



INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

# VI SIMPÓSIO REGIONAL IPNI BRASIL - BPUFs

## OTIMIZAÇÃO NA APLICAÇÃO DE CORRETIVOS AGRÍCOLAS E FERTILIZANTES

*Prof. Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz*  
AGRARIAS/FZEA/USP

USP



# AGRADECIMENTOS

DOURADOS - MS



INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

# MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO

## ESCOLHA DO FERTILIZANTE



# 6º APLICAÇÃO

**CANA**



**VIZINHO**

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO**

**“BOAS PRÁTICAS PARA O USO DOS FERTILIZANTES - BPUFs”**

# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

*Diagnóstico através da Planta no Campo*



**Tecnologia de Aplicação**

**1) MÁQUINAS  
APLICADORAS**

**4) NUTRIÇÃO E  
ADUBAÇÃO  
DAS PLANTAS**

**TECNOLOGIA DE  
APLICAÇÃO**

**2) CORRETIVOS  
E  
FERTILIZANTES**

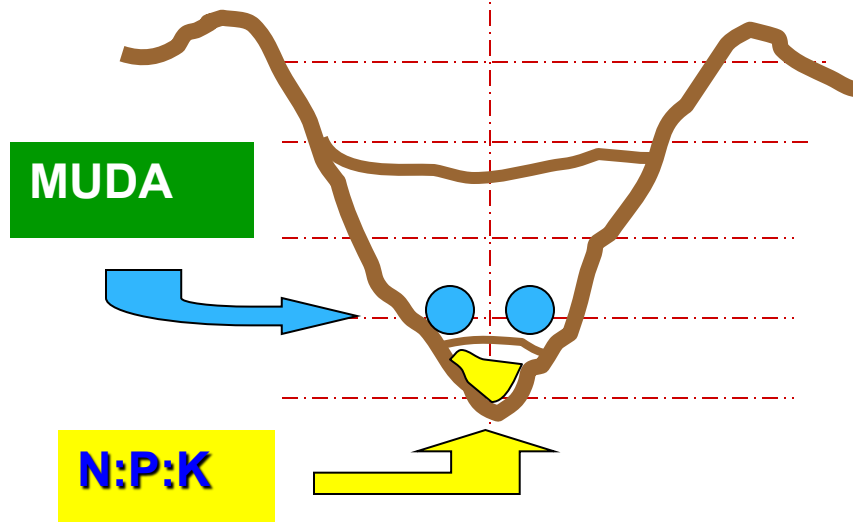
**3) FERTILIDADE  
DO SOLO**

# Tecnologia de Aplicação:

**QUANTO?** **QUANDO?** **COMO?** **ONDE?**

**NUTRIÇÃO DA PLANTA**

**FERTILIDADE DO SOLO**



**ADUBAÇÃO**

PLANTA  
SOLO  
ADUBO  
MÁQUINA

**FATOR “f” DE  
EFICIÊNCIA**

**OTIMIZAÇÃO**

**TÉCNICO**

LOCALIZAÇÃO - DISPONIBILIDADE  
CONTATO ION X RAÍZ - ABSORÇÃO  
SOLUBILIZAÇÃO – CONDIÇÕES DE pH

**OPERACIONAL**

**ÉPOCA DE PLANTIO “TIMELESS”**

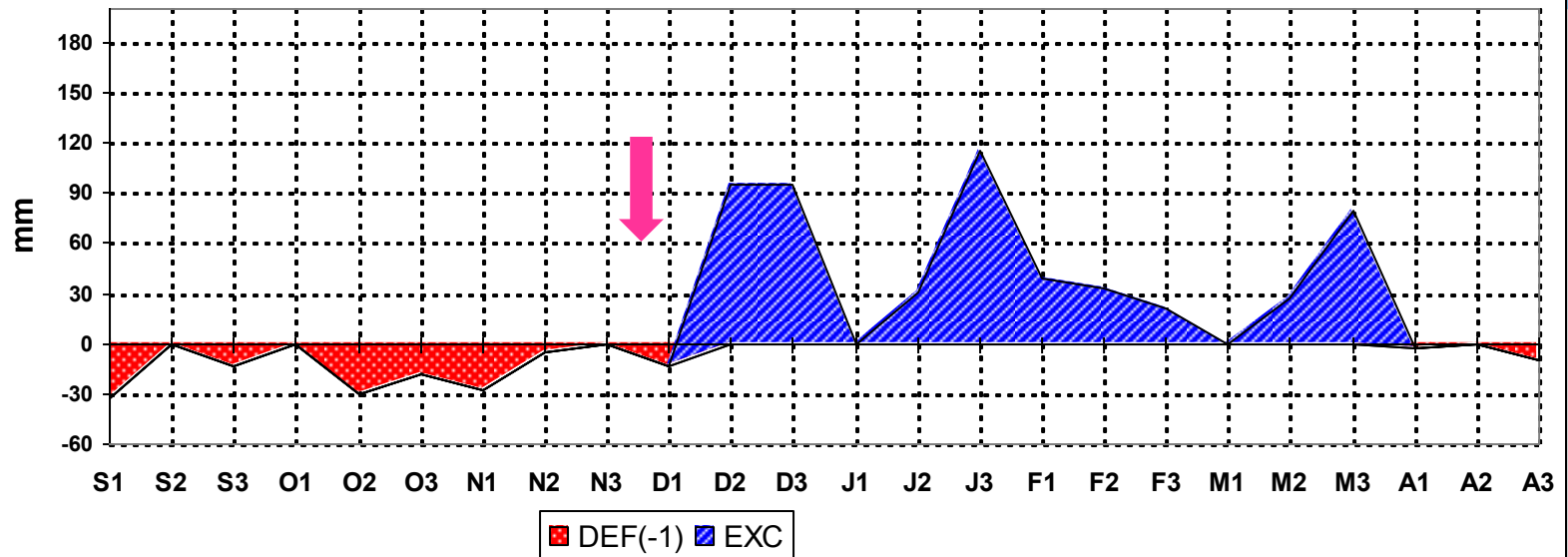




# PLANTIO DE MILHO 3º DECÊNIO DE NOVEMBRO

Far D.

## Extrato do Balanço Hídrico - Fazenda Beija Flor I

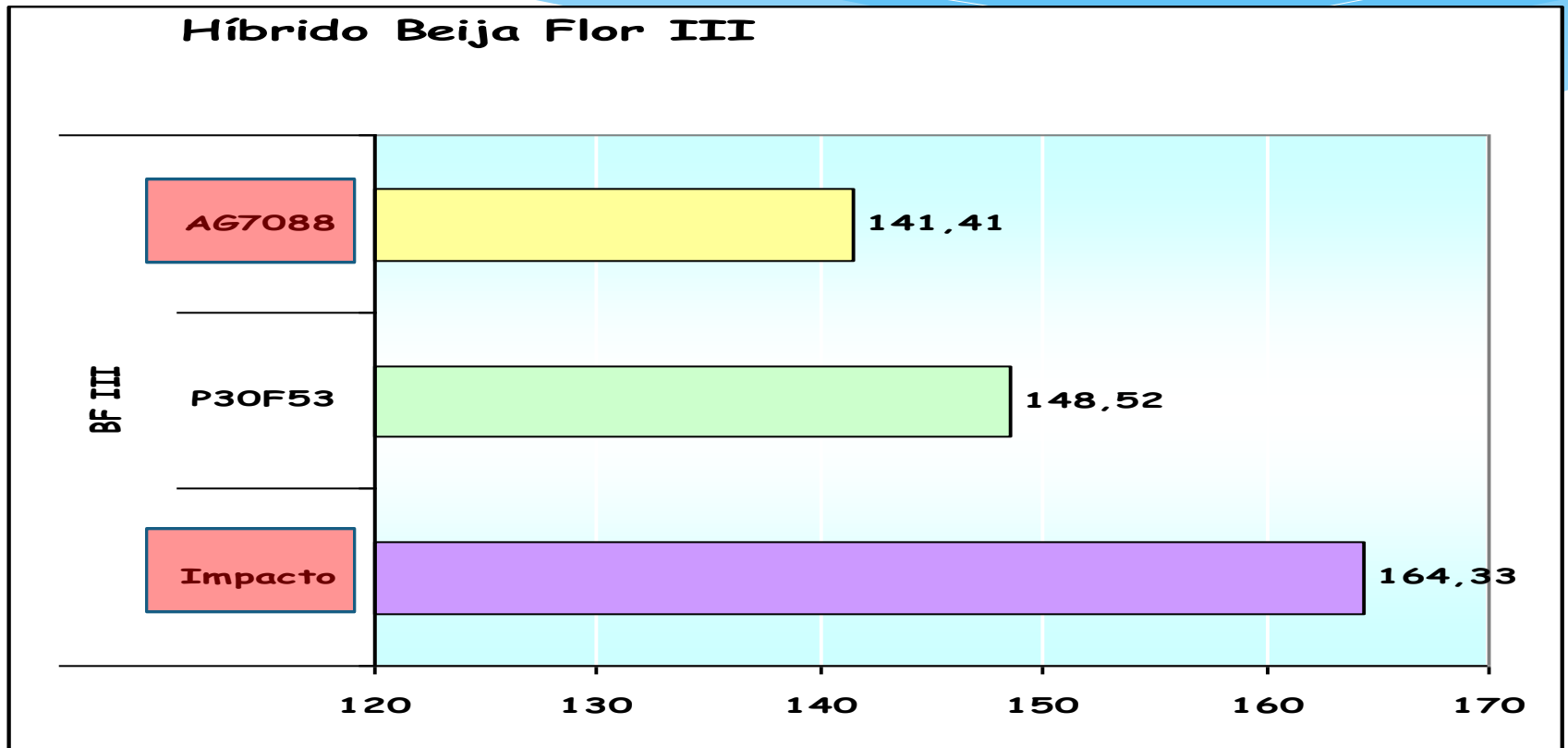


# MILHO

**VALOR MÉDIO = PERDA DE 42 kg/ha.dia**  
**Época: a partir de 1º de novembro**



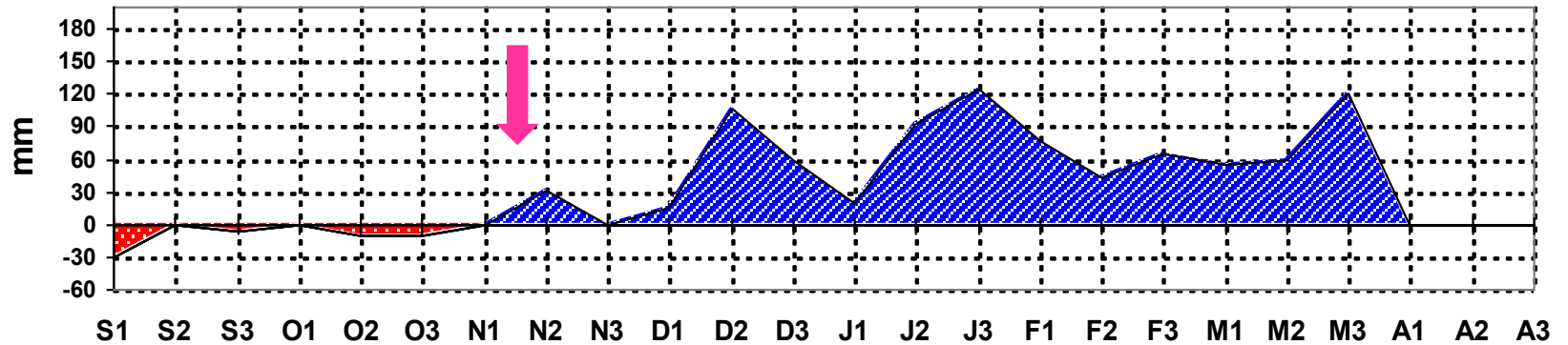
# Híbrido do Beija Flor III - 151,42 sc/ha





# PLANTIO DE MILHO 1º DECÊNDIO DE NOVEMBRO

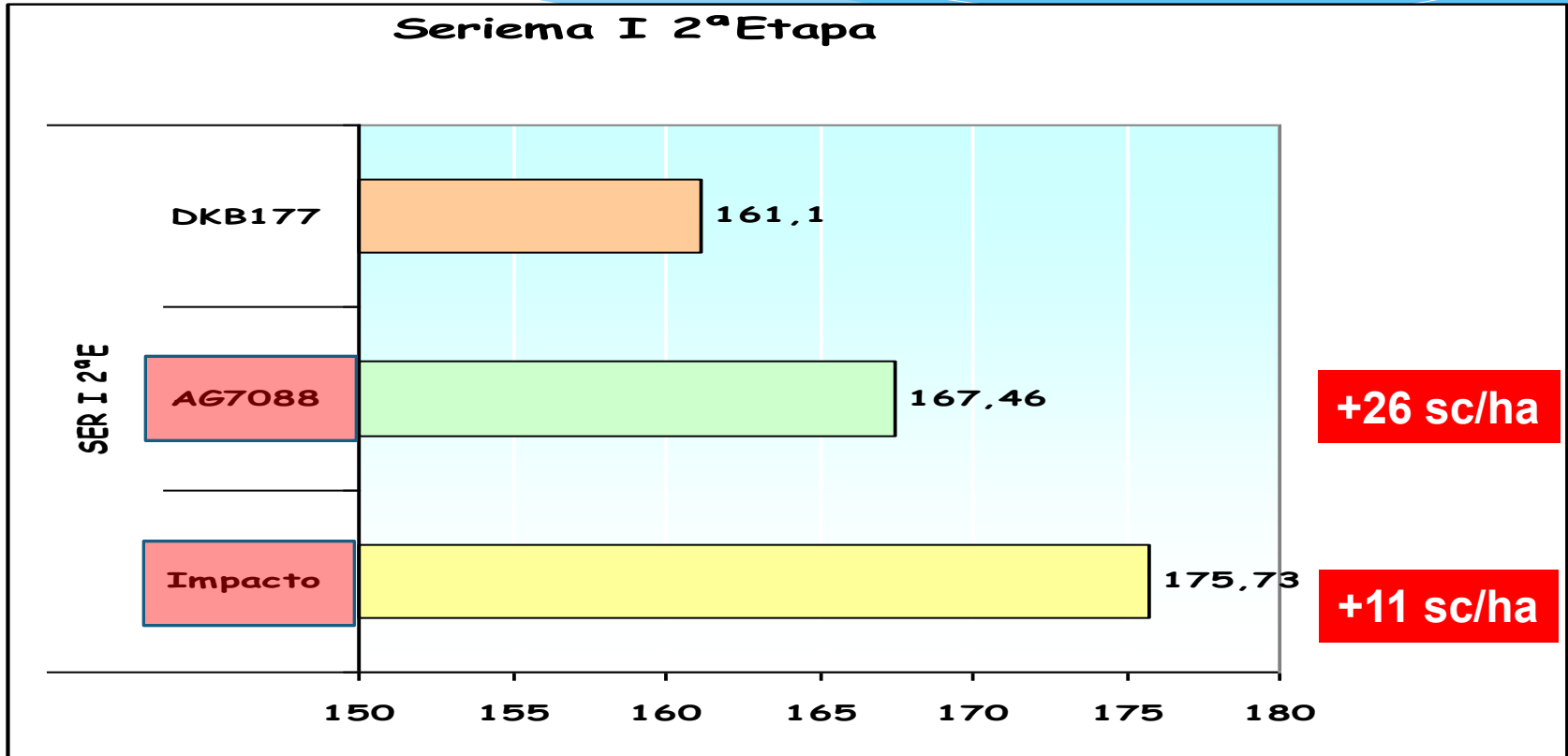
## Extrato do Balanço Hídrico - Fazenda Seriema I



DEF(-1) EXC



## Híbridos da Seriema I 2E = 168,1 sc/ha



# VIABILIDADE DO USO DE FONTE DE FERTILIZANTE

## ESTUDO TÉCNICO OPERACIONAL E ECONÔMICO “ETOPEC” (LUZ 2013)

TÉCNICA

ECONÔMICA



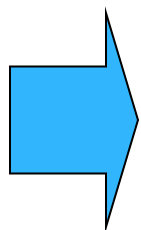
OPERACIONAL

# RECOMENDAÇÃO: DOSAGEM - CAMPO

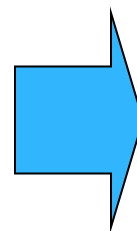
$$\text{TAXA DE APLICAÇÃO} = \frac{\text{MASSA}}{\text{ÁREA ou DISTÂNCIA ou PLANTA}}$$

➔ kg/ha; t/ha; kg/alq; g/planta; g/m etc...

**QUANTO?**



**OBJETIVO**  
Variação  
+/- 5 a 10%



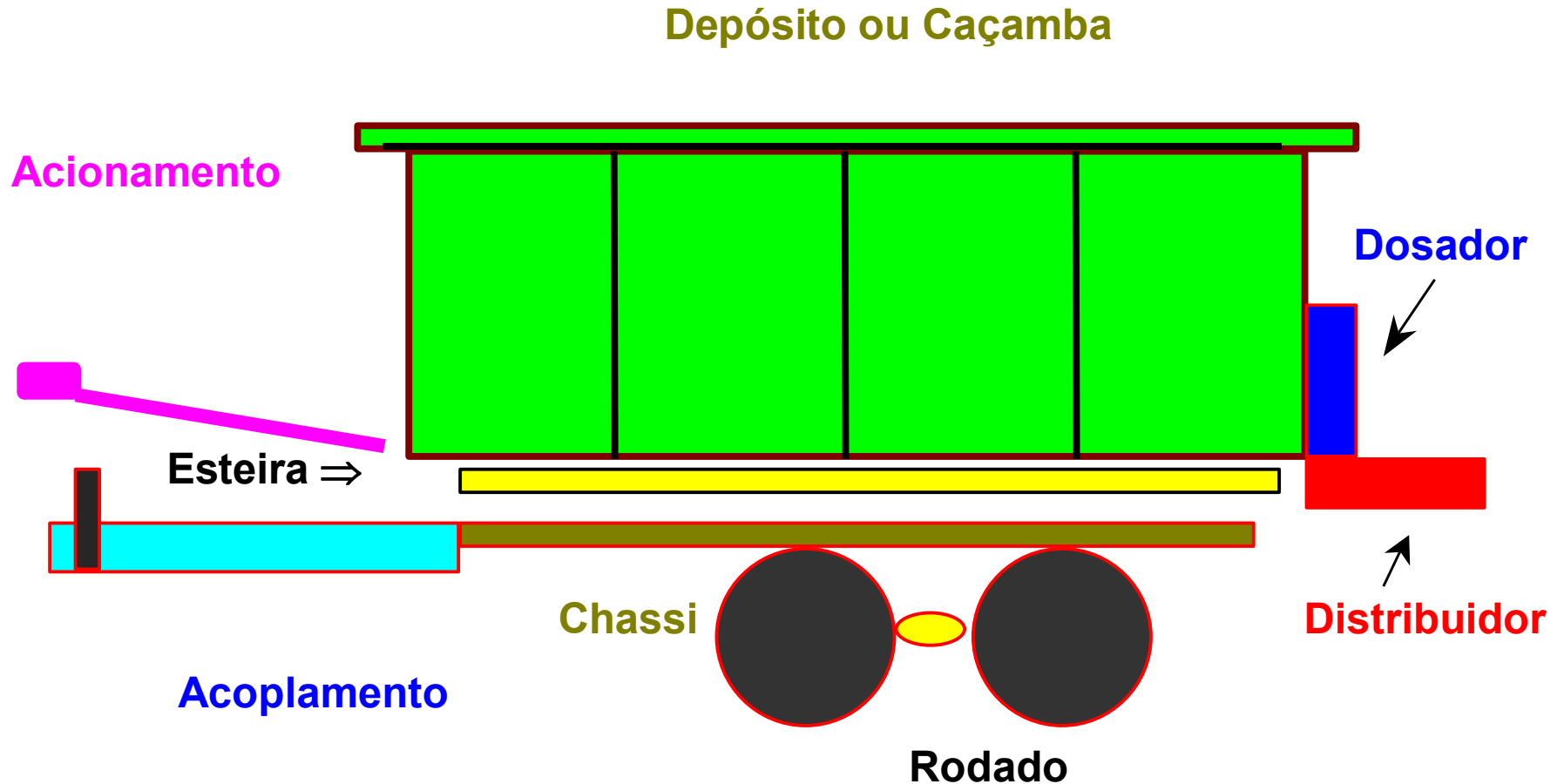
**META**  
Variação  
+/- 2 a 3%

**PROGRAMAS DE  
QUALIDADE**

Ex. 400 kg/ha  
360 a 440 kg/ha

Ex. 400 kg/ha  
392 a 408 kg/ha

# APLICADORES DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS



# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

**MECANISMO DOSADOR: FLUXO DE PRODUTO DO DEPÓSITO PARA O DISTRIBUIDOR**

## TIPOS: 1) GRAVIMÉTRICO

DOSAGEM VARIÁVEL:  $\Rightarrow f(\ )$  ALTURA DE CARGA

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS - REGULAGEM

TIPOS: Ex. COCHO

## 2) VOLUMÉTRICO

DOSAGEM CONSTANTE. TIPOS:

- a) ESTEIRA
- b) ROTOR DENTEADO/ROSETA
- c) PRATO GIRATÓRIO
- d) HELICOIDAL
- e) TURBINA



# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

**MECANISMO DISTRIBUIDOR: APLICAÇÃO EFETIVA DO PRODUTO, ORIUNDO DO DOSADOR, AO CAMPO**

**A) QUEDA LIVRE:**

- em linha
- em área total

**B) CENTRÍFUGO COM 01 ou 02 discos**

- em área total
- em faixa

**C) PENDULAR:**

- em área total
- em faixa

**D) LANÇAMENTO MECÂNICO:**

- área total

**E) TURBINA:**

- em linha

# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**CENTRÍFUGO COM DOIS DISCOS COM DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL**









HÉRCULES 5.0

Stara

4x4



Stara HÉRCULES 5.0 4x4

Stara

www.semato.com  
SEMEATO  
PIANTO DIRETTO PER SELL'UNIVERSA DIRETTA  
DIRETTA PER SELL'UNIVERSA DIRETTA





**HÉRCULES 24000C INOX**

**Stara**

RS-MAO DE TOULÉ  
**IUI 3349**







## INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**QUEDA LIVRE COM DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO P  
ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL**

**INOVAÇÕES  
TECNOLÓGICAS**



**DISTRIBUIDOR PNEUMÁTICO COM DOSADOR  
VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL**

LANÇAMENTO

Rota  
Flow

NOGUEIRA

ATENÇÃO  
1650 Kg

ATENÇÃO

CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS E DOSADOR GRAVIMÉTRICO



# SEMEADORAS - ADUBADORAS



**GRÃOS GRAÚDOS**

# DOSADOR DE FERTILIZANTES



Plantio  
Direto



Distribuição de adubo através de Conductoras Helicoidais revestidas internamente com **PVC** e com os fios da rosca em perfil especial, assegurando maior precisão e uniformidade em todo o plantio.

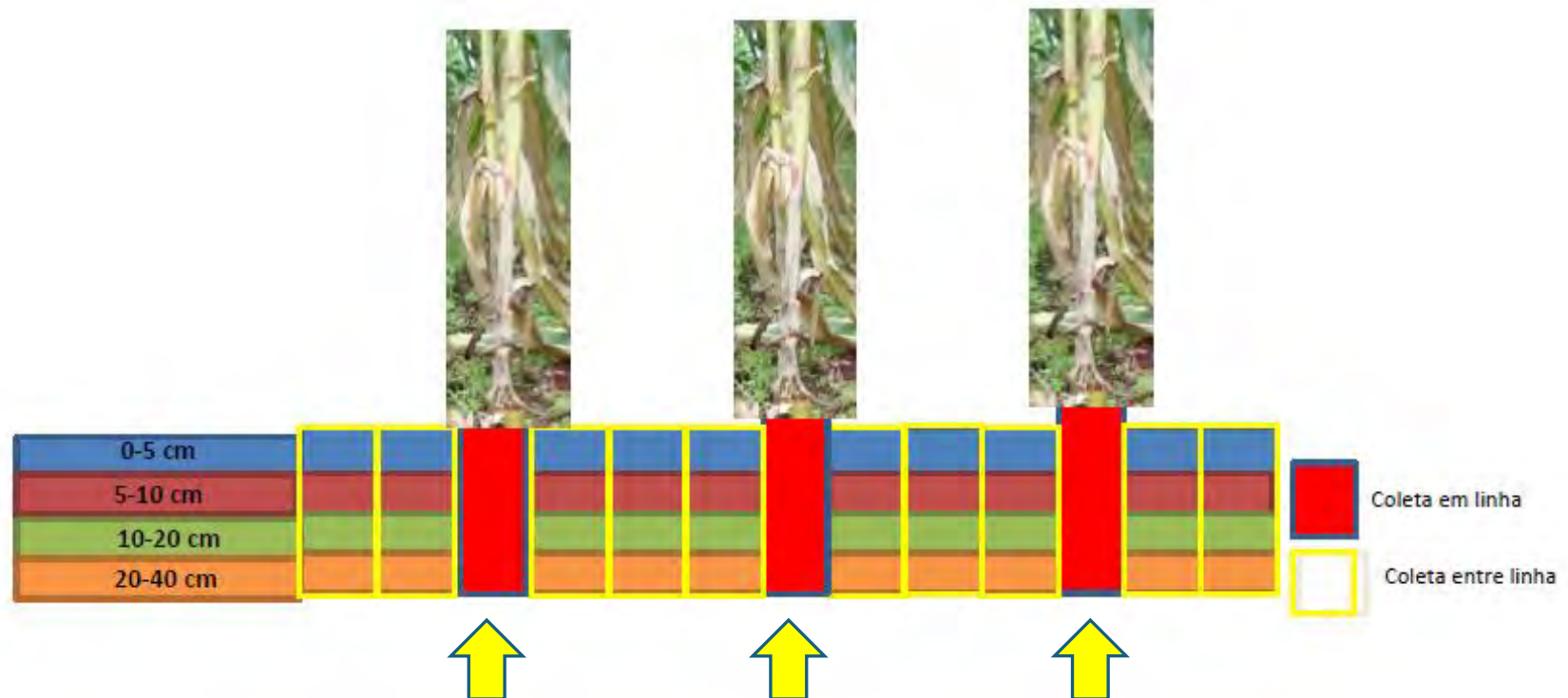


# SEMEADURA PARA AGICULTURA DE PRECISÃO EM TAXA VARIÁVEL DE DUAS FONTES



# AVALIAÇÃO ESPACIAL DO FÓSFORO - UFSM

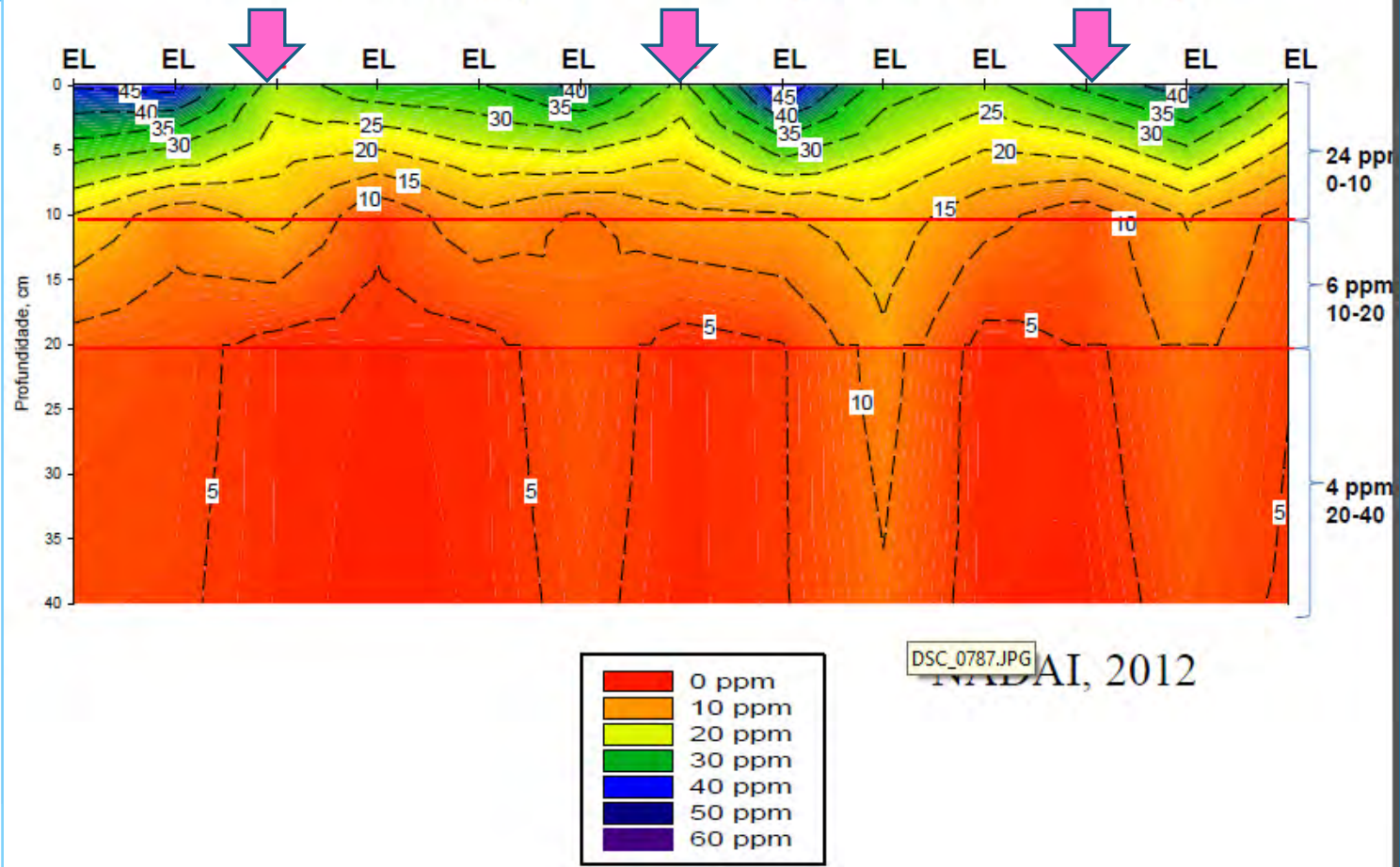
## Esquema de Coleta



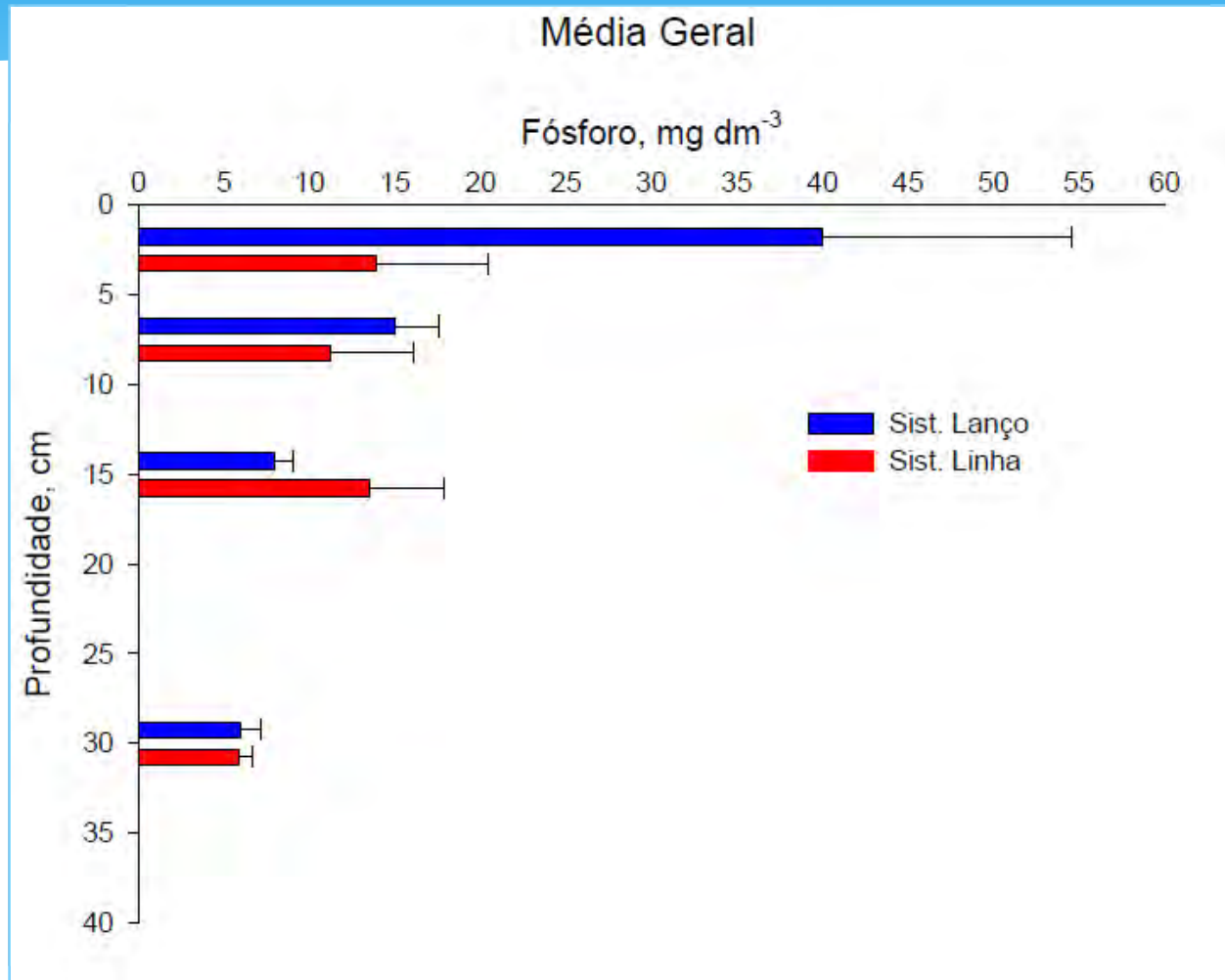
**Prof Dr. Telmo Amado - UFSM**

# AValiação Espacial do Fósforo - UFSM

## GRENAL\_ADUBAÇÃO À LANÇO



# AVALIAÇÃO ESPACIAL DO FÓSFORO - UFSM



## 2. CORRETIVOS E FERTILIZANTES

### OPROPRIEDADES FÍSICAS

- A) ESTADO FÍSICO ⇒
  - Sólido x Fluido x Gasoso
- B) GRANULOMETRIA – Tamanho e formato
- C) DUREZA DOS GRÂNULOS
- D) FLUIDEZ ou ESCOABILIDADE
- E) DENSIDADE

# PRODUTO: GRANULOMETRIA

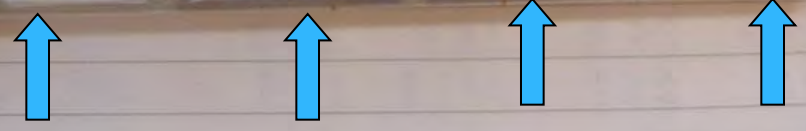
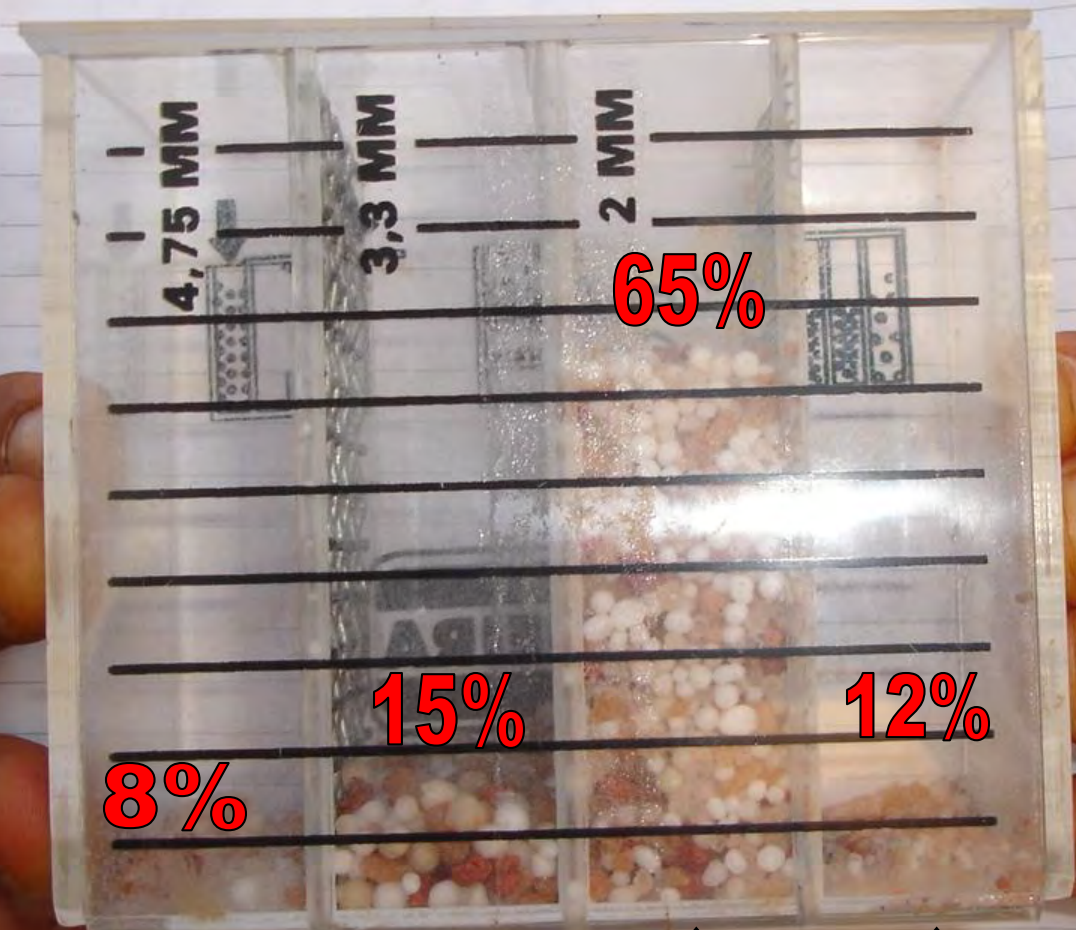
NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA		
	Peneira	Passante	Retido
<b>GRANULADO E MISTURA GRANULADA (COMPLEXO)</b>			
Produto constituído de partículas em que cada grânulo contenha os elementos declarados ou garantidos do produto.	4 mm (ABNT n° 5) 1 mm (ABNT n° 18)	95% mínimo 5% máximo	5% máximo 95% mínimo
<b>MISTURA DE GRÂNULOS:</b>			
<b>MISTURA DE GRÂNULOS:</b> Produto em que os grânulos contenham, separadamente ou não, os elementos declarados ou garantidos do produto.	4 mm (ABNT n° 5) 1 mm (ABNT n° 18)	95% mínimo 5% máximo	5% máximo 95% mínimo
<b>Microgranulado</b>	2,8 mm (ABNT n° 7) 1 mm (ABNT n° 18)	90% mínimo 10% máximo	10% máximo 90% mínimo
<b>Pó</b>	2,0 mm (ABNT n° 10) 0,84 mm (ABNT n° 20) 0,3 mm (ABNT n° 50)	100% 70% mínimo 50% mínimo	0% 30% máximo 50% máximo
<b>Farelado</b>	3,36 mm (ABNT n° 6) 0,5 mm (ABNT n° 35)	95% mínimo 25% máximo	5% máximo 75% mínimo
<b>Farelado Grosso</b>	4,8mm (ABNT n° 4) 1,0 mm (ABNT n° 18)	100% 20% máximo	0% 80% mínimo

# DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA



# HOMOGENEIDADE DO TAMANHO DOS GRANULOS

17:05:29



25 5 2006



# QUALIDADE E UNIFORMIDADE

## MISTURA DE GRÂNULOS

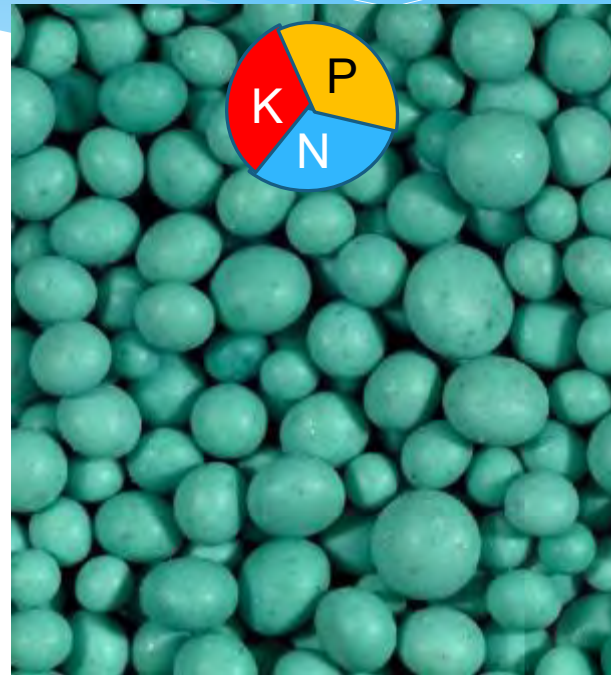
Uma mistura com diferentes tamanhos, formatos e densidades !



**Risco de segregação e aplicação desuniforme no campo**

## MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA

Todos os nutrientes no mesmo grão



**Aplicação uniforme dos nutrientes**

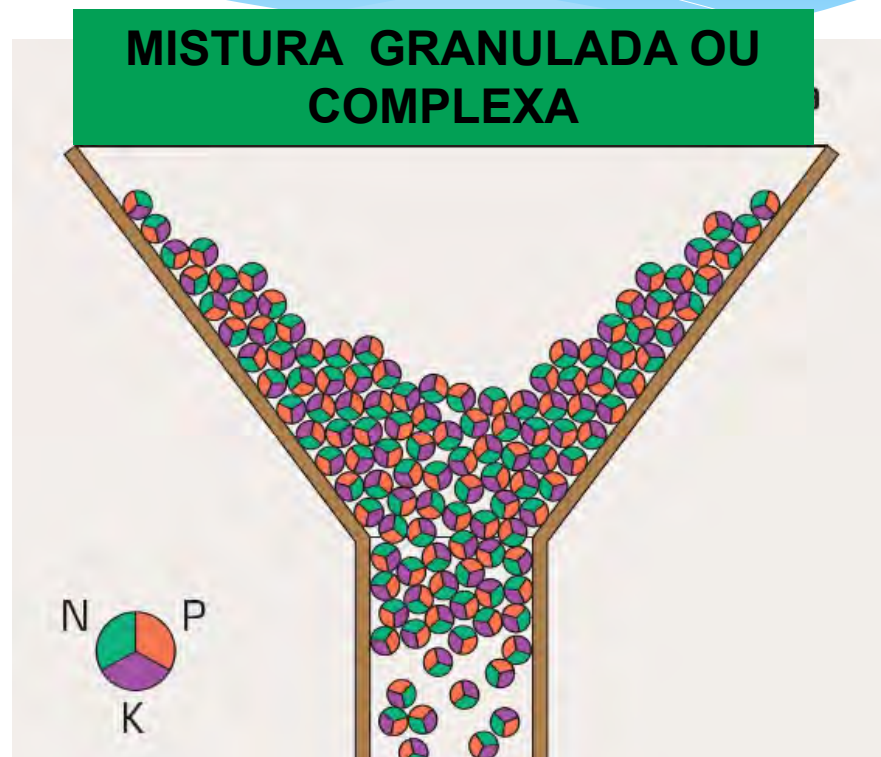
# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO: SEGREGAÇÃO NO PROCESSO DE ESCORRIMENTO

MISTURA DE GRÂNULOS



Resultado: Segregação de nutrientes  
Lavoura desuniforme

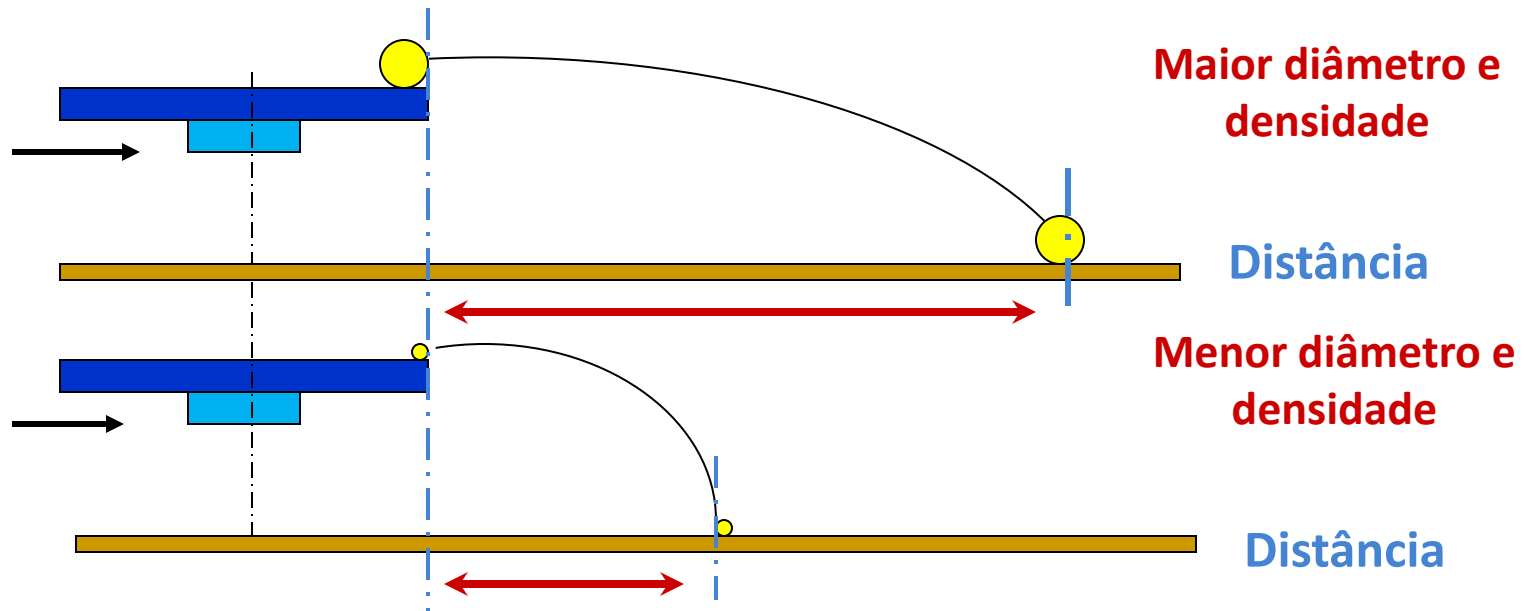
MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA



Resultado: Nutrição equilibrada  
Lavoura uniforme

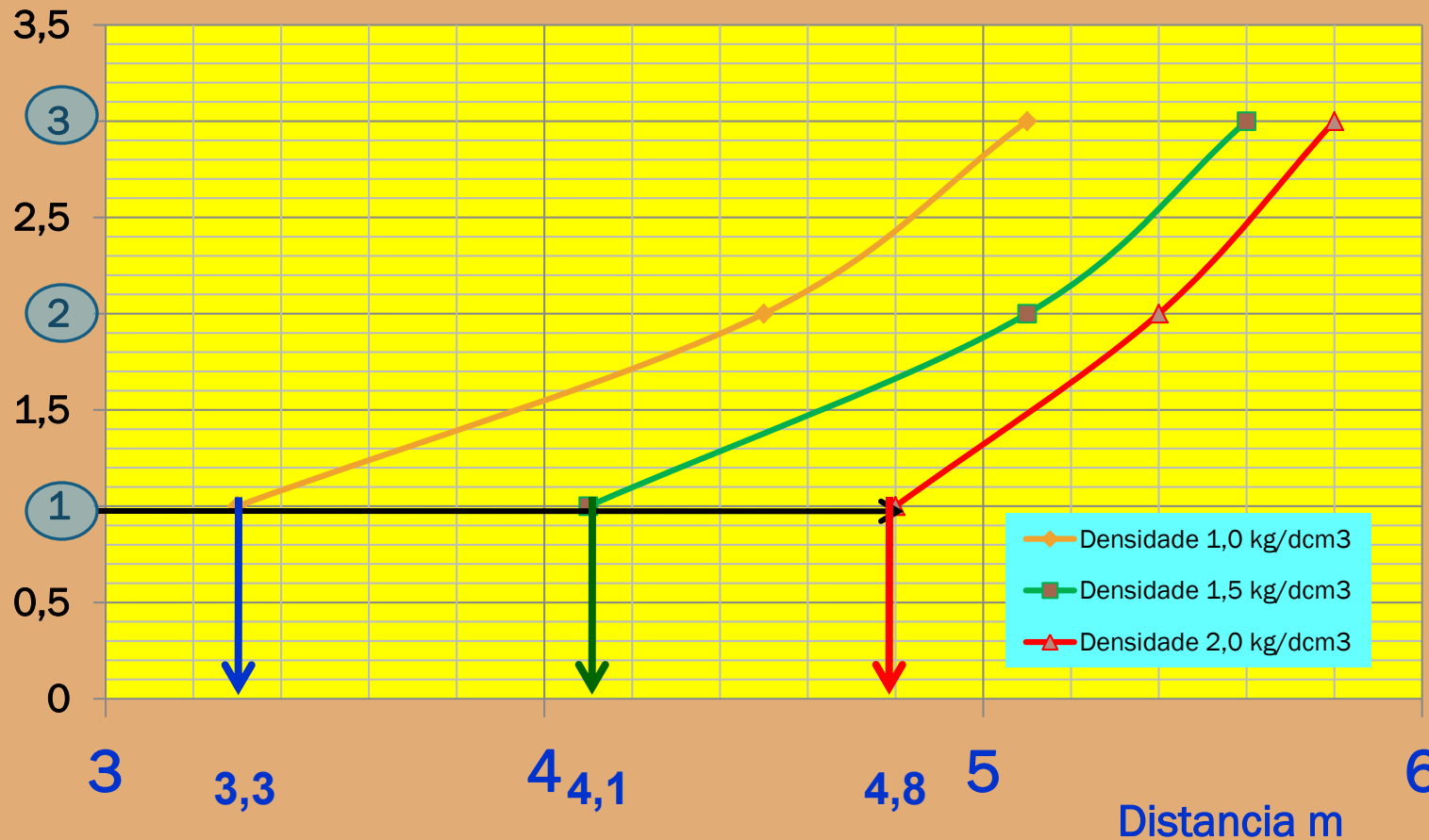
# GRANULOMETRIA X SEGREGAÇÃO

- \* A) Na embalagem: transporte e manuseio
  - \* Sacaria 50 kg e Big Bag (500 a 1.000 kg)
- \* B) Na aplicação
  - \* Lançamento mecânico: Distância  $f$  ( tamanho e densidade )

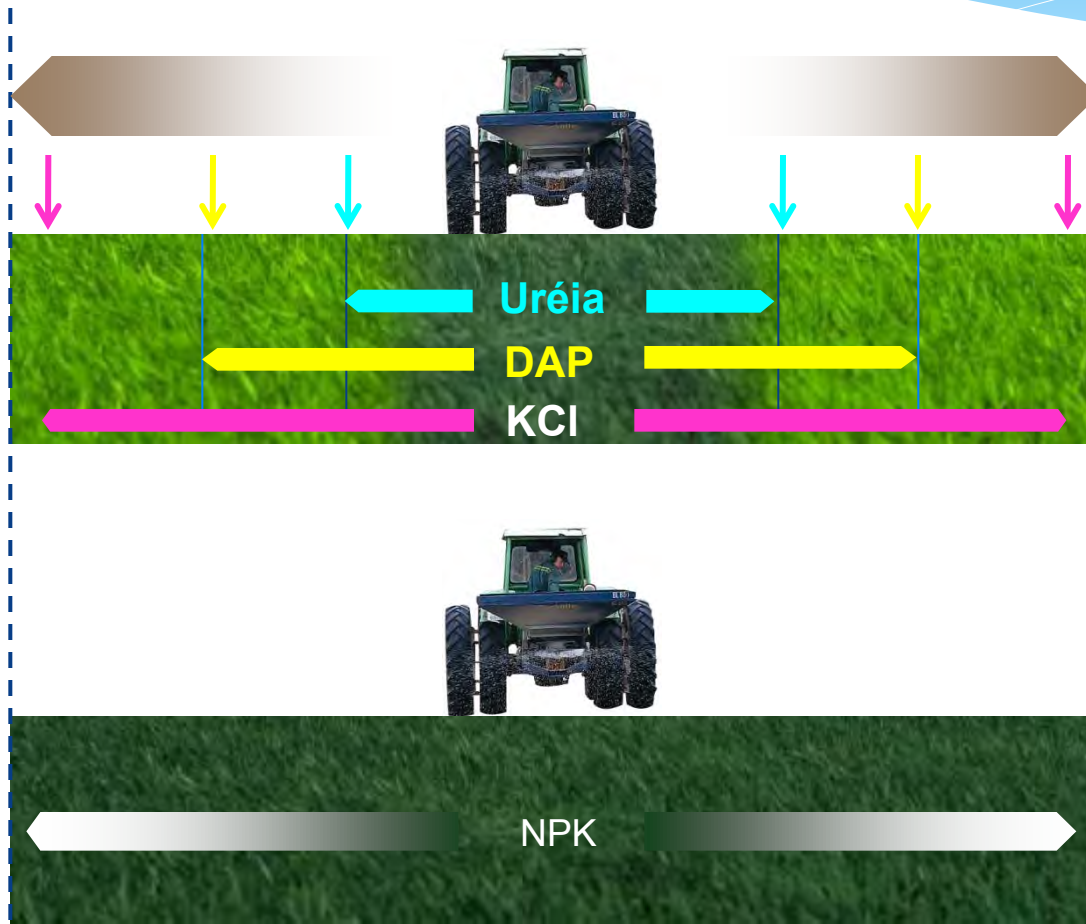


# DISTANCIA (m) DE LANCAMENTO DE PARTICULAS EM FUNCAO DO TAMANHO E DENSIDADE

Tamanho mm



## Largura de aplicação



- A largura de aplicação de partículas leves como a uréia é menor do que as mais pesadas como DAP e KCl.

# DUREZA DOS GRÂNULOS



Crushing strength measurement



Type	Crushing strength kg								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
NPK (CI)	25-7-7			■					
	25-7-7			■					
NPK (S)	20-11-11				■				
	16-11-14				■				
NP	21-7-14					■			
	15-15-15						■		
	12-11-18S						■		
Misc.	26-14					■			
	23-23							■	
Misc.	CN-granule							■	
	AN-prill				■				
	Urea-prill	■							

**IMPORTANTE PARA EVITAR A FORMAÇÃO DA FRAÇÃO “PÓ”**

# DETERMINAÇÃO DA “DUREZA” DOS GRÂNULOS

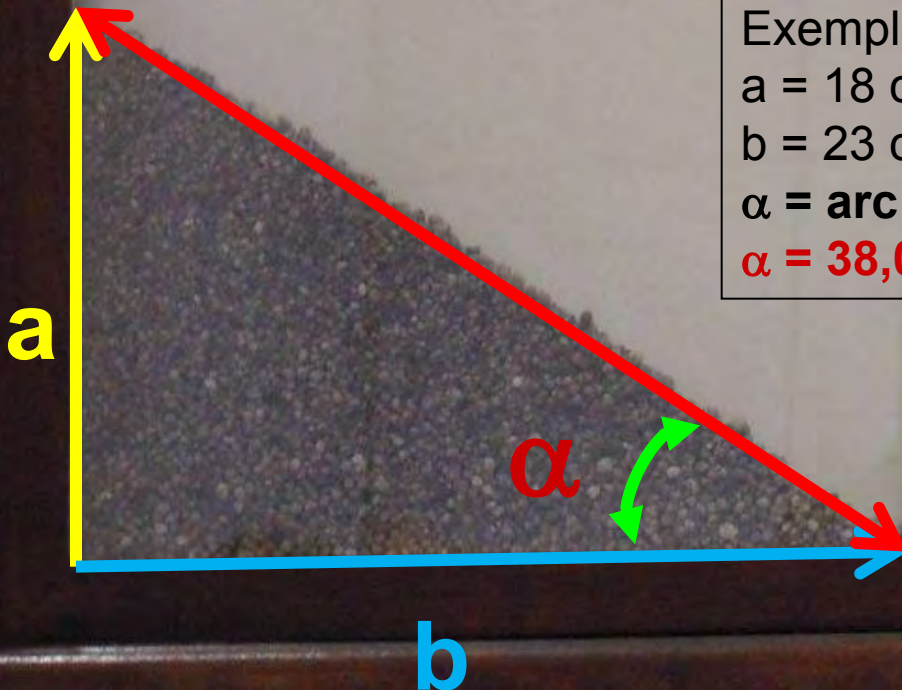


# C) FLUIDEZ OU ESCOABILIDADE

## ÂNGULO DE REPOUSO

$$\alpha = \text{arc tg } a/b$$

Exemplo:  
a = 18 cm  
b = 23 cm  
 $\alpha = \text{arc tg } 18/23$   
 $\alpha = 38,05^\circ$



Determinar as distâncias “a” e “b”



# DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE REPOUSO

AUSÊNCIA DE “SEGREGAÇÃO”



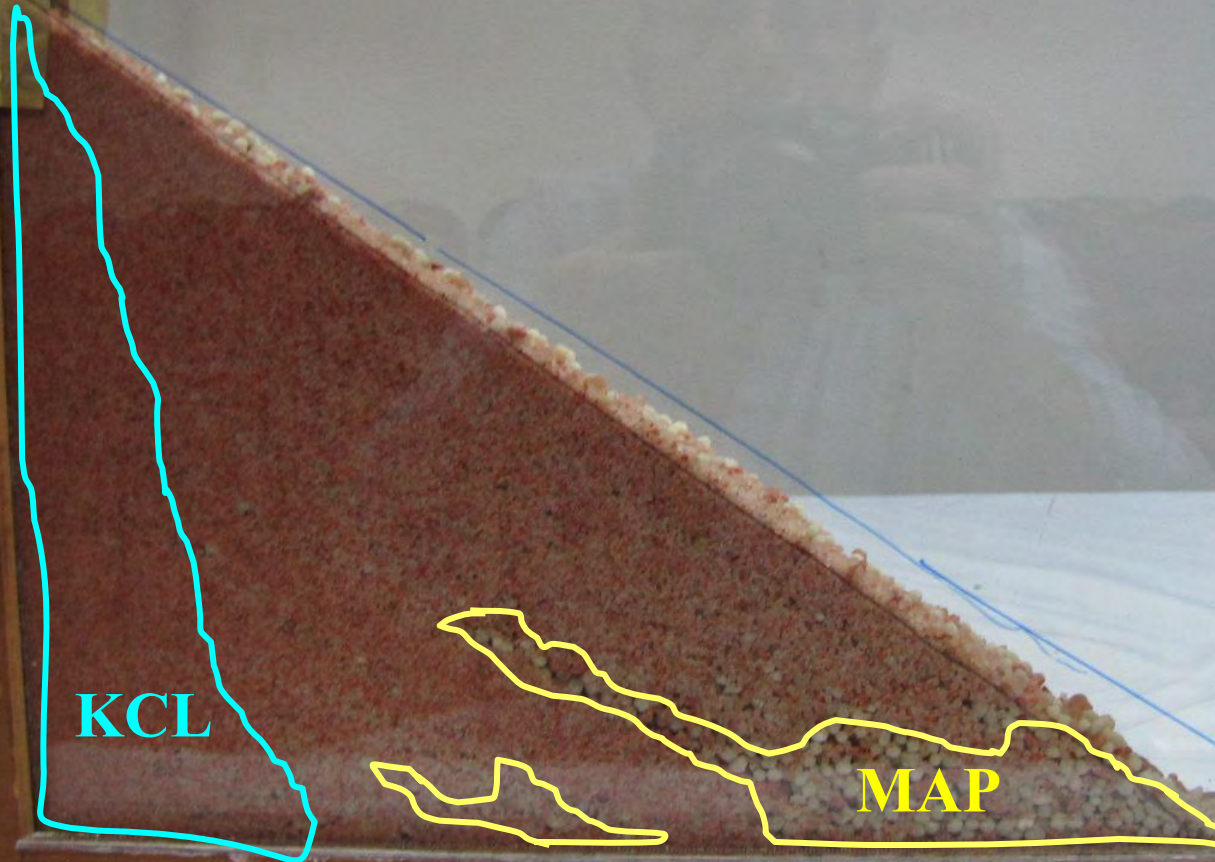
**Exemplo: 15:09:20 - YARAMILA**

**a = 18 cm      b = 31 cm**

**$\alpha = \text{arc tg } 18/31$        $\alpha = 30,2^\circ$**

# DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE REPOUSO

PRESENÇA DE “SEGREGAÇÃO”



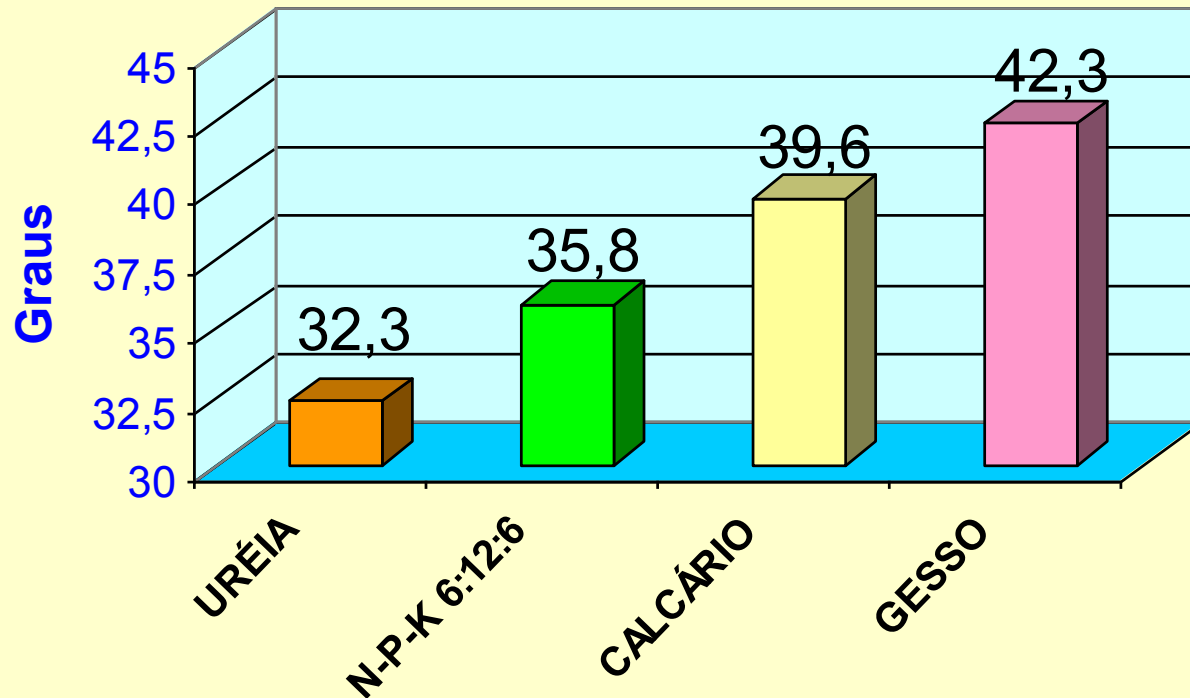
Exemplo: 12:06:18 – SA + MAP + KCL

a = 18 cm      b = 26 cm

$\alpha = \text{arc tg } 18/26$        $\alpha = 34,7^\circ$

# TENDÊNCIA DE ESCOAMENTO: CORRETIVOS E FERTILIZANTES

## ÂNGULO DE REPOUSO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES



# QUALIDADE DO FERTILIZANTE MISTURA DE GRÂNULOS



**CENTRO**

**5 m**

**10 m**

**15 m**

# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

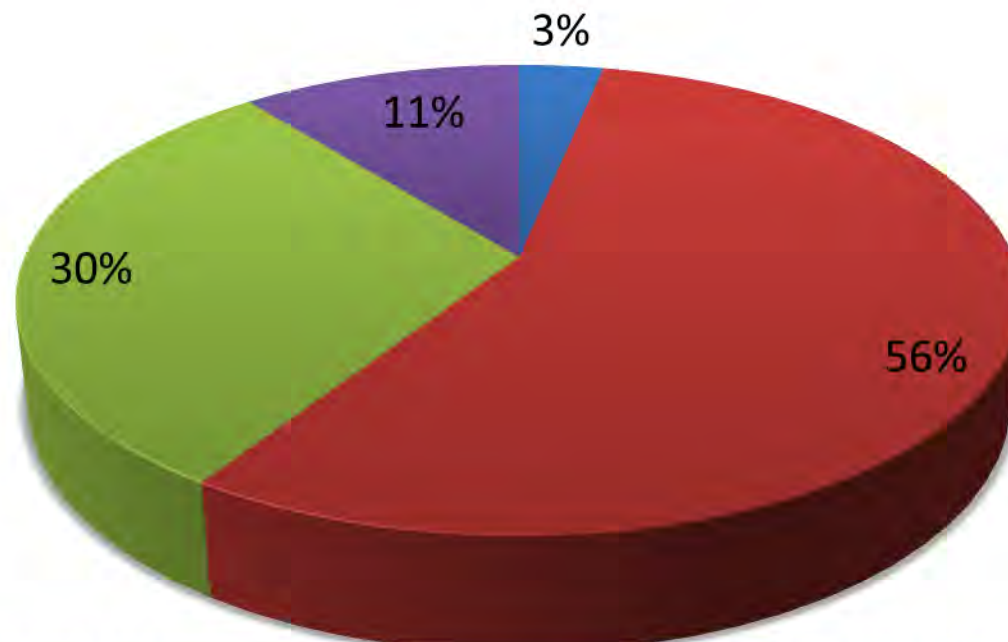
## *Diagnóstico através da Planta no Campo*



# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

## Percepção do Cliente

**Você já presenciou “faixas” na lavoura?**



■ Nunca ocorreu

■ Muito raro

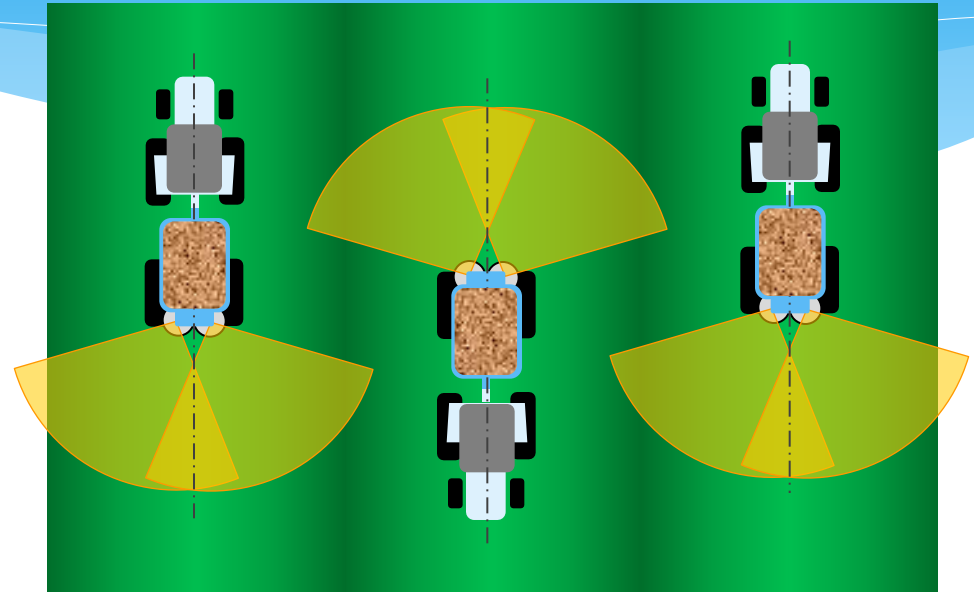
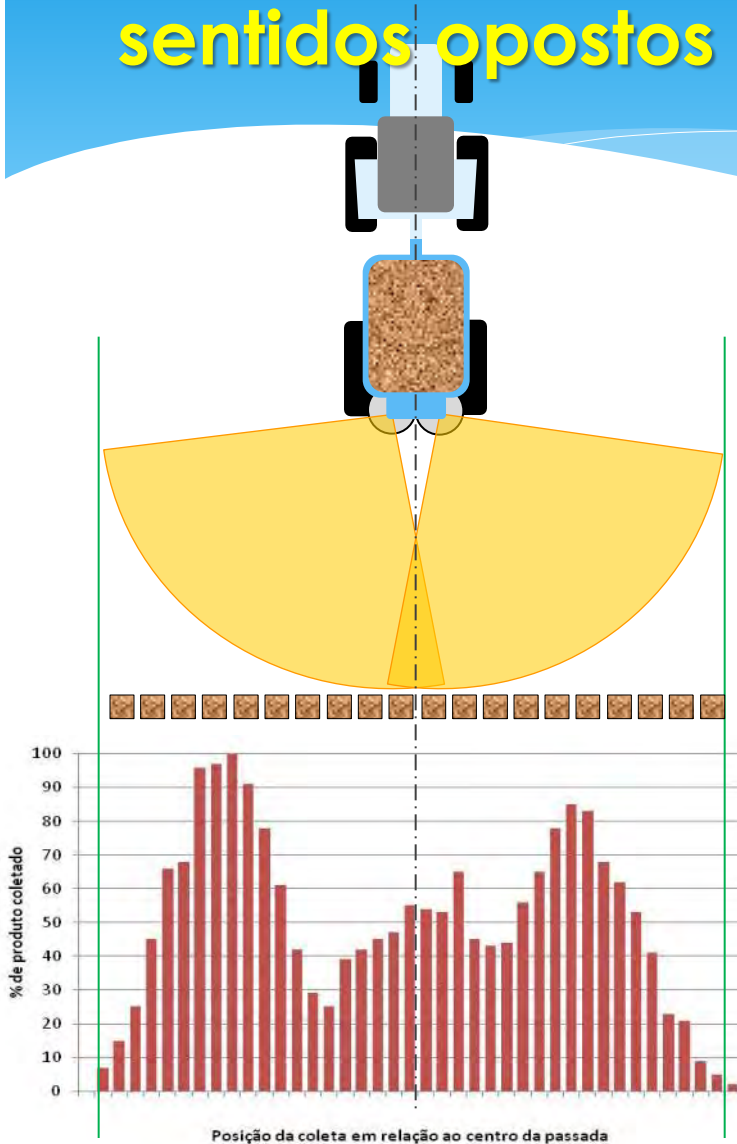
■ Toda safra em algumas áreas

■ Desconfio, mas não enxergo

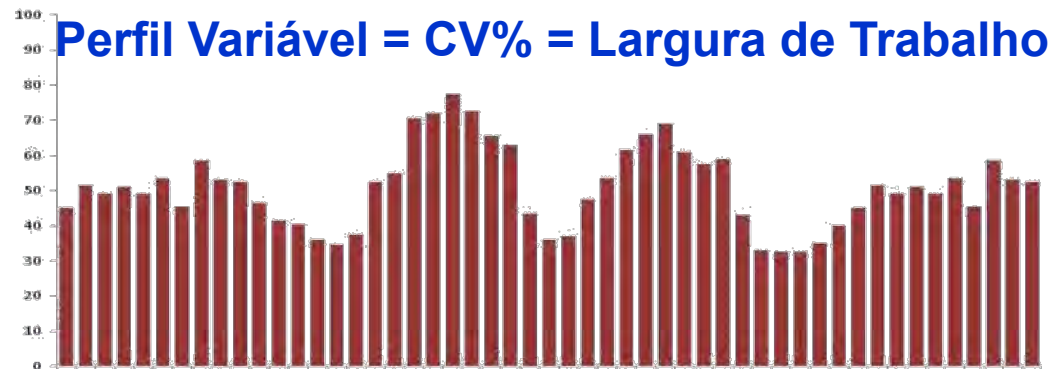
# “Perfil transversal” Centrífugo com dois discos

Discos giram em sentidos opostos

Sobreposição entre as passadas



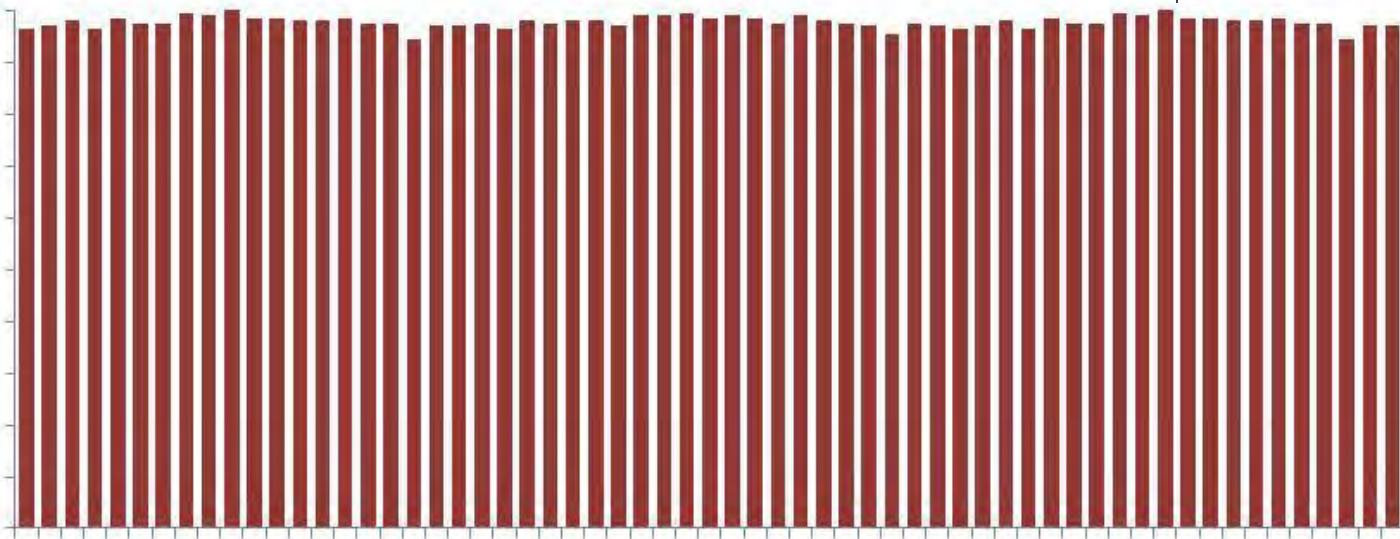
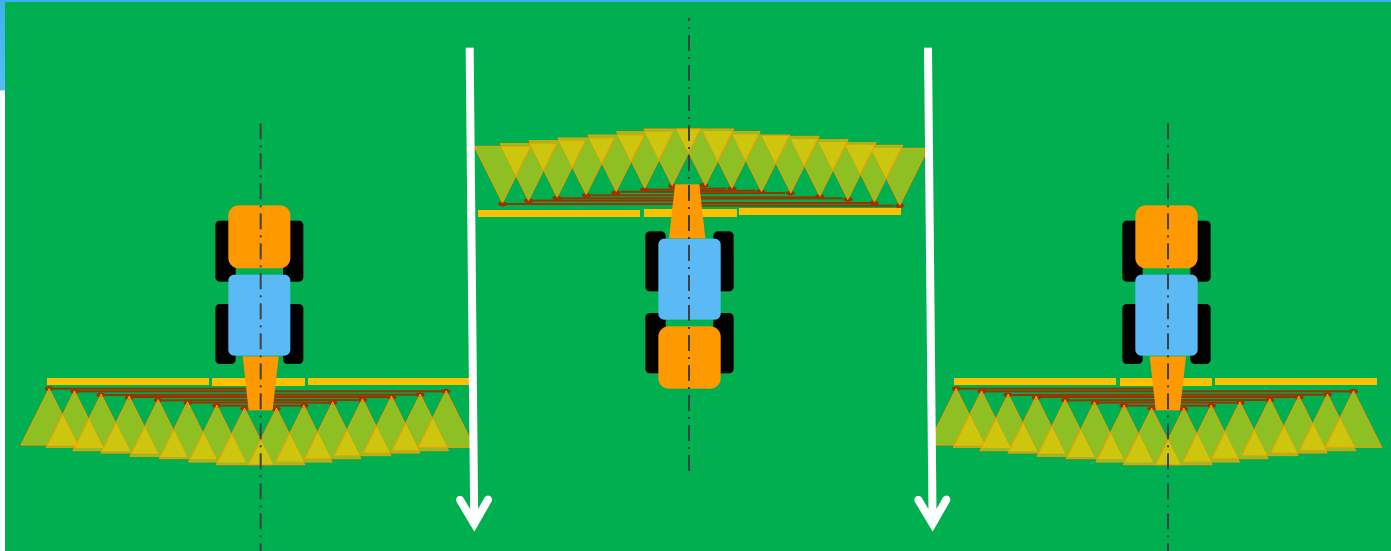
Perfil Variável = CV% = Largura de Trabalho



Simulação da sobreposição

# “Perfil transversal” - Pneumático

Perfil Transversal Uniforme = sem sobreposição





# ESCOAMENTO DE MISTURA DE GRÂNULOS N:P:K EM ADUBADORA DE SOQUEIRA ÂNGULO DE REPOUSO x SEGREGAÇÃO



## 2. CORRETIVOS E FERTILIZANTES

### OPROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

- A) SOLUBILIDADE
- B) ÍNDICE SALINO
- C) PODER ACIDIFICANTE
- D) HIGROSCOPICIDADE

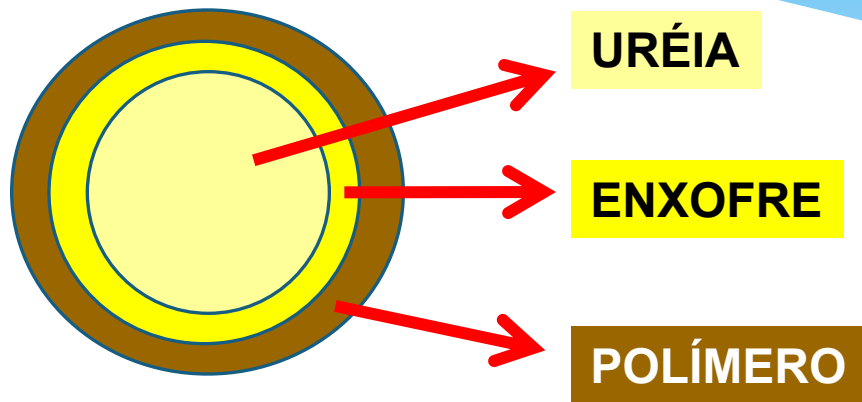
### INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: Produto

-Micronutrientes: a) na base SPS

b) micro revestido no NPK

c) revestimento com polímeros

# FERTILIZANTES “ESPECIAIS” DE “ALTA PERFORMANCE”



## TECNOLOGIAS DE COLOCAÇÃO DE “ADITIVOS”

### INIBIDORES OU ESTABILIZANTES

↳ Redução da perda de “N” da uréia. Ex NBPT, Ac. Bórico + Sulf. De Cobre

### COMPOSTO ORGÂNICOS SINTÉTICOS NÃO REVESTIDOS

↳ Uréia Formaldeído, metileno uréia

### REVESTIMENTOS PARA FERTILIZANTES SOLÚVEIS

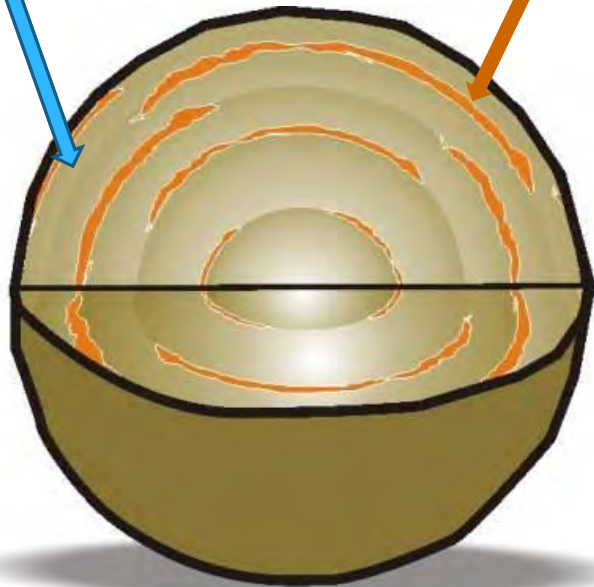
↳ Recobrimento dos grânulos dos fertilizantes. Ex Enxofre, polímeros especiais

# CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – FÍSICOQUÍMICAS - QUÍMICAS

## PROCESSO DE PRODUÇÃO EM CAMADAS

FÓSFORO

ENXOFRE



GRANULOMETRIA - SGN = 290 IU = 55

	Variação	Análise do produto	MAP
Grânulos com diâmetro 2mm x 4mm	90% - 99%	95%	69 - 90
Tamanho médio do grão (SGN)	260 - 320	290	
Índice de uniformidade (IU)	45 - 65	55	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Variação	Análise do produto	MAP
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	900 - 960	930	880-930
Ângulo de repouso (graus)	30 - 34	32	32
Dureza (kg)	3 - 7	5	1,7 - 2,8

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

	Variação (%)	Análise do produto (%)
Nitrogênio total (N)	9,0 - 9,5	9,1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		
CNA + água	46,0 - 46,4	46,0
Solúvel em água	42,0 - 45,0	43,5
Umidade	0,5 - 2,0	1,2
Enxofre (S)	7,8 - 8,5	8,0
Enxofre elementar (S <sup>0</sup> )	6,0 - 7,0	6,6
Enxofre sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	1,2 - 1,8	1,4
pH solução 1%	4,2 - 5,5	5,0

# HIGROSCOPICIDADE E BAIXA DUREZA DOS GRÂNULOS



## “FORMAÇÃO DA FRAÇÃO “PÓ”

### SAÍDA DO HELICÓIDE



**REDUÇÃO DO DIÂMETRO DO  
TUBO DE DESCARGA**



LOCALIZAÇÃO DO FERTILIZANTE

11/01/2013

# MAPA INFORMATIZADO



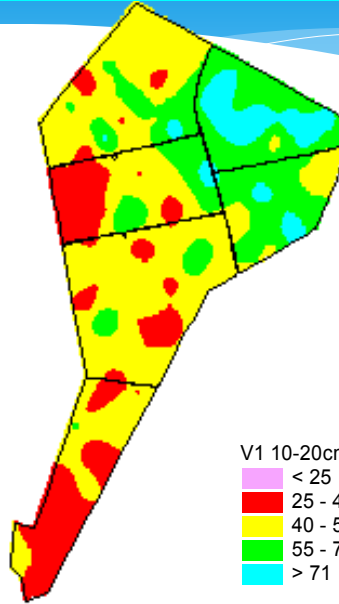
**APLICAÇÃO EM TAXA VARIÁVEL**  
**BARRA DE LUZ - Espaçamento**  
**PILOTO AUTOMÁTICO**

**NOTA:**

**SOMENTE APLICAÇÃO GEO-REFERENCIADA  
NÃO GARANTE A QUALIDADE DO PERFIL  
TRANSVERSAL.**

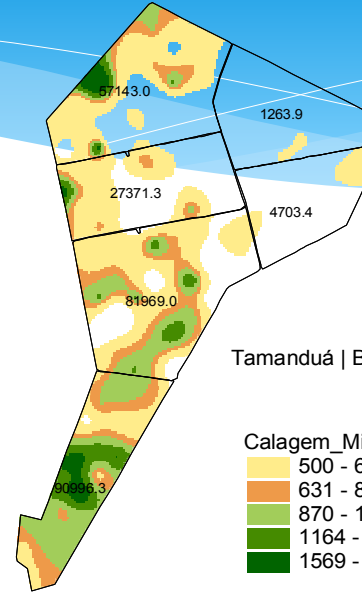
1 2 2006

# CALAGEM



Calagem\_Milho  
 500 - 631 (207.4 ha.)  
 631 - 870 (67.1 ha.)  
 870 - 1164 (74.0 ha.)  
 1164 - 1569 (25.8 ha.)  
 1569 - 2443 (12.0 ha.)

V1 10-20cm  
 < 25 (0.0 ha.)  
 25 - 40 (126.6 ha.)  
 40 - 55 (340.0 ha.)  
 55 - 70 (177.7 ha.)  
 > 71 (49.8 ha.)

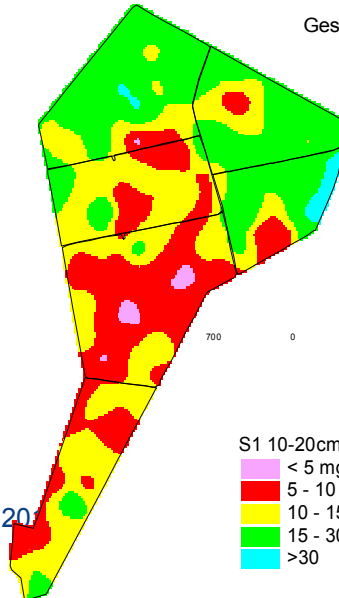


Tamanduá | Bloco 1 | 2009

Calagem\_Milho  
 500 - 631 (207.4 ha.)  
 631 - 870 (67.1 ha.)  
 870 - 1164 (74.0 ha.)  
 1164 - 1569 (25.8 ha.)  
 1569 - 2443 (12.0 ha.)

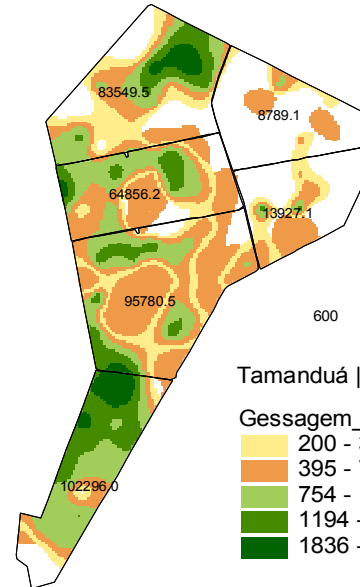
# GESSAGEM

S1 10-20cm  
 < 5 mg/dm<sup>3</sup> (7.2 ha.)  
 5 - 10 (187.8 ha.)  
 10 - 15 (239.5 ha.)  
 15 - 30 (249.0 ha.)  
 >30 (10.6 ha.)



Gessagem\_Milho  
 200 - 395 kg/ha (97.9 ha.)  
 395 - 754 (204.7 ha.)  
 754 - 1194 (118.7 ha.)  
 1194 - 1836 (69.8 ha.)  
 1836 - 3000 (21.9 ha.)

S1 10-20cm  
 < 5 mg/dm<sup>3</sup> (7.2 ha.)  
 5 - 10 (187.8 ha.)  
 10 - 15 (239.5 ha.)  
 15 - 30 (249.0 ha.)  
 >30 (10.6 ha.)



Tamanduá | Bloco 1 | 2009

Gessagem\_Milho  
 200 - 395 kg/ha (97.9 ha.)  
 395 - 754 (204.7 ha.)  
 754 - 1194 (118.7 ha.)  
 1194 - 1836 (69.8 ha.)  
 1836 - 3000 (21.9 ha.)



57143.0  
 27371.3  
 81969.0

90996.3

83549.5

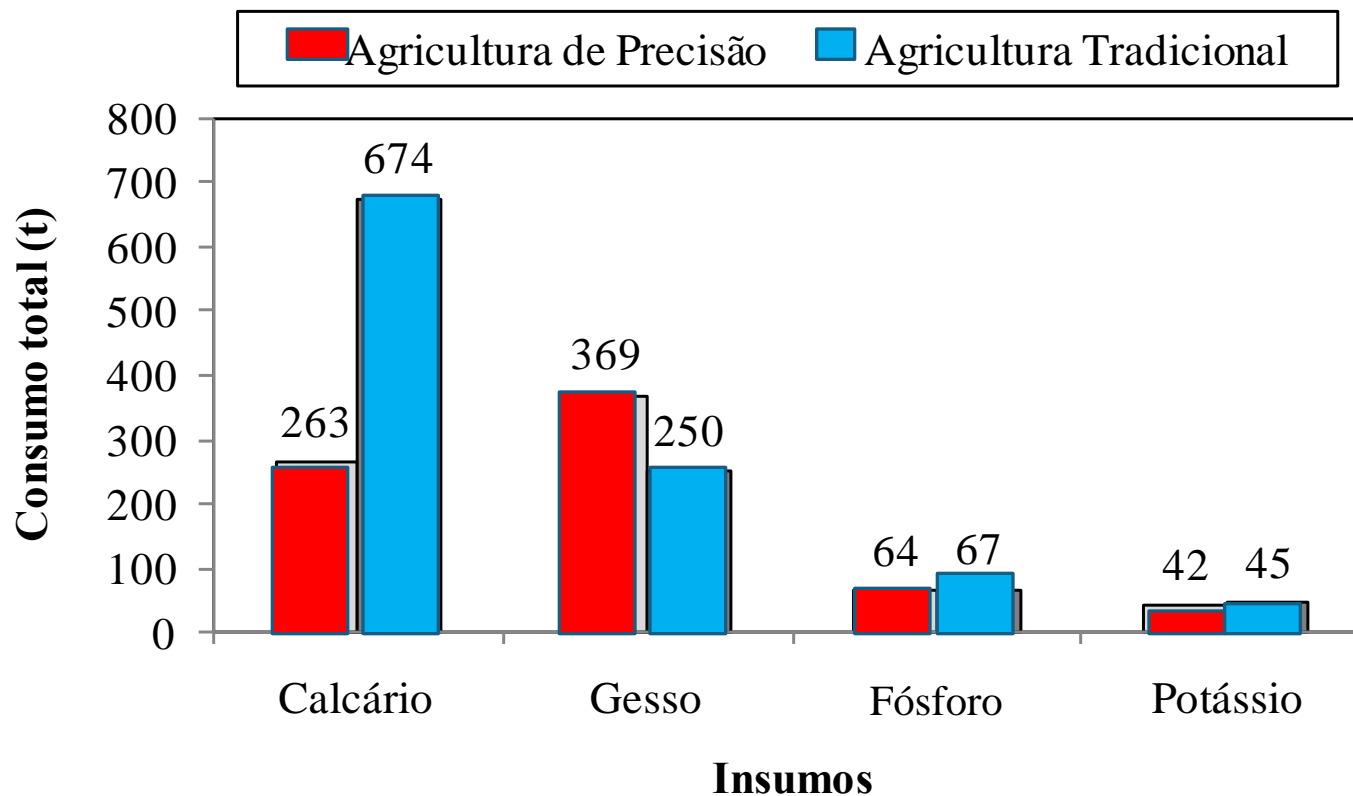


# NECESSIDADE DE INSUMOS

## AGRICULTURA TRADICIONAL vs AGRICULTURA DE PRECISÃO (grid: 4 ha)

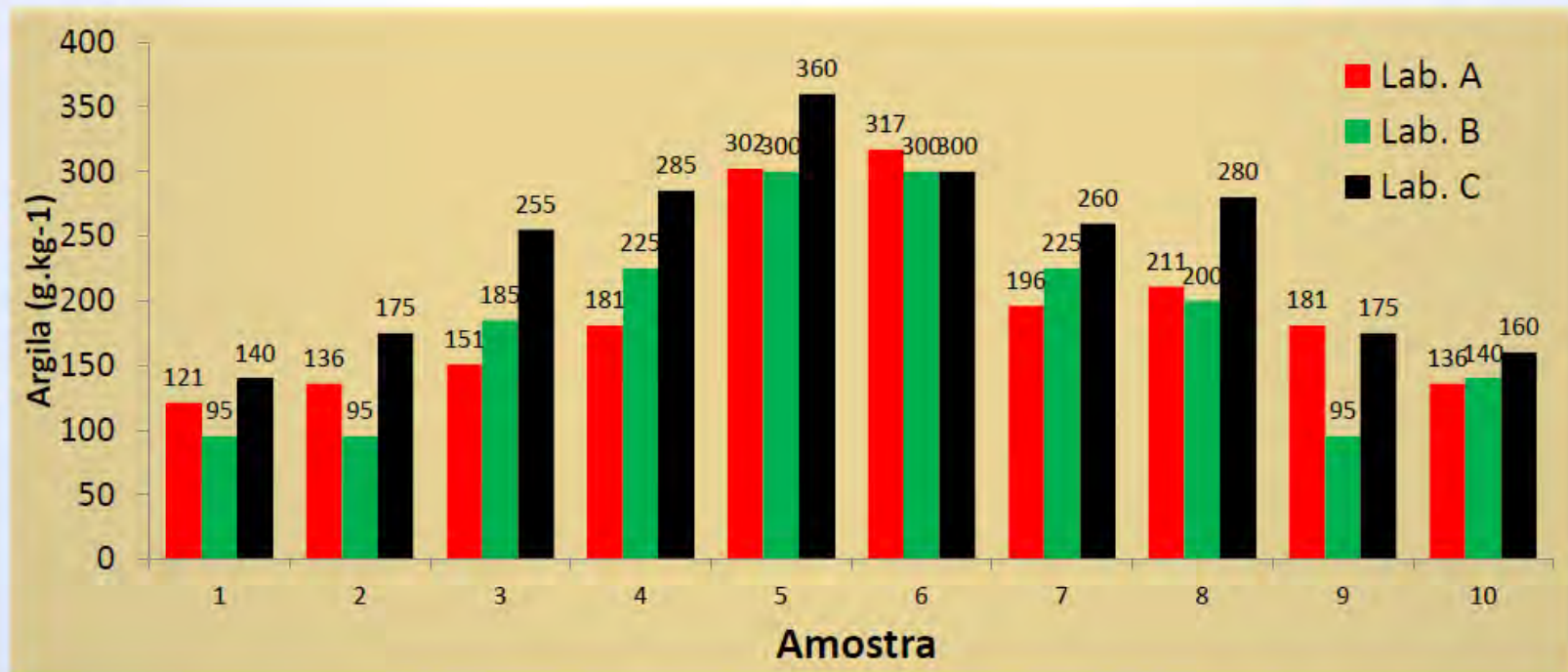
### FAZENDA TAMANDUÁ (671 ha)

#### UBERLÂNDIA/MG



# LABORATÓRIO

## Qualidade dos resultados analíticos



Fonte: PMA - Fundação MT (2012)

**APLICAÇÃO GEO-REFERENCIADA  
BARRA DE LUZ**

© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 DigitalGlobe

© 2007 Google™

Ponteiro 20°58'06.14" S  
Ponteiro 20°58'07.07" S

49°32'50.00" O  
49°32'49.07" O

elev 1522 pés  
elev 1525 pés

100%  
100%

Altitude do ponto de visão  
Altitude do ponto de visão

5079 pés  
7917 pés

Luz & Otto 2009

# 4. NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DAS PLANTAS

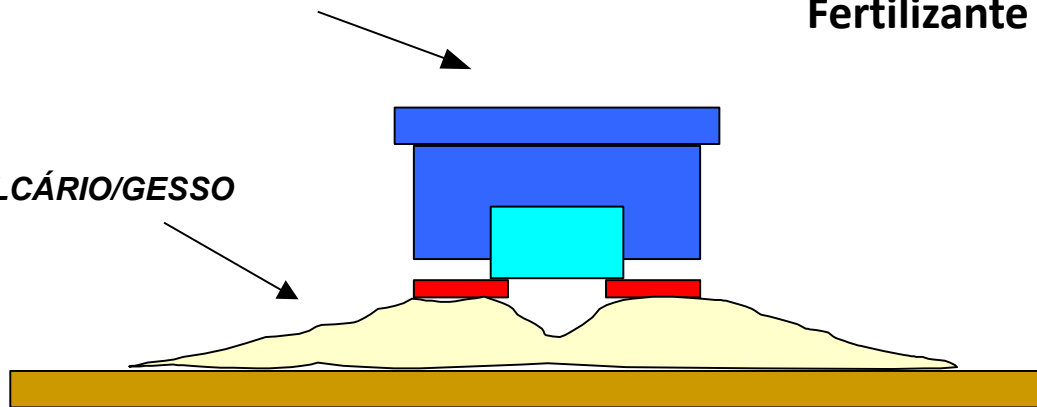
## MODOS DE APLICAÇÃO

### A LANÇO

### EM LINHA

APLICADOR DE CORRETIVO

CALCÁRIO/GESSO

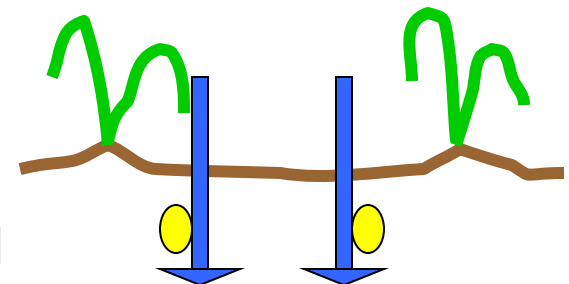


Fertilizante

SULCO DE PLANTIO



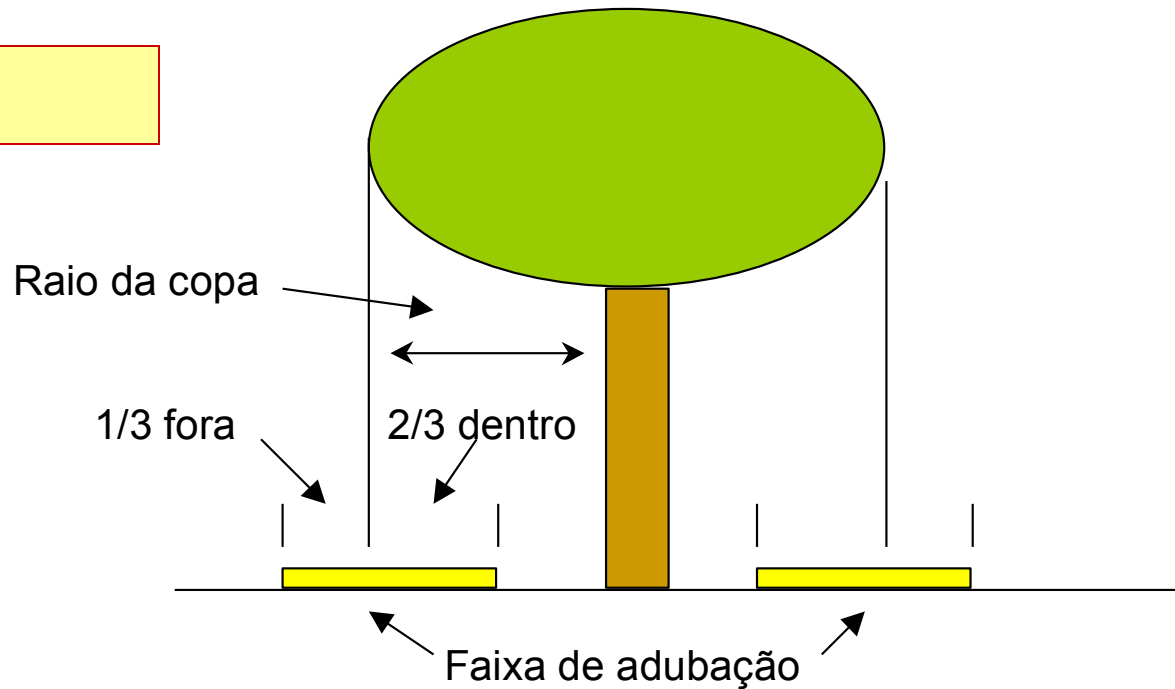
CULTIVO DE SOCA



# 4. NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DAS PLANTAS

## APLICAÇÃO EM FAIXA

### FRUTÍFERAS



# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

**Produto**



**Equipamento**



**Planta**

# 5.0 DESEMPENHO DA APLICAÇÃO

Montagem coletores: 100 coletores de 0,25x 1,0 m = 25 m





**COLETA DO PERFIL LONGITUDINAL**



# COLETA DO PERFIL TRANSVERSAL E LONGITUDINAL

## Determinação dos parâmetros meteorológicos

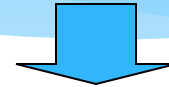


Intensidade do Vento  
Direção do Vento  
Umidade Relativa  
Temperatura

27/5/2006

# UNIFORMIDADE

## VARIABILIDADE

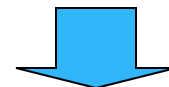


**Coeficiente de Variação  $\Rightarrow$  C.V.**

$\Rightarrow$  A Lanço CV = 15 a 20%

$\Rightarrow$  Queda livre CV = 5 a 10%

## SIMETRIA



**Coeficiente de Simetria**

$CS = x_{Dir} / x_{Esq}$

$\Rightarrow CS = 0,9$  a  $1,1$



# AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS

## \* PERFIL TRANSVERSAL

- \* TAXA DE APLICAÇÃO MÉDIA
- \* LARGURA DE TRABALHO
- \* SIMETRIA
- \* SEGREGAÇÃO

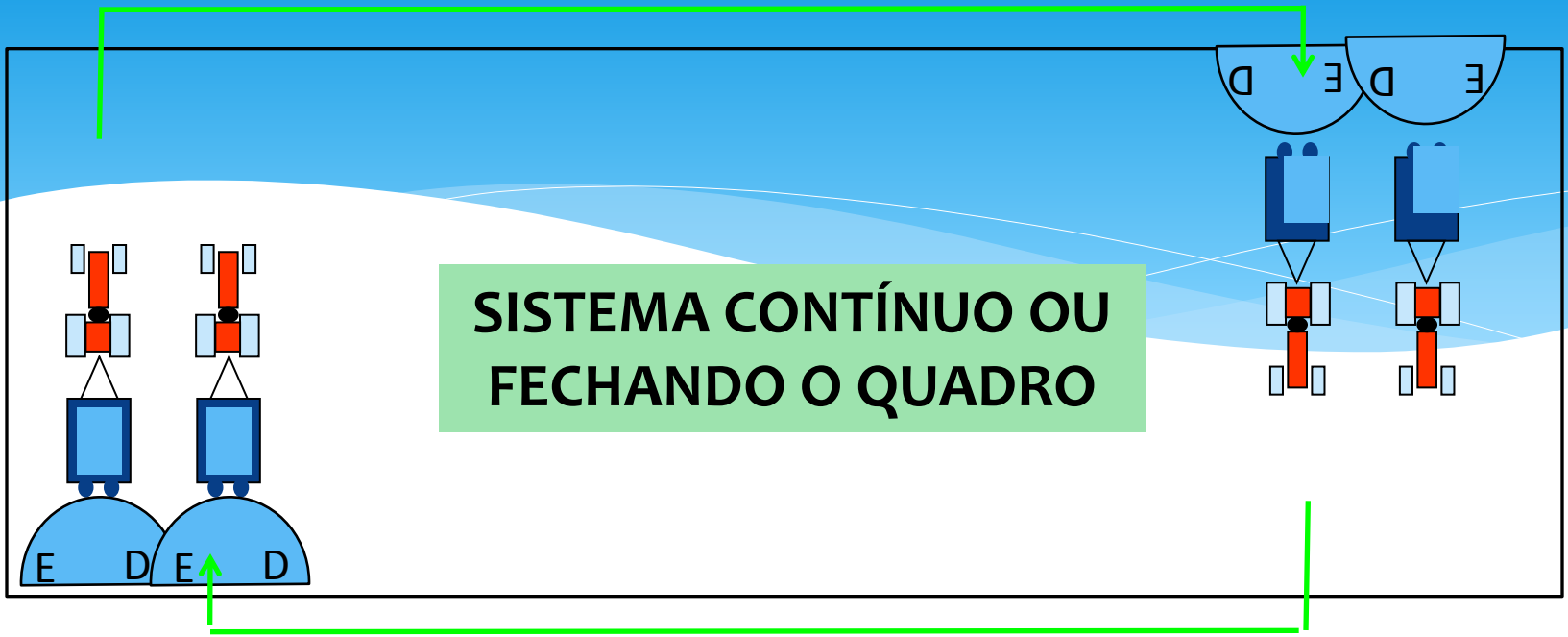
## \* PERFIL LONGITUDINAL

- \* VAZÃO DO DOSADOR
- \* DOSAGEM MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA
- \* VARIAÇÃO DA ALTURA DE CARGA

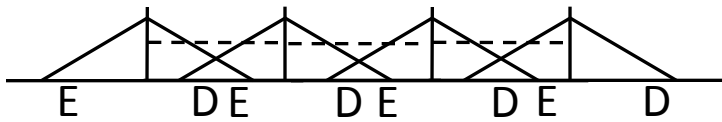
# CALAGEM: Coleta Perfil Transversal: Distribuidor Centrífugo 2 Discos - FZEA/USP



# SISTEMA OPERACIONAL DE CAMPO

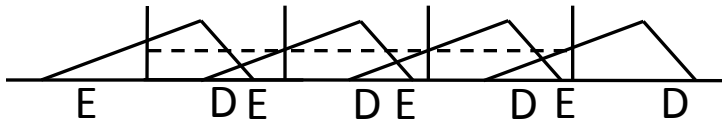


**SISTEMA CONTÍNUO OU FECHANDO O QUADRO**



**PERFIL SIMÉTRICO**

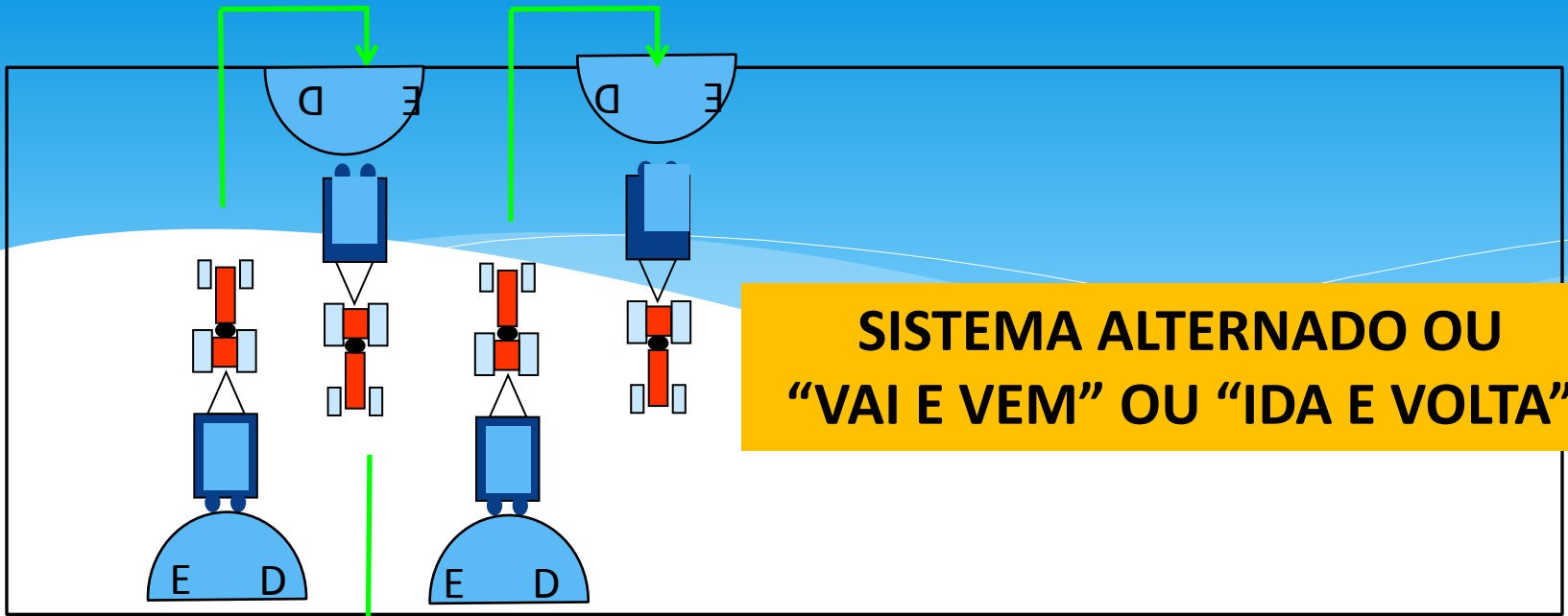
**SOBREPOSIÇÃO**



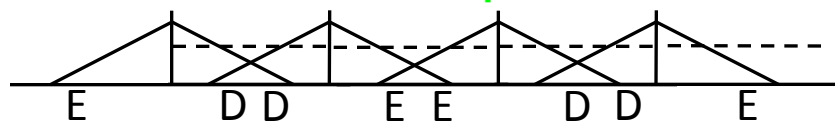
**PERFIL ASSIMÉTRICO = MANTÉM A DOSE MÉDIA ENTRE AS PASSADAS**

----- **DOSE MÉDIA**

# SISTEMA OPERACIONAL DE CAMPO

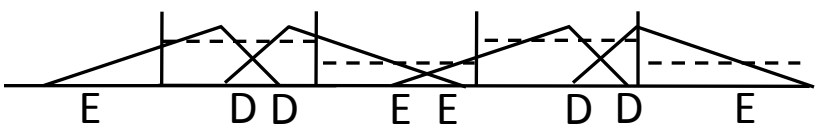


**SISTEMA ALTERNADO OU  
“VAI E VEM” OU “IDA E VOLTA”**



**PERFIL SIMÉTRICO**

**SOBREPOSIÇÃO**



**PERFIL ASSIMÉTRICO = OSCILAÇÃO DA  
DOSE MÉDIA ENTRE AS PASSADAS**

----- DOSE MÉDIA

## **5.2 RESULTADOS EXPERIMENTAIS**

- A) CALCÁRIO**
- B) GESSO AGRÍCOLA**
- C) FOSFATO NATURAL REATIVO**

# TESTE DE DESEMPENHO

## APLICAÇÃO DE CALCÁRIO “SEM QUEBRA-VENTO”

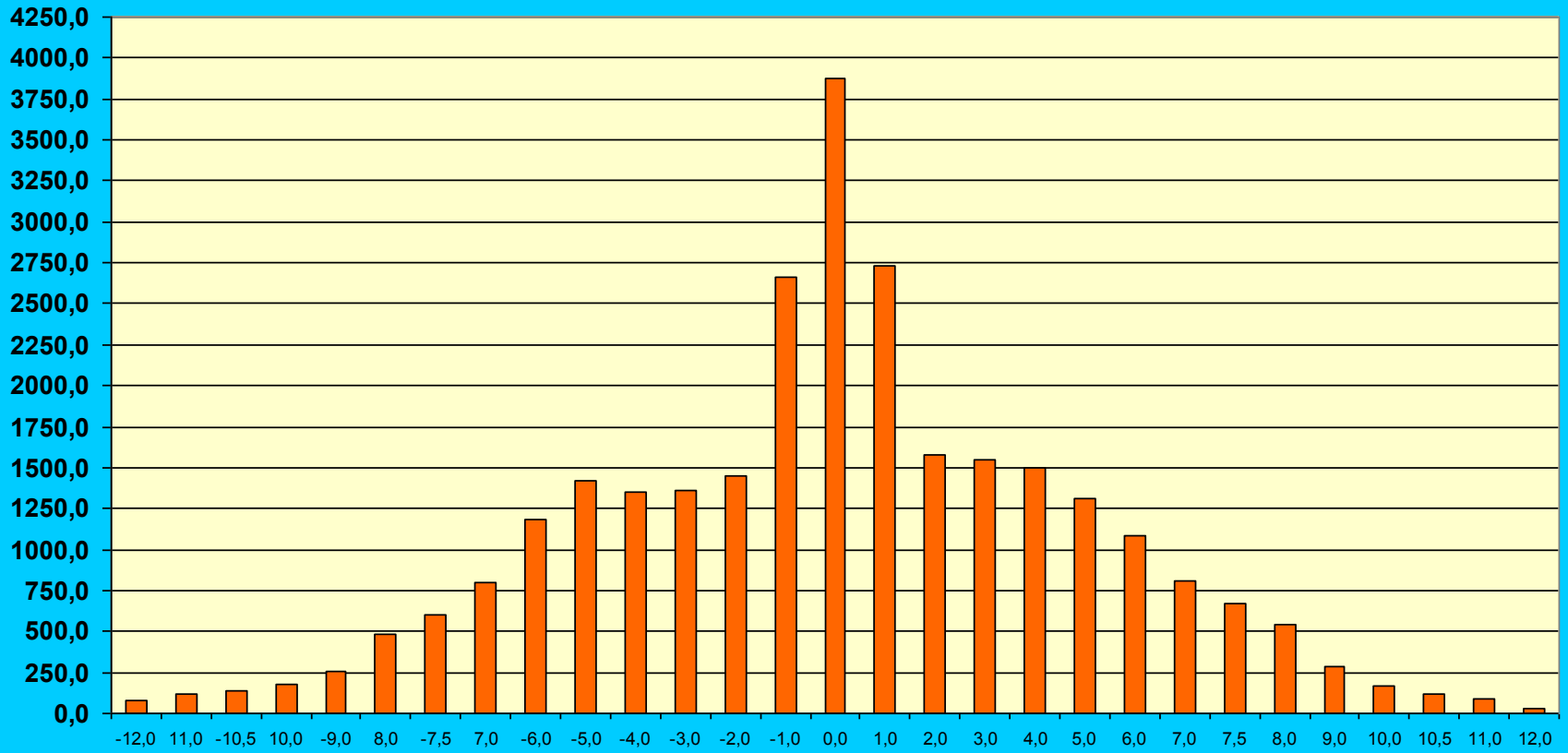


**DISTRIBUIDOR CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS  
DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA CENTRAL  
DEPÓSITO MONTADO SOBRE CAMINHÃO**

2005

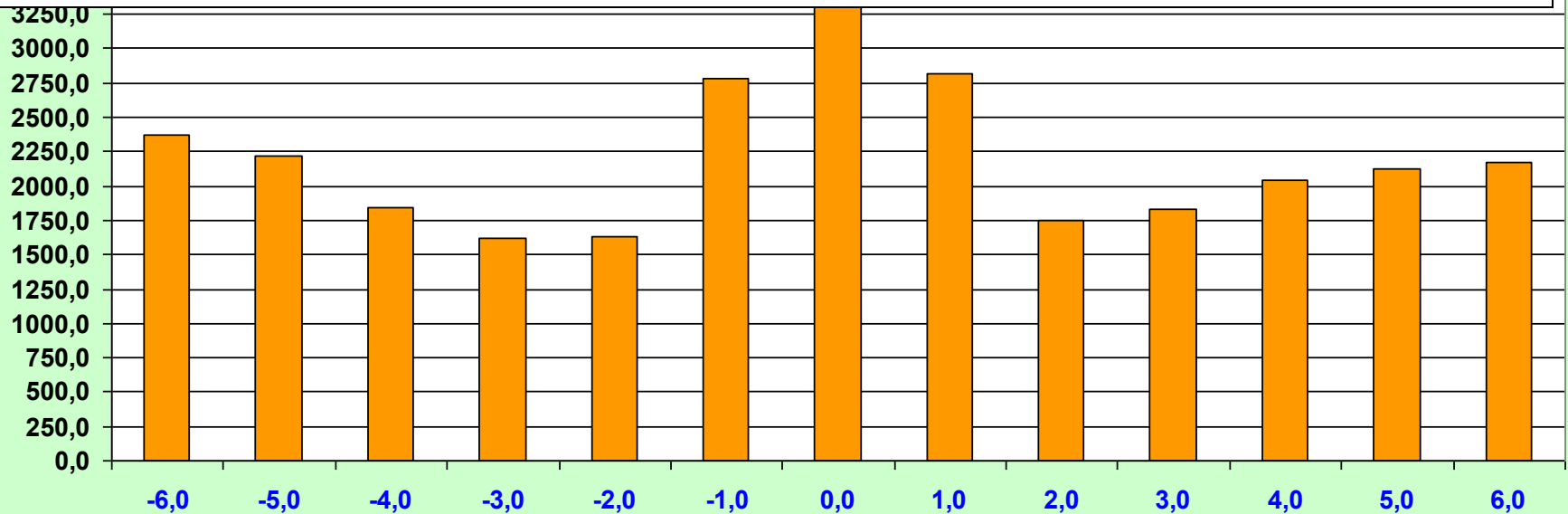


**PERFIL TRANSVERSAL BÁSICO CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS  
 APLICADOR SOBRE CAMINHÃO - OTA - CALCÁRIO**



**ESQUERDO** **DIREITO**

PERFIL TRANSVERSAL largura de trabalho = 12 m



**DOSAGEM MÉDIA = 2243 kg/ha**  
**COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 20,4%**  
**COEFICIENTE DE SIMETRIA = 1,022**

# TESTE DE DESEMPENHO

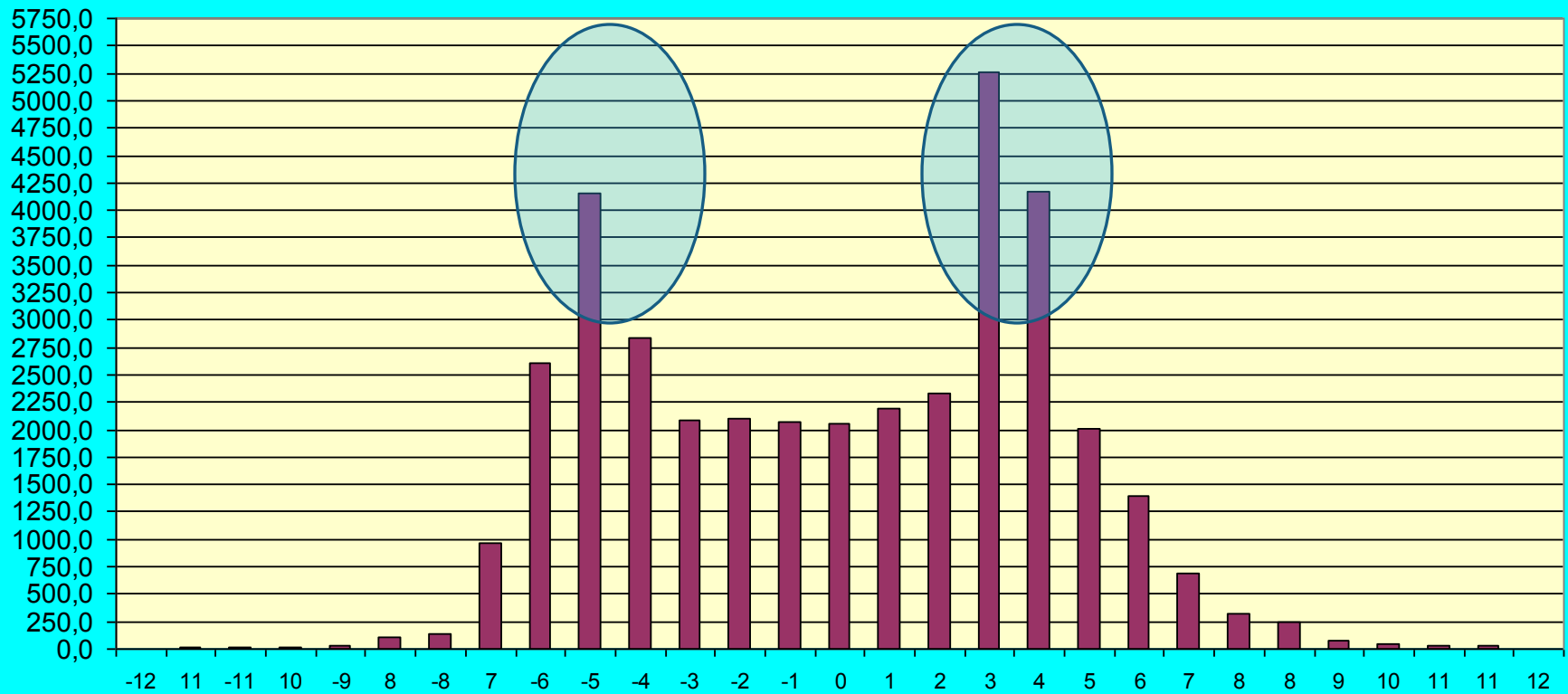
## APLICAÇÃO DE CALCÁRIO “COM QUEBRA-VENTO”



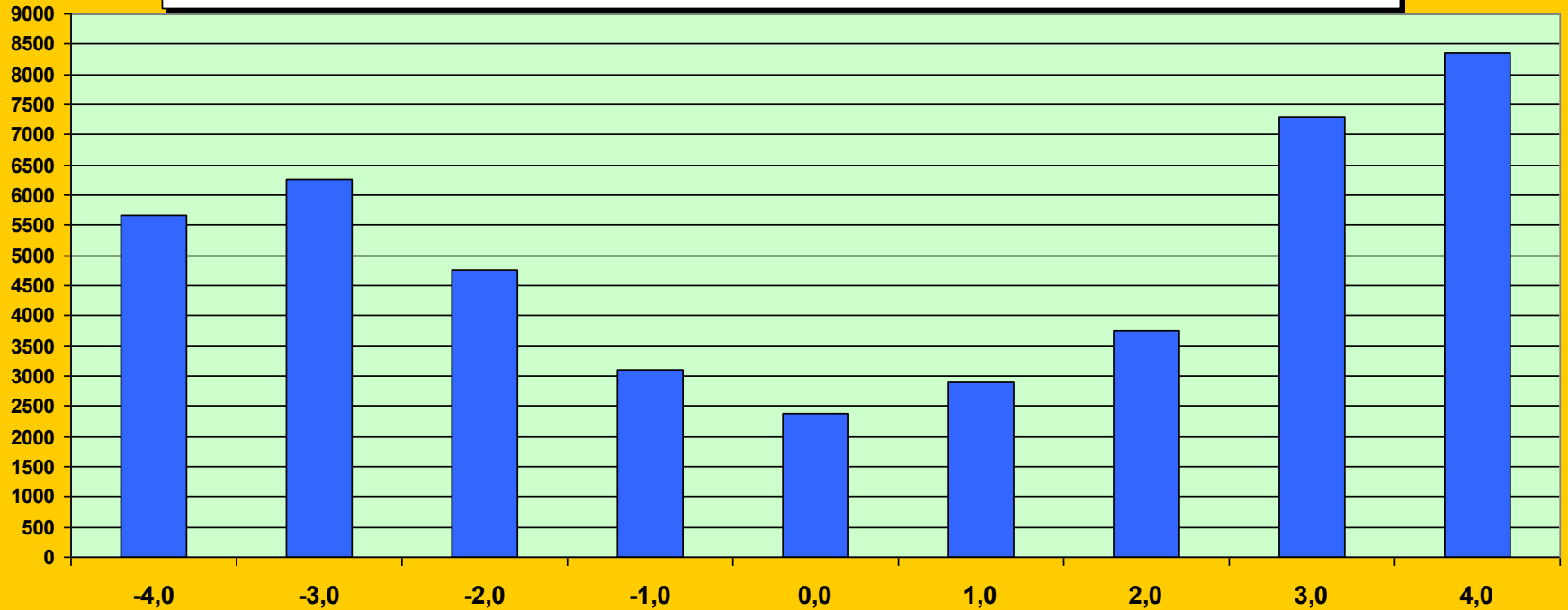
**INTENSIDADE DO VENTO > 8,0 a 10,0 km/h**

**31 8 2005**

**PERFIL TRANSVERSAL BÁSICO CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS - APLICADOR SOBRE CAMINHÃO  
OTA COM ABAFADOR - CALCÁRIO**



**PERFIL TRANSVERSAL LARGURA DE TRABALHO DE 8,0m APLICADOR OTA SOBRE CAMINHÃO COM ABAFADOR - CALCÁRIO**



**DOSAGEM MÉDIA = 4941 kg/ha**  
**COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 35,1%**  
**COEFICIENTE DE SIMETRIA = 1,114**

# Testes Usina São Manoel - Março de 2007 - Spander Canavieira - SOLLUS

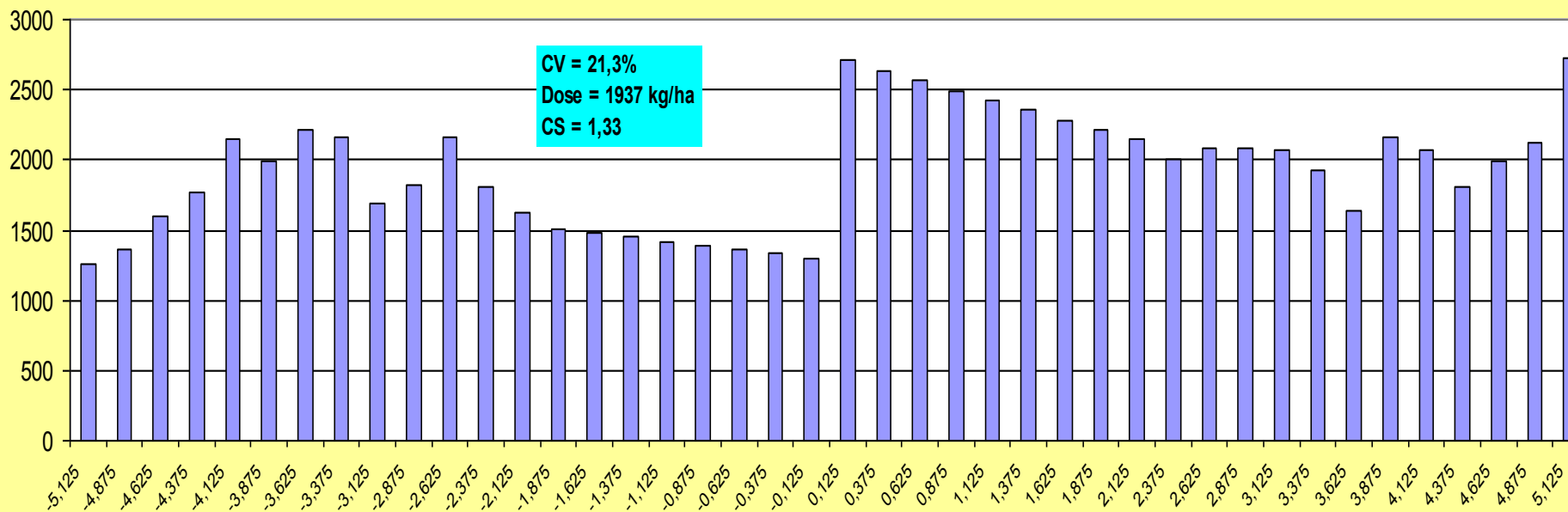


# Carreta Sollus com calcário “filler”

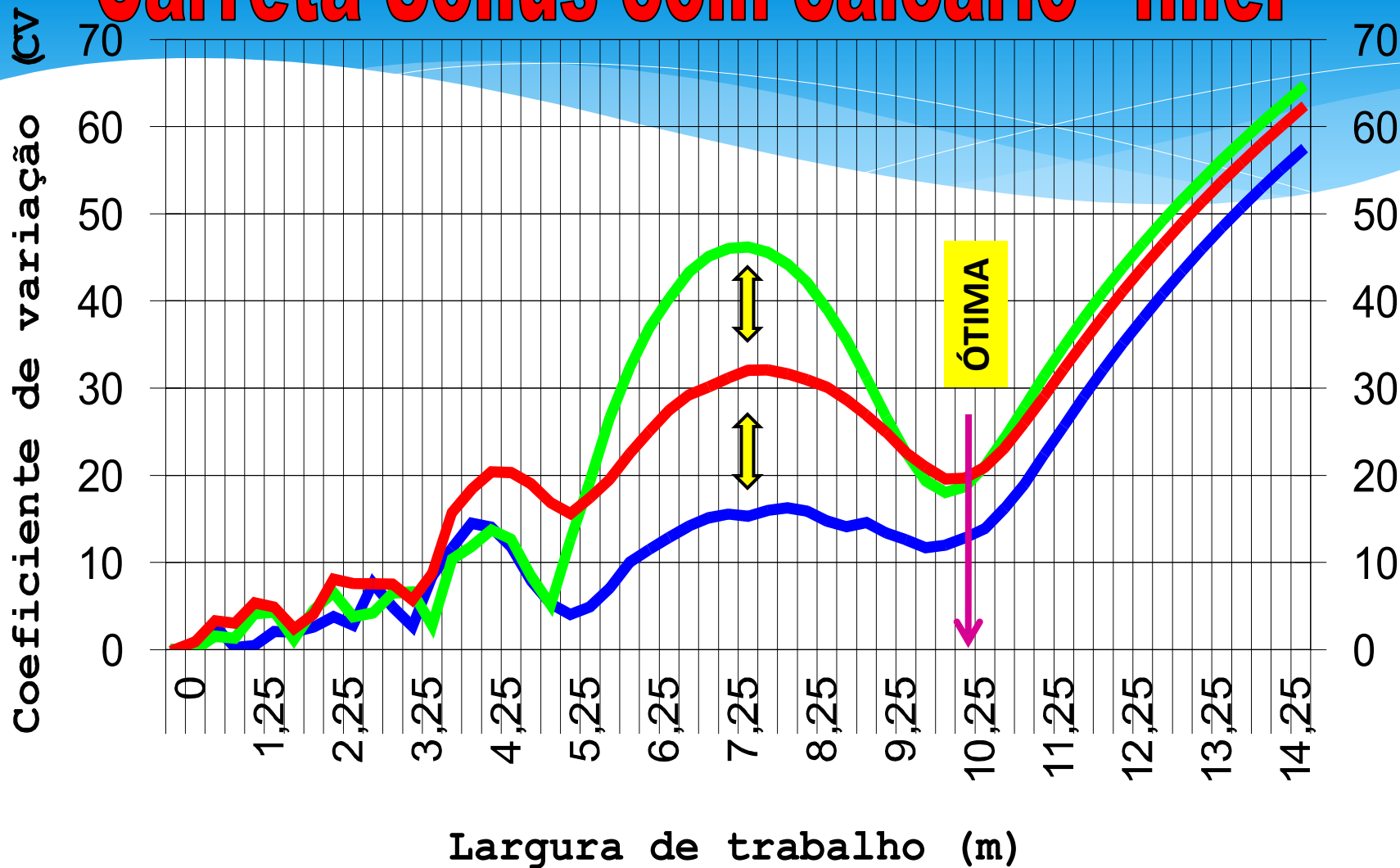
Teste feito com calcário Geocal – 96% < 0,3mm

Equipamento regulado para 2,0 t/ha

Teste 6 -Sollus com calcário Geocal mar/07 Us. São Manoel - Largura = 10,25 m



# Carreta Sollus com calcário "filler"



— Sistema Contínuo

— Alternado Esquerdo

— Alternado Direito

Fechando o Quadro ou Perimétrico

“Vai e Vem ou Ida e Volta”



# ERROS BÁSICOS

## Falta de reparos & manutenção

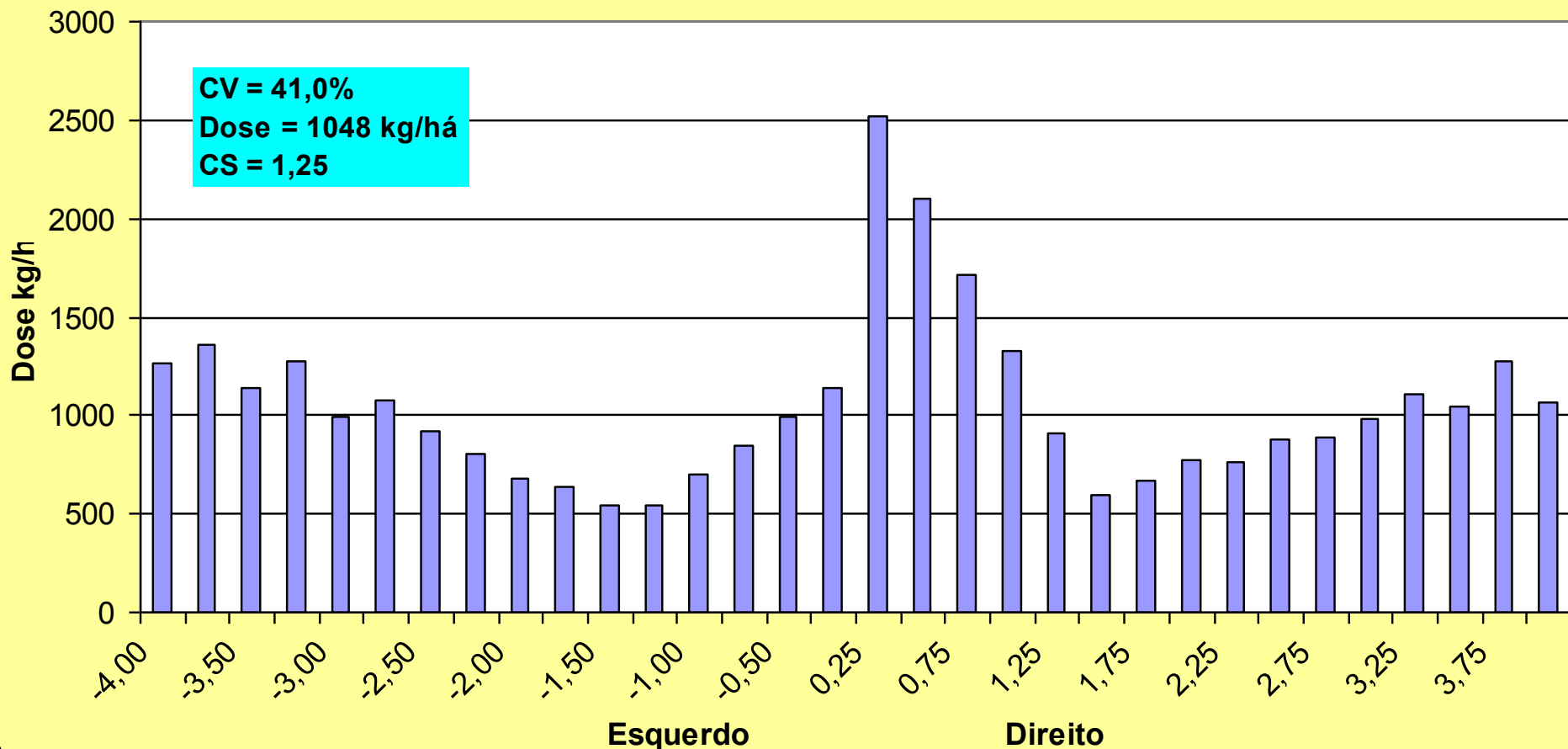


**Disco com somente "2 aletas"**

14 3 2006

# EQUIPAMENTO SEM MANUTENÇÃO

Teste 1 - Jan 7500 com Gesso - Us São Manoel abr/06 - Largura = 8,0 m

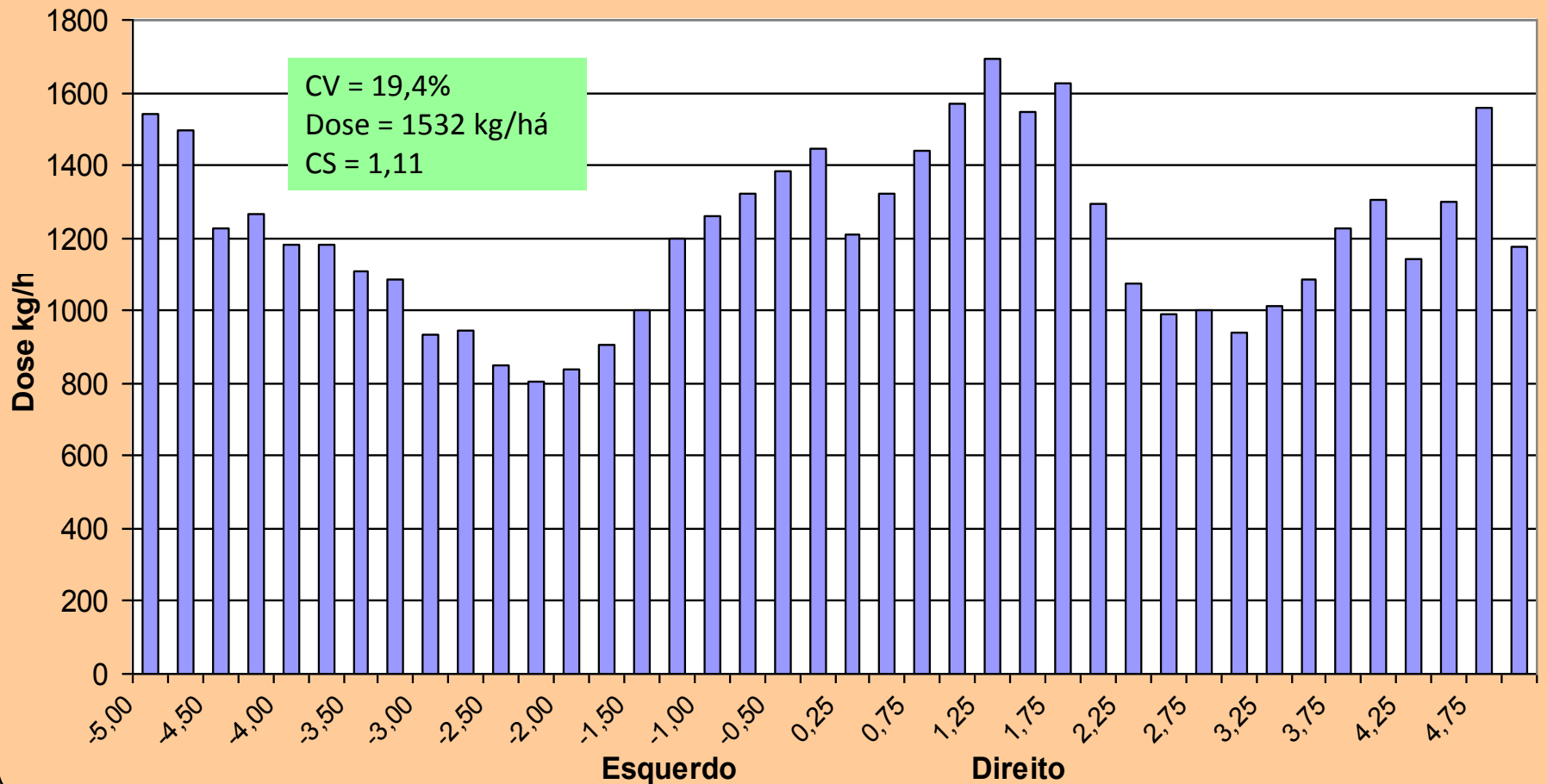


# EQUIPAMENTO COM MANUTENÇÃO



# EQUIPAMENTO COM MANUTENÇÃO

Teste 3 - PICCIN 5500 com Gesso. Us São Manoel abr/06. Largura = 10,0m

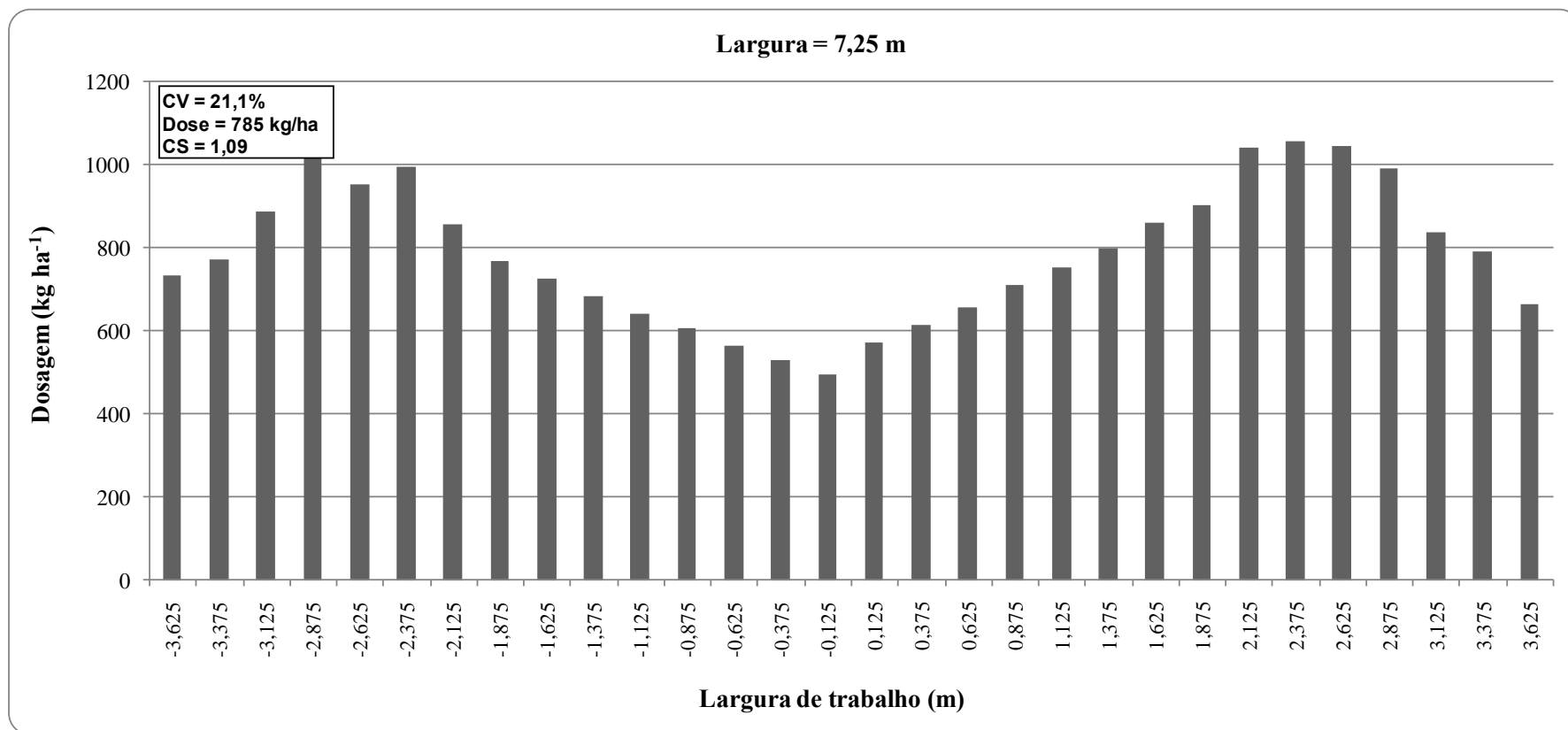


# Testes Usina São Manoel - Março de 2007 - Hercules 24000 - STARA



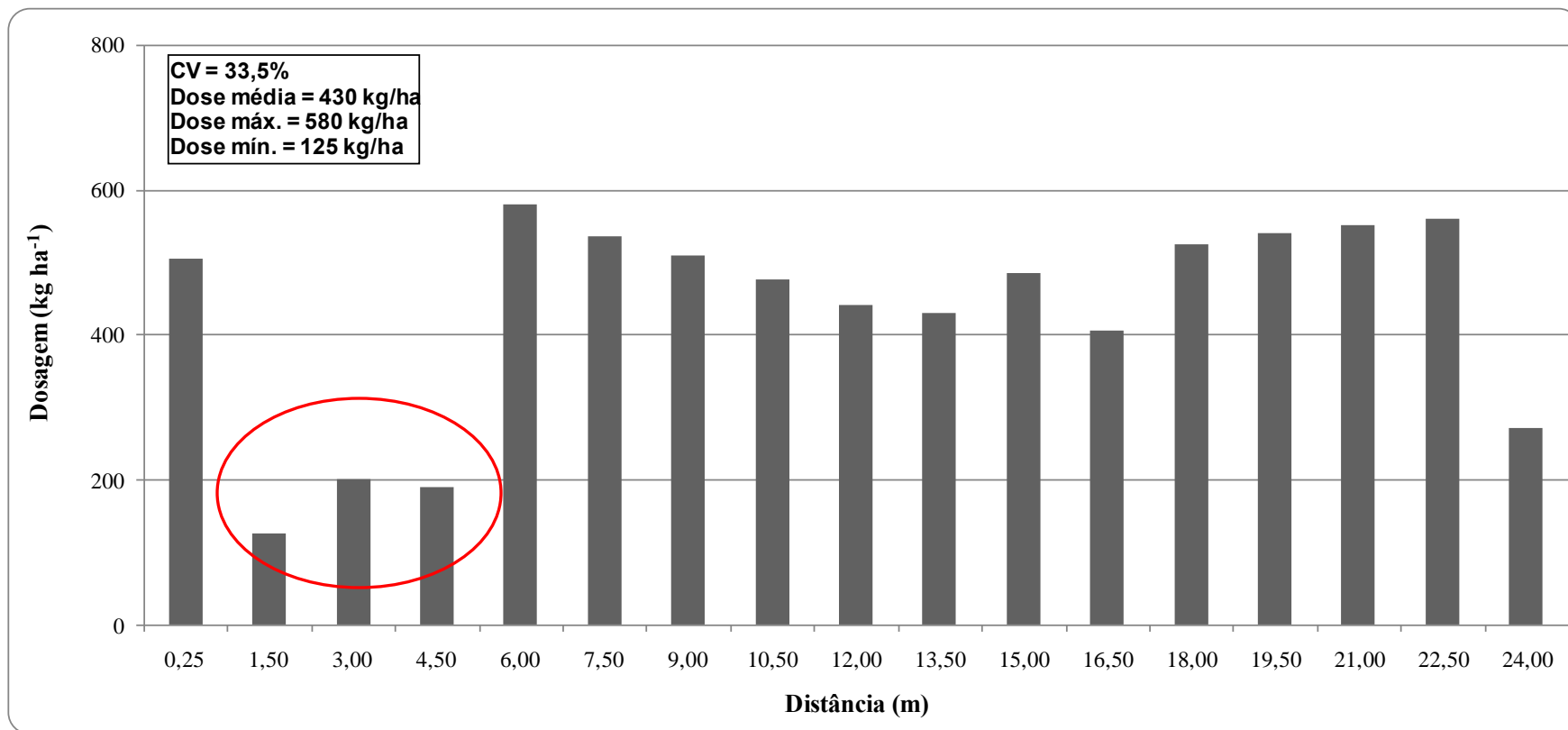
# FOSFATO NATURAL REATIVO CAMINHÃO HERCULES 24000 (STARA)

## PERFIL TRANSVERSAL



# FOSFATO NATURAL REATIVO CAMINHÃO HERCULES 24000 (STARA)

## PERFIL LONGITUDINAL

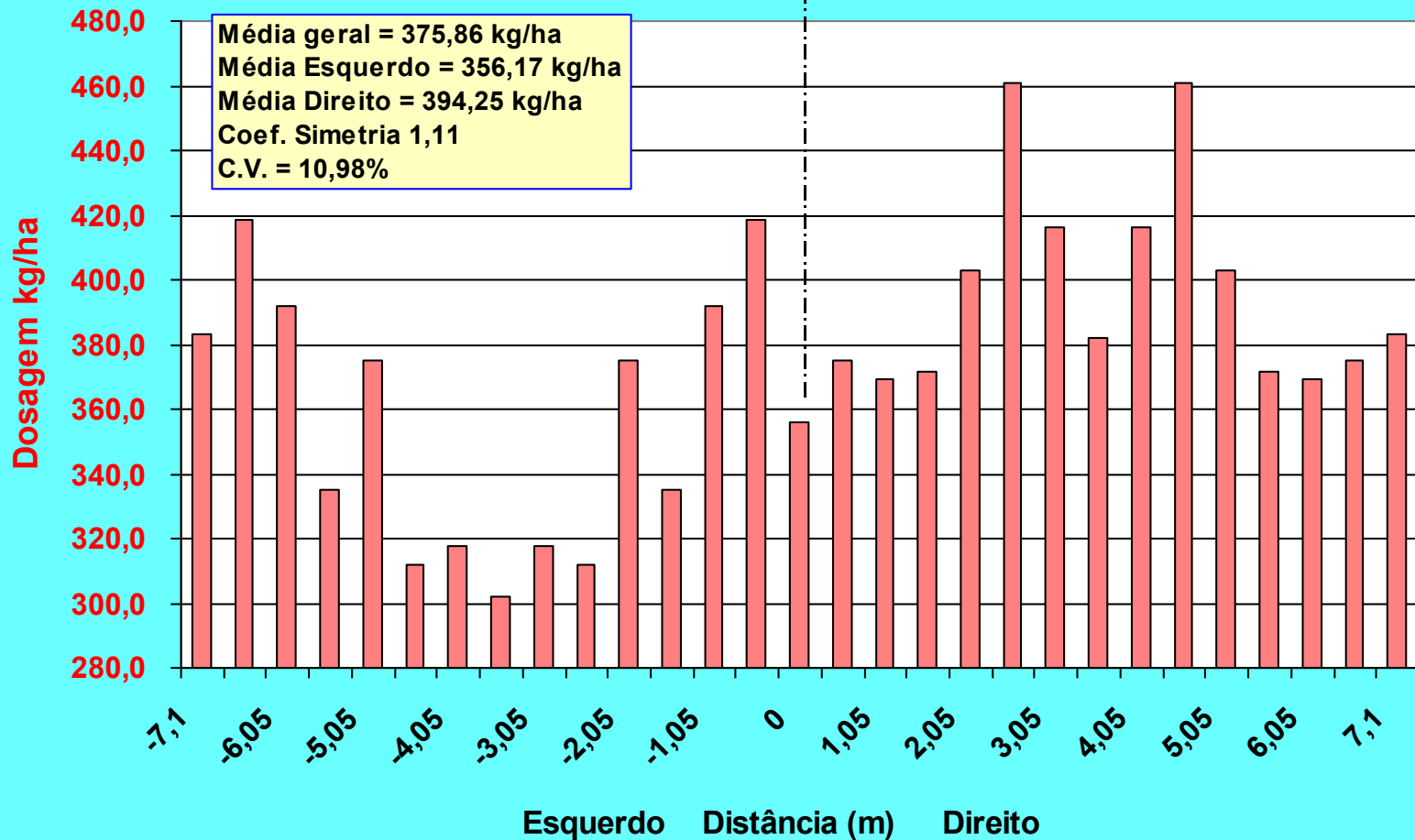


## **5.2 RESULTADOS EXPERIMENTAIS**

### **D) FERTILIZANTES**



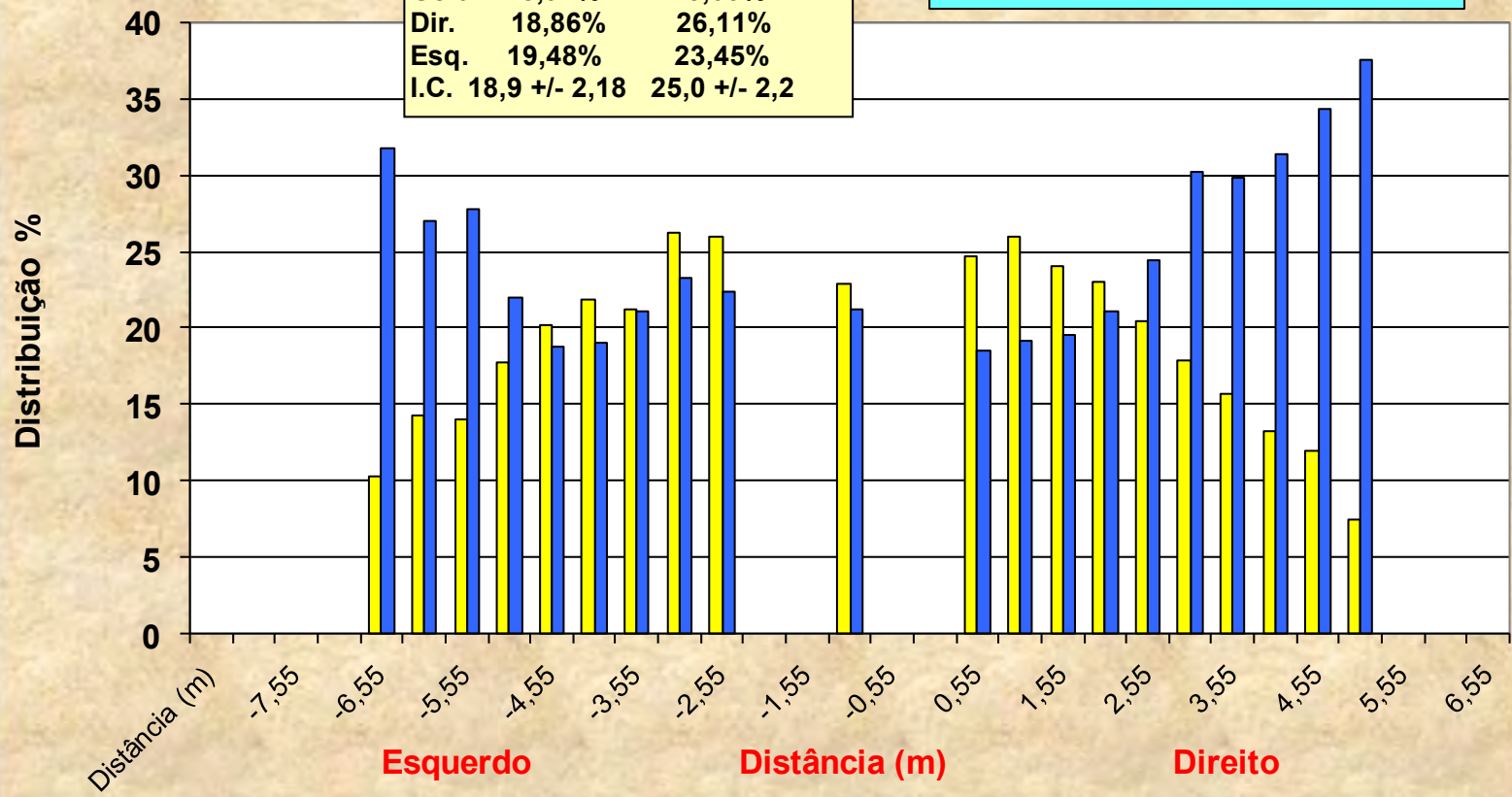
**Perfil Transversal da aplicação (kg/ha) - USJ 1999**  
**Mistura de grânulos N-P-K = 22:00:22 Espaçamento = 7,10 m**



**Tecnologia de aplicação - FZEA/USP & Usina São João**  
**Produto: Fórmula N : K - 22:00:22**

Média	N	K2O
Geral	18,97%	25,03%
Dir.	18,86%	26,11%
Esq.	19,48%	23,45%
I.C.	18,9 +/- 2,18	25,0 +/- 2,2

■ N (%)    ■ K2O (%)



# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

## TESTES DE DESEMPENHO

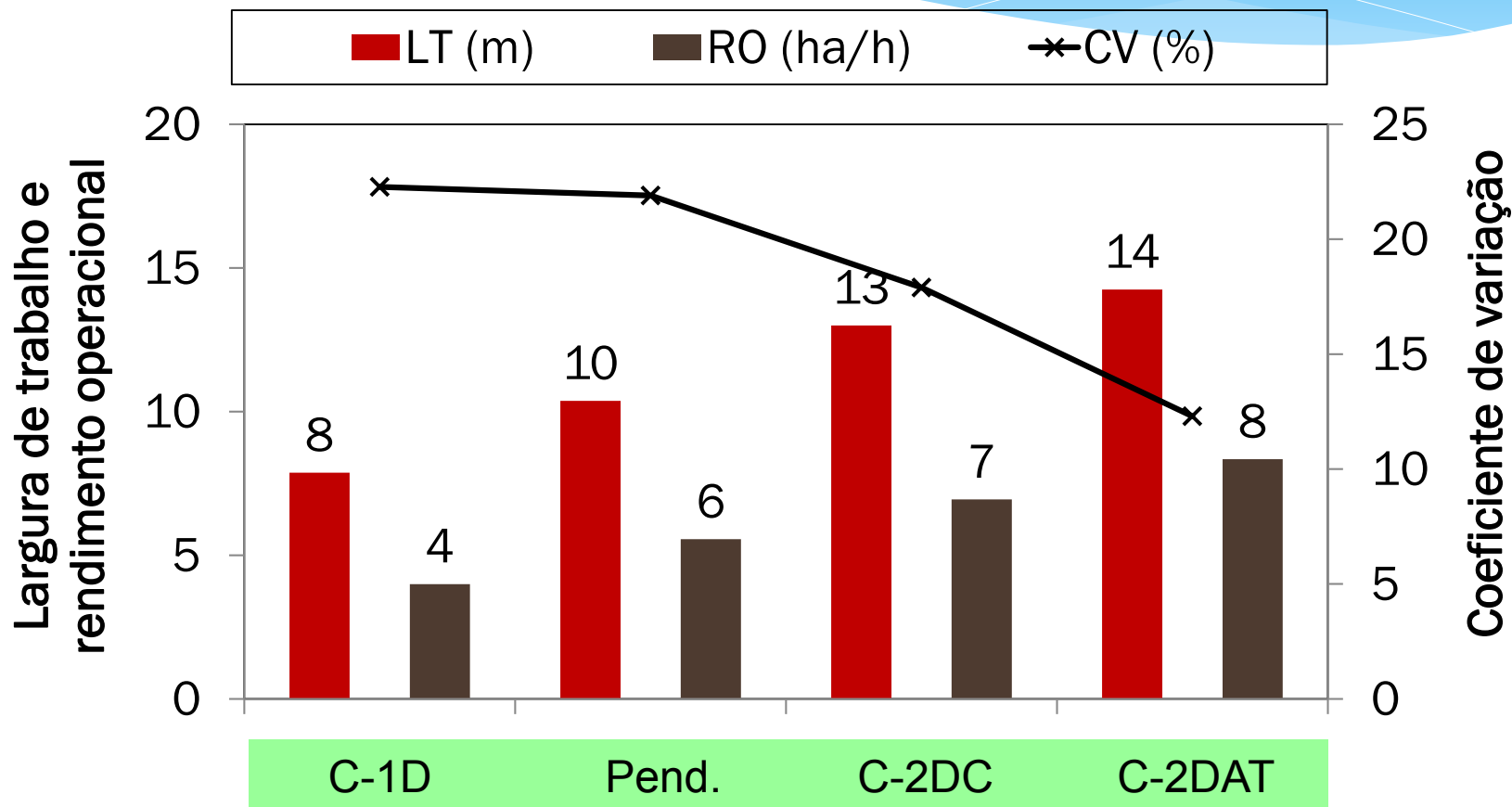
4 FONTES DE KCl  
4 APLICADORES  
16 COMBINAÇÕES

## AVALIAÇÃO A CAMPO

AGRARIAS - FZEA - USP - PIRASSUNUNGA/SP

17 7 2006

# RESUMO DOS EQUIPAMENTOS DISTRIBUIDORES DE FERTILIZANTES



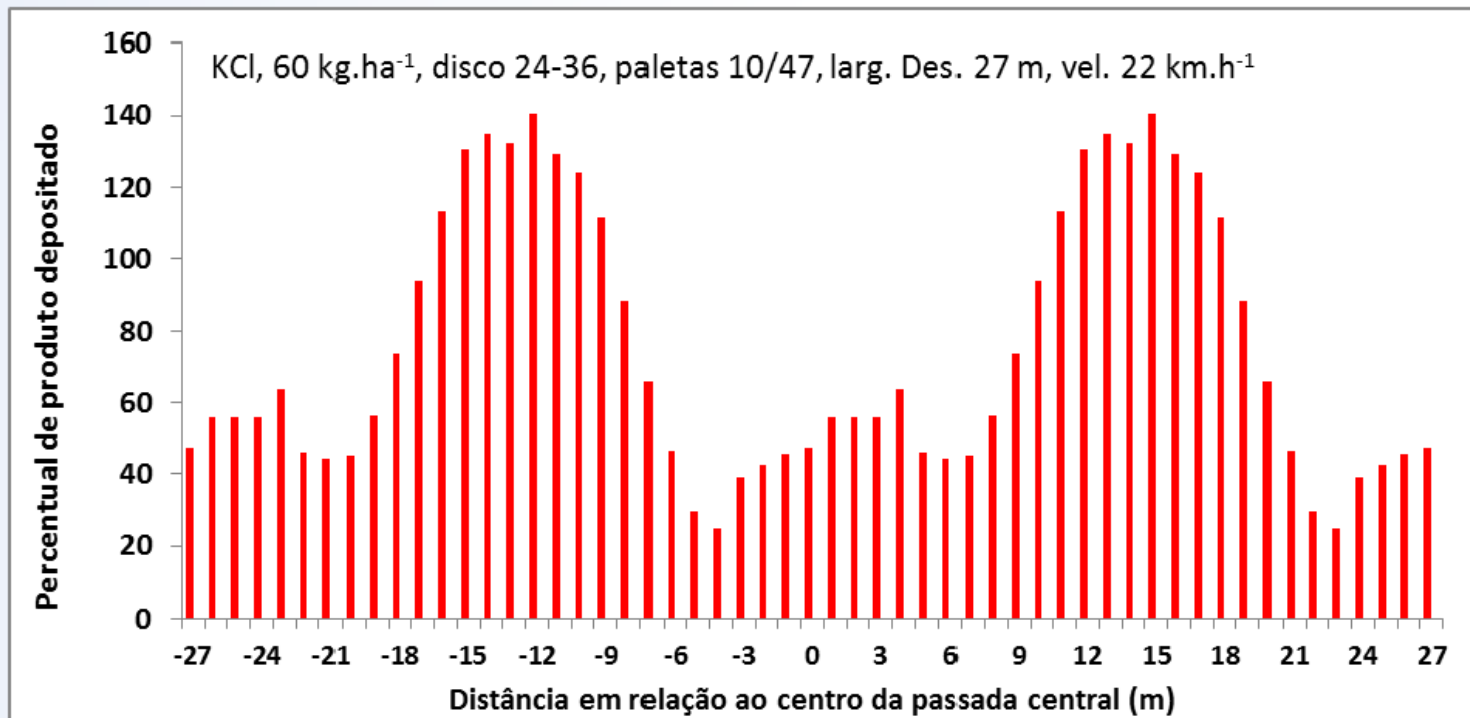
# AVALIAÇÕES DE APLICADORES

## Fundação MT – PMS



# Distribuidor Centrífugo com dois discos

## Fertilizante = KCl - Teste dose = 60 kg/ha



# Distribuidor Centrífugo com dois discos Fertilizante = KCl - Resultados Gerais – Coeficiente de Variação – CV%

Valores de coeficientes de variação médios para as distribuições

Largura (m)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.7	1.4	2.4	1.9	1.3	1.5
4	1.8	1.4	1.2	0.9	1.8	2.4
5	1.3	2.4	2.4	2.9	2.3	3.0
6	1.6	6.3	2.8	5.7	6.6	3.3
7	3.2	6.0	3.5	6.4	4.8	4.4
8	5.4	3.5	5.9	4.5	7.3	3.4
9	10.2	4.3	9.0	7.1	7.1	4.8
10	16.7	5.8	9.6	11.0	6.7	7.0
11	21.2	7.6	9.9	20.0	9.3	9.9
12	21.6	8.4	9.7	25.6	12.3	8.0
13	18.0	9.9	1.7	25.6	12.0	3.7
14	12.8	8.9	8.5	20.0	8.8	8.5
15	7.4	8.9	7.5	10.3	9.1	16.5
16	7.3	10.4	7.3	4.5	12.0	24.6
17	10.2	13.3	7.9	14.1	14.6	30.8
18	13.8	14.6	8.3	24.6	19.9	35.5
19	17.3	15.5	9.5	33.5	24.3	38.1
20	20.1	14.5	10.9	40.8	27.1	39.3
21	21.9	13.3	13.4	47.0	29.7	38.9
22	22.7	11.4	15.1	51.3	31.5	37.2
23	22.7	11.3	18.1	54.1	32.6	34.4
24	22.0	11.4	20.7	55.1	31.8	30.6
25	21.1	14.0	23.6	54.7	30.5	26.2
26	20.5	17.4	26.6	52.6	28.1	21.4
27	21.0	21.4	29.1	49.2	25.4	17.3
28	22.7	25.4	31.9	45.0	22.7	14.8
29	25.7	29.1	34.4	40.5	19.9	15.6
30	29.4	32.7	37.3	35.8	17.9	18.7



## TESTES DE DESEMPENHO

### PRODUTOS:

2 Corretivos = Calcário e Gesso

2 Fertilizantes = MAP e KCl

### IMPLEMENTO:

Dosador = Volumétrico com esteira central

Distribuidor: Centrífugo com 2 discos

Tratamentos: Velocidades de deslocamento

8,0 – 10,0 e 12,0 km.h<sup>-1</sup>

Trator: Valtra BM-125i

Local: Fazenda Roçinha 1

Grupo S.A. Agroindustrial Eldorado



## AVALIAÇÃO A CAMPO



# TESTES DE DESEMPENHO

**Adequação do aplicador para  
Aplicação de corretivo ou fertilizante**



**Monitoramento das condições  
climáticas**





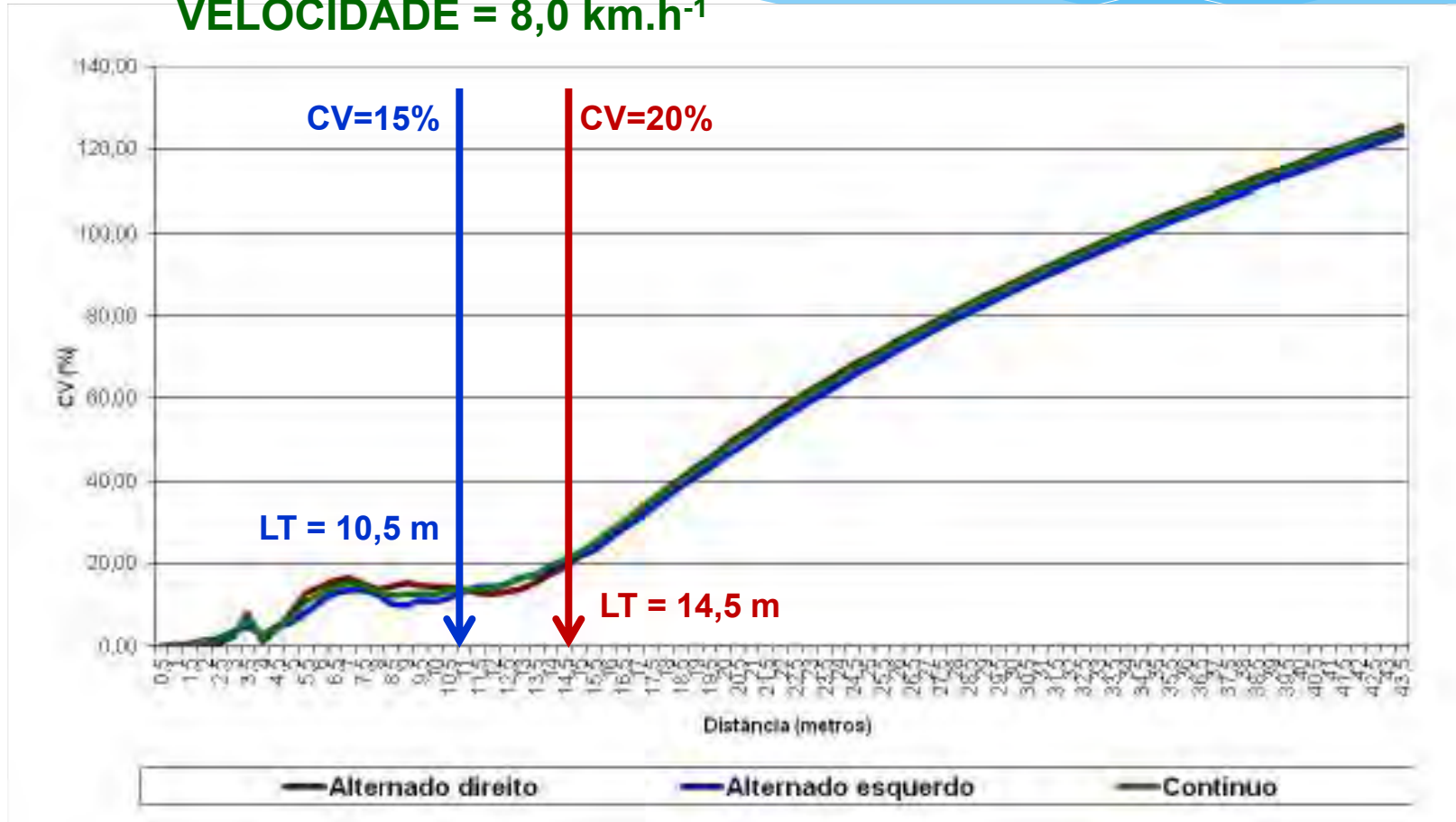
## RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**TESTES COM CALCÁRIO**

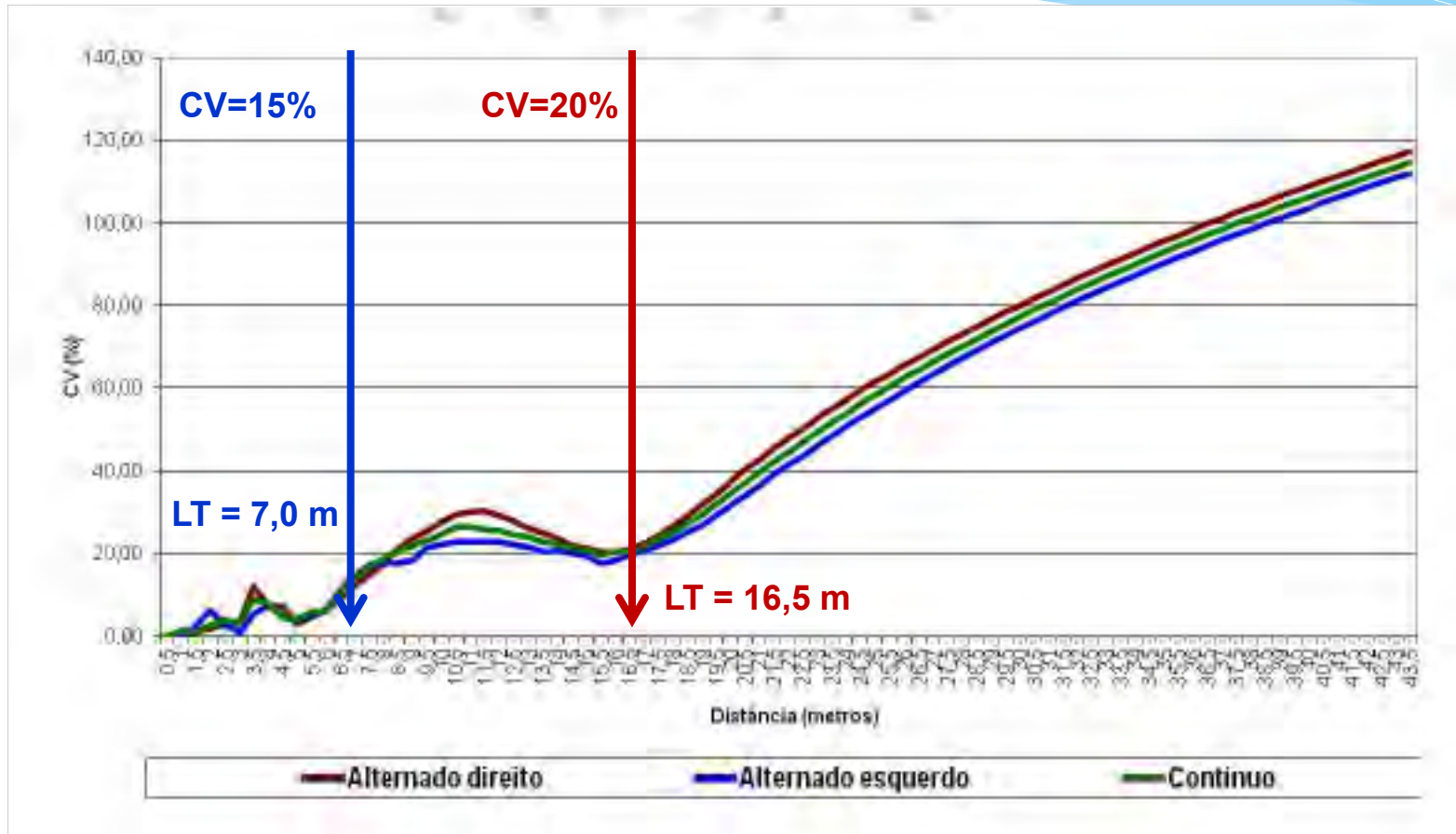
# RESULTADO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO – CV%

VELOCIDADE = 8,0 km.h<sup>-1</sup>



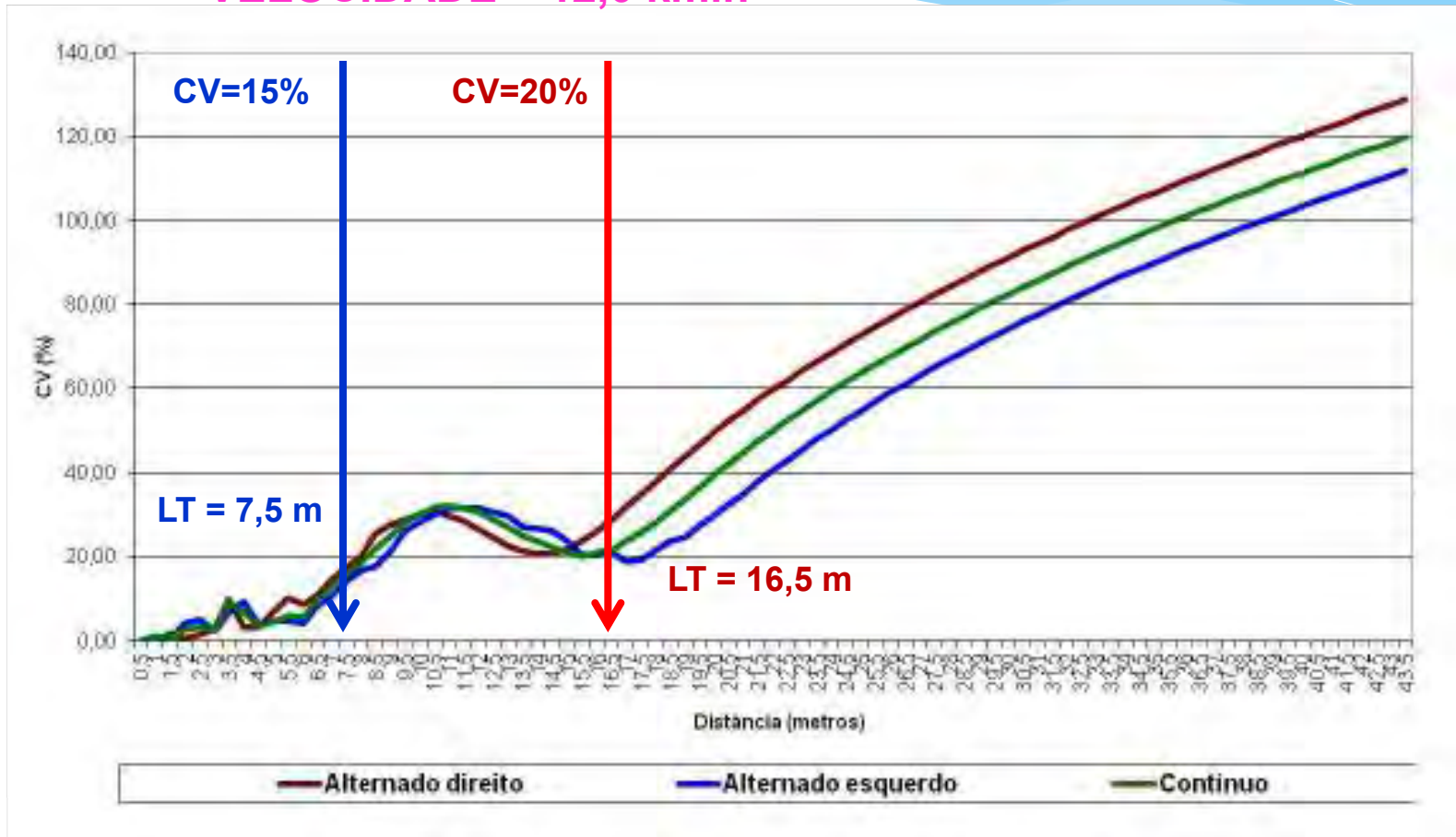
# RESULTADO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO – CV%

VELOCIDADE = 10,0 km.h<sup>-1</sup>



# RESULTADO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO – CV%

VELOCIDADE = 12,0 km.h<sup>-1</sup>



# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coefficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	14,5	16,0	16,5
15	10,5	7,0	7,5

## TESTES COM CALCÁRIO

# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coefficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	8,5	8,5	9,0
15	7,5	8,0	8,5

## TESTES COM GESSO

# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coeficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	19,0	9,0	8,5
15	9,0	8,0	8,0

## TESTES COM MAP



# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coeficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	15,5	16,0	16,0
15	8,0	8,5	8,5

## TESTES COM KCI

# TESTE DE APLICAÇÃO: PERFIL TRANSVERSAL 9 LINHAS – 1,5m Cana-de-açúcar



# TESTE DE APLICAÇÃO: PERFIL TRANSVERSAL 9 LINHAS – 1,5m Cana-de-açúcar

Fertilizante N:P:K Mistura de Grânulos: 20:05:20

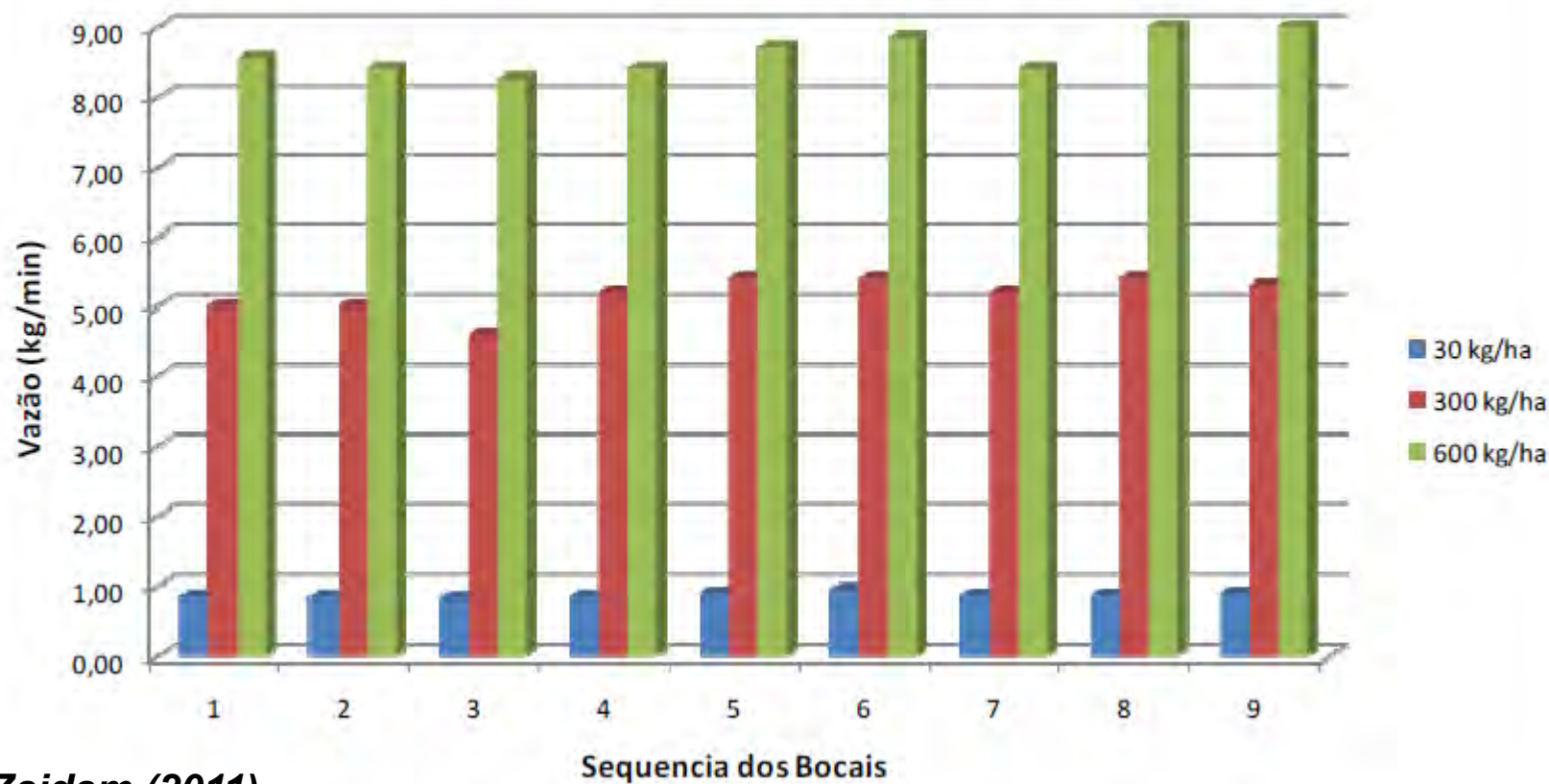
Tabela 1. Massa coletada (kg), vazão de adubo (kg/min) e CV% das vazões ao longo dos bocais

TAXA DE APLICAÇÃO	MASSA COLETADA (Kg)									VAZÃO (Kg . MIN <sup>-1</sup> )									CV%
	BOCAIS									BOCAIS									
DIMENSÃO ABERTURA (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
(30 Kg/ha)	1,70	1,70	1,65	1,70	1,80	1,90	1,75	1,75	1,80	0,85	0,85	0,83	0,85	0,90	0,95	0,88	0,88	0,90	4,29
(300 Kg/ha)	2,50	2,50	2,30	2,60	2,70	2,70	2,60	2,70	2,65	5,00	5,00	4,60	5,20	5,40	5,40	5,20	5,40	5,30	5,12
(600 Kg/ha)	2,85	2,80	2,75	2,80	2,90	2,95	2,80	3,00	3,00	8,55	8,40	8,25	8,40	8,70	8,85	8,40	9,00	9,00	3,27

*Zaidam (2011)*

# TESTE DE APLICAÇÃO: PERFIL TRANSVERSAL 9 LINHAS – 1,5m Cana-de-açúcar

Distribuição transversal entre os bocais - NPK(Cana)



Zaidam (2011)

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **QUALIDADE DA APLICAÇÃO EXIGE DIVERSIDADE DE CONHECIMENTOS;**
- **DESEMPENHO COM FERTILIZANTES A LANÇO:** superioridade dos equipamentos com distribuidor centrífugo com dois discos de alta tecnologia;
- **A aplicação em “taxa variável” na agricultura de precisão possibilita a exatidão da dosagem, porem não garante a qualidade do perfil transversal – uniformidade;**
- **Não é possível “generalizar” os resultados dos testes de aplicação (condições específicas do teste);**
- **Para garantir uma aplicação com qualidade:**
  - **Avaliações da qualidade da aplicação no campo: TESTES**
  - **Treinamento constante dos operadores: MÃO DE OBRA**
  - **Qualificação em nível acadêmico: PROFISSIONAL**



Não deixe que o barulho da opinião dos outros cale a sua própria voz.

Tenha coragem de seguir seu coração e intuição, pois eles de alguma maneira sabem o que você realmente quer se tornar.

Tudo o resto é secundário

*Steve Jobs (1955-2011)*

USP

Pirassununga SP



*Prof. Dr. Pedro Henrique Luz*

Tel. 19 –3565.4267 ou 9784.5913  
[phcerluz@usp.br](mailto:phcerluz@usp.br) ou  
[pedrohenriqueluz@uol.com.br](mailto:pedrohenriqueluz@uol.com.br)

OBRIGADO!

