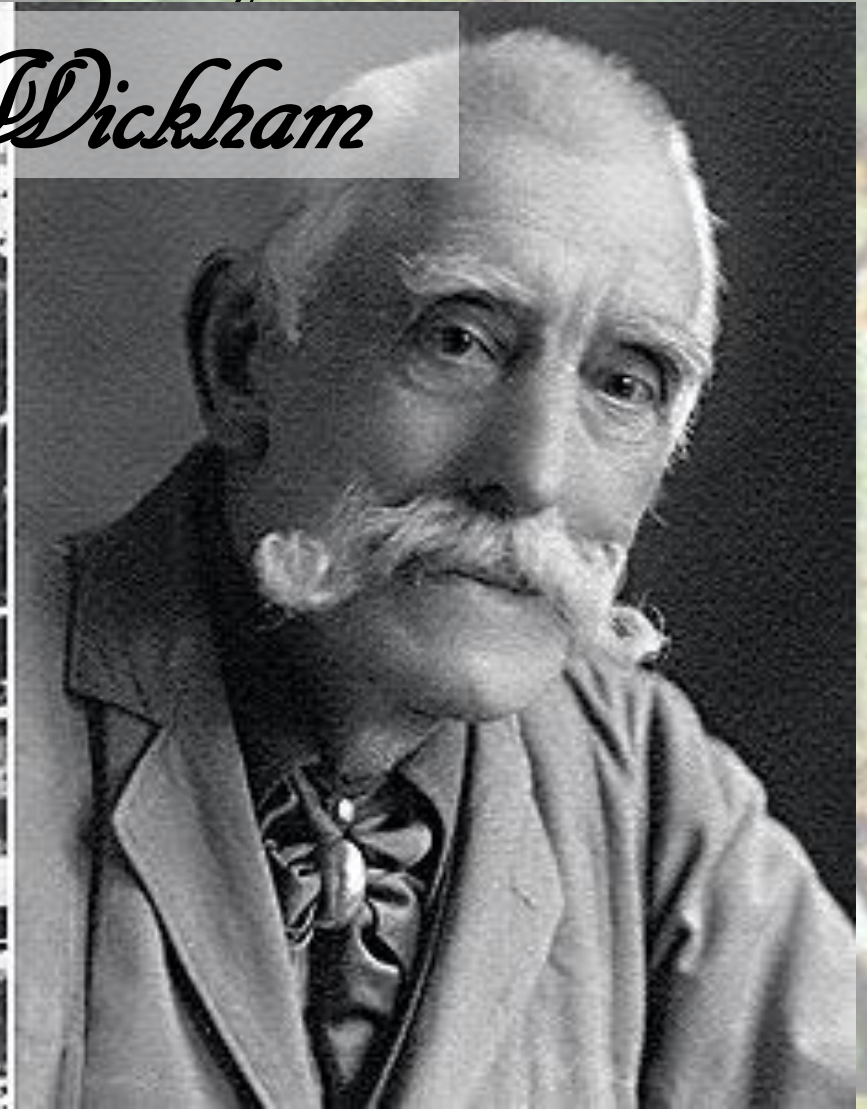
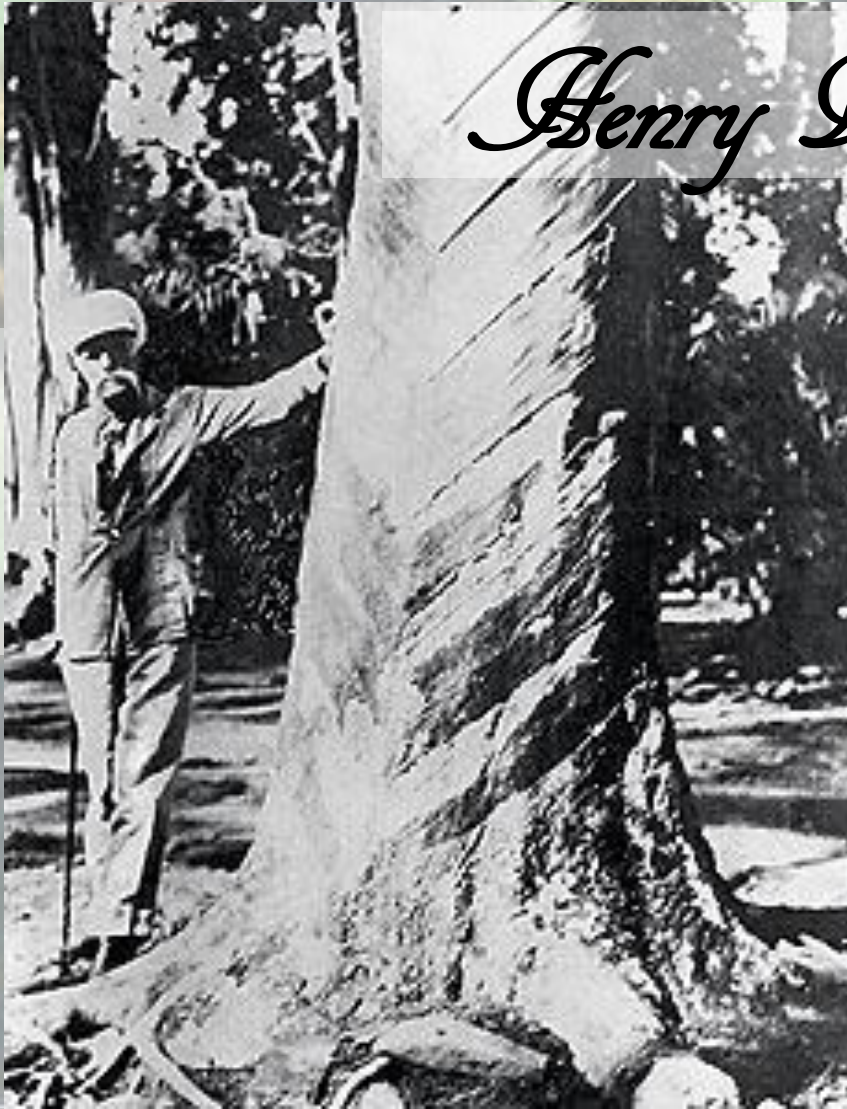
- Univariada
- Bivariada – Beaufils (1953 – 1959)
- Trivariada – Lagatu & Maume (1926 – 1934), Thomas (1930-), Prévot & Olagnier (1950-);
- Multivariada:
  - Análise de Componentes Principais (PCA)



*Le diagnostic physiologique -*

*E. R. Beaufrès*

*Henry Dickham*





# *D.R.I.S - Beaufils (1973)*

Num trabalho anterior (Beaufils, 1971), foi indicado que as normas calibradas poderiam ser usadas irrestritamente na diversas condições, por exemplo, em qualquer lugar e todos os estágios de desenvolvimento da planta, bem como em qualquer condição ambiental

*BEAUFILS, E.R., 1971. Physiological Diagnosis – A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. FSSA Journal, n. 1, p. 1.*

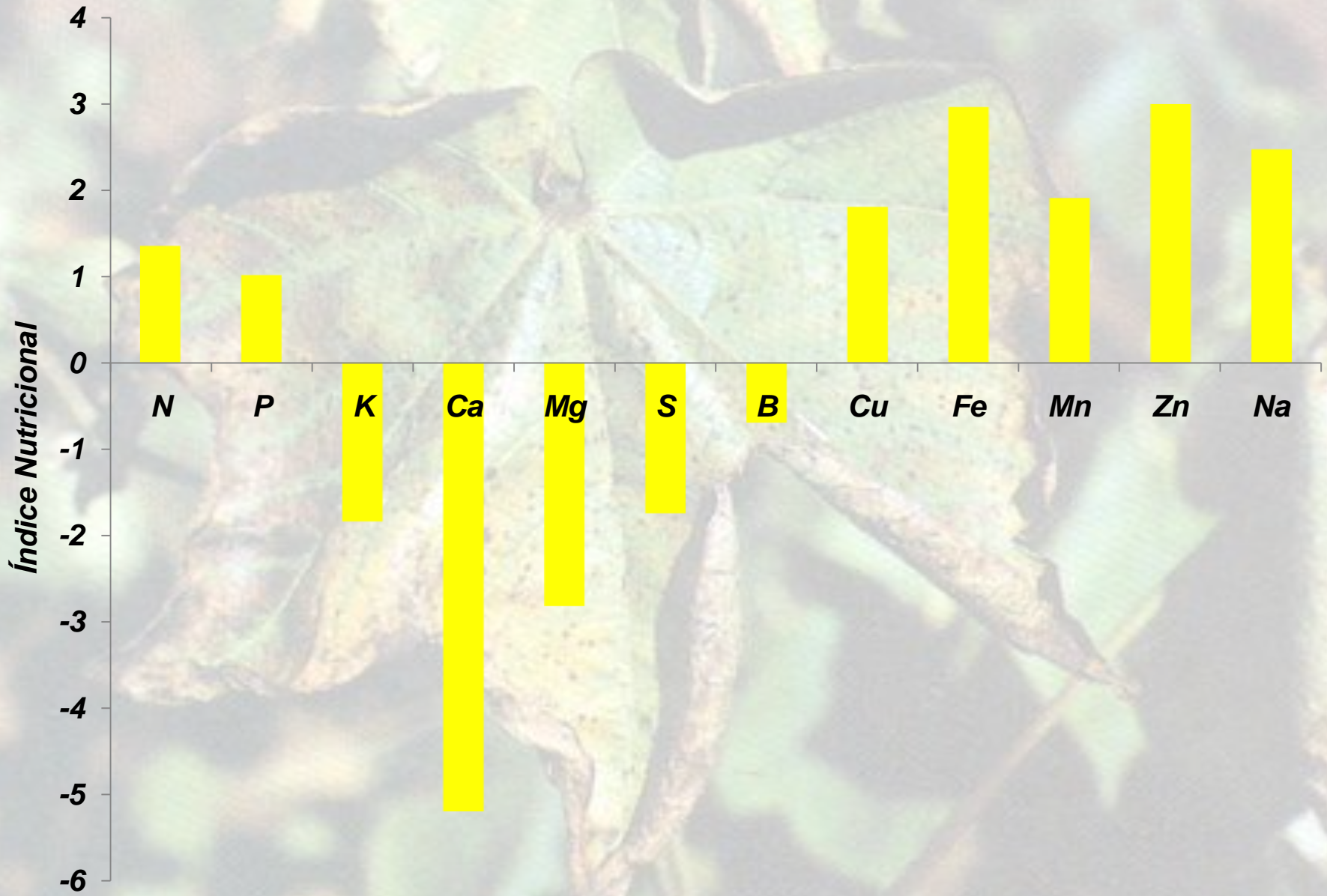


# Índice nutricionais

O índice nutricional demonstra a ordem de limitação dos nutrientes, no momento em que foi realizada a amostragem.

É calculado um índice nutricional por nutriente, por exemplo, IN, IP, IK, ICa, IMg, IS, IB, ...







# Calculando os índices...

Para o cálculo dos índices, deve-se antes calcular as funções das relações, sendo que as funções são calculadas em função da norma DRIS.

*A norma DRIS é o primeira passo para trabalhar com o método, ou seja, o sistema só pode ser aplicado quando houver as normas para uma determinada cultura/variedade para uma região, dentro de um nível tecnologico num mesmo sistema de cultivo.*



# A escolha da relação

*A relação entre dois parâmetros (N e P, por exemplo), só aparecerão uma vez: N/P ou P/N*

*Beaufils destaca que a variância das relações de baixa e média produtividade deve ser explorada, pois o estudo deve levar em consideração 3 subpopulações: baixa, média e alta produtividade.*

*Espera-se a distribuição normal das relações, sendo este um critério para escolha das mesmas.*



## *Índice de Cobre*

$$ICu = \sum f(Cu/xx) - \sum f(xx/Cu)$$

*Ou seja*

*Soma as funções que o nutriente (neste caso, o cobre) está no numerador e subtrai as funções que o nutriente está no denominador*



**Tabela 4. Normas DRIS para a população de plantas de algodoeiro avaliada**

Relação	Média	Desvio padrão	Valor		Relação	Média	Desvio padrão	Valor	
			<i>r</i>	<i>F</i>				<i>r</i>	<i>F</i>
N/Mg	7,427	1,382	X		S/P	1,257	0,408	X	X
N/S	9,162	3,339		X	S/K	0,265	0,082		X
N/B	0,716	0,217	X	X	S/Mg	0,932	0,414	X	X
N/Cu	4,671	1,739		X	S/B	0,087	0,036	X	X
N/Fe	0,207	0,098		X	S/Fe	0,025	0,013	X	X
N/Mn	0,766	0,301	X		S/Mn	0,095	0,049	X	X
P/N	0,100	0,021	X	X	S/Zn	0,126	0,034	X	X
P/K	0,216	0,039		X	B/P	15,106	2,975	X	



# O que são as normas???

É a média e o desvio padrão das relações escolhidas para a população de referência.

*A população de referência é escolhida em função de suas características, tidas como superiores.*

*Pode ser produtividade ou qualidade do produto final ou de geração de outros produtos.*

*Exemplo: valor nutricional, ganho de peso animal, teor de açúcar, produção de metabólitos desejáveis, etc....*



**1º Passo** – Definir as características que são interessantes numa espécie vegetal;

**2º Passo** – Conseguir os dados (experimentos ou dados comerciais). O número de dados maiores são melhores para a aplicação do sistema

**3º Passo** – Separar seus dados em sub-populações (indicou-se de 2 a 7). Para separar utiliza-se teste estatística (Teste de Fisher)

**4º Passo** – Calcular as relações e verificar a normalidade dos dados. A escolha da relação é feita em função da variação dos dados

**5º Passo** – Estudo das relações

**6º Passo** – Recomendação



# Beaufils (1973)

$f(A/B)=$

$$\left[ 1 - \frac{A/B_r}{A/B_a} \right] \cdot \frac{100 \cdot k}{cv}$$

se  $A/B_a < A/B_r$ ;

0

se  $A/B_a = A/B_r$ ;

$$\left[ \frac{A/B_a}{A/B_r} - 1 \right] \cdot \frac{100 \cdot k}{cv}$$

se  $A/B_a > A/B_r$ ;

$f(A/B)=$

Função da relação entre nutrientes: N/P, N/K, B/S...  
A relação entre dois nutrientes (N e P, por exemplo), aparecem somente uma vez (ou N/P ou P/N)



Relação do nutriente na  
norma (ou população  
de referência)

Constante  
sensibilidade  
de

$$\left[ \frac{A / B_r}{A / B_a} \right] \cdot \frac{100 \cdot k}{cv}$$

Relação do nutriente na  
amostra

Coefficiente de variação  
da norma (população  
de referência)



# O IBN

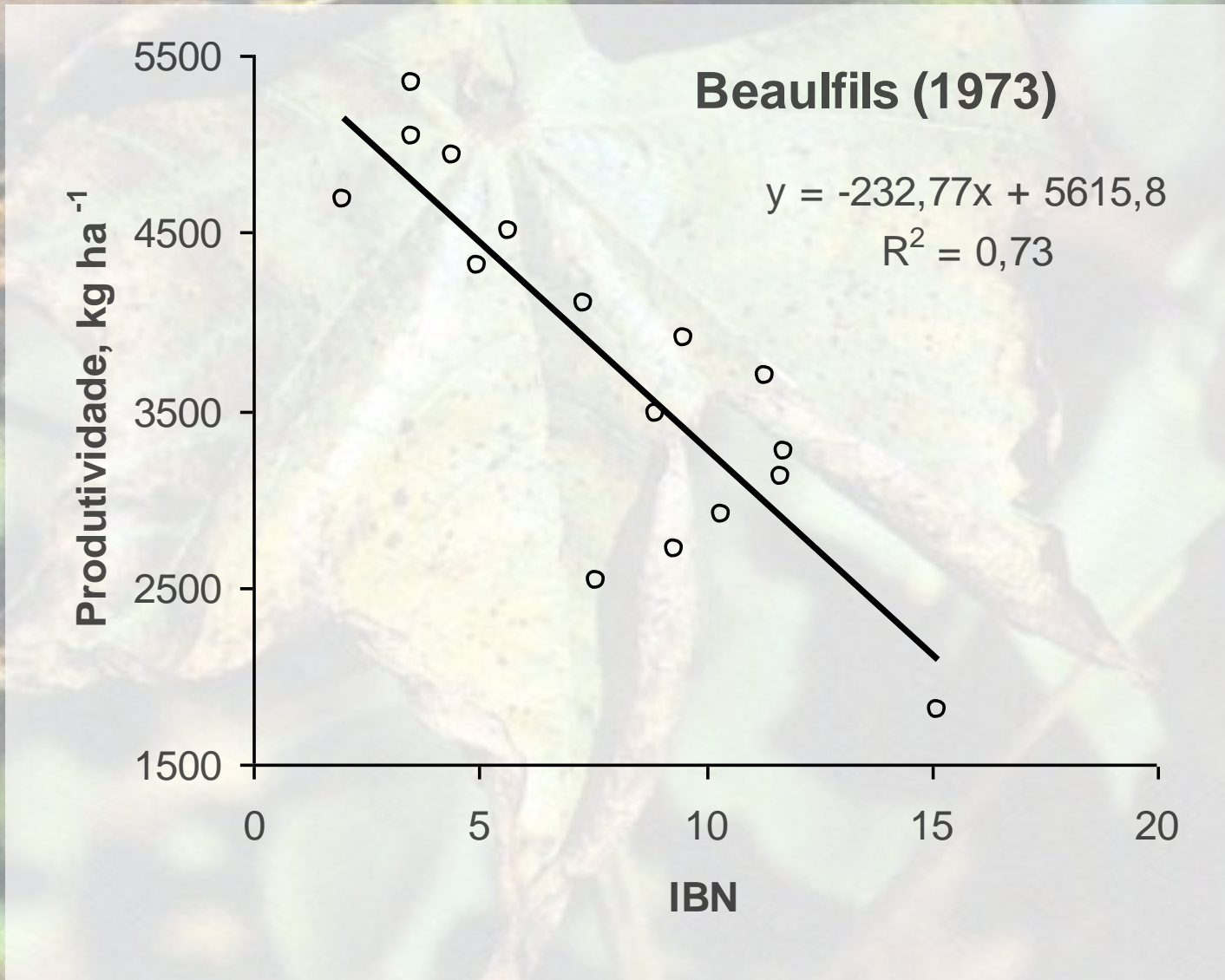
$$IBN = \sum |IN \text{ individuais}|$$

*O IBN irá representar o desbalanço geral, sendo que quanto maior o IBN, maior o desbalanço;*

*De acordo com o sistema, espera-se que quanto maior o IBN, menor seja a produtividade ou característica avaliada, uma vez que o desbalanço nutricional ocasionaria um colapso bioquímico na cultura que “prejudicaria” o desenvolvimento da mesma.*



# IBN – Índice de balanço nutricional





# A proposição de Jones

*Jones (1981)*

$$f(A/B) = \left[ A / B_a - A / B_r \right] \cdot \frac{k}{S}$$



**Beaufils (1971)**

$$cv = \left( \frac{s}{A/B} \right) \times 100$$

$$f(A/B) = \left( \frac{(a/b)}{(A/B)} - 1 \right) \times \left( \frac{100 \times k}{cv} \right)$$

$$f(A/B) = \left( \frac{a/b}{A/B} - 1 \right) \times \left( \frac{100 \times k}{\left( \frac{s}{A/B} \right) \times 100} \right)$$

$$f(A/B) = \left( \frac{a/b}{A/B} - 1 \right) \times \left( \frac{k \times (A/B)}{s} \right)$$

$$f(A/B) = \left( \frac{(a/b) \times k \times (A \times B)}{(A \times B) \times s} \right) - \left( \frac{k \times (A/B)}{s} \right)$$

$$f(A/B) = \left( \frac{(a/b) \times k}{s} \right) - \left( \frac{k \times (A/B)}{s} \right)$$

**Jones (1981)**

$$f(A/B) = \left( (a/b) - (A/B) \right) \times \frac{k}{s}$$



# A proposição de Ewali e Gascho (1984)

$$f(A/B) =$$

$$\left[ 1 - \frac{A/B_r}{A/B_a} \right] \cdot \frac{100.k}{cv}$$

$$\text{se } A/B_a < (A/B_r - s);$$

0

$$\text{se } (A/B_r - s) \leq A/B_a \leq (A/B_r + s);$$

$$\left[ \frac{A/B_a}{A/B_r} - 1 \right] \cdot \frac{100.k}{cv}$$

$$\text{se } A/B_a > (A/B_r + s);$$



# O valor F (Letzsch, 1985)

$$\frac{s^2(A/B)_{PD}}{s^2(A/B)_{BP}} \geq \frac{s^2(B/A)_{PD}}{s^2(B/A)_{BP}}$$

População  
de  
referência

População de  
baixa  
produtividade

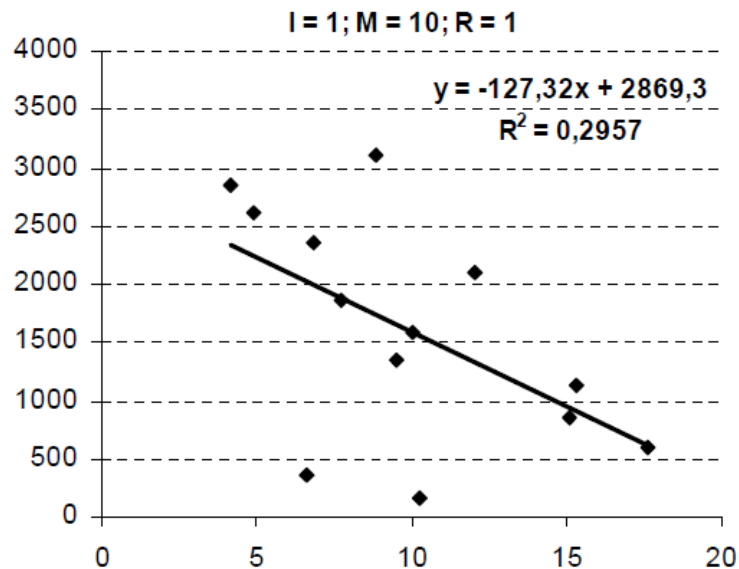
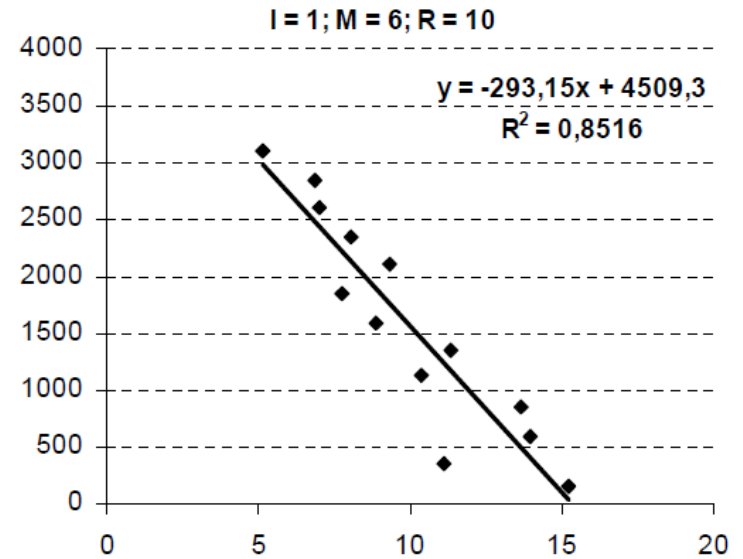
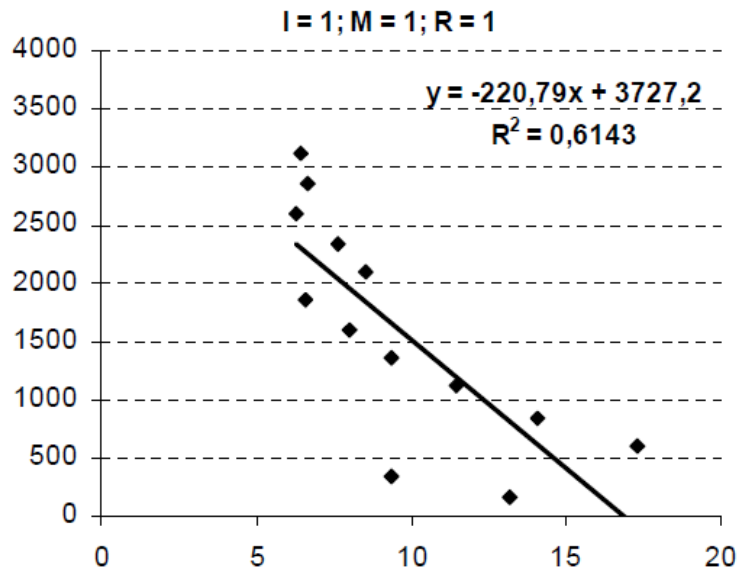


# O valor $r$ (Nick, 1999)

Correlação entre a relação (A/B ou B/A) com a produtividade;  
O maior valor de  $r$  (coeficiente de correlação de Pearson) determina, indiferente da probabilidade.



# O valor k





# Interpretação do IBN

Potencial de resposta à adubação

Negativo

$$|I_{Nut}| > IBN_m$$

Neutro

$$I_{Nut} > 0$$

Positivo

$$|I_{Nut}| > IBN_m$$

$$I_{Nut} < 0$$

$$IBN_m = \frac{IBN}{z}$$

$I_{Nut}$  é o índice DRIS para o nutriente estudado;

$IBN_m$  é o índice de balanço nutricional médio

$z$  é o número de nutrientes avaliados



# A proposição de Wadt

***Divisão dos nutrientes em grupos MAF, MAR, MIF e MIR;***

***MAF***

***Se  $A/B > a/b = \text{Beaufils (1973)}$ ;***

***Se  $A/B < a/b$***

$$f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times \left( \frac{a/b}{A/B} \right)$$

**MAR**

$$\text{se } A/B < a/b: f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times \left( \frac{A/B}{a/b} \right);$$

$$\text{se } A/B > a/b: f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times \left( \frac{a/b}{A/B} \right)$$



# MIF

$$\text{se } A/B < a/b: f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times \left( \frac{a/b}{A/B} \right);$$

se  $A/B > a/b$  e para nutriente com potencial de efeito tóxico quando em excesso:

$$f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times \left( \frac{A/B}{a/b} \right);$$

se  $A/B > a/b$  e para nutriente sem potencial de efeito tóxico quando em excesso:

$$f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times 1.$$

# **MIR**

**Se  $A/B < a/b$**

$$f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times 1$$

**Beaufils (1971) ou Jones (1981);**

**Se  $A/B > a/b$**


$$f(A/B) = \left( \frac{A/B - a/b}{S_{(a/b)}} \right) \times k \times \left( \frac{A/B}{a/b} \right)$$



1. *Estabelecimento de faixas de suficiência para a cana pelos métodos chance matemática, curva normal e DRIS para a cana-de-açúcar;*
2. *Estabelecer e comparar normas DRIS para a laranjeira Pera;*
3. *Estabelecimento de faixas de suficiência para a cana pelos métodos chance matemática, curva normal e DRIS para o algodoeiro;*
4. *Estabelecimento de faixas de suficiência para a cana pelos métodos chance matemática, curva normal e DRIS para a laranjeira Pêra;*
5. *Teste dos valores de  $k$  para laranjeira Pêra;*
6. *Teste dos valores de  $k$  para algodoeiro;*

7. *Teste dos valores de k para cana-de-açúcar;*
8. *Testar comportamento do IBN por deficiências e excessos (Beaufils, 1973)*
9. *Testar comportamento do IBN por deficiências e excessos (Ewali & Gascho, 1984)*
10. *Testar comportamento do IBN por deficiências e excessos (Beaufils, 1971)*
11. *Comparar log-transformação das normas para algodão, cana e laranja*





[www.dris.com.br](http://www.dris.com.br) (*analise pelo DRIS*)



# Muito obrigado!



**Marcos Antonio Camacho da Silva**  
**Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul**  
**camacho@uems.br**

