SEMEADORAS

José P. Molin
ESALQ/USP
jpmolin@usp.br

Laboratório de Agricultura de Precisão

www.agriculturadeprecisao.org.br

Objetivos específicos

- Rever os conceitos e caracterizar as partes constituintes mais importantes das semeadoras
- Estabelecer formas de caracterizar o desempenho de semeadoras

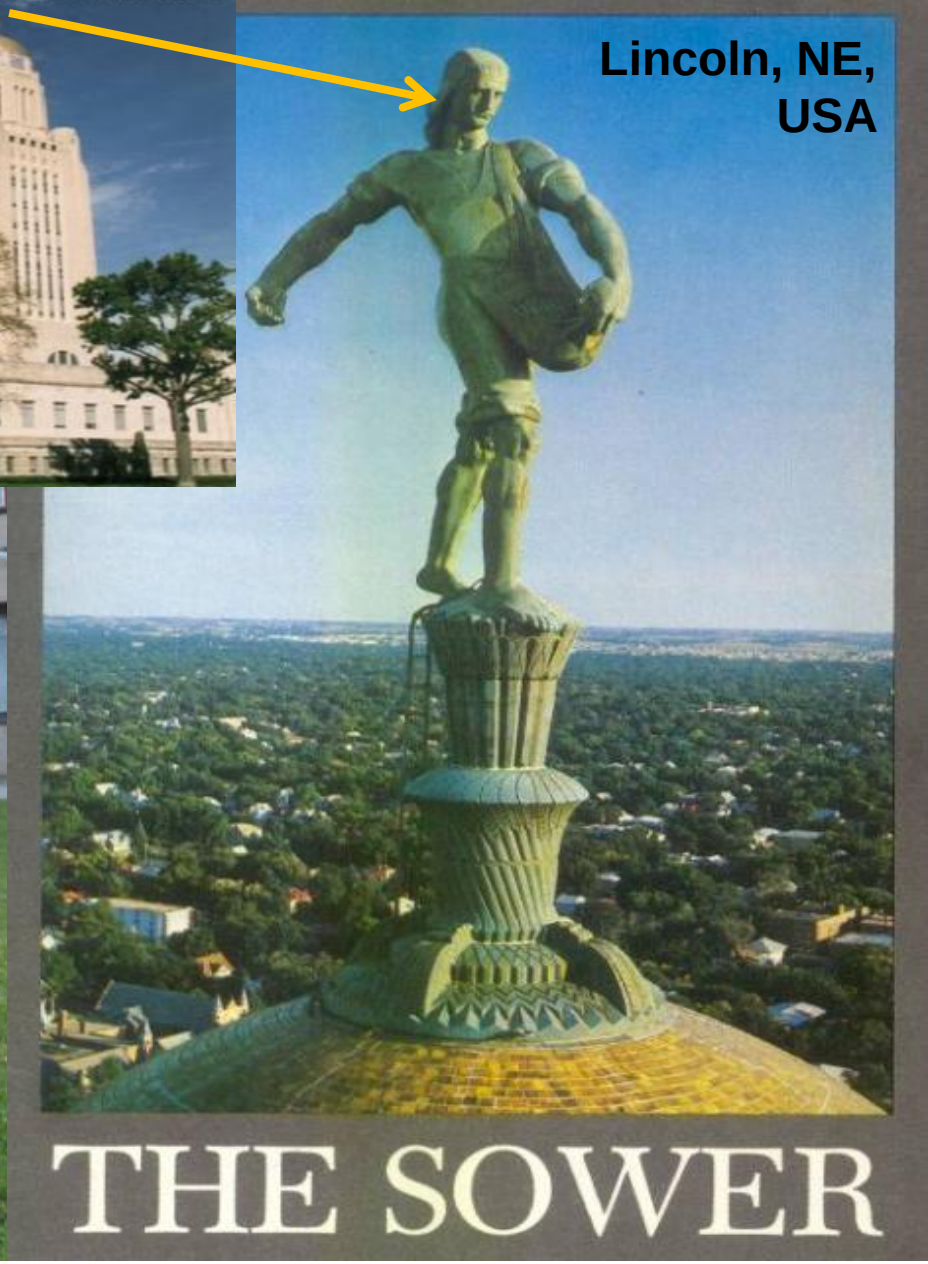
LEITURA COMPLEMENTAR

MIALHE (1996):

- Capitulo 11

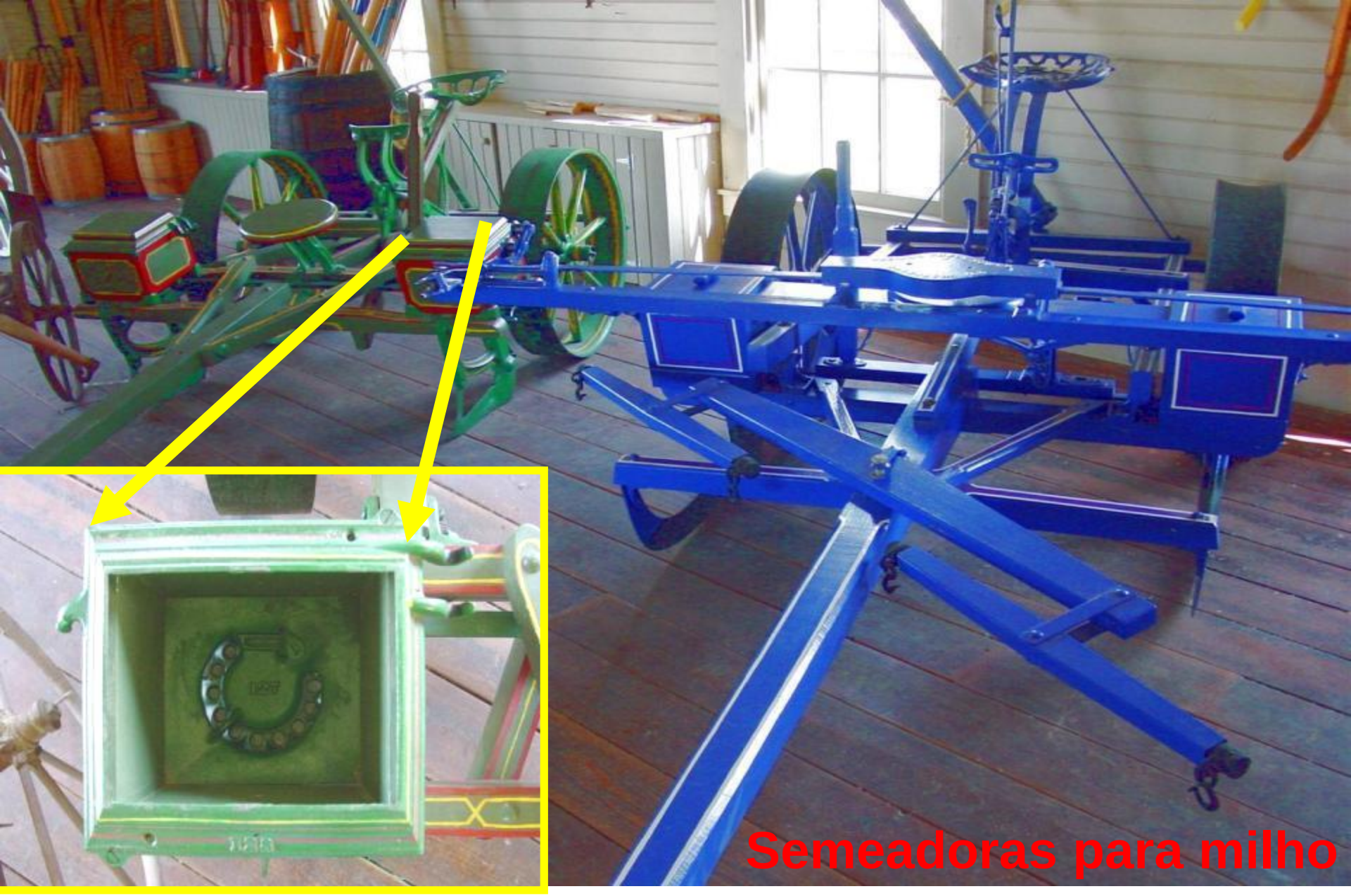
A evolução da semeadura

Upsala, Suécia


Lincoln, NE,
USA
THE SOWER

HISTÓRICO

- 1636 – Primeira semeadora (Europa) de distribuição superficial em linhas (Joseph Locatelli)
- 1785 – Tração animal (Inglaterra) (James Cook)
- 1839 – Primeira patente (EUA) - milho
- 1840 – Primeira fábrica (EUA)
- 1880 – 50% do trigo (EUA) semeado mecanicamente



Semeadoras para milho

TIPOS DE SEMEADORAS

- Pode-se fazer dferentes classificações para enquadrar os diversos tipos de semeadoras; por exemplo, a classificação abaixo:
  - Forma de acionamento
    - Manual
    - Motorizada
    - Tracionada
      - » Tração animal
      - » Tratorizada
  - Forma de deposição
    - Superficial
    - Em sulcos
    - Em covas
  - Forma de distribuição das sementes
    - A lanço
    - Em grupos
    - Em linha
      - » Com precisão
      - » Sem precisão

Os grupos de destaque:

- semeadora-adubadora de fluxo contínuo ou de sementes miúdas (“semeadeira”)

- semeadora-adubadora de precisão ou de sementes graúdas (“plantadeira”)

semeadora-adubadora de fluxo contínuo ou de sementes miúdas (“semeadeira”)

semeadora-adubadora de precisão ou de sementes graúdas (“plantadeira”)

semeadora-adubadora múltipla

Montada para semente graúda

Montada para semente miúda

SEMEATO
PLANTIO
DIRETO
SSM 33

Montagem como de precisão

Montagem como de fluxo contínuo

TUDO
PREMIUM
Algumas possíveis configurações
Mini reservatórios ligados ao reservatório principal (“pipoqueiras”)
Reservatórios individuais e independentes do reservatório principal

Semeadora (sem adubadora)

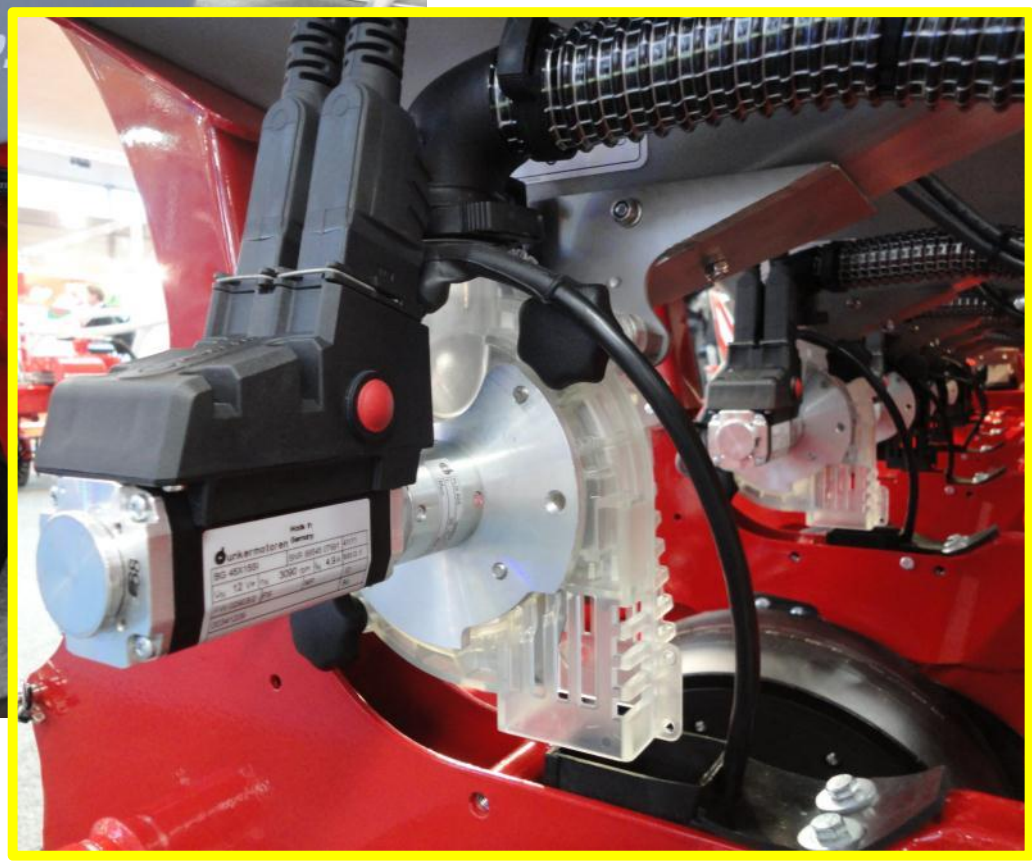
MEATO

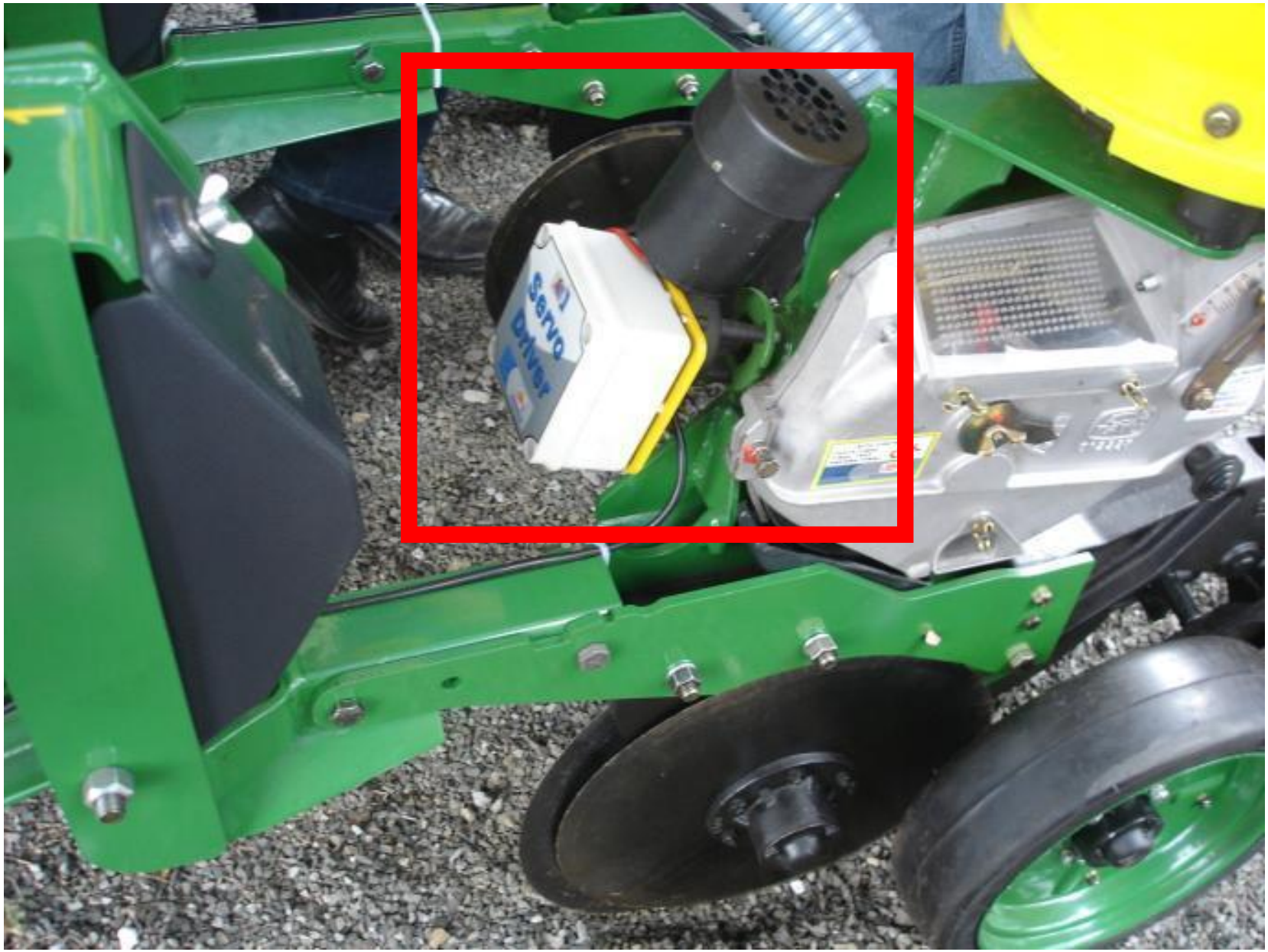
Vence Tudo – Agrishow 2011

UniCar

Acionamento dos mecanismos dosadores por motores hidráulicos individuais

... ou acionamento dos mecanismos dosadores por motores elétricos individuais

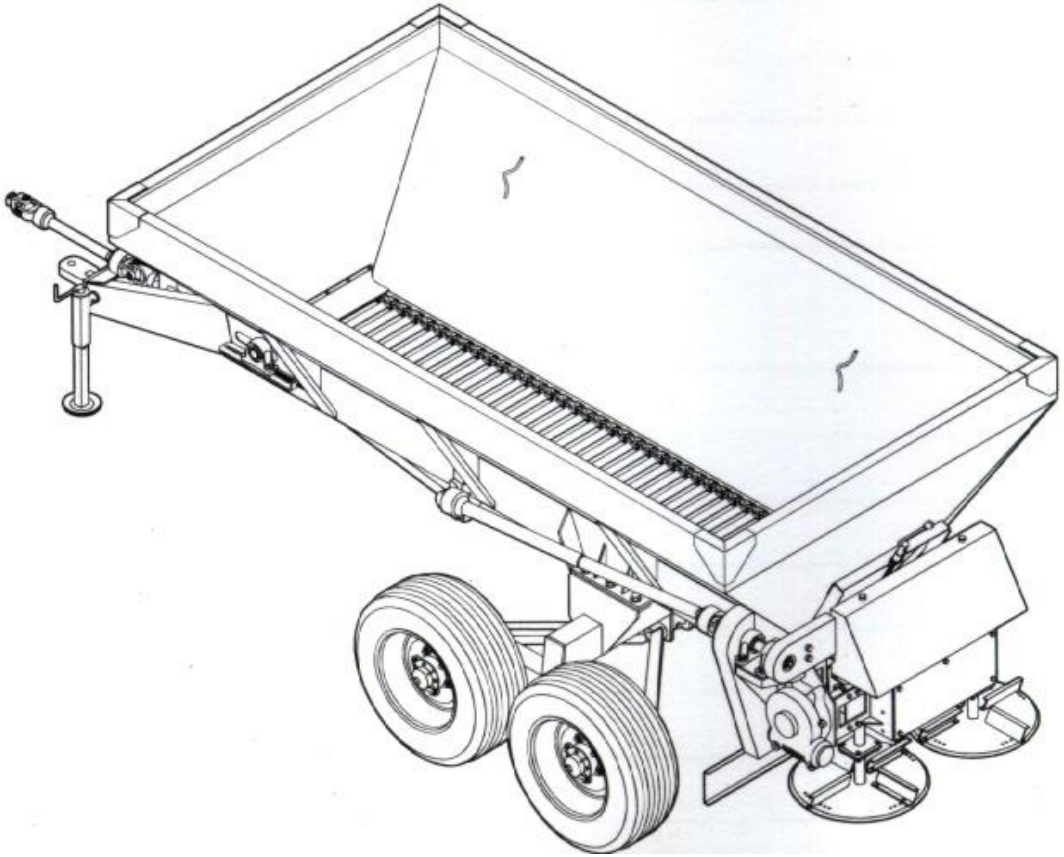




Expointer, 2008

Agrishow 2016

semeadora-adubadora de tração animal para semeadura direta



Vicon

Mecanismos dosadores - Sementes

Sementes Miúdas

- Rotor acanalado
- Orifício regulador
- Rotor alveolado
- Copo dosador

Sementes graúdas

- Disco horizontal
- Dedos prensores
- Pneumáticos
  - sucção
  - sopro

Mecanismos dosadores de semeadoras de precisão

CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES

CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES

Peneiras de Milho

Peneiras Chatas

Pen. Básica	Código Pen.	Código Trieur	Nome Pen.
24	C1	L = Longo	C1L
		M = Médio	C1M
		C = Curto	C1C
		S = Curtinho	C1S
22	C2	L = Longo	C2L
		M = Médio	C2M
		C = Curto	C2C
		S = Curtinho	C2S
20	C3	L = Longo	C3L
		M = Médio	C3M
		C = Curto	C3C
		S = Curtinho	C3S
18	C4	L = Longo	C4L
		M = Médio	C4M
		C = Curto	C4C
		S = Curtinho	C4S
16	C5	L = Longo	C5L
		M = Médio	C5M
		C = Curto	C5C
		S = Curtinho	C5S

Peneiras Redondas

Pen. Básica	Código Pen	Código Trieur	Nome Pen.
24	R1	L = Longo	RL1
		M = Médio	RM1
		C = Curto	RC1
		S = Curtinho	RS1
22	R2	L = Longo	RL2
		M = Médio	RM2
		C = Curto	RC2
		S = Curtinho	RS2
20	R3	L = Longo	RL3
		M = Médio	RM3
		C = Curto	RC3
		S = Curtinho	RS3
18	R4	L = Longo	RL4
		M = Médio	RM4
		C = Curto	RC4
16	R5	L = Longo	RL5
		M = Médio	RM5
		C = Curto	RC5
		S = Curtinho	RS5

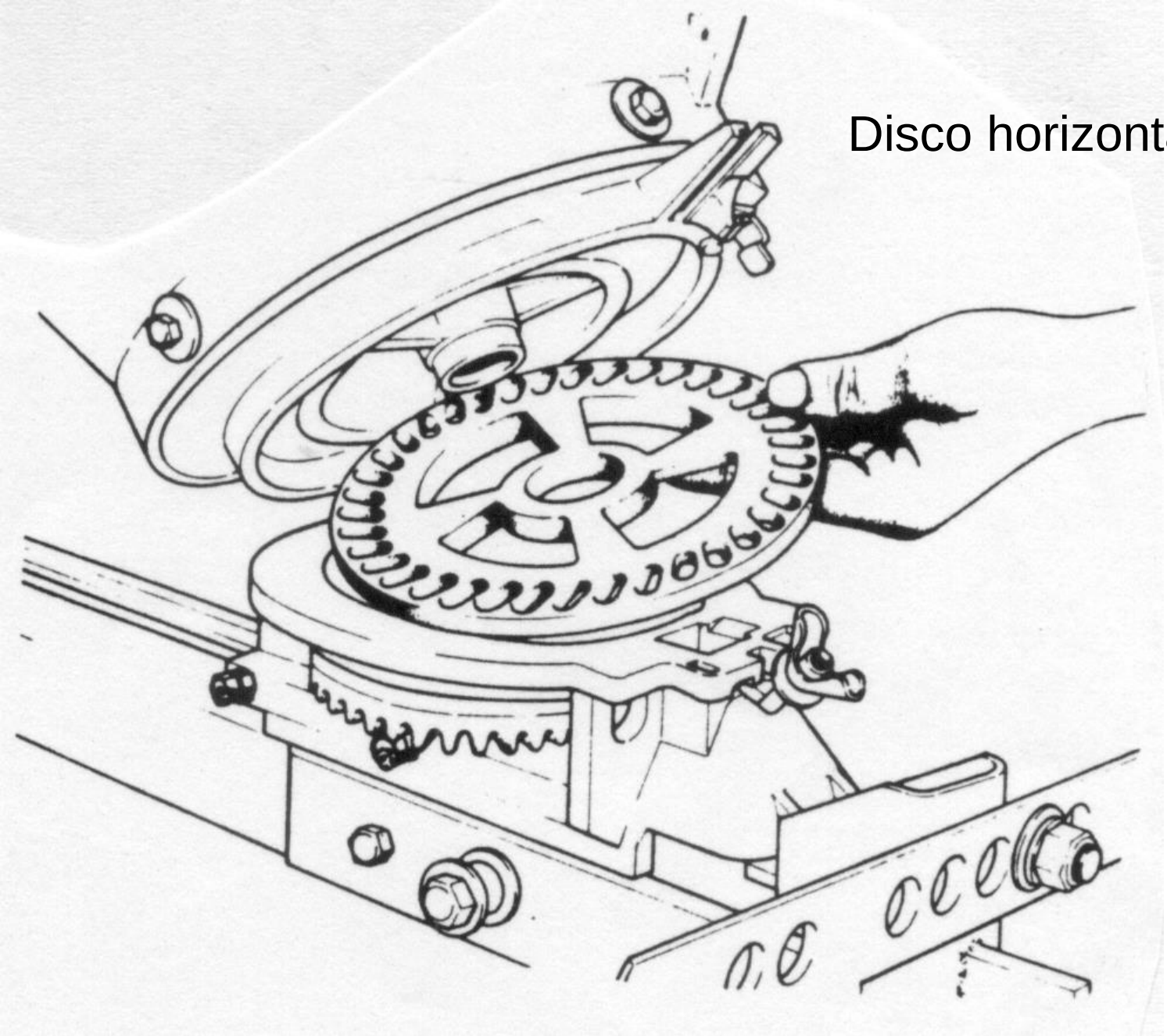
Milho Doce

Chatas	
Pen.	**Nome**
16C	**16C**
16M	16M
16L	16L
18C+20C	MC
18M+20M	MM
18L+20L	ML
22C	GC
Redondas	
16C	14RC
16M	14RM
16L	14RL
18C+20C	15RC
18M+20M	15RM
18L+20L	15RL
22C	GG

Milho Branco

Chatas	
22+24	FL60
20	FM60
18	FS60
Redondas	
22+24	RL60
20	RM60
18	RS60

Disco horizontal



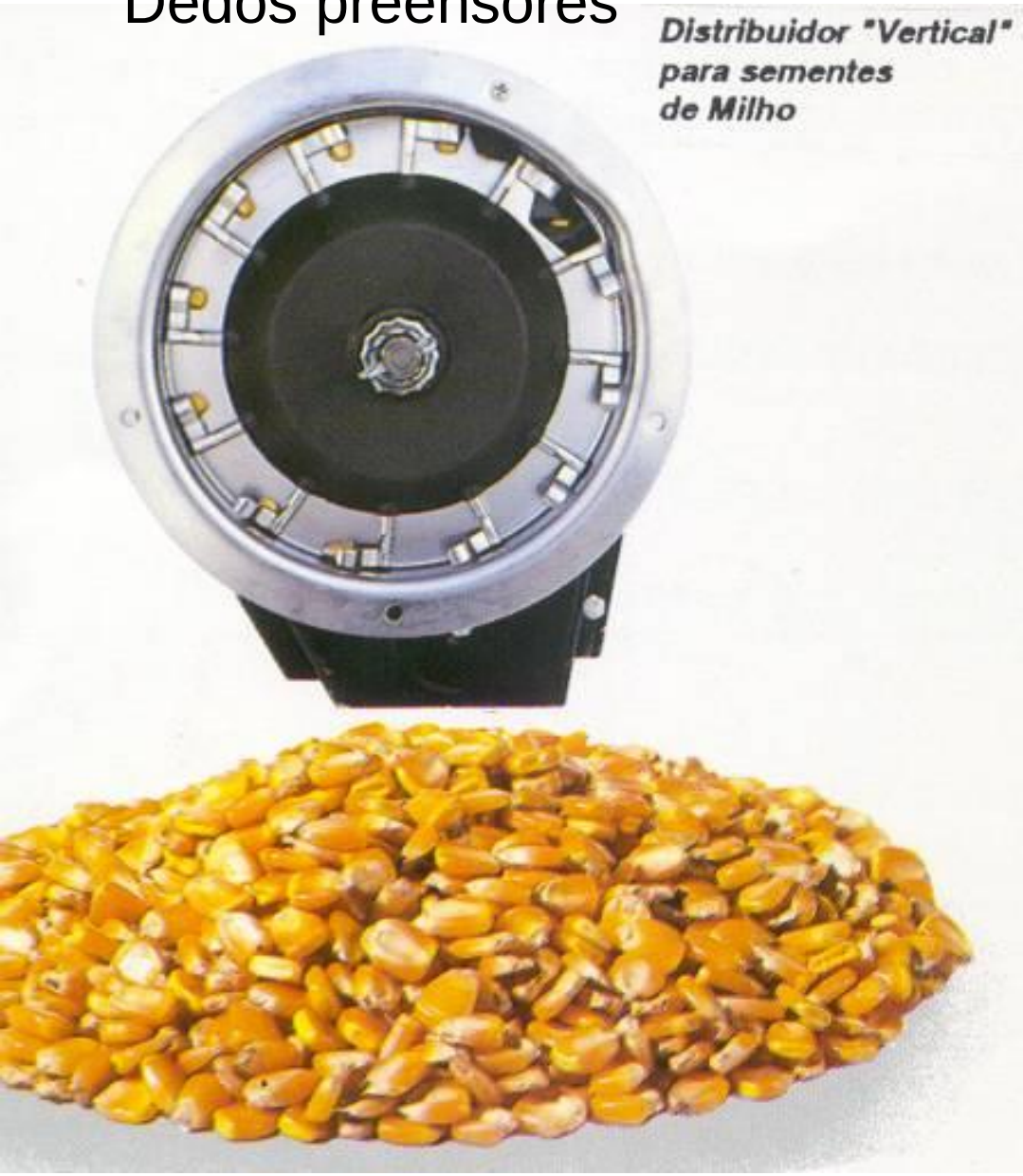
Disco horizontal

Disco horizontal

discos para milho

discos para soja

Dedos preensores



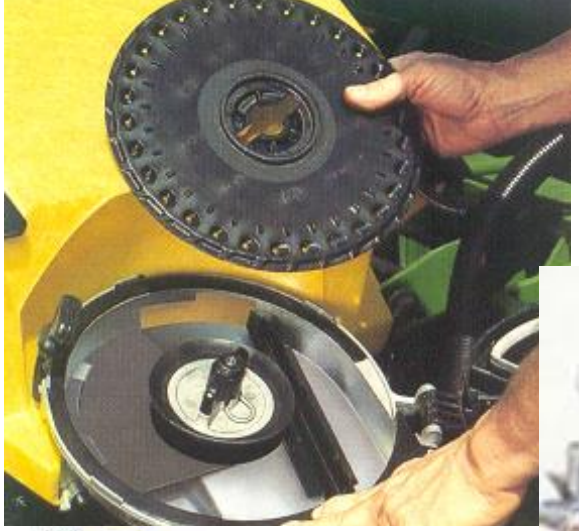
Fonte: folhetos JD e Kinze

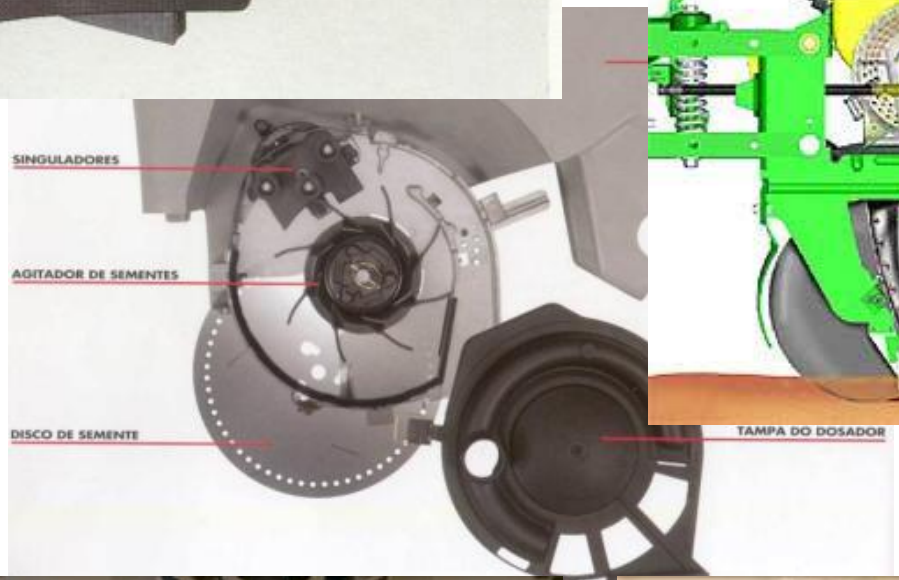
Fonte: folheto Kinze

Dosadores específicos (“kit”) para soja

Fonte: folheto Kinze

Dosadores pneumáticos

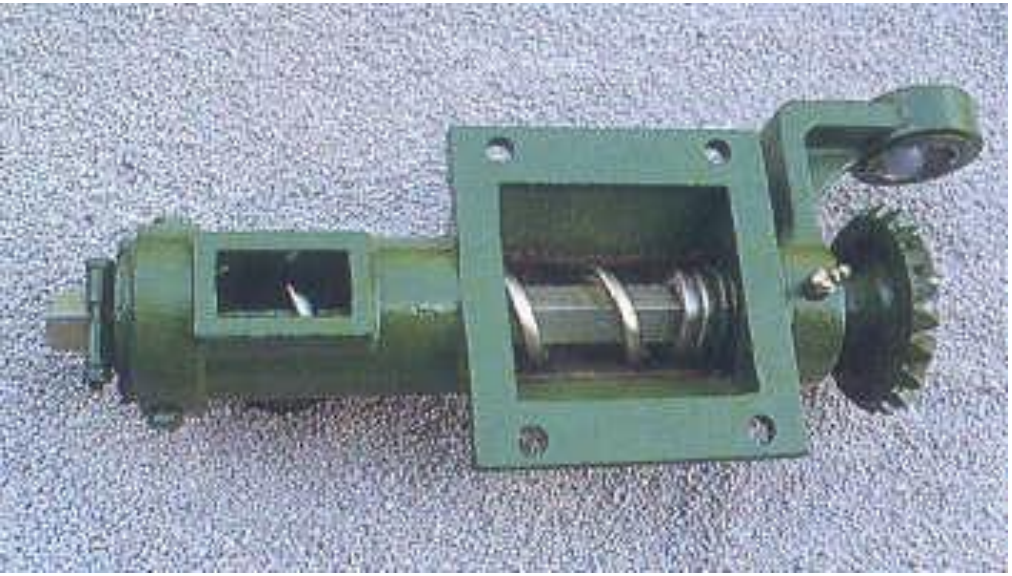




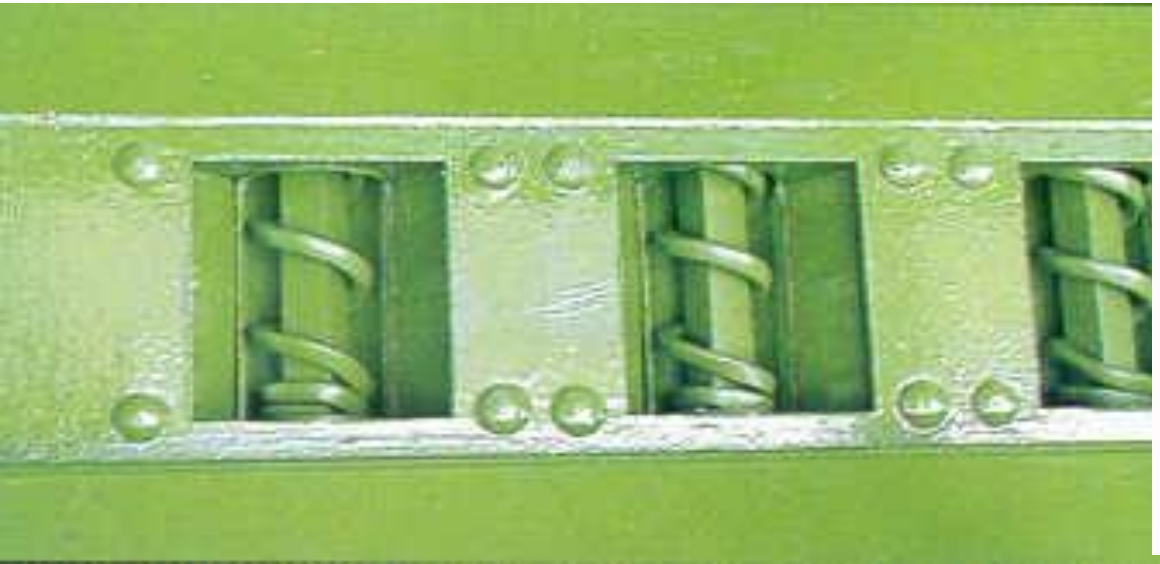
Mecanismos dosadores - Fertilizantes

- Gravitacional
- Rotor denteado
- Rosca sem-fim

Mecanismos dosadores de adubo

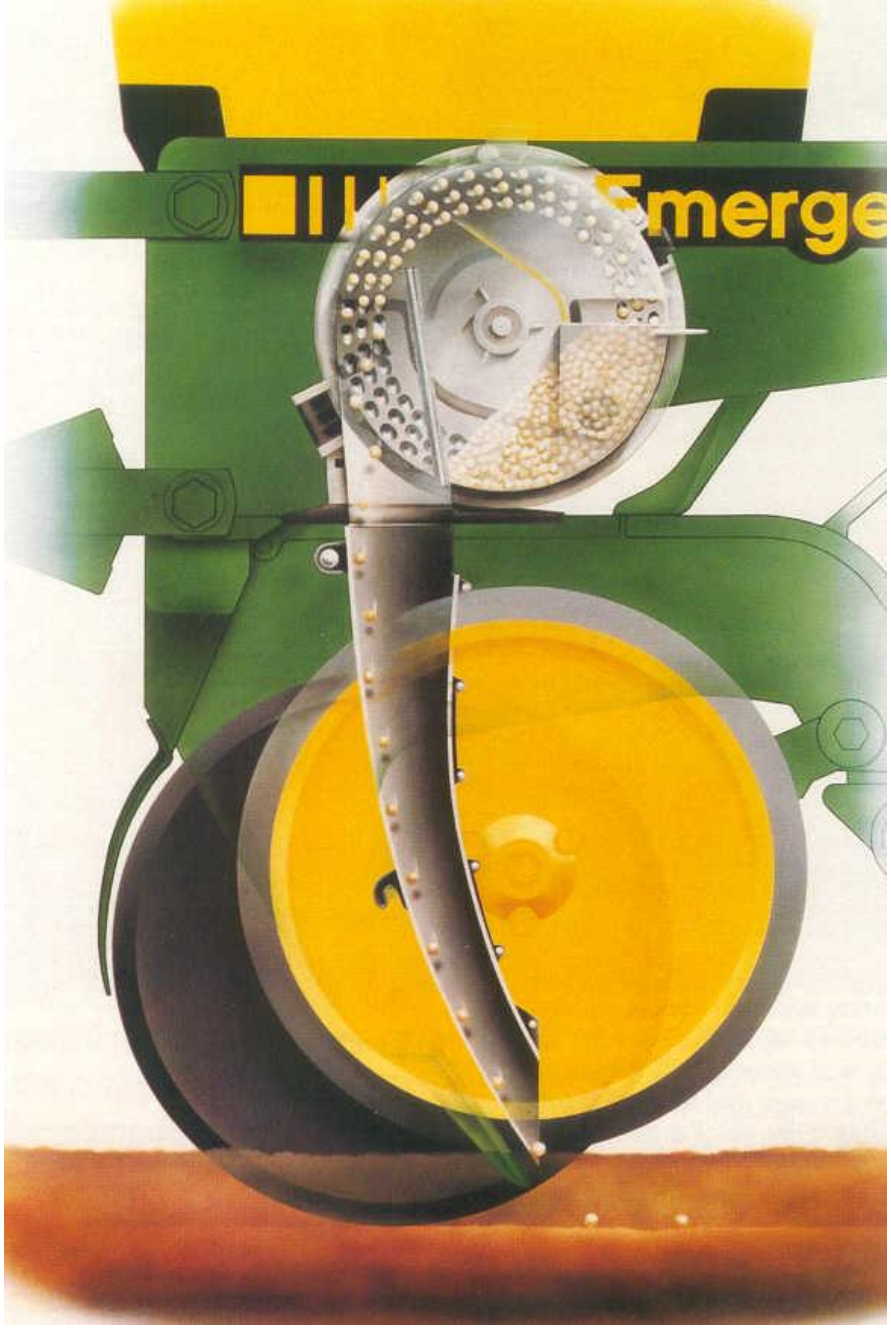


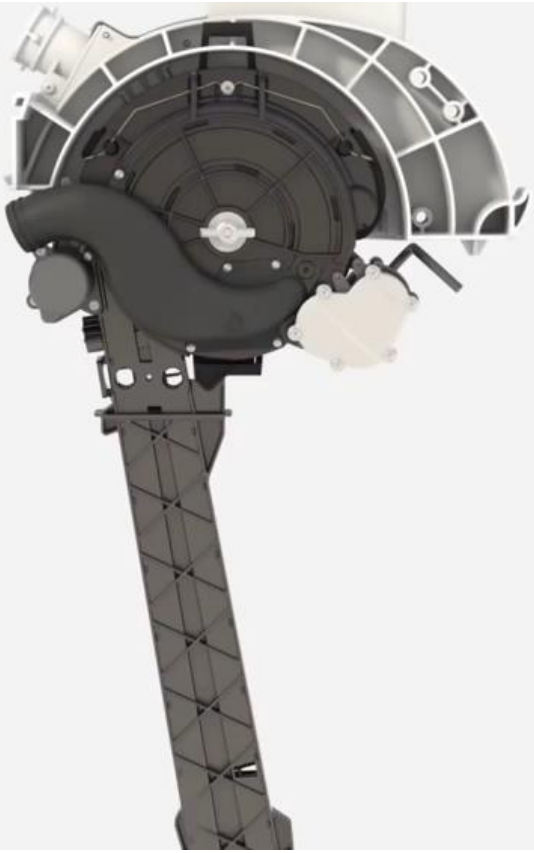
Rosca sem-fim



Rotor denteado

Tubo condutor

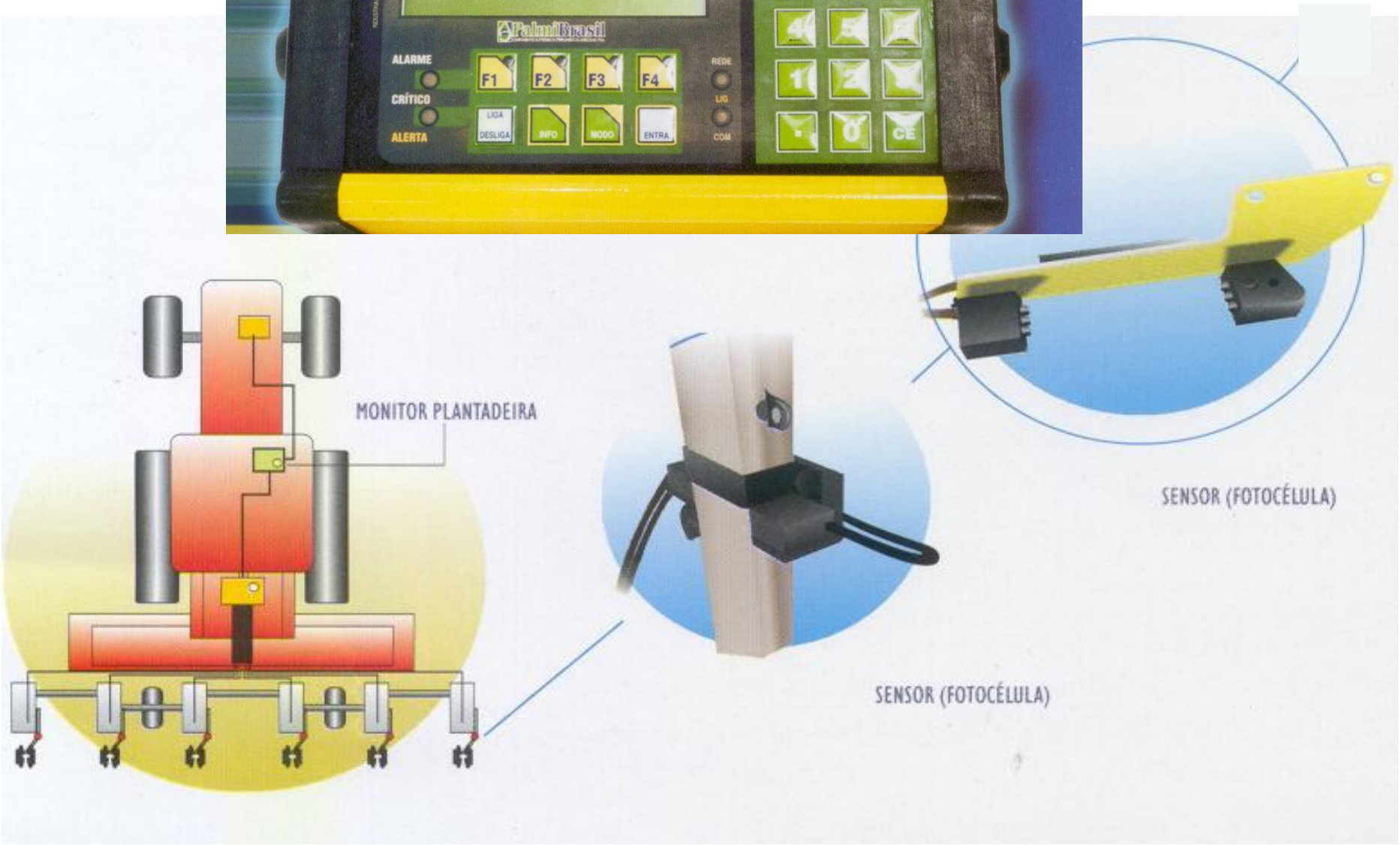




https://www.youtube.com/user/PrecisionPlanting

Monitores de semeadoras

Monitores de semeadoras



Mercado

Figura 1 - Total de modelos de semeadoras produzidas por estado brasileiro

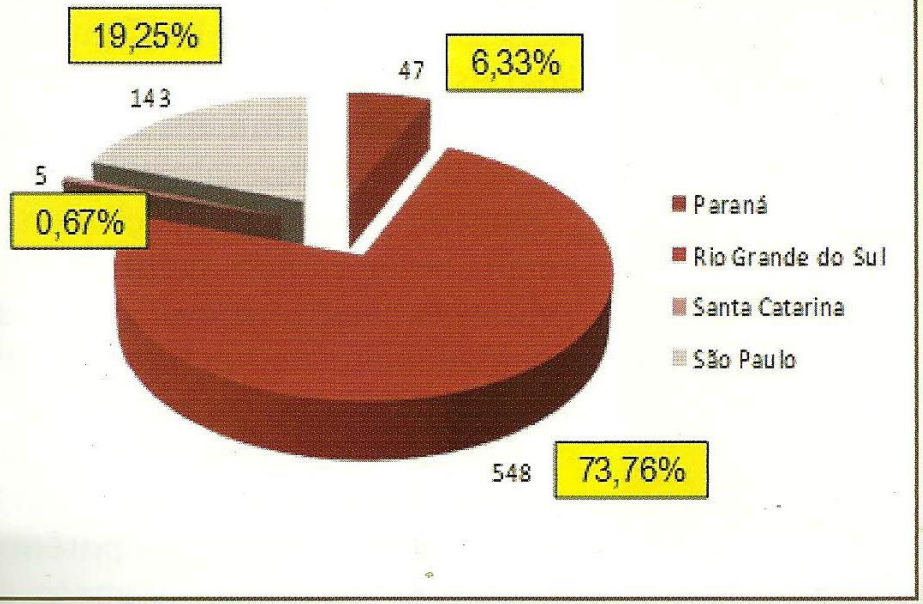
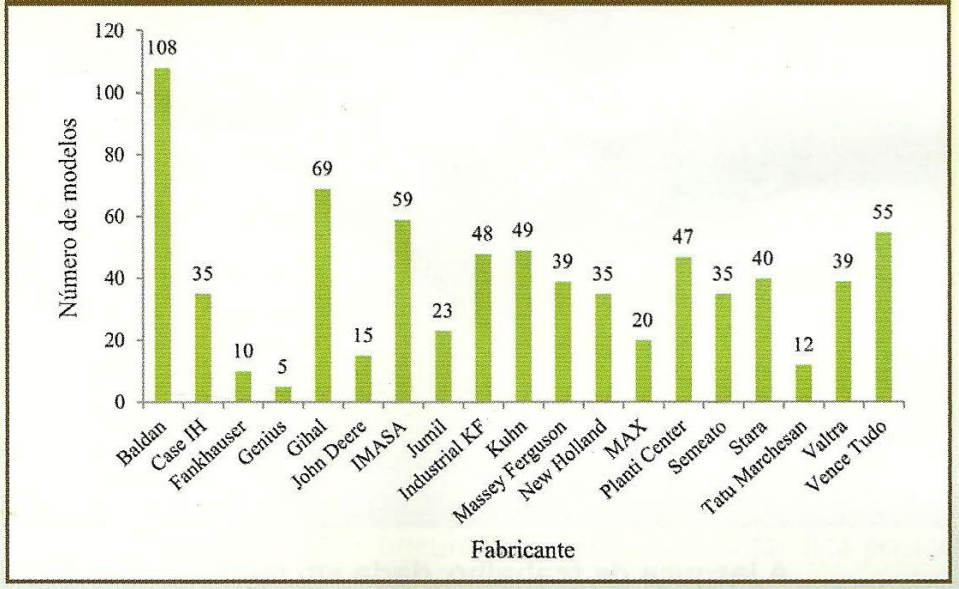


Figura 2 - Número de modelos de semeadoras ofertadas no mercado brasileiro de acordo com cada fabricante



Schlosser et al (2016)

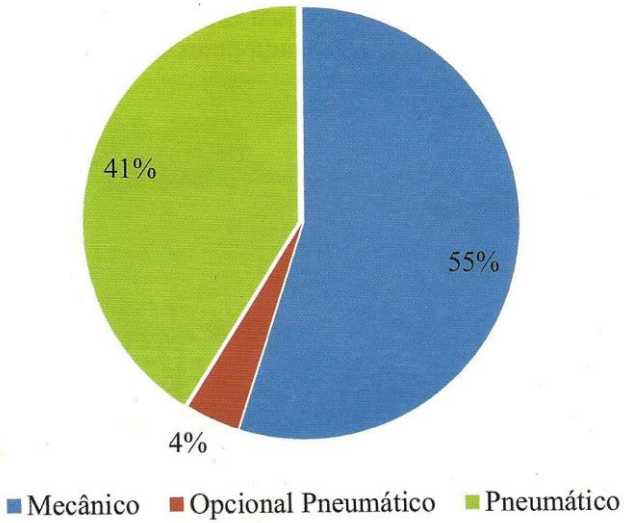
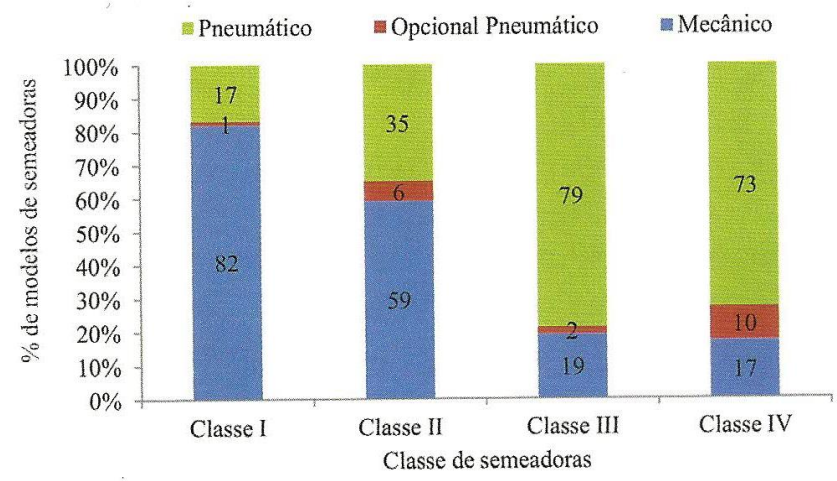


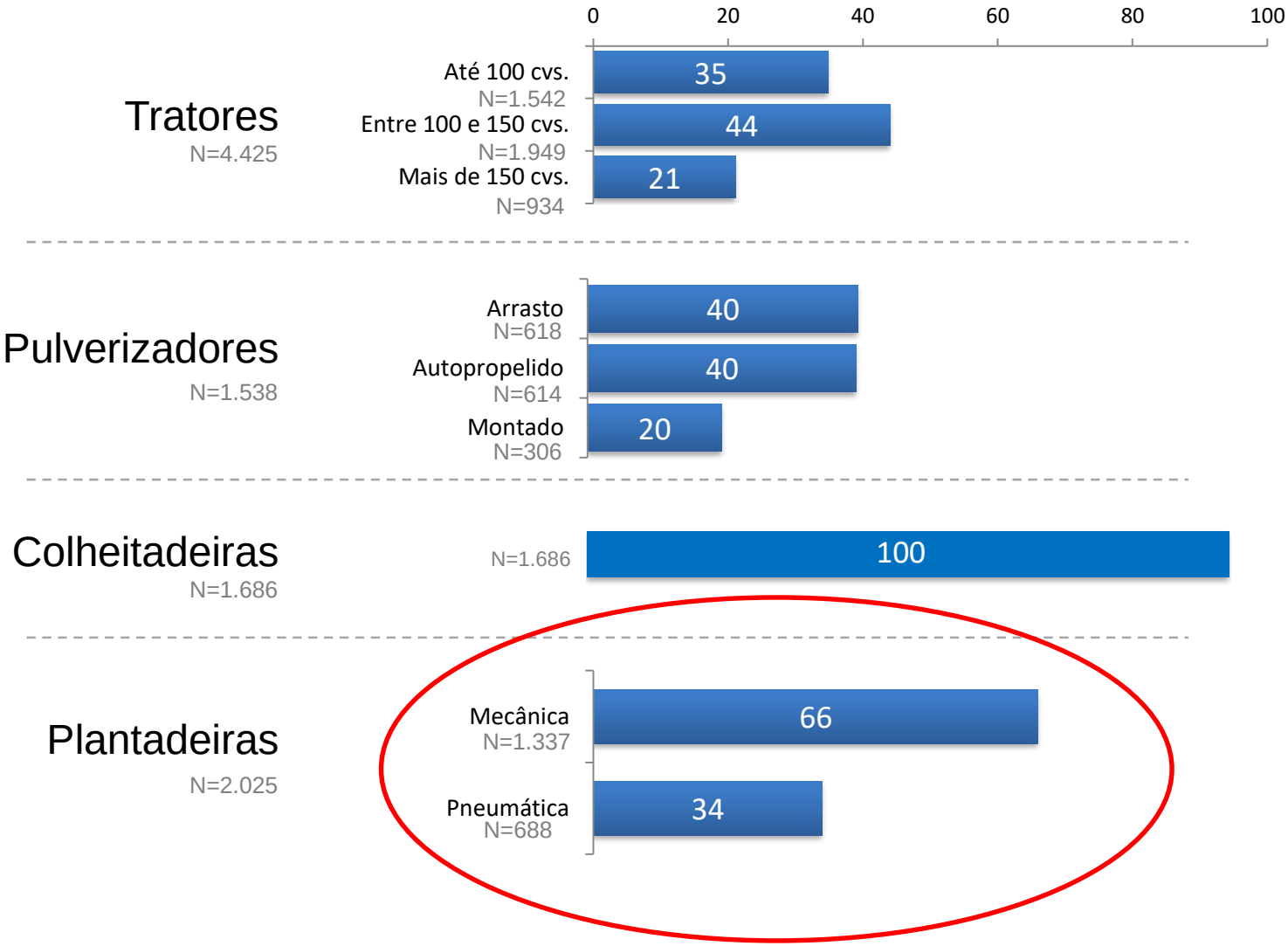
Figura 3 - Opções de configuração do sistema dosador de sementes disponíveis no mercado brasileiro

Figura 6 - Porcentagem de semeadoras equipadas com os diferentes tipos de sistemas dosadores de sementes disponíveis no mercado brasileiro para cada classe de potência requerida



Schlosser et al (2016)

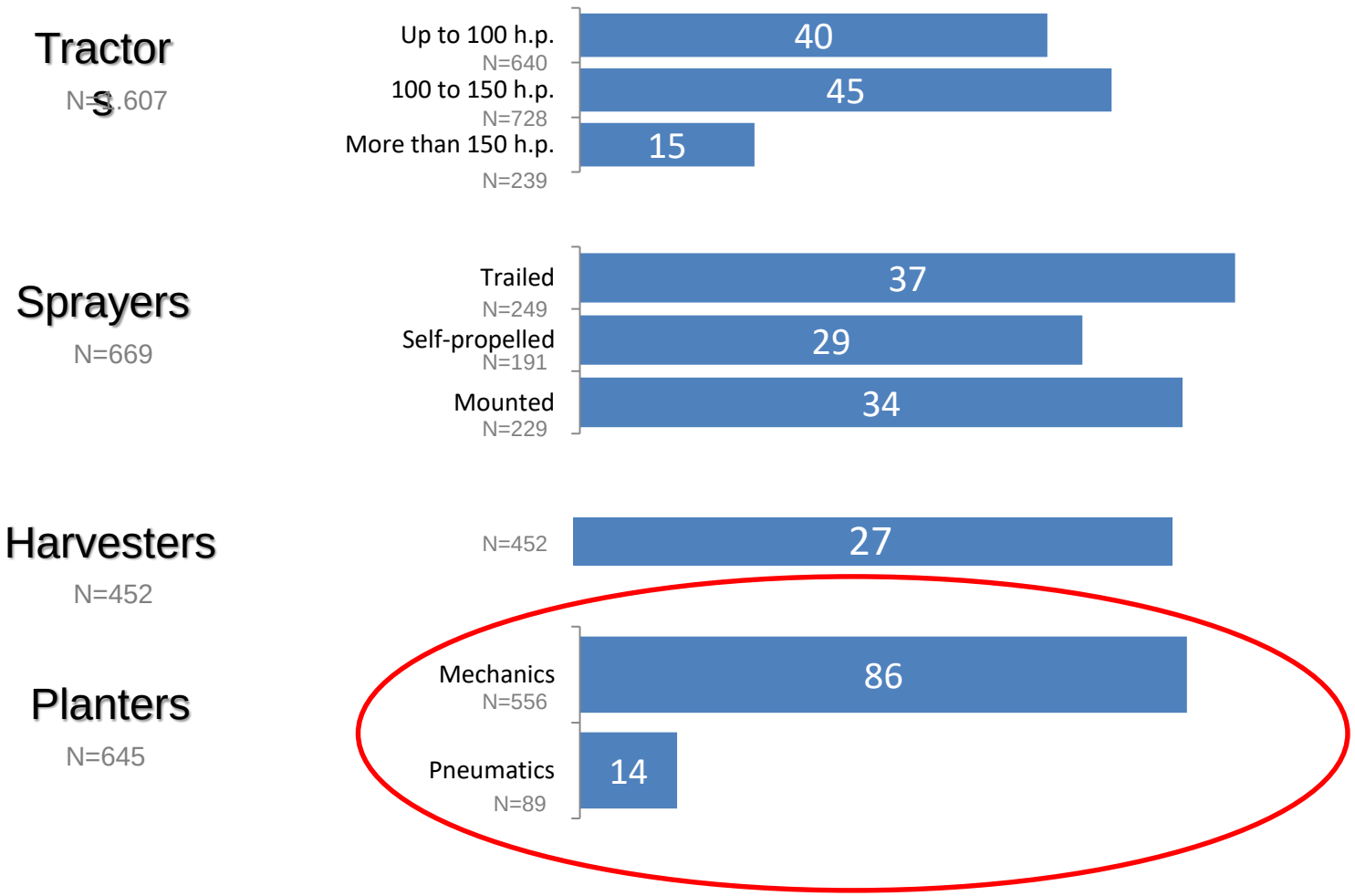
Todas as indicações em %.Base: número de máquinas informada pelos entrevistados.



KleffmannGroup

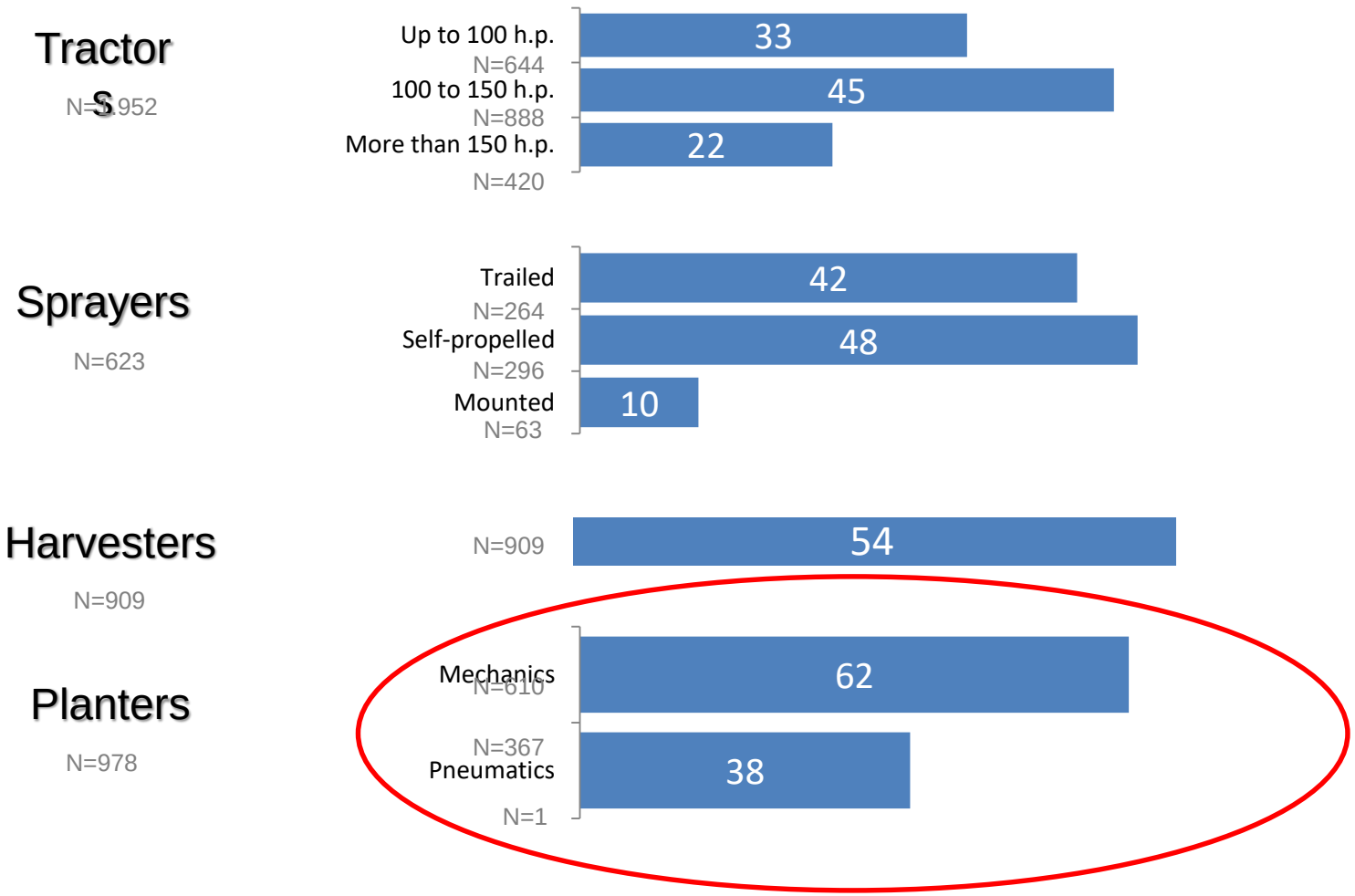
South

All indications in %.Base: number of machines reported by respondents.



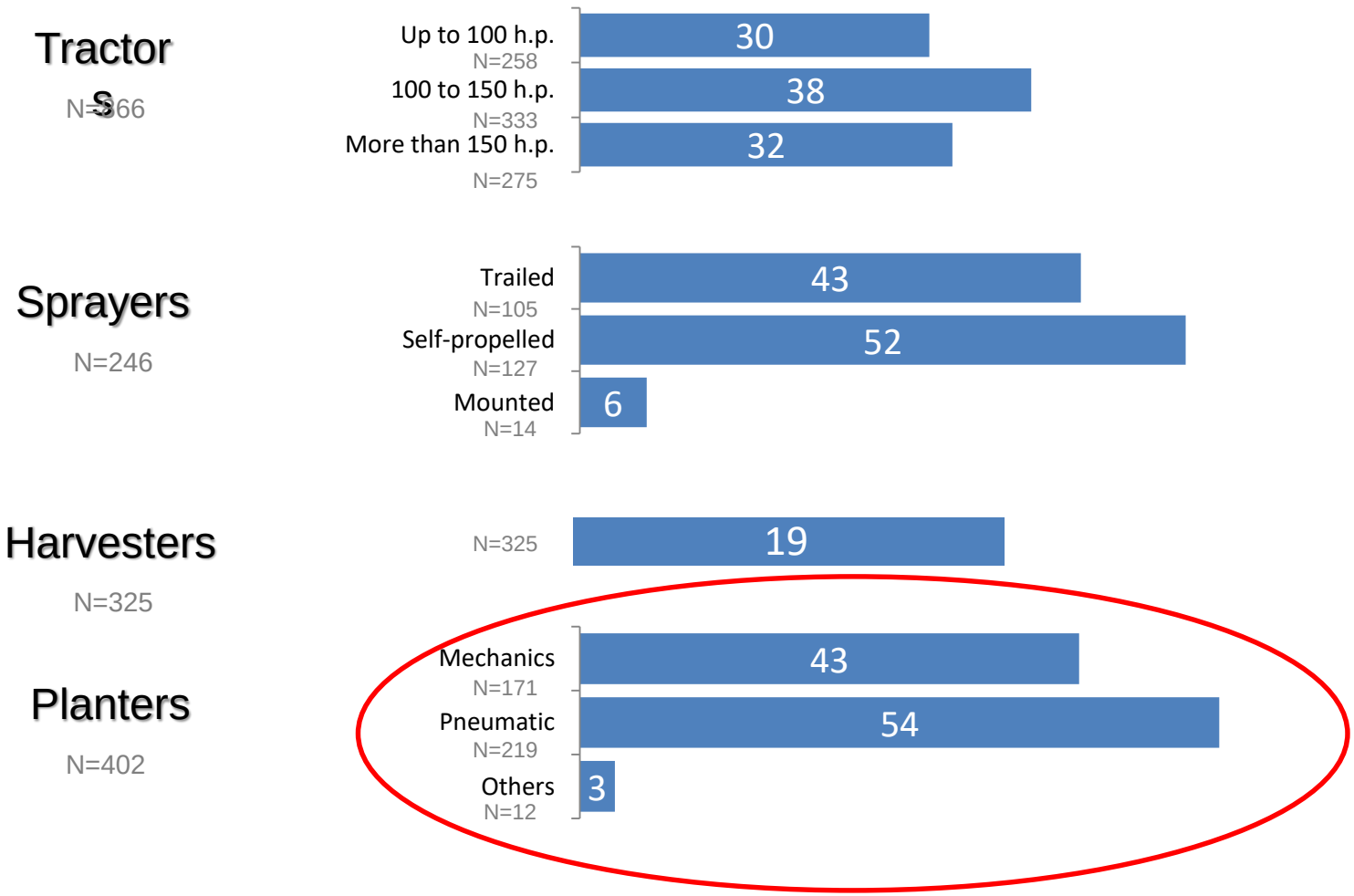
MidWest

All indications in %.Base: number of machines reported by respondents.



MAPITOBA

All indications in %.Base: number of machines reported by respondents.

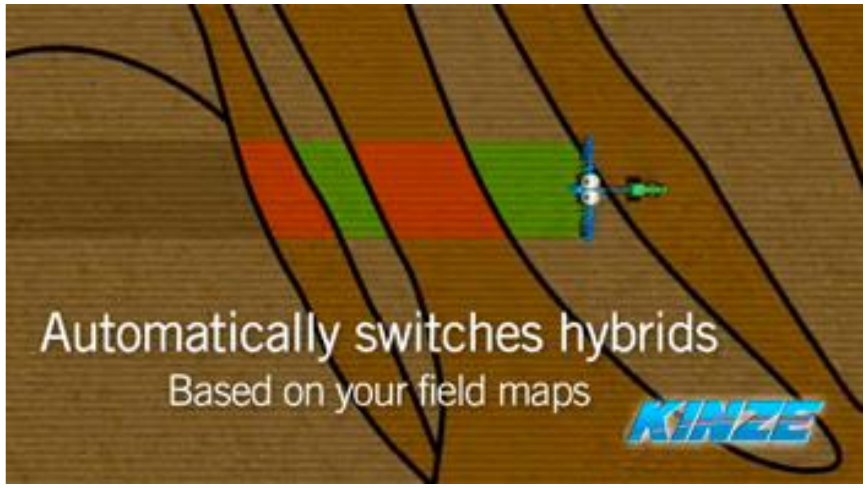


Sensor de fluxo de fertilizante

FULTON (ConBAP 2014)

Precision Planting vSet

Integrated dual electric drive meters.



0.5 to 0.63 T/ha
(US $22 / ha)

BECK'S HYBRIDS

RAVEN

Controle de profundidade de semeadura

Down Force Options

Mechanical Spring

Active Solutions

Pneumatic — Hydraulic

US Companies

- DAWN
- AgLeader
- Precision Planting

- Soil physical properties vary spatially indicating planter performance could be improved by adjusting planter settings to field spatial variability.
- Seeding depth and downforce management are critical for optimization of planter performance (Hanna et al., 2010).
- Hydraulics provide quicker response and stability.

Target Depth (in.)	Downforce TRTS		AVG Depth (in.)	CV Depth (%)
2	none	0 lbs.	1.84	14.5
2	optimal	100 lbs.	2.20	**5.1**
2	heavy	195 lbs.	2.28	7.8

FULTON (SIMAP, 2018)

Non-uniform Seeding Depth

(without active downforce technology)

Seeding Depth CV = 33.5%

FULTON (SIMAP, 2018)

SEED MASTER
SEED MASTER

Ensaios de Laboratório

- (Projeto de Norma 04:015.06-004 Semeadora de precisão – Ensaio de laboratório – Método de ensaio – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995)
- Considerar:
  - Velocidades (5 e 7 km/h e a máxima especificada)
  - nível de sementes no reservatório (cheio, ½ e ¼)
  - posição da semeadora (nivelada, inclinada à direita e à esquerda em 11^0)
  - especificações do fabricante quanto a densidade mínima e máxima de sementes
- Avaliar:
  - Regularidade de distribuição longitudinal
  - Regularidade de distribuição transversal
  - Danos às sementes
  - (vazão do mecanismo dosador)

Ensaios de Campo

- Caracterizar as condições do ambiente de ensaio
- Avaliar:
  - Patinagem das rodas de acionamento
  - Posição relativa semente/adubo
  - Qualidade da cobertura/fechamento
  - Regularidade da profundidade
  - Regularidade da distribuição longitudinal
  - Marcha de emergência
  - Percentagem de emergência
  - Força de tração
  - Desempenho operacional

Parâmetros para regularidade

- Transversal: $\pm$ 7% em torno da média

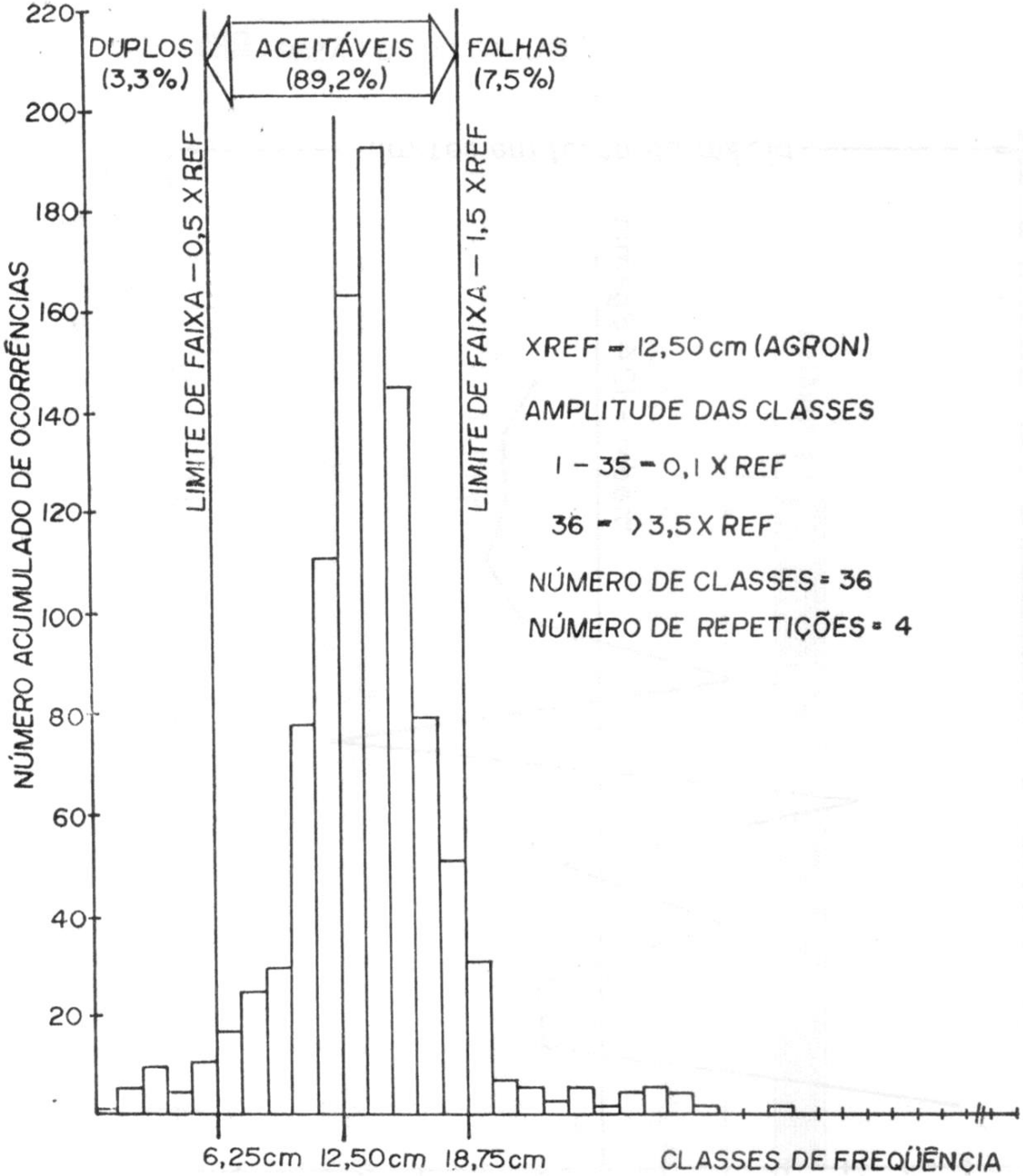
- Longitudinal*:
  - Espaçamentos múltiplos: $x_i < 0{,}5\ X_{ref}$
  - Espaçamentos aceitáveis: $0{,}5\ X_{ref} < x_i < 1{,}5\ X_{ref}$
  - Falhas: $x_i > 1{,}5\ X_{ref}$
  - C.V.: Desvio padrão/Média
  - Precisão: Desvio padrão dos aceitáveis/X_{ref}

* International Standardization Organization. 1984. Sowing equipment—Test methods—Part 1: Single seed drills (precision drills), 7256/1. Geneva, Switzerland: ISO.

Requisitos de regularidade na distribuição longitudinal

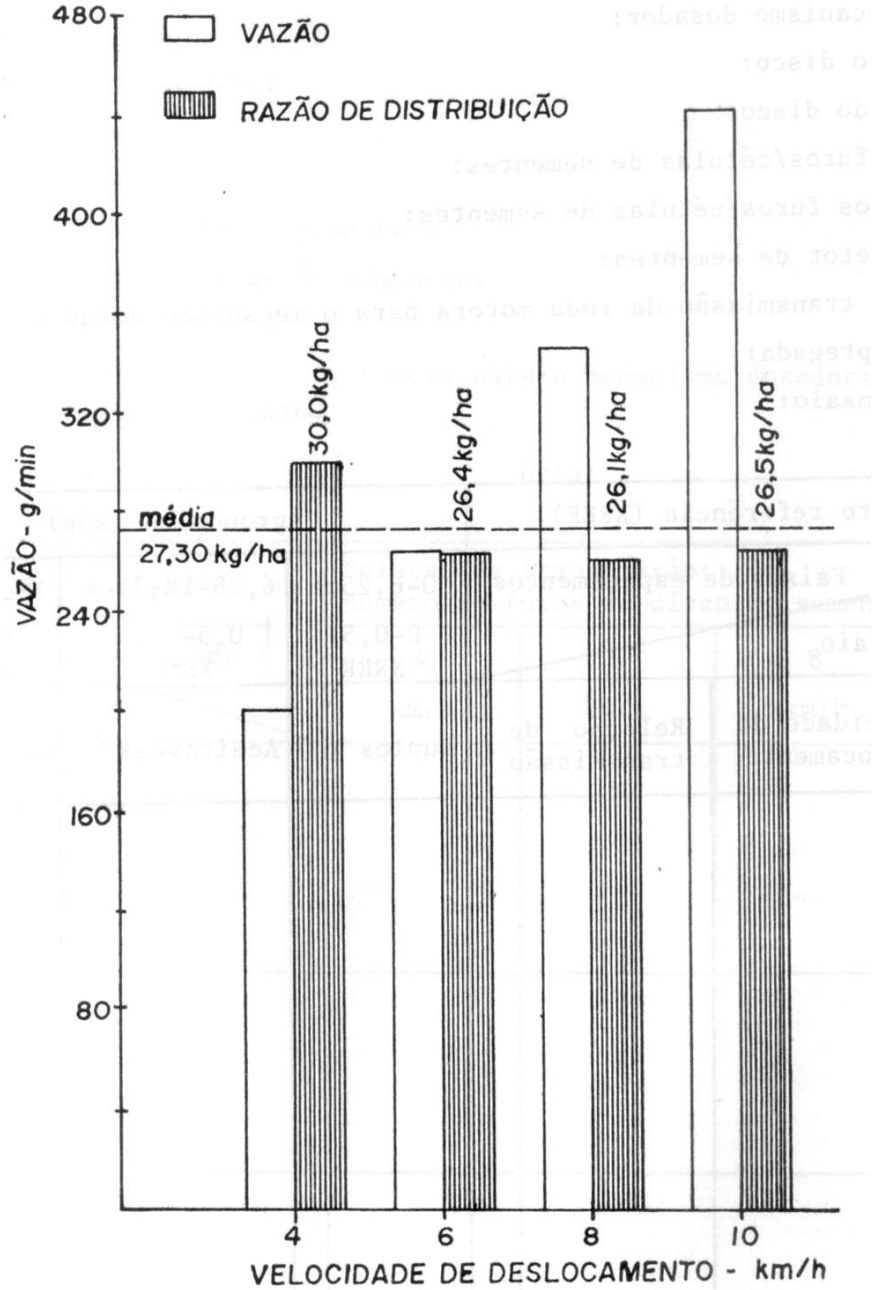
Tipo de mecanismo dosador	Valores mínimos de espaçamentos aceitáveis	Valores máximos de CV
Discos perfurados horizontais	60	50
Dedos preensores	75	40
Dosadores pneumáticos	90	30

Coelho, 1996



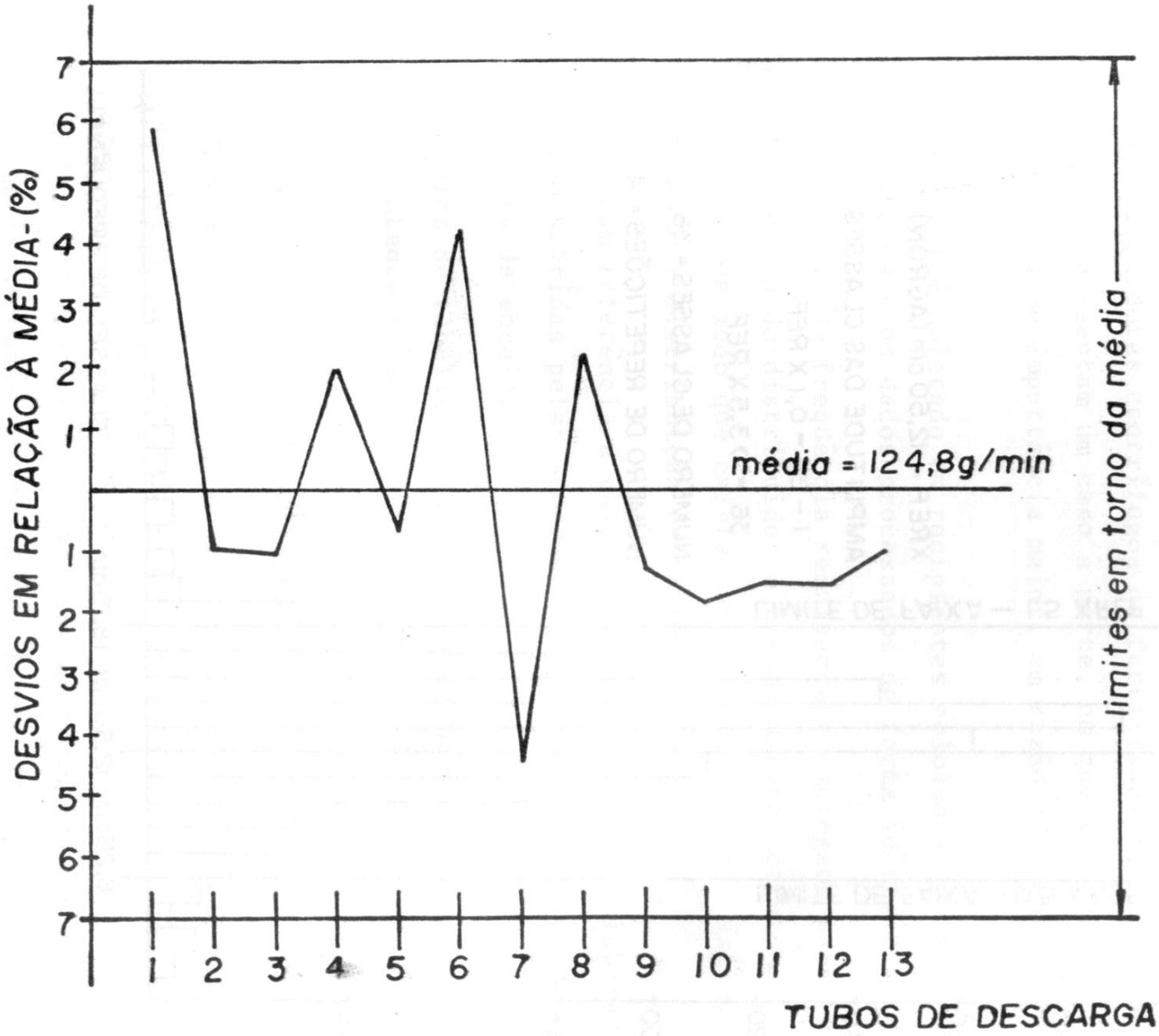
Distribuição das ocorrências de espaçamentos dentro das diferentes classes

Kurachi et al., 1990



Vazão e dosagem como função da velocidade de deslocamento

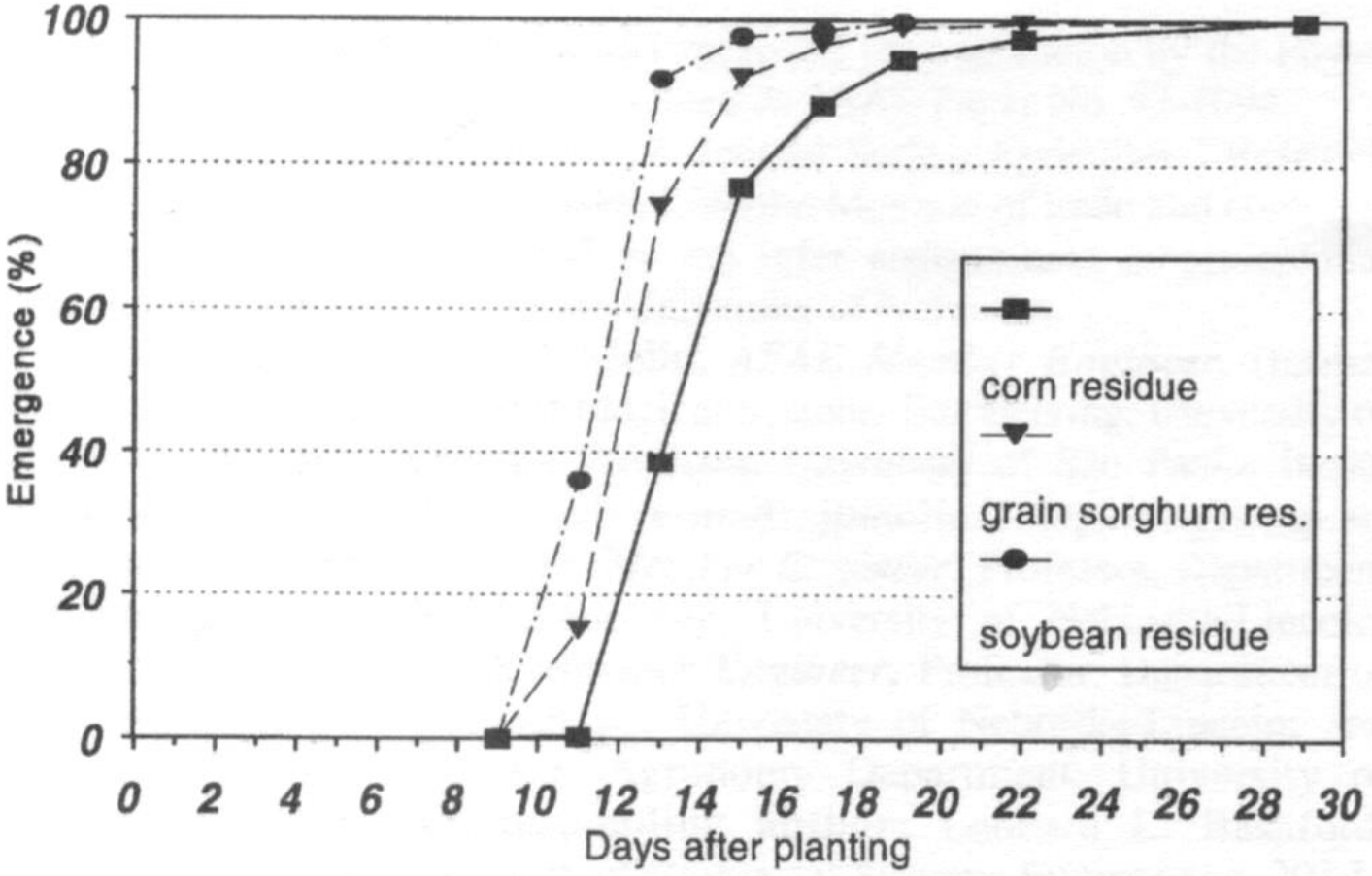
Kurachi et al., 1990



Regularidade da distribuição transversal (entre linhas)

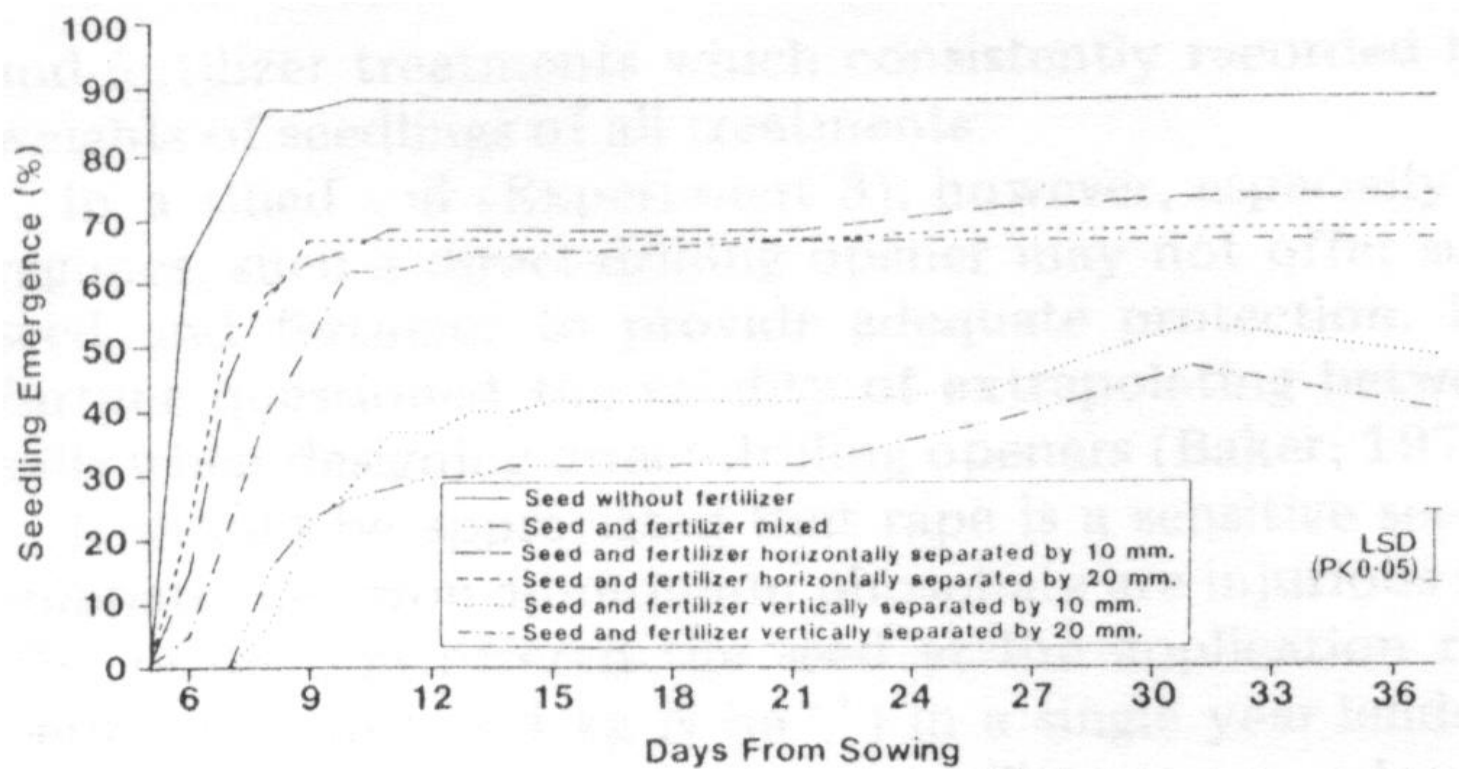
Kurachi et al., 1990

Marcha de emergência



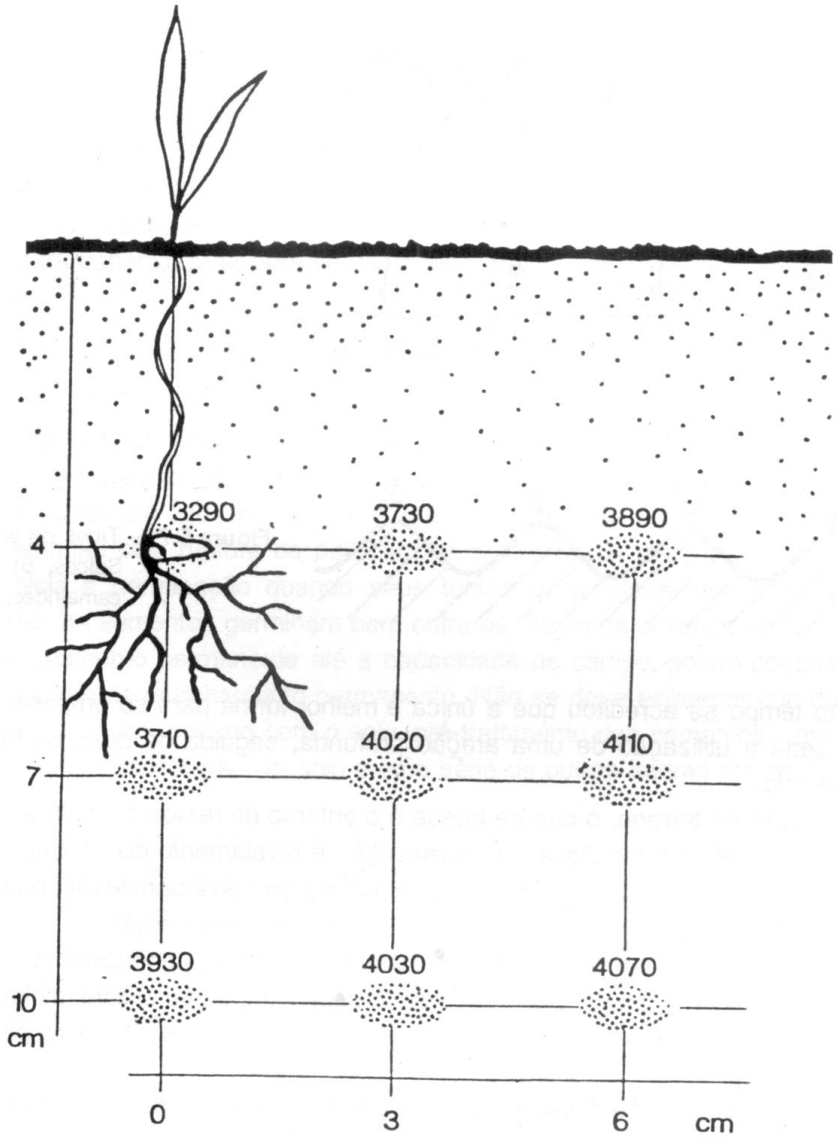
Molin, 1998

Posição relativa entre semente de linhaça e fertilizante



Baker, 1986

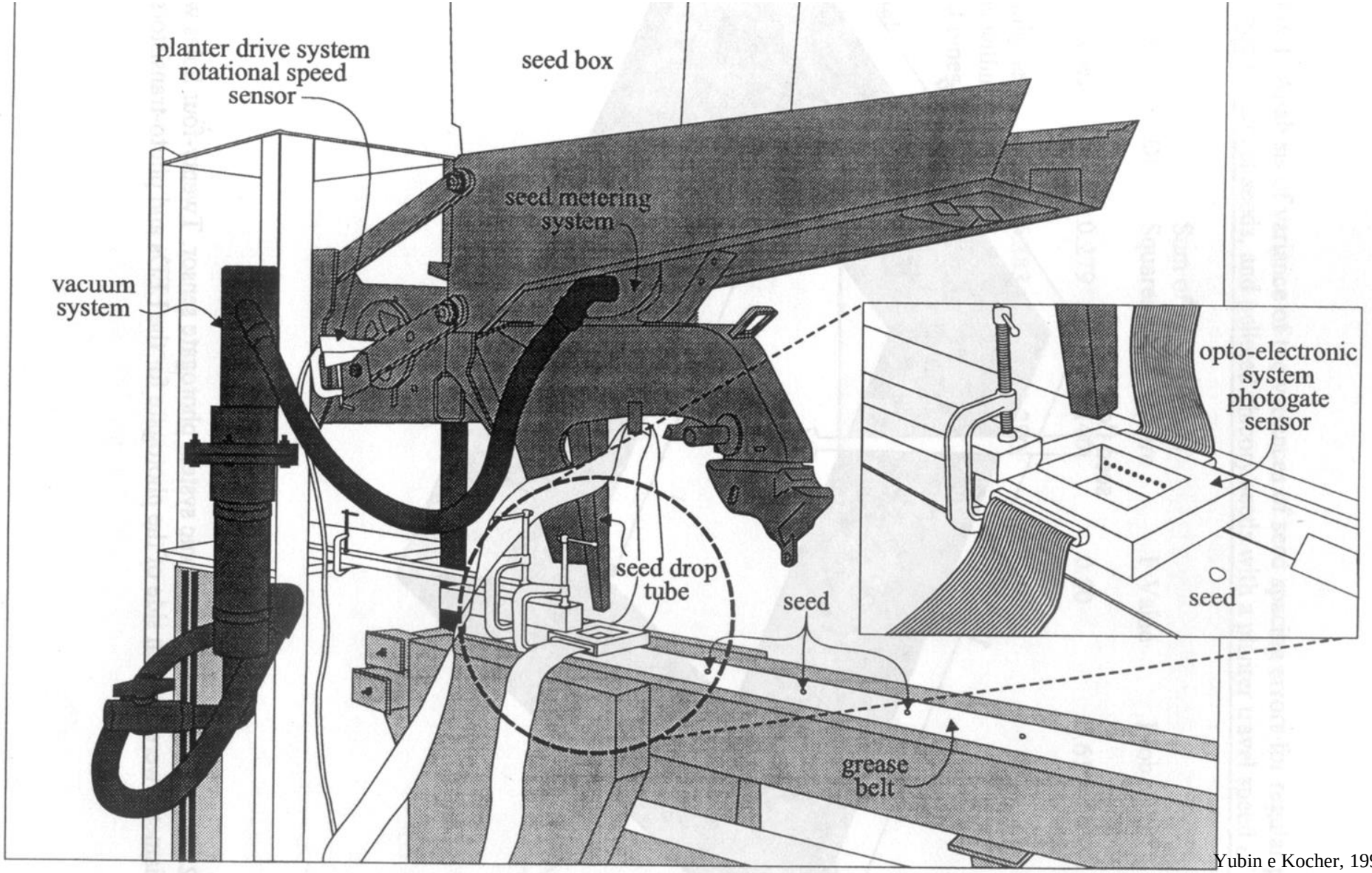
Posição relativa entre semente de trigo e fertilizante



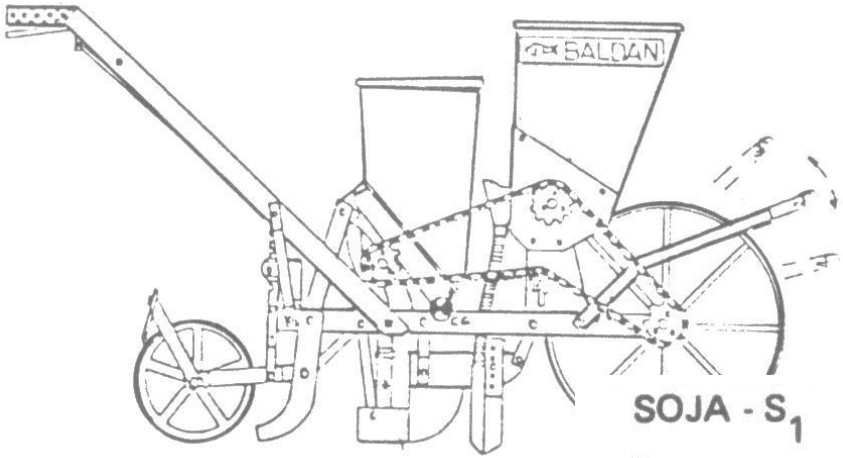
Balastreire, 1987

Ensaios em bancada

Sensor ótico-eletrônico para ensaio de semeadoras



Yubin e Kocher, 1997



Ensaio CENEA:

Semeadora-adubadora Baldan de tração animal

SOJA - S_1

— Média dos coeficientes de Variação e % de grãos semeados normalmente, para os fatores analisados (SOJA - S_1)

Fator	Média dos Coeficientes de Variação (%)	Grãos semeados em espaçamento normal (%)
Relação de transmissão (R)		
— 10/08 dentes (R_1)	82,2	38,20
— 10/12 dentes (R_2)	66,6	41,63
Velocidade (V)		
— 4,1 km/h (V_1)	81,7	34,13
— 3,1 km/h (V_2)	67,1	45,70
Altura de sementes nos depísitos (H)		
— 1/2 altura (H_1)	75,8	39,63
— 1 altura (H_2)	73,0	40,20

CENEA, 1984

Sementes

Tratamento	Local	Nº de sementes/ plântulas/metro linear	Distribuição (%)		
			Duplos	Normais	Falhas
S_1, R_1, V_1, H_2	Labor-	33,0	39,6	27,4	33,0
	Campo	15,2	7,8	38,5	53,7
S_2, R_2, V_1, H_2	Labor-	6,0	10,7	80,5	8,8
	Campo	4,4	8,1	48,7	43,2
S_3, R_2, V_1, H_2	Labor-	11,0	33,8	50,2	16,0
	Campo	8,2	14,0	49,8	36,2

Distribuição Longitudinal de Adubo

— Média dos coeficientes de variação para os fatores analisados

Fator	Média dos coeficientes de variação (%)
Regulagem de abertura de adubo (R_a)	
— abertura 1,5 (Ra_1)	2,97
— abertura 3,0 (Ra_2)	2,75
Velocidade (V)	
— 4,1 km/h (V_1)	2,97
— 3,1 km/h (V_2)	2,75
Altura de adubo nos depósitos (H)	
— 1/2 altura (H_1)	2,97
— 1 altura (H_2)	2,75

CENEA, 1984

Ensaio PAMI:

Semeadora-adubadora New Idea

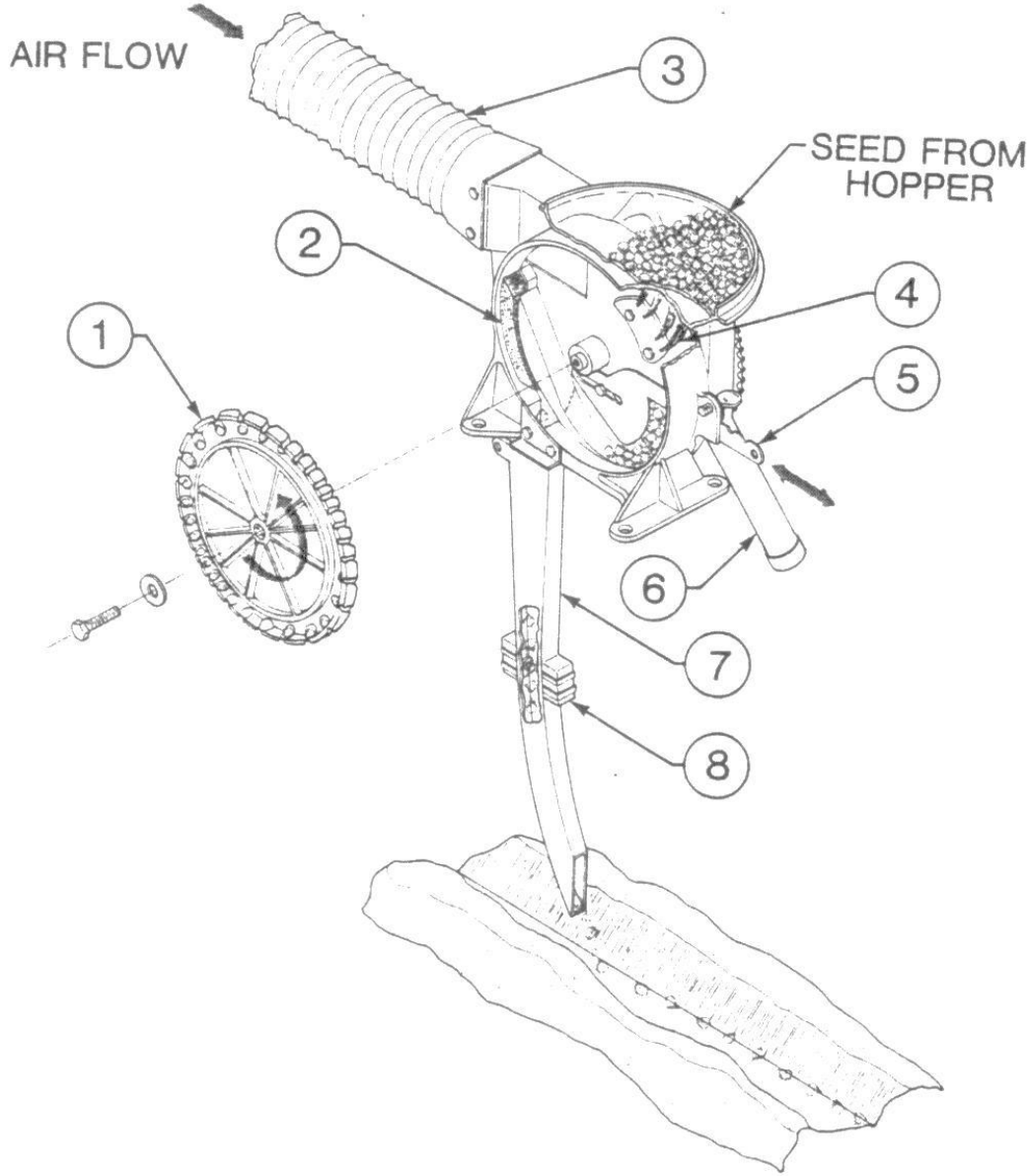


FIGURE 2. Seed Metering System: (1) Seed Disk, (2) Cut-off Brush, (3) Air Duct, (4) Tickler Brush, (5) Seed Gate, (6) Clean-out Chute, (7) Seed Delivery Tube, (8) Seed Sensor.

PAMI, 1984

Ensaio PAMI:

Semeadora-adubadora New Idea

TABLE II. Quality of Feed Index Results for corn.

CORN SIZE	QUALITY OF FEED INDEX	
	5 mph (8 km/h)	8 mph (13 km/h)
Small, round	97	97
Medium, round	—	97
Small, plateless	—	96
Large, round	98	96
Large, plateless	—	92
Large, flat	—	92
Medium, flat	—	91
Small, flat	91	88

TABLE III. Fertilizer rates at 8 mph (13 km/h)

INDEX NUMBER	SPROCKET SETTING	MACHINERY INSTITUTE		MANUFACTURER		% DIFFERENCE
		lb/ac	(kg/ha)	lb/ac	(kg/ha)	
3	22-44-25	39	(44)	41	(46)	-4.9
6	22-25-44	244	(276)	233	(263)	+4.5
8	44-25-44	498	(563)	556	(628)	-10.4

PAMI, 1984

Ensaio PAMI:

ıeadora-adubadora John Deere

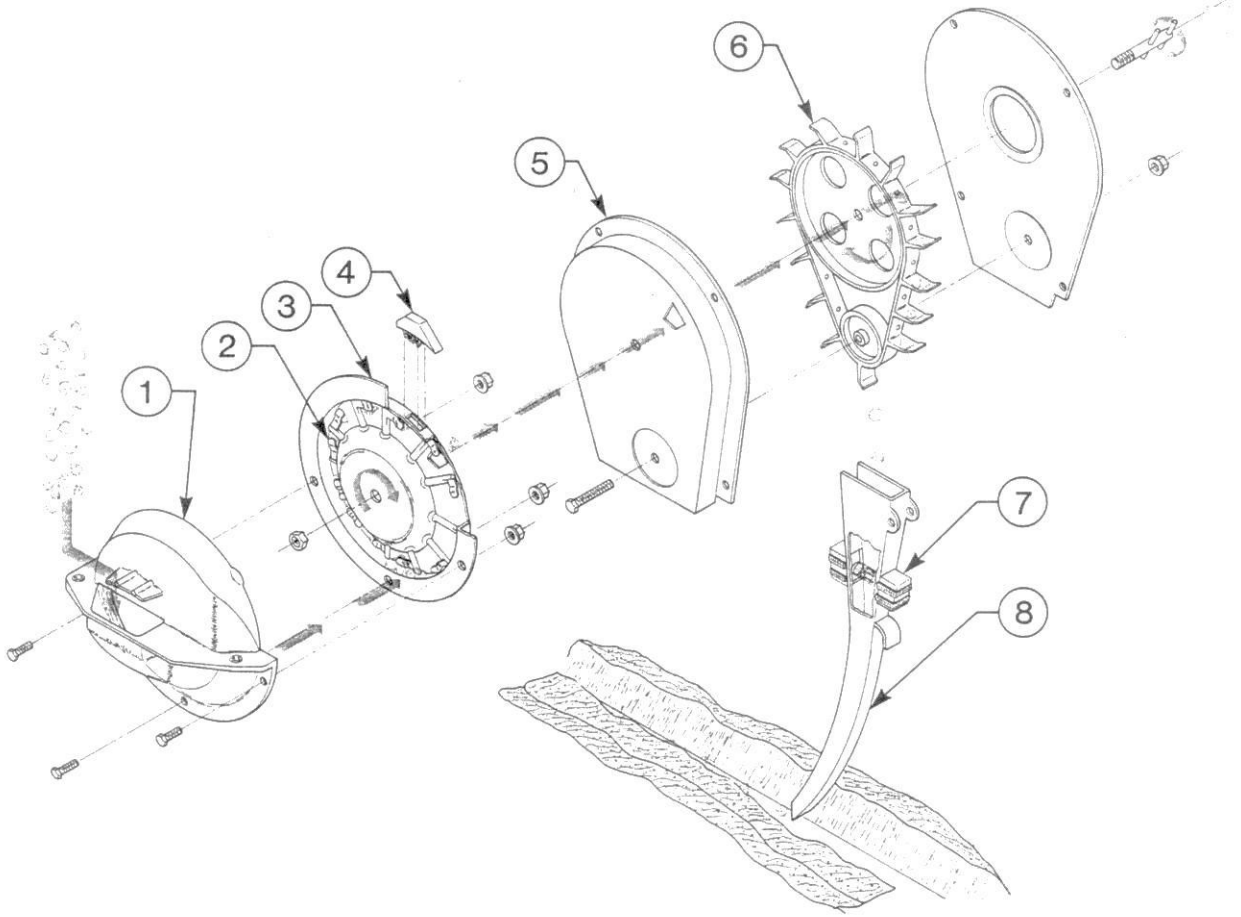


FIGURE 2. Finger pickup seed metering unit: (1) Seed Baffle, (2) Pickup Fingers, (3) Carrier Plate, (4) Meter Brush, (5) Seed Belt Housing, (6) Seed Belt, (7) Seed Sensor, (8) Seed Delivery Tube.

TABLE II. Quality of Feed Index Results for Corn.

CORN SIZE	QUALITY OF FEED INDEX	
	5 mph (8 km/h)	7 mph (11 km/h)
	%	%
Medium, Round	97	96
Small, Round	97	94
Large, Round	96	95
Medium, Flat	95	93
Large, Plateless	95	92
Large, Flat	94	91
Small, Plateless	95	89
Small, Flat	88	87

TABLE III. Fertilizer Rates

ETTING	MACHINERY INSTITUTE		MANUFACTURER		DIFFERENCE
	lb/ac	(kg/ha)	lb/ac	(kg/ha)	%
18-36	98	(111)	73	(82)	−34%
24-18	255	(288)	218	(246)	+17%
36-16	430	(486)	368	(416)	+17%

PAMI, 1984

Ensaio PAMI:

Semeadora-adubadora John Deere

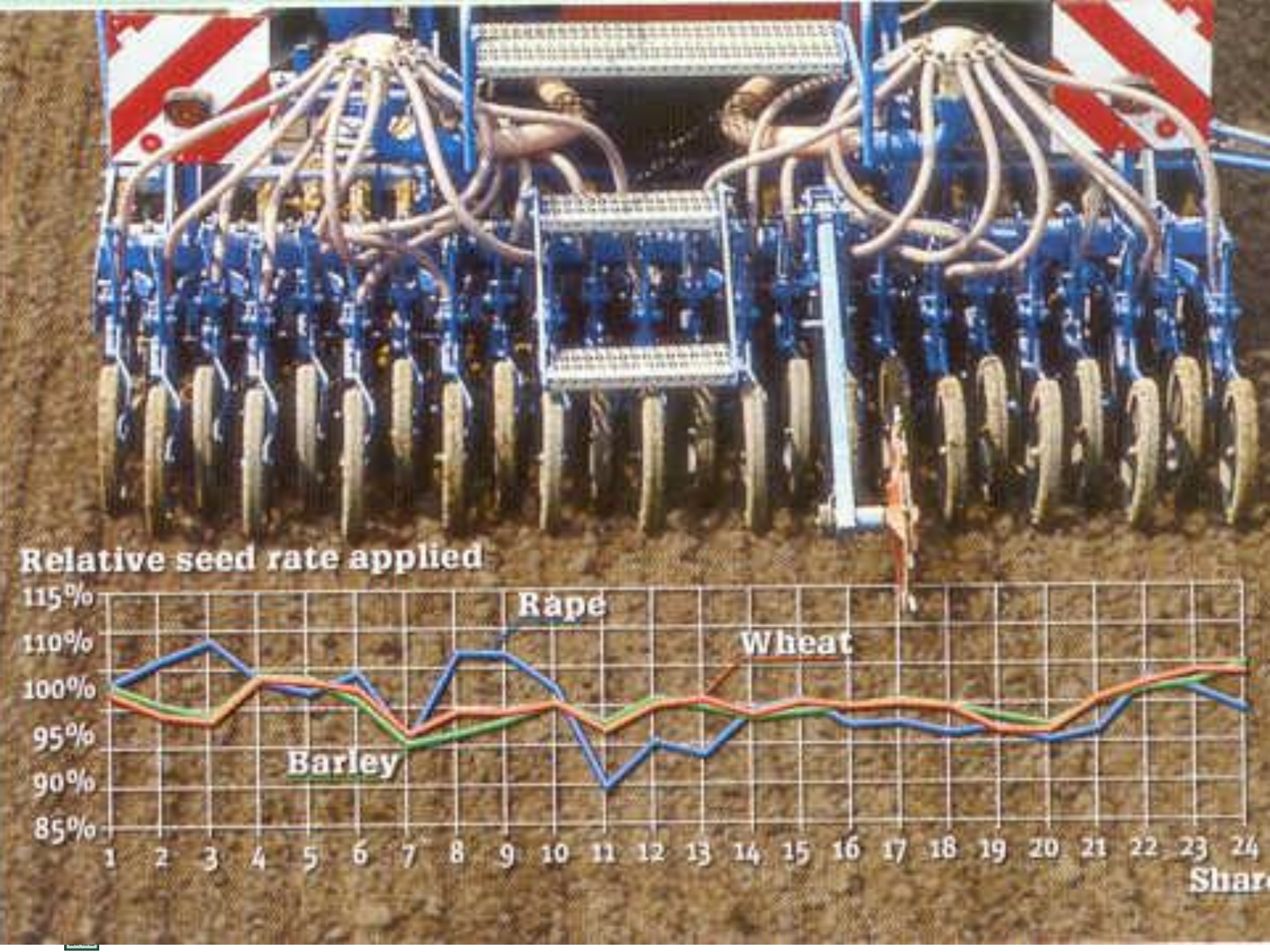
TABLE III. Fertilizer Rates

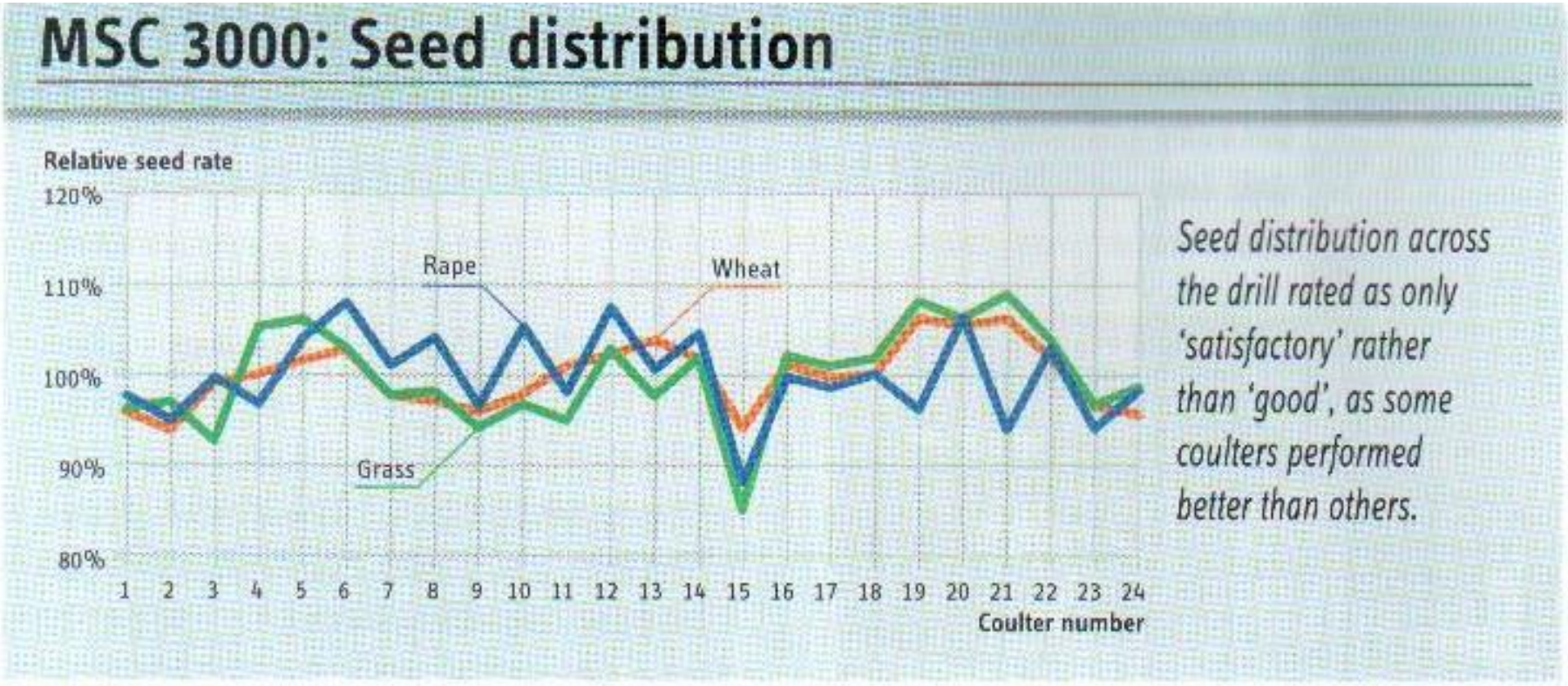
SETTING	MACHINERY INSTITUTE		MANUFACTURER		DIFFERENCE
	lb/ac	(kg/ha)	lb/ac	(kg/ha)	%
18-36	98	(111)	73	(82)	+34%
24-18	255	(288)	218	(246)	+17%
36-16	430	(486)	368	(416)	+17%

TABLE II. Quality of Feed Index Results for Corn.

CORN SIZE	QUALITY OF FEED INDEX	
	5 mph (8 km/h)	7 mph (11 km/h)
	%	%
Medium, Round	97	96
Small, Round	97	94
Large, Round	96	95
Medium, Flat	95	93
Large, Plateless	95	92
Large, Flat	94	91
Small, Plateless	95	89
Small, Flat	88	87

PAMI, 1984


Relative seed rate applied
115%
110%
100%
95%
90%
85%
Rape
Wheat
Barley
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
Shar



Kverneland Accord MSC 3000

DEPTHS (mm)
MILD

Testes IAPAR/Plantio direto

Critérios IAPAR/Plantio direto

- Velocidade
- Ocorrência de embuchamento
- Profundidade dos sulcos
- Ocorrência de sementes expostas
- Profundidade de sementes
- Posição relativa entre semente e fertilizantes
- Dosagem média de fertilizantes
- Distribuição transversal de fertilizantes
- Dosagem de sementes
- Distribuição transversal de sementes
- Percentagem de emergência
- Qualidade de aterramento do sulco
- Qualidade de cobertura do sulco com palha
- Ocorrência de selamento superficial
- Autonomia de trabalho
- Opções e facilidade de regulagens
- Facilidade de manutenção
- Segurança do auxiliar do operador
- Dispositivo de segurança da máquina

Casão Jr. Et al., 2003

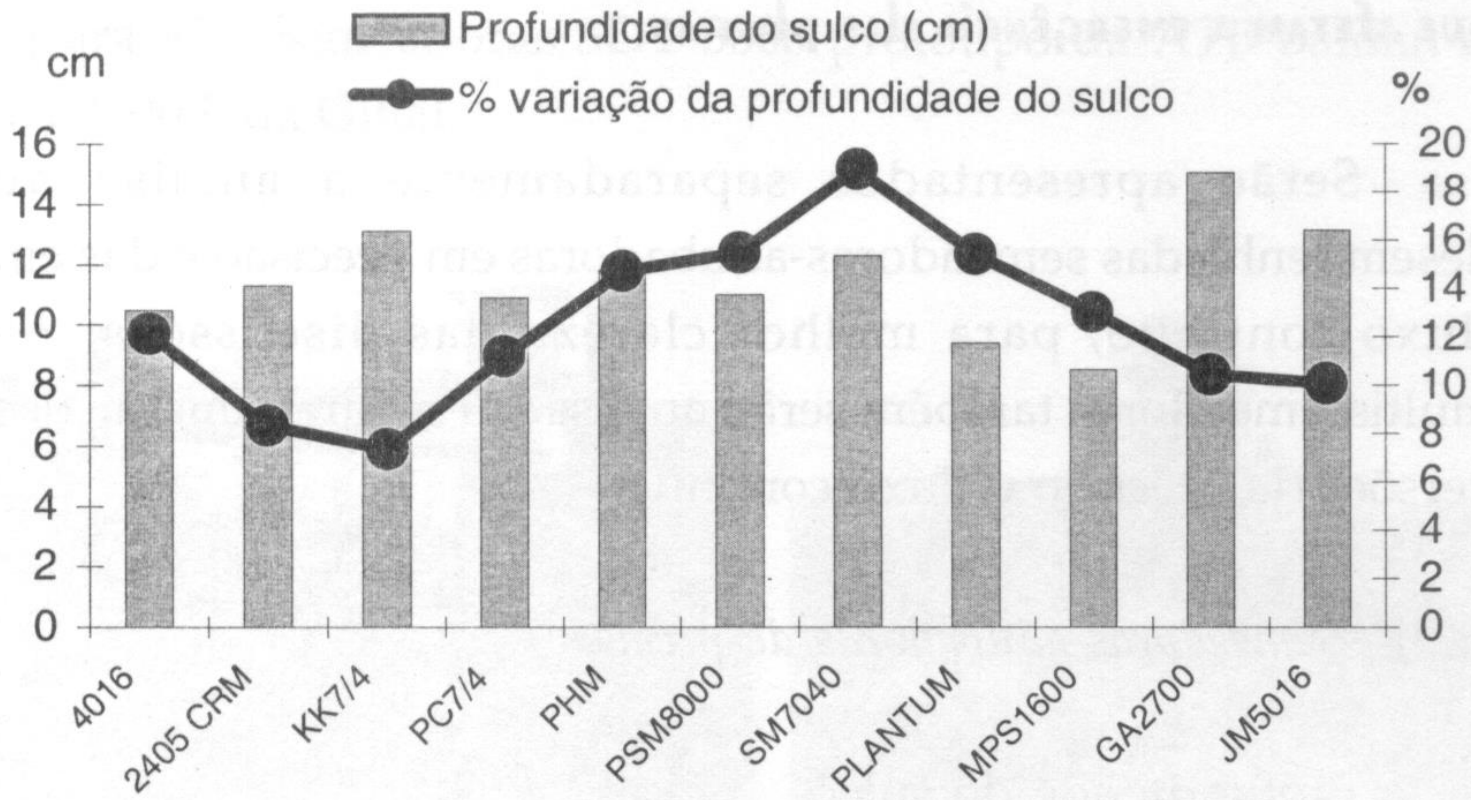


Figura 32 - Profundidade e variação da profundidade do sulco de fertilizante das semeadoras de precisão.

Casão Jr. Et al., 2003

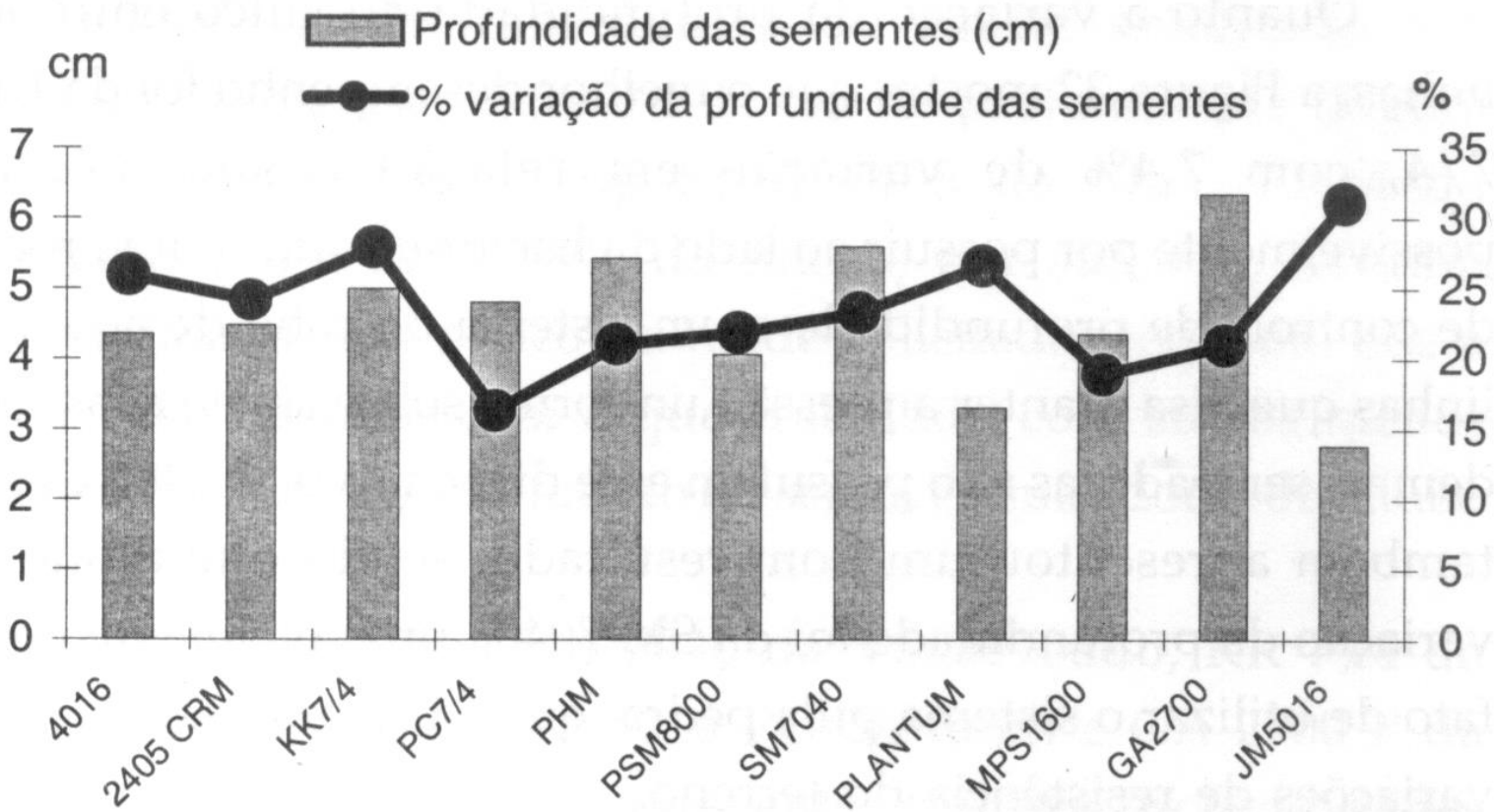


Figura 33 - Profundidade e variação da profundidade das sementes de feijão, nas semeadoras de precisão.

Casão Jr. Et al., 2003

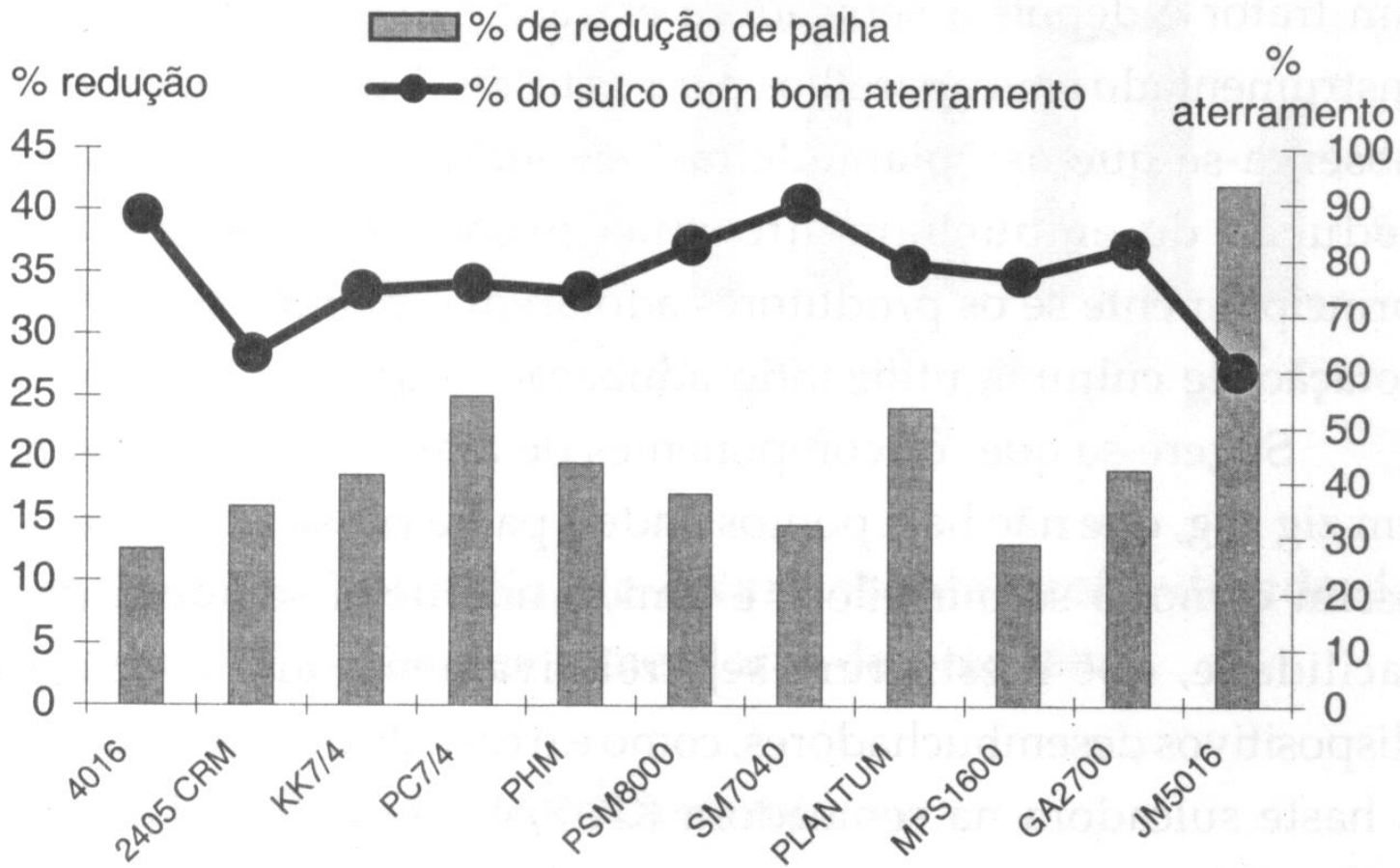


Figura 34 – Porcentagem dos sulcos bem aterrados e porcentagem de redução de palha sobre o solo após a semeadura, nas semeadoras de precisão.

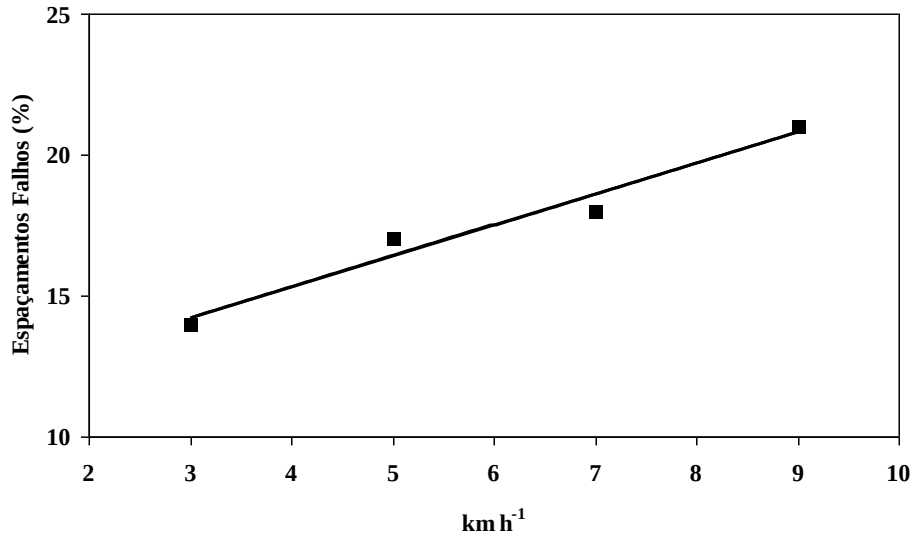
Casão Jr. Et al., 2003

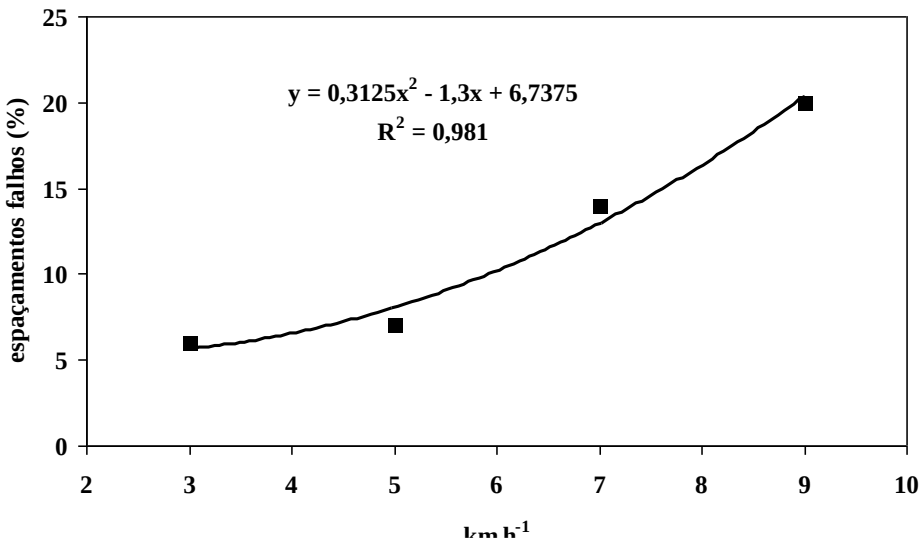
Tabela 24 – Facilidade de limpeza, de lubrificação, segurança do operador, existência e facilidade de substituição do dispositivo de segurança, autonomia de sementes e fertilizante das semeadoras de fluxo contínuo.

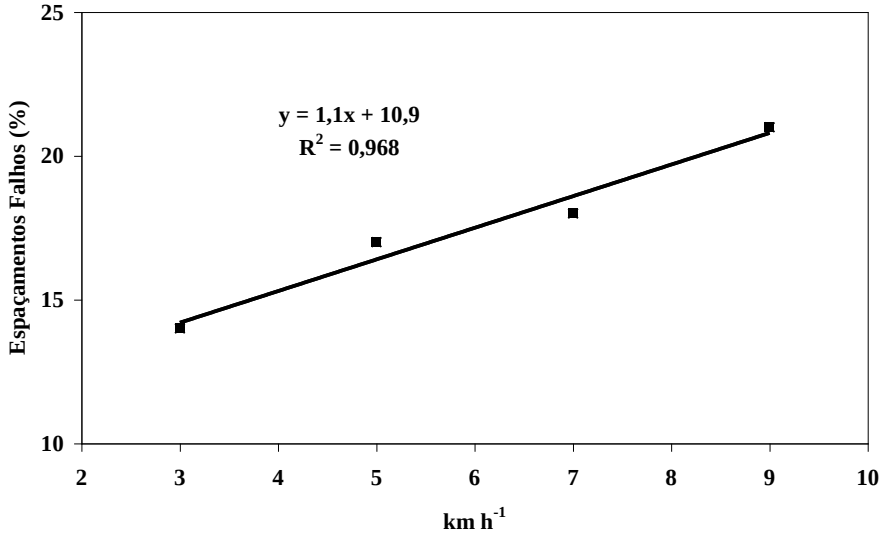
	2015	2405	MPH	PSMT	MPS	SDY	JM
Fac. Limpeza							
Fac. Lubrficaç							
Seg. operador							
Dis. segurança							
Fac. Dis segur	-			-			-
Aut. Fertiliz							
Aut.sementes							
completa ou fácil		**incompleta ou regular**			**inexiste ou difícil**		

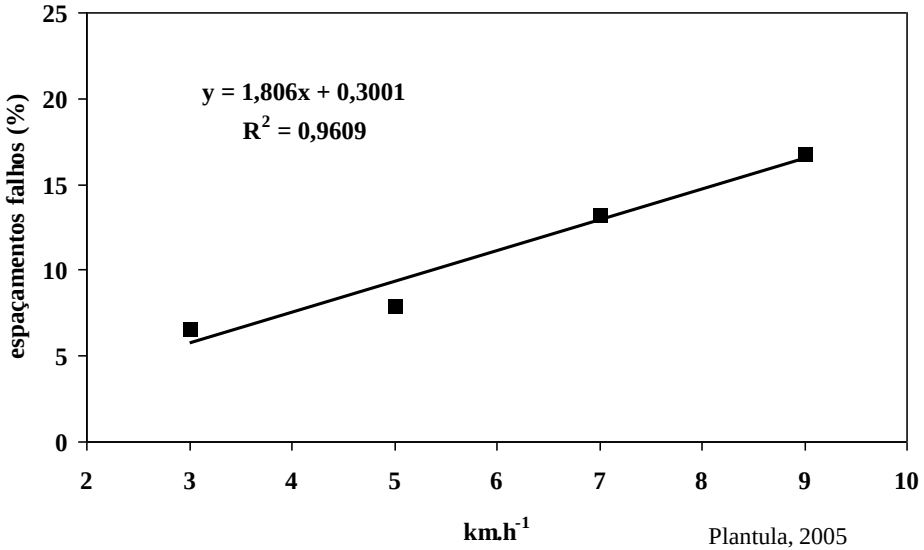
Casão Jr. Et al., 2003

ESPAÇAMENTOS FALHOS



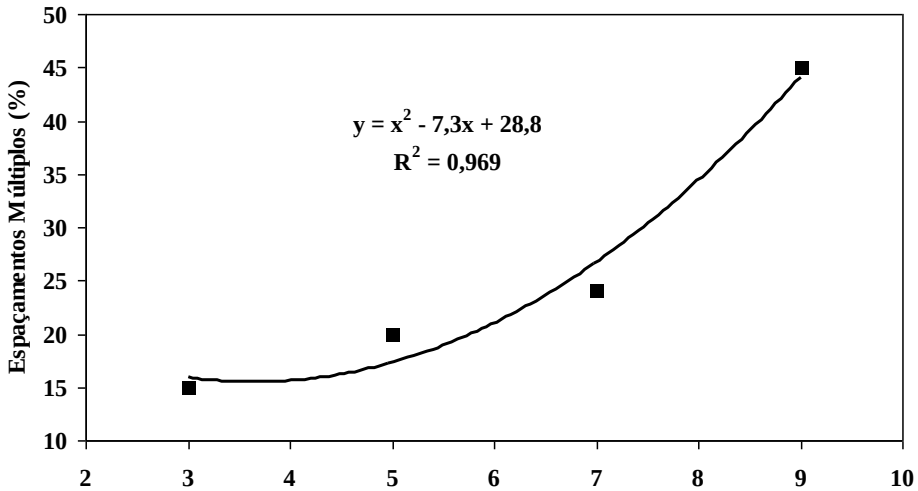


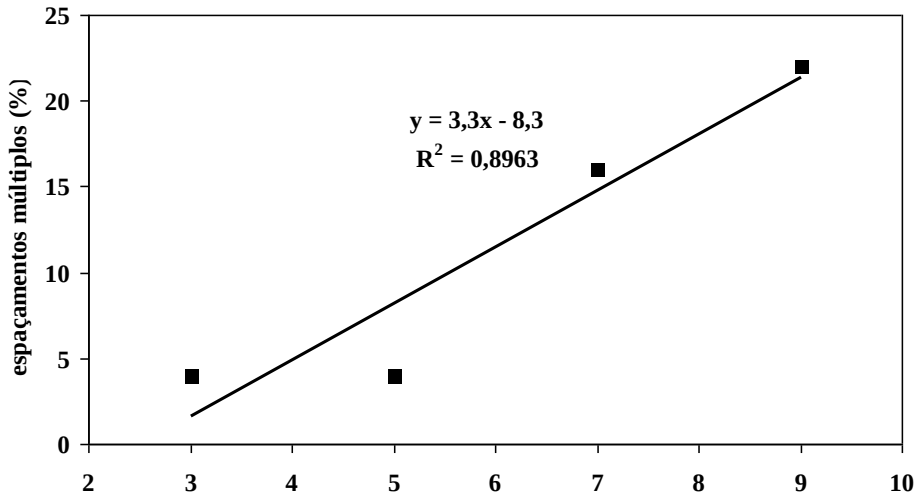


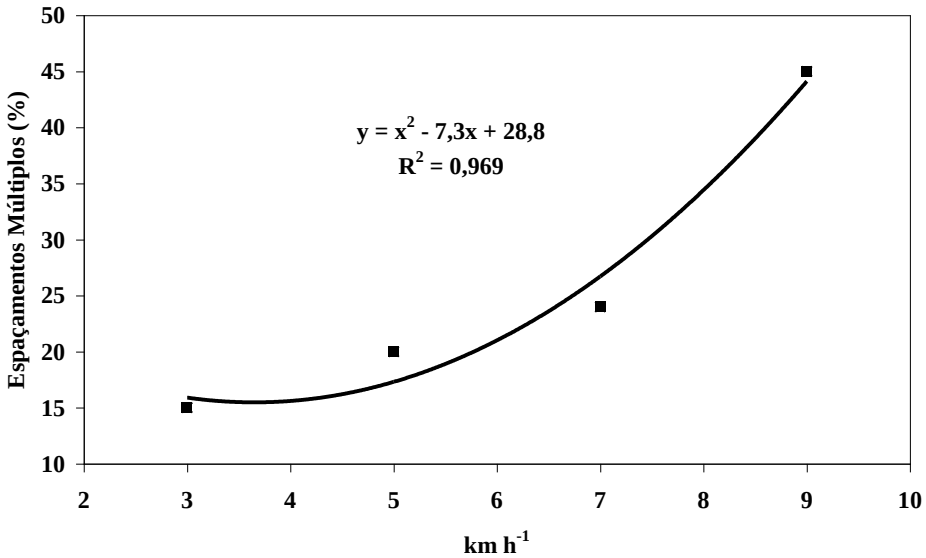


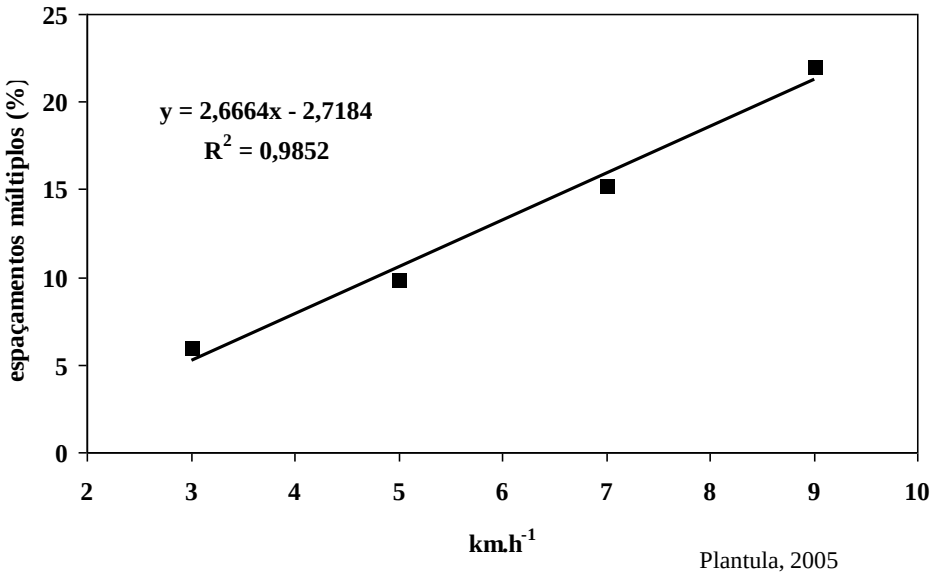
Plantula, 2005

ESPAÇAMENTOS MÚLTIPLOS



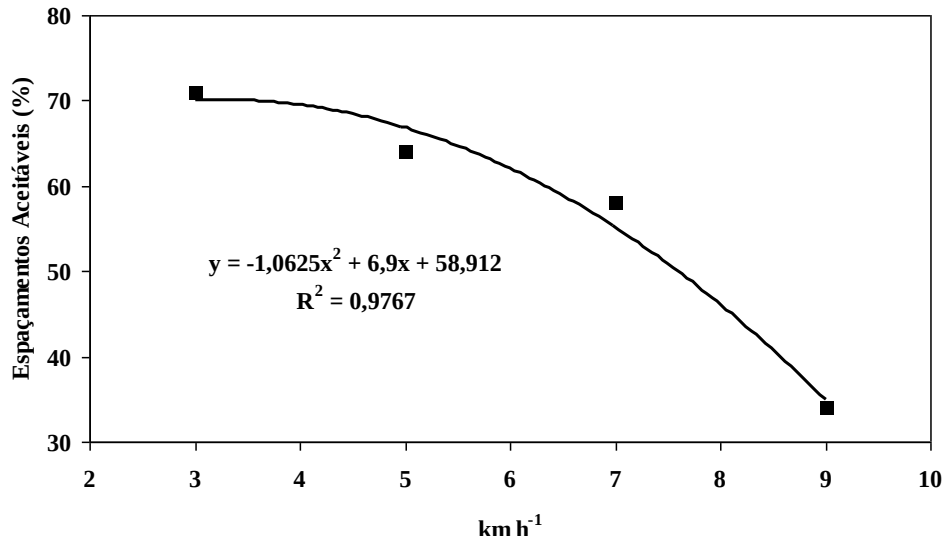


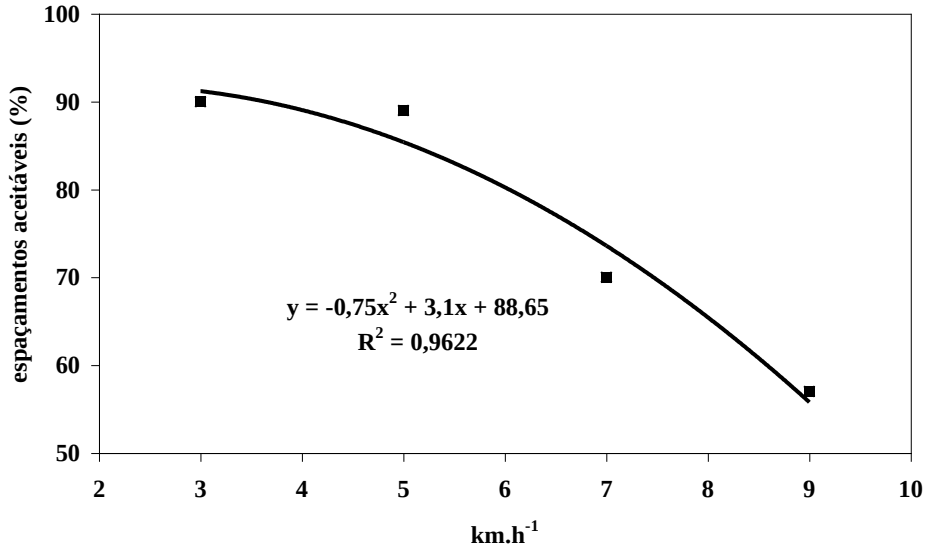


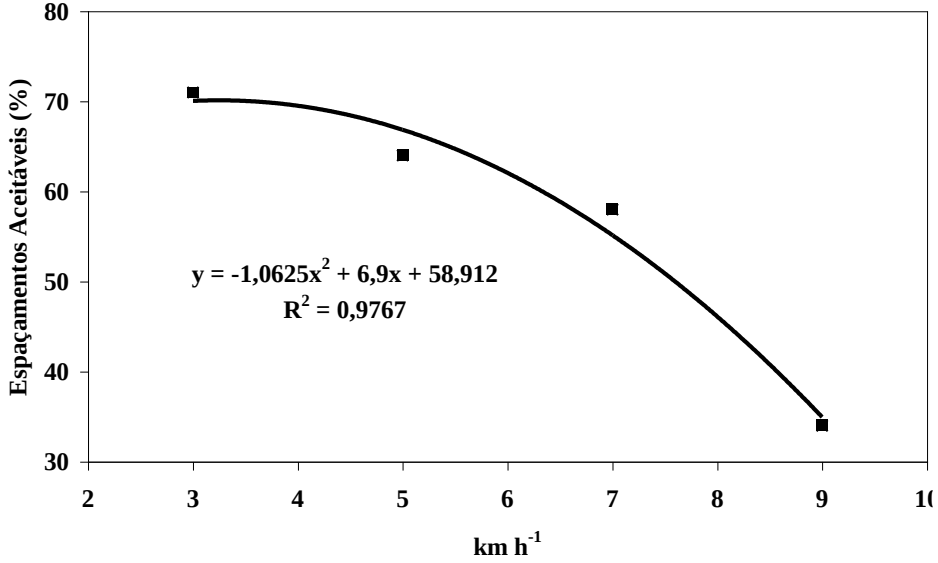


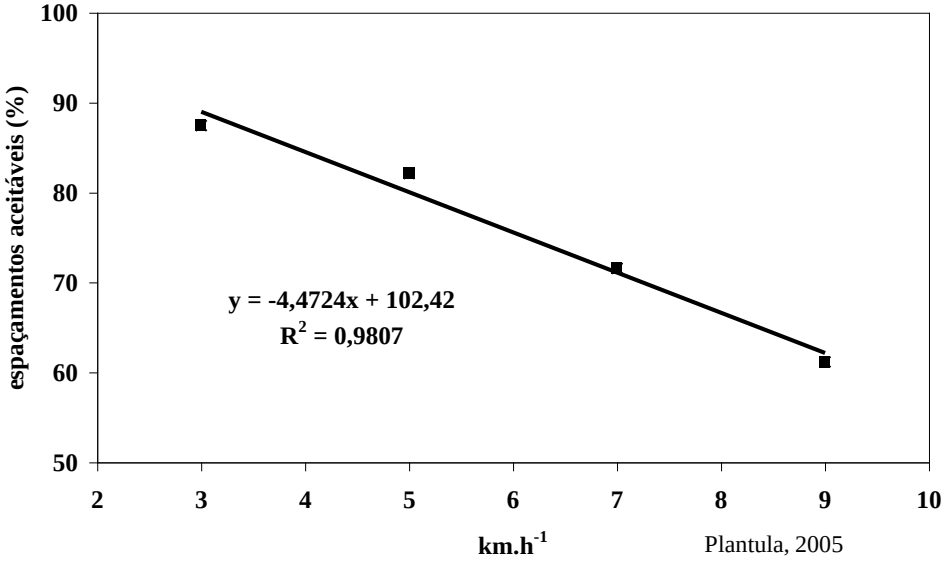
Plantula, 2005

ESPAÇAMENTOS ACEITÁVEIS









Plantula, 2005