

X Workshop de cervejas especiais

Cultivo da Cevada cervejeira no Brasil

Noemir Antoniazzi

Engenheiro Agrônomo; M. Sc.

Cooperativa Agrária Agroindustrial

Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária - FAPA



Assuntos

- Produção de cevada no Brasil e no mundo;
- Características botânicas da cevada;
- Influência do manejo e tratos culturais na qualidade da Cevada;
- Desenvolvimento de novas cultivares;
- Evolução da qualidade e produtividade da cevada no Brasil.

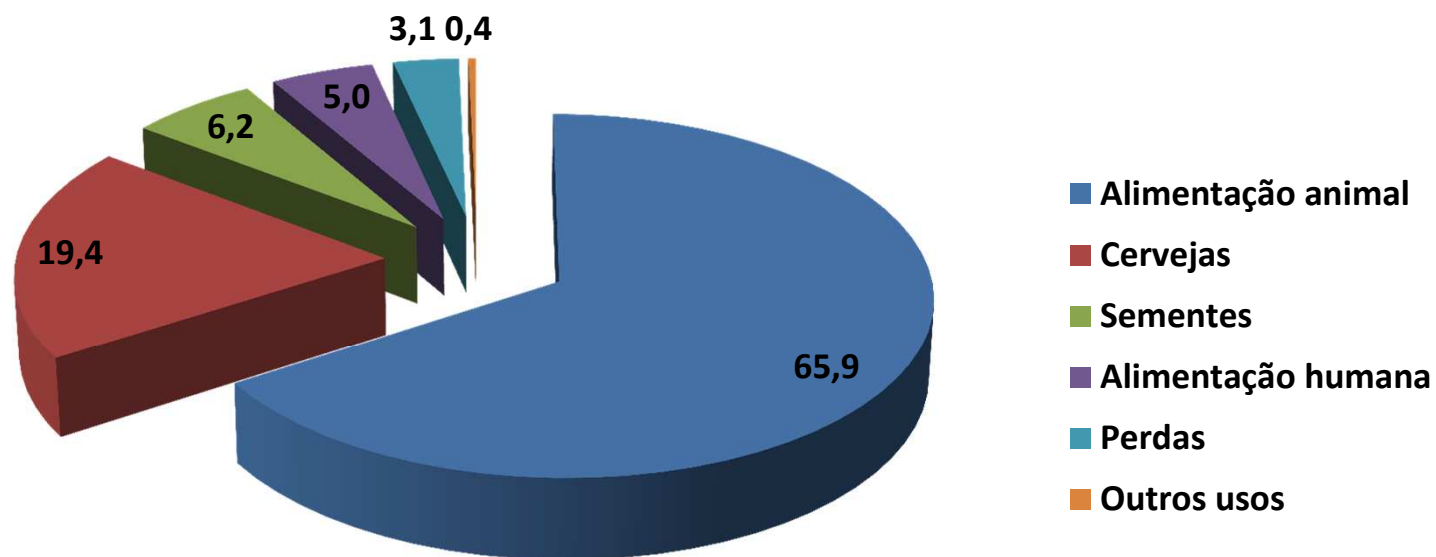
Produção de Cevada no Mundo – Safra 2017/18

Rank	Country/Region	Barley production (tonnes)
1	 Russia	17,992,517
2	 Germany	10,730,500
3	 France	10,306,008
4	 Ukraine	9,435,710
5	 Australia	8,992,274
6	 Canada	8,704,300
7	 Spain	7,979,590
8	 Turkey	6,700,000
9	 United Kingdom	6,655,000
10	 United States	4,338,850
11	 Denmark	3,949,600
12	 Poland	3,441,090
13	 Argentina	3,308,384
29	Brasil	319.687

Cevada no Mundo – Safra 2017/18

País	Área (Ha)	Produtividade (Kg/ha)	Produção (Ton)
Mundo	47.250.000	2.900	136.970.000
Europa	12.400.000	4.800	59.500.000
Russia	8.000.000	2.130	17.000.000
Australia	3.500.000	2.290	8.000.000
Turquia	3.300.000	1.520	5.000.000
Canadá	2.000.000	3.800	7.600.000
USA	890.000	3.910	3.460.000
Argentina	900.000	3.800	3.400.000
Uruguay	140.000	4.140	580.000
Brasil	110.000	2.860	300.000

Destino da cevada no mundo



Consumo de cerveja no Mundo – 2017

Ranking	País	Consumo anual de litros/hab.
1º	República Checa	143
2º	Áustria	108
3º	Alemanha	107
4º	Irlanda	94
5º	Polônia	89
6º	Romênia	89
7º	Austrália	82
8º	Bélgica	81
9º	Espanha	78
10º	Reino Unido	77
11º	Venezuela	76
12º	Estados Unidos	75
13º	Rússia	75
14º	Holanda	73
15º	Dinamarca	66
16º	Canadá	65
17º	Brasil	62

Origem e domesticação

- A primeira evidência arqueológica é do Epipaleolítico
 - Ohalo (Mar da Galileia) → datados de aproximadamente 8500 a.C.
- O primeiro indício de cevada domesticada
 - 6000 a.C. e 7000 a.C. → Oriente Médio
 - Era o principal cereal utilizado na alimentação humana
 - Bíblico: O cordeiro a ser ofertado era bem cevado
- Cerveja → primeira bebida desenvolvida por humanos no Neolítico.
- A cevada foi mais tarde utilizada como moeda.
 - Tablete com a contabilidade das rações de cevada distribuídas a adultos e crianças pelo rei Urukagina (aprox. 2350 a.C.).
- No Egito foi utilizada tanto como ingrediente do pão como da cerveja.
- Europa Medieval
 - Pão feito de cevada era considerado comida de gente humilde
 - Trigo eram consumidos pelas classes mais altas



Origem e domesticação

Hordeum spontaneum K. Koch

Go to Encyclopedia of Life...

Family: Poaceae

[*Hordeum spontaneum* K.Koch]



ASU Fruit & Seed Collection

<http://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?taxon=33620>



Hordeum vulgare

Origem e domesticação

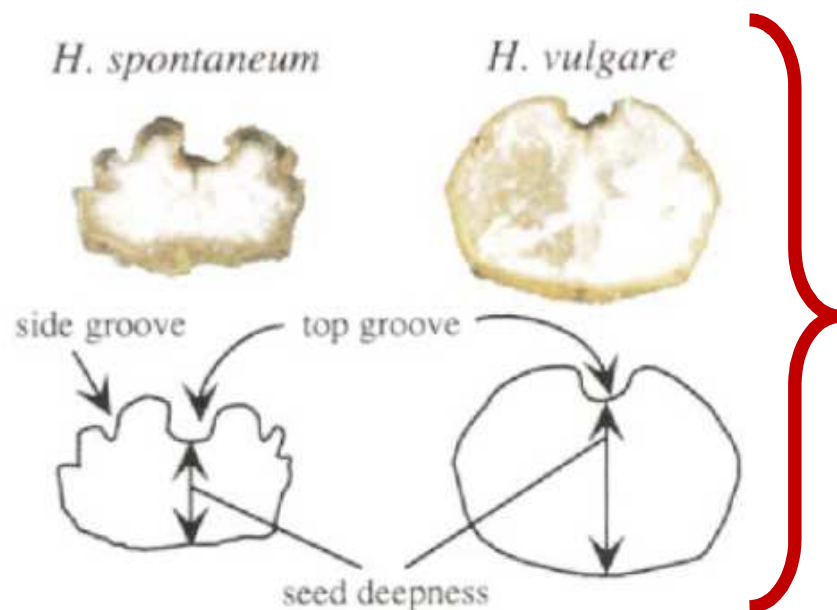


FIG. 1.—Cross sections of seeds from a typical *Hordeum spontaneum* line and from *Hordeum vulgare*. The side grooves were scored with 1 in a typical *H. spontaneum* line like that shown here, with 5 for *H. vulgare* and 2–4 for intermediate cases.



<https://www.flickr.com/groups/1366792@N20/pool>

FONTE: BADR *et al* (2000).

Variabilidade



Figure 2. Barley diversity. A sample of barley inflorescences (spikes) is shown to illustrate the highly polymorphic nature of barley genetic resources, in profound contrast to the uniform morphology of modern elite cultivars.

Variabilidade



FOTO: Eduardo Stefani Pagliosa (2015)

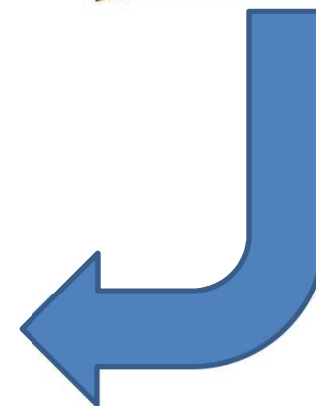
Mais usadas para plantio no Brasil

Usos da Cevada



Usos da cevada

Alimentação Humana → **MALTE**



FONTE: <http://www.agraria.com.br/>



Usos da cevada

Alimentação humana:

Farinha



Biscoito



Bebida



Usos da cevada

Alimentação Animal → Ração



FONTE: <http://www.agraria.com.br/>

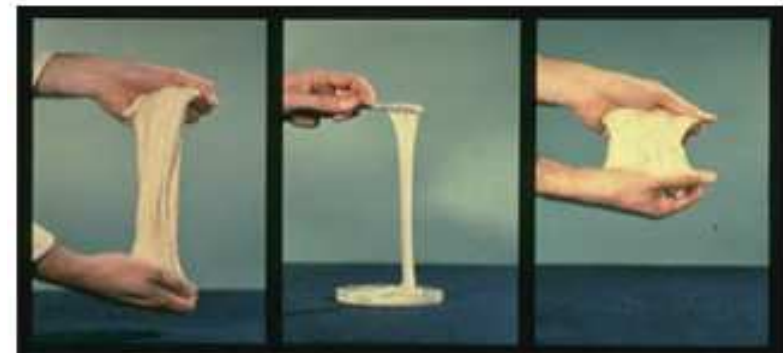
Usos da cevada

- **Contraindicações**

- Cevada, trigo, o malte, a aveia e o centeio, possui o glúten

- Glúten

- Trigo → Gliadina (+ glutenina)
 - **Cevada** → **Hordeína**
 - Aveia → Avenina
 - Centeio → Secalina



Glúten Gliadina Glutenina

<http://campoamesa.blogspot.com.br/2015/05/afinal-o-que-e-gluten.html>

- Não deve ser consumido por portadores da doença celíaca!

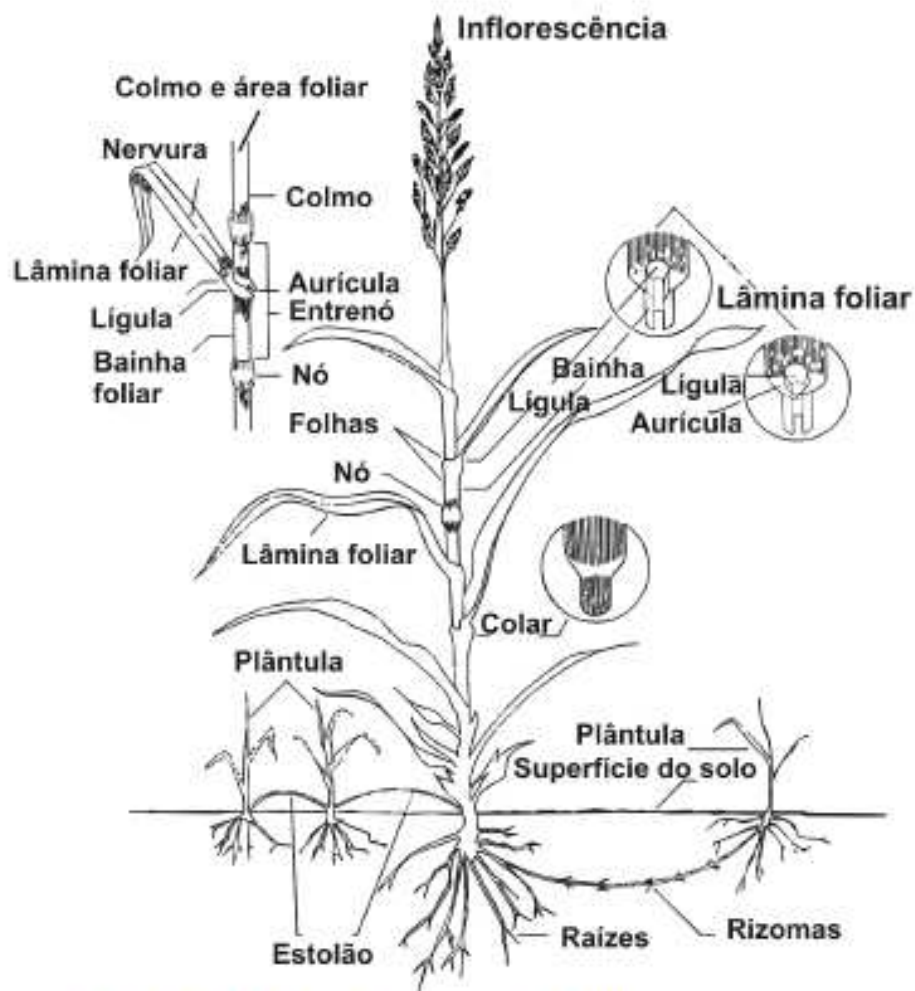
- Atrofiar nas mucosas do intestino delgado → prejudicando a absorção de diversos nutrientes

- Não deve ser consumida por quem tenha alergia!

Morfologia e Fisiologia



Morfologia geral das gramíneas



**Características similares
entre as espécies de
gramíneas**

**(cevada, trigo, aveia,
triticale, centeio, etc.)**

Figura 2.2 Partes de uma gramínea genérica.

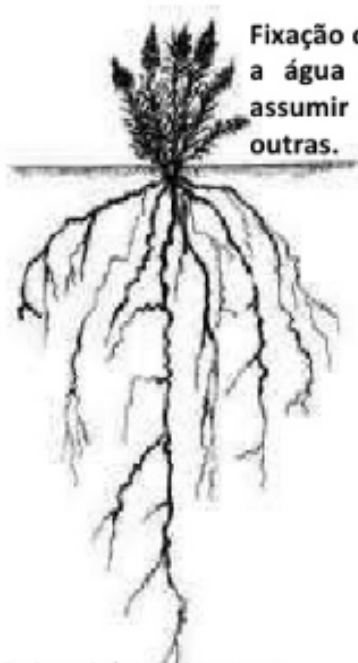
Fonte: Ball et al. (2007).

FONTE: FONTANELI et al (2012)

Morfologia

Sistemas radiculares

Fixação da planta, absorver do solo a água e os minerais, podendo assumir funções de reserva como outras.



Raiz axial ou pivotante
Dicotiledôneas



Raiz fasciculada
Monocotiledôneas

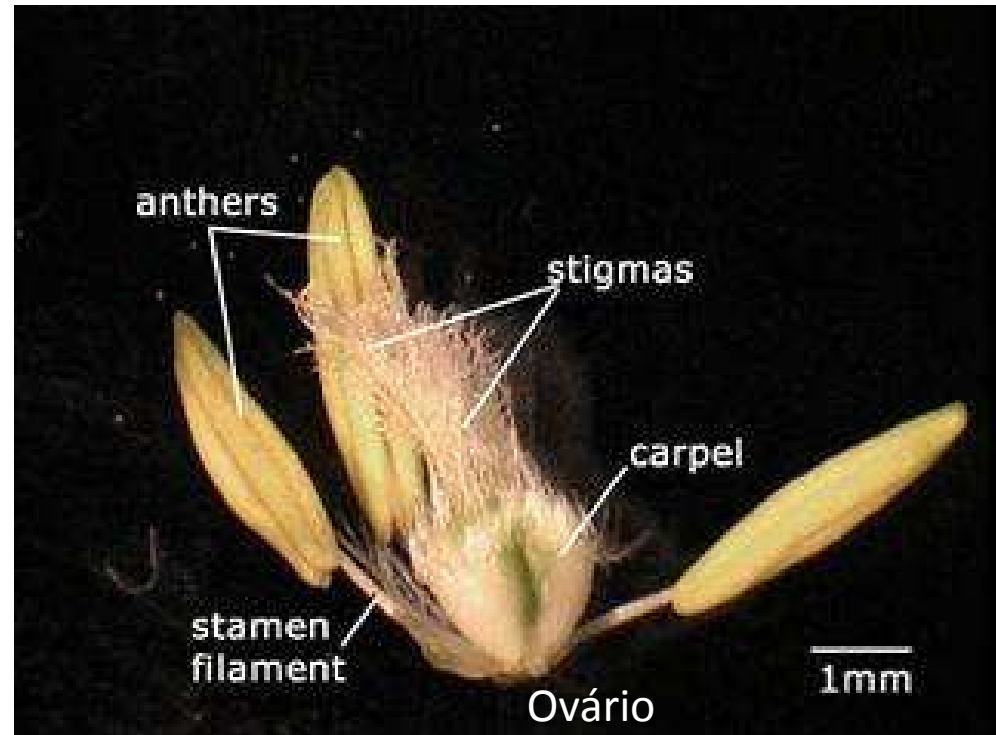
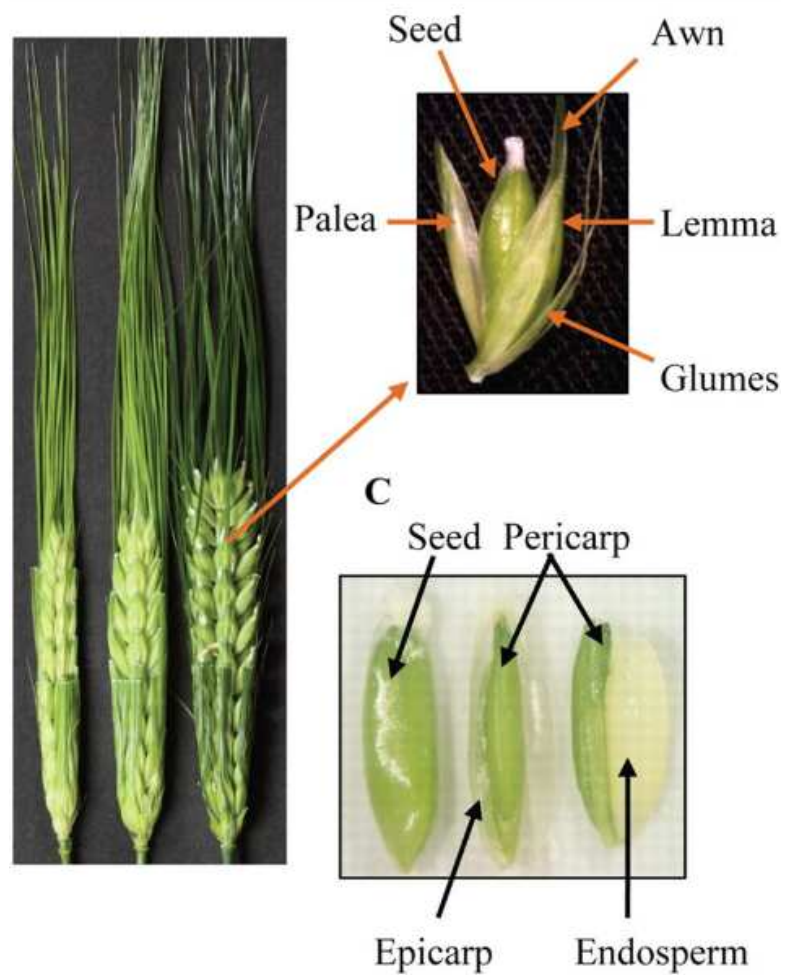
Raiz de cevada → Fasciculada



FOTO: Eduard Stefani Pagliosa (2016)

FONTE: <https://pt.slideshare.net/FlvioBooz/raiz-9545639>

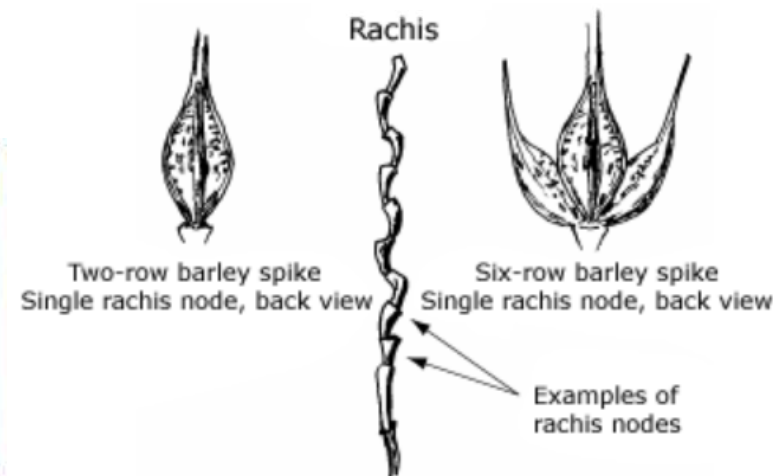
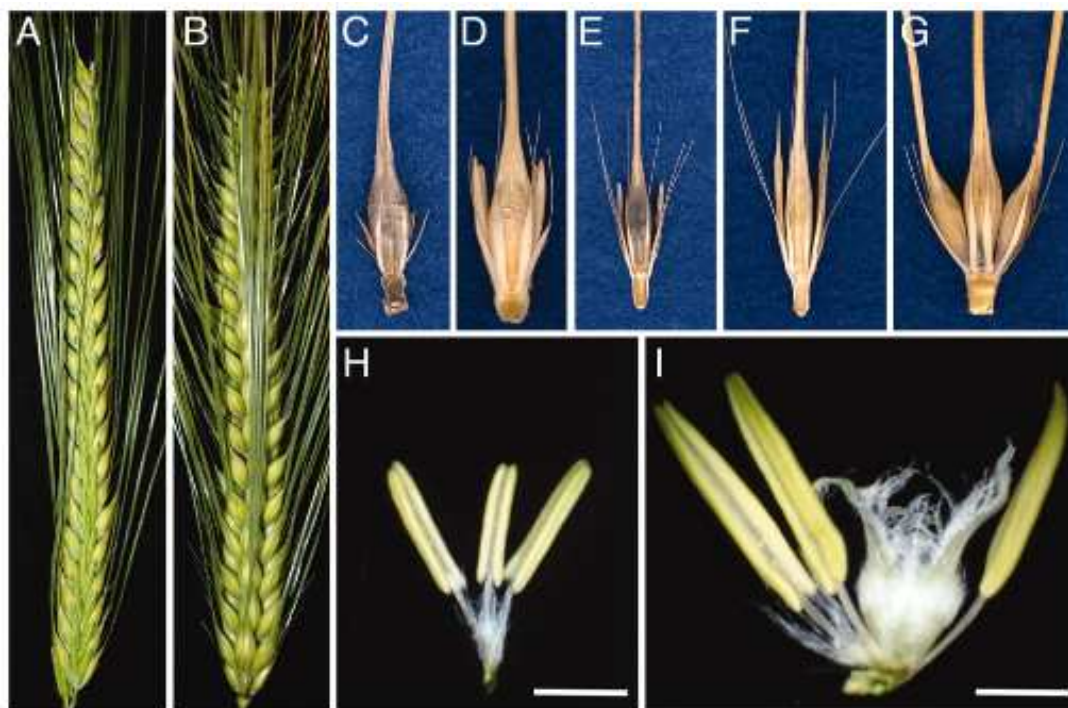
Morfologia



FONTE: ABEBE; WISE; SKADSEN, 2009.

Morfologia

Espiga → 2 fileiras X 6 fileiras



FONTE:
<https://www.morebeer.com/brewingtechniques/bmg/schwarzs.html>

Fig. 1. Map-based cloning of barley six-rowed spike gene *vrs1*. (A) Two-rowed spike. (B) Six-rowed spike. (C–G) One central and two lateral spikelets at a rachis node. (C) Ethiopian landrace var. *deficiens*; rudimentary lateral spikelets (*Vrs1.t*). (D) Two-rowed cultivar var. *distichon*; sterile lateral spikelets (*Vrs1.b*). (E) Wild barley var. *spontaneum*; sterile lateral spikelets (*Vrs1.b*). (F) Wild barley var. *proskowetzii*; short-awned or tip-pointed lateral spikelets (*Vrs1.p*). (G) Six-rowed cultivar convar. *vulgare*; fully fertile and awned lateral spikelets (*vrs1.a*). (H and I) Staminate floret of lateral spikelet (H) and hermaphroditic floret (I) in central spikelet in *Vrs1.b* two-rowed cultivar (D). (Scale bars: 2 mm.)

FONTE: TAKAO KOMATSUDA et al. PNAS 2007;104:1424-1429

Fisiologia

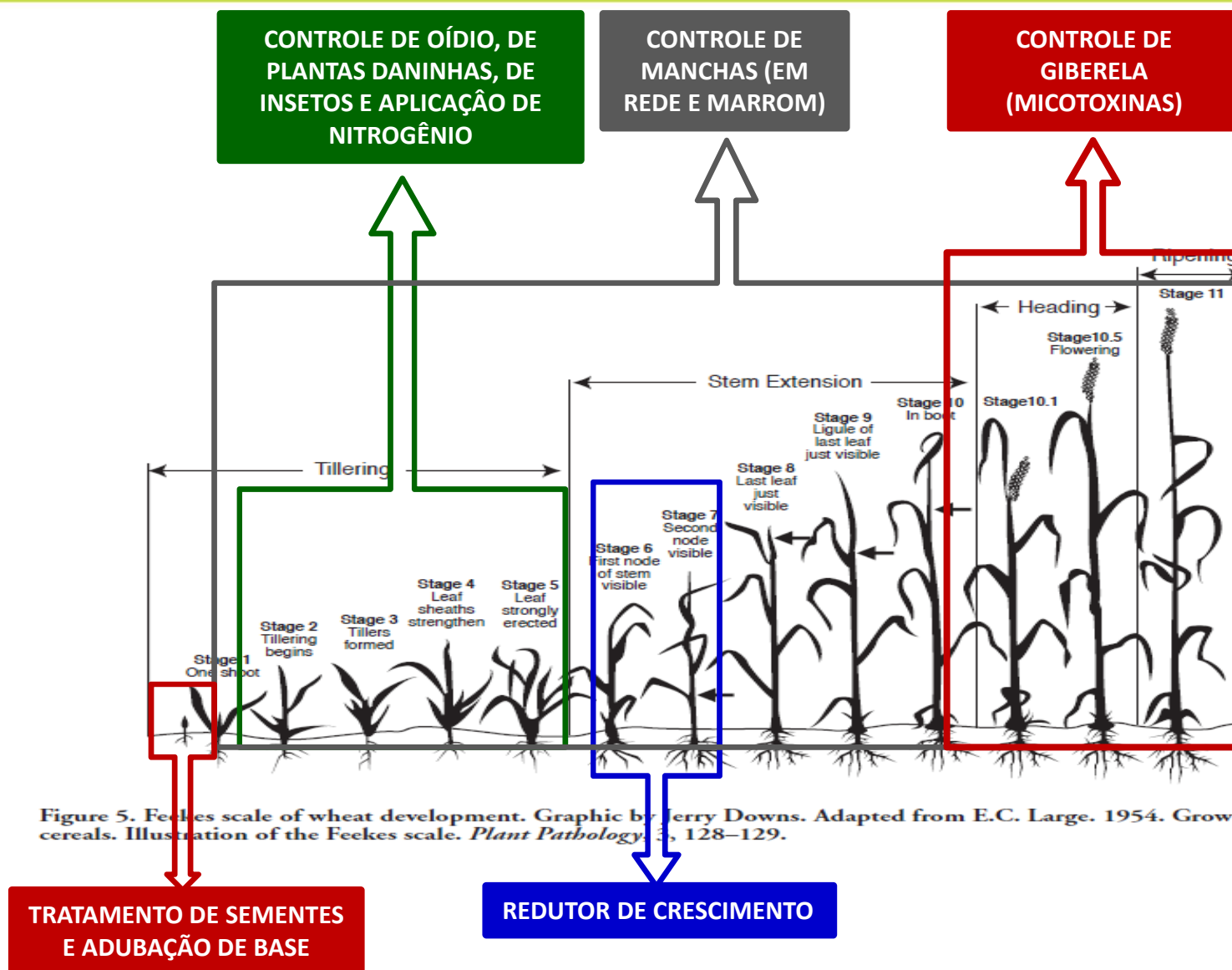
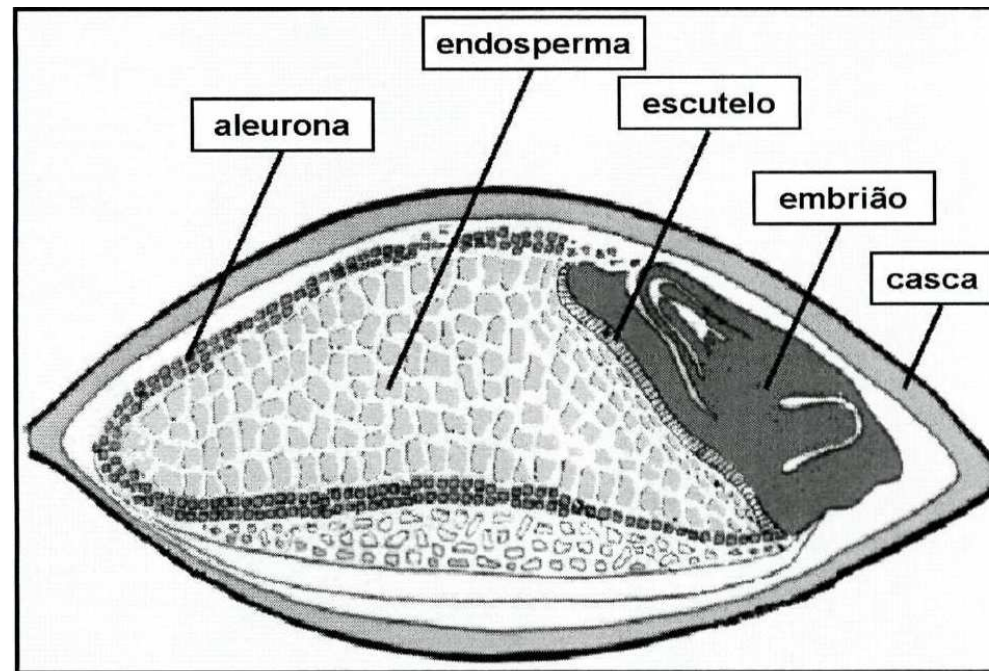


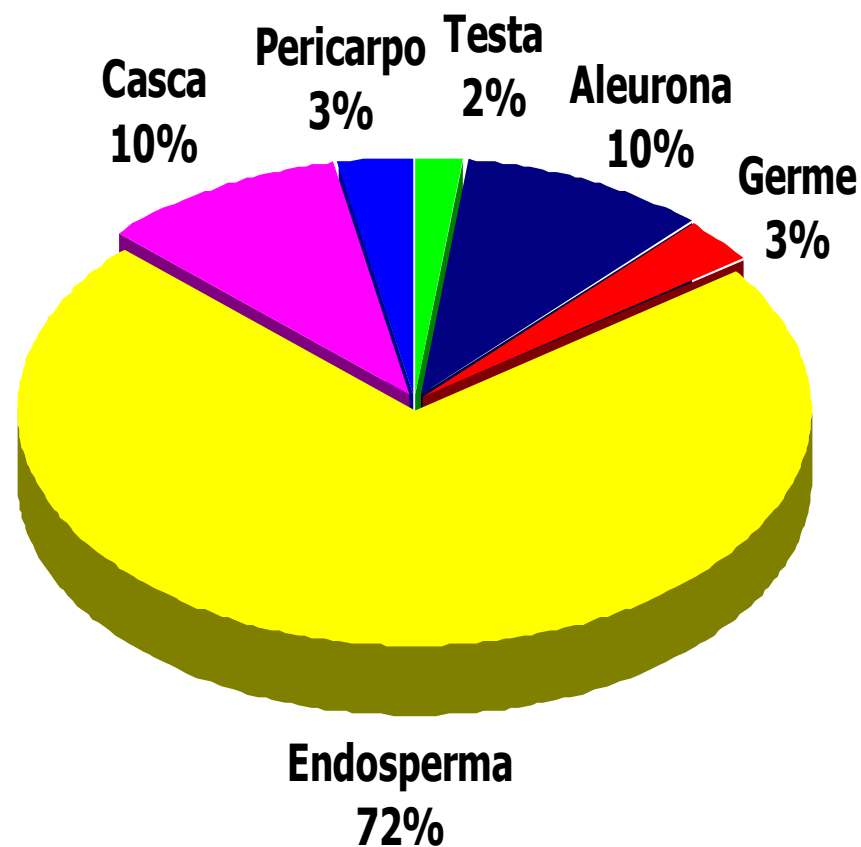
Figure 5. Feekes scale of wheat development. Graphic by Jerry Downs. Adapted from E.C. Large. 1954. Growth stages of cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, 3, 128-129.

Estrutura do Grão de Cevada



Grão de cevada

Estruturas botânicas



Composição química

	%
<u>Carboidratos</u>	78-83
Amido	63-65
β - glucanas	2-10
<u>Lipídios</u>	2-3
<u>Proteínas</u>	10-12
<u>Minerais</u>	2
<u>Outros</u>	5-6

Especificações da cevada cervejeira

- Poder germinativo: mínimo 95%
- Peso Hectolítrico (PH): mínimo 58 Kg/hL
- Teor de proteínas: máximo 12,0%
- Classificação comercial: 90-6-4 % (Cl. 1, 2 e 3)
- Micotoxinas (DON): (DON) <1.000 µg/Kg

Grão de cevada

CASCA

Tipos de cevada



SEM CASCA



COM CASCA

Danos
mecânicos

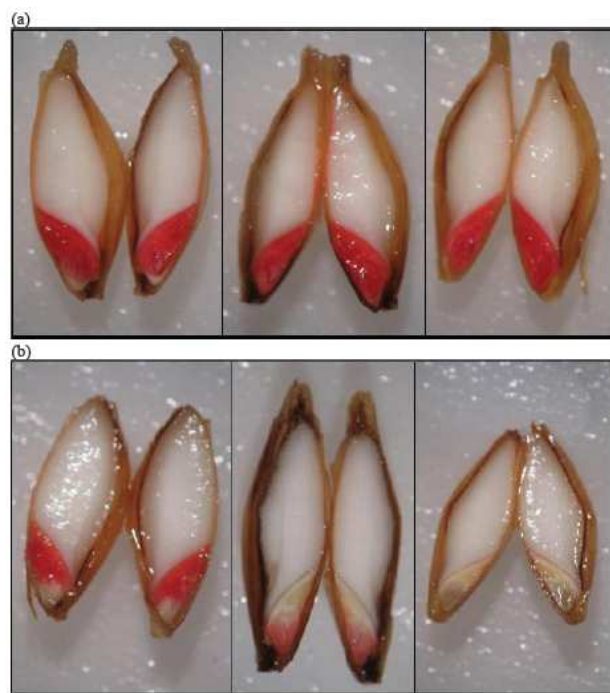
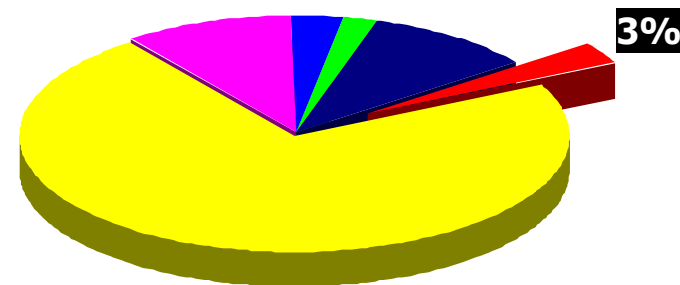
Reduz qualidade para maltagem e cervejaria

- Germinação não homogênea: desenvolvimento irregular das enzimas e consequente modificação desuniforme.
- Prejudicam a filtração do mosto

Grão de cevada

GÉRMEN

- Tecido vivo = Teste do tetrazolium
- Contém lipídios, proteínas, vitaminas do complexo B, minerais.



**Embrião
viável**

**Responsável
pelo
processo de
germinação**

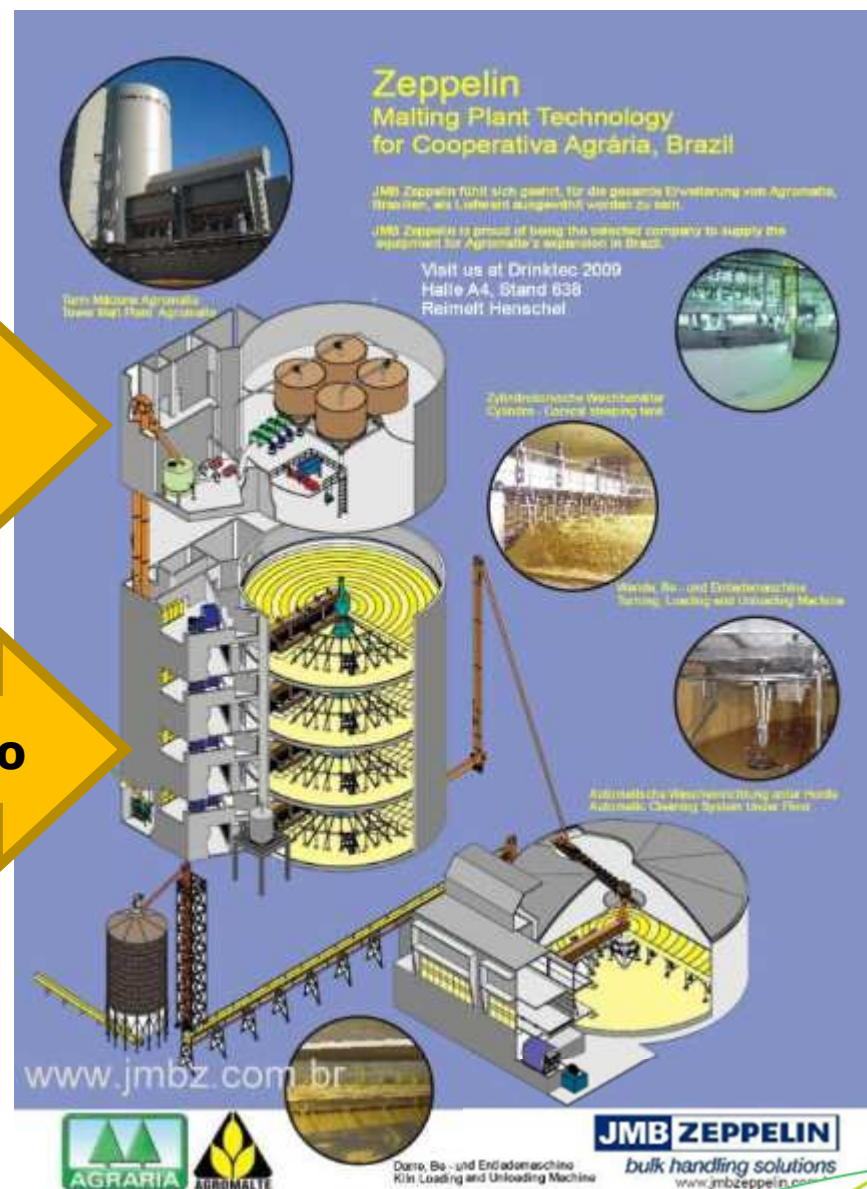
Grão de cevada

Elevar o teor de água dos grãos de cevada para iniciar o processo de germinação (13% para 45%).

Maceração

Transformação dos carboidratos do grão em açúcares.

Germinação



Grão de cevada

GÉRMEN



www.alamy.com - AJRYXA



www.alamy.com - AP9Y82

<http://www.alamy.com/stock-photo/germinating-barley.html>

Grão de cevada

- **PROTEINAS**



Relação inversa com amido do grão

Cevada cervejeira

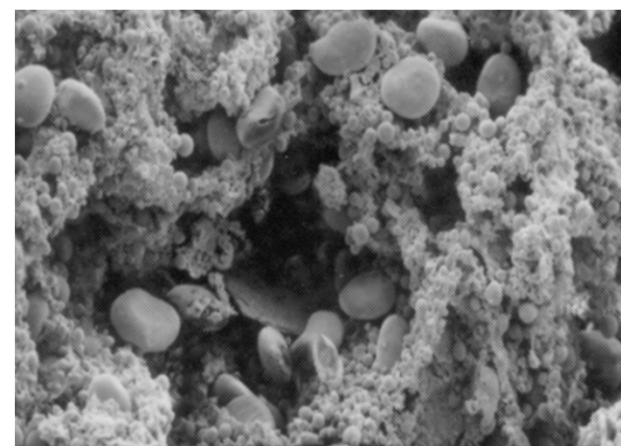
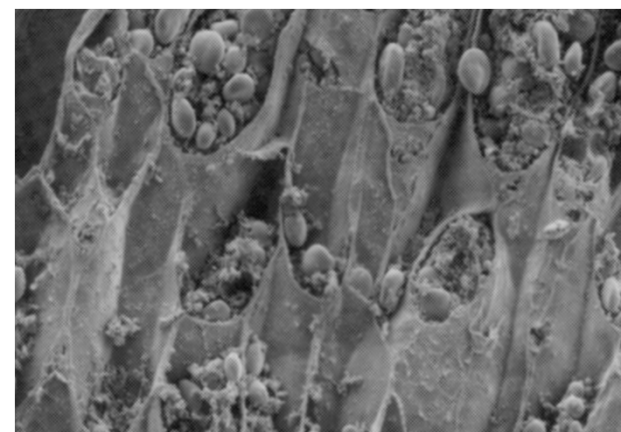
→ 10,0 a 11,5%

<9%: problemas com estabilidade da espuma, falta de corpo na cerveja e deficiência nutricional para o fermento.

<11%: cerveja tipo Pilsen

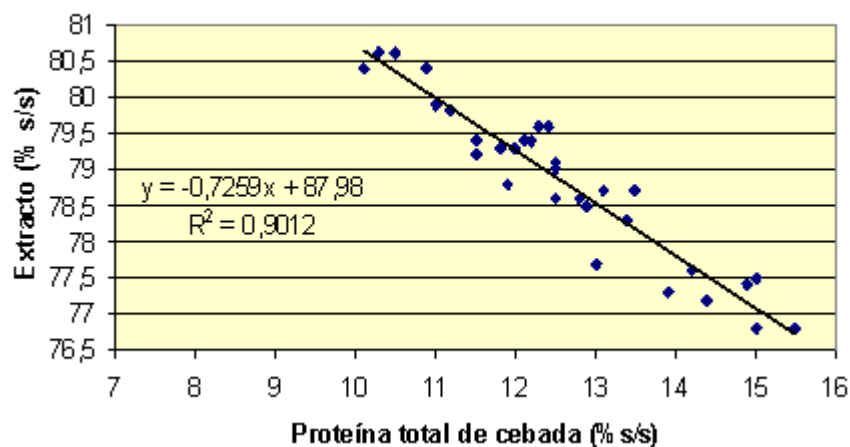
<11 a 11,5%: cerveja tipo Lager

<11,5 a 12%: cervejas escuras, com aroma de malte e acentuado corpo na cerveja.

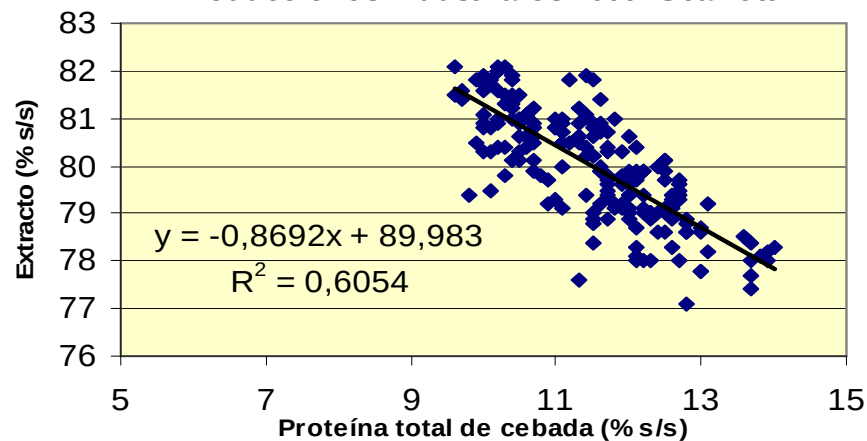


Impacto do teor de proteínas da cevada na % de extrato do malte

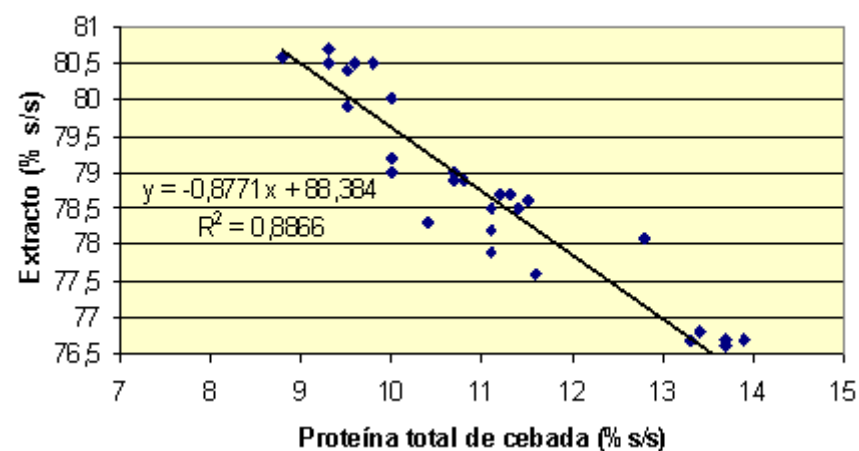
Regresión Proteína/Extracto, Cnel. Suárez



Regresión Proteína/Extracto.
Producciones Industriales 2009. Scarlett



Regresión Proteína/Extracto, Puan



INSTABILIDADE COLOIDAL DA CERVEJA



Cerveja elaborada com malte de alto conteúdo proteico

ESTABILIDADE DE ESPUMA A 8 °C



0



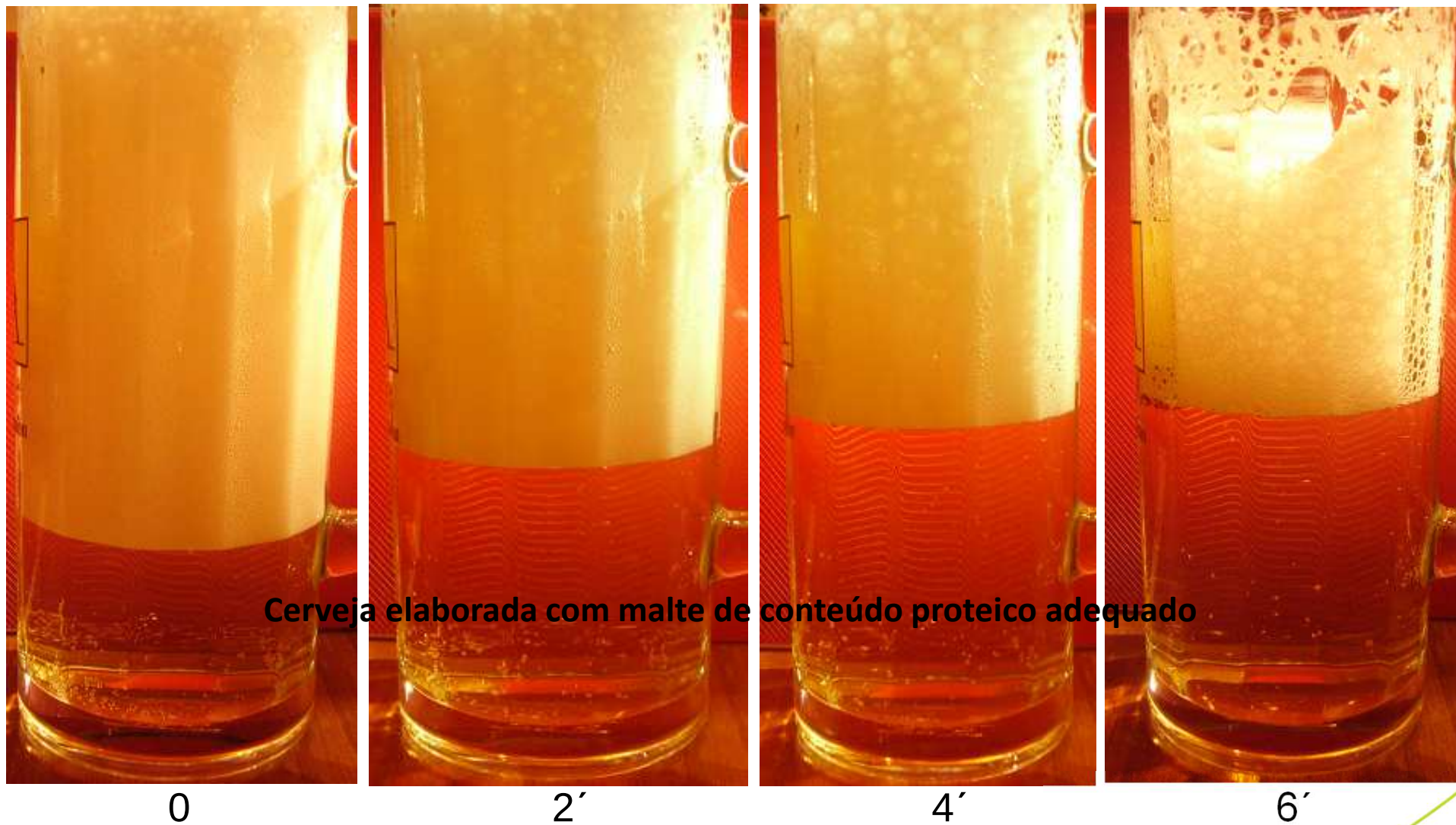
2'



4'

Cerveja elaborada com malte de baixo conteúdo proteico

ESTABILIDADE DE ESPUMA A 8 °C

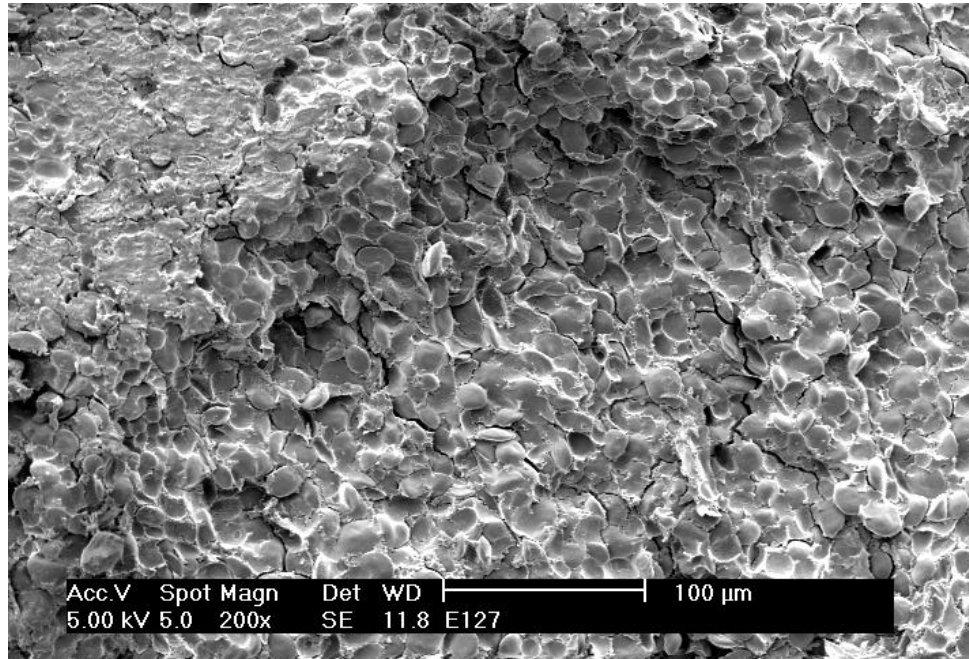


COMPARAÇÃO DE TAMANHOS DE BURBULHOS DE CO₂



Grão de cevada

ENDOSPERMA



← GRÃO

MALTE →



FONTE: LIZARAZO, 2003.

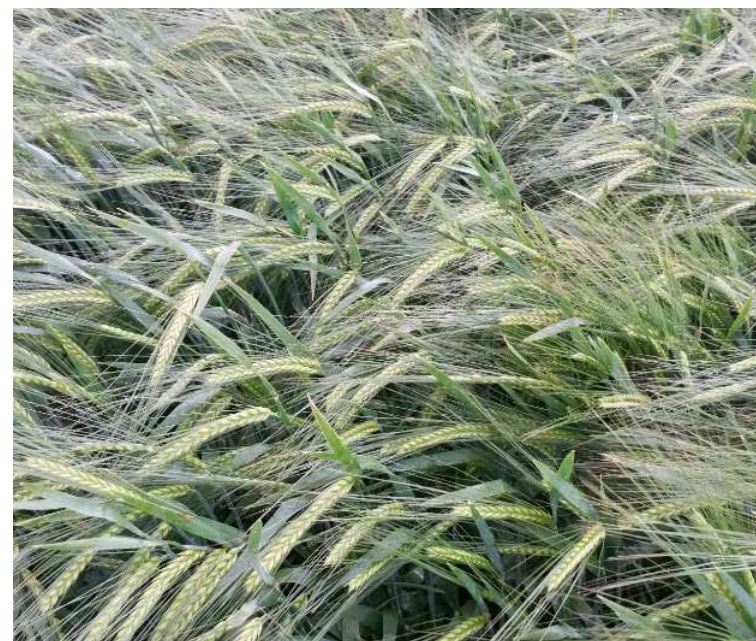
Etapas de Germinação



Especificação do malte pilsen

ITEM ANALÍTICO	Unidade	Especificações
Umidade	%	máx. 4,8
Extrato moagem fina I. A.	%	mín. 80,5
Diferença de extrato	%	máx. 2,0
Friabilidade	%	mín. 81
Beta glucanos (FIA)	ppm	máx.180
Grãos vitrosos	%	máx. 2,0
Tempo de sacarificação	minutos	máx. 10
Velocidade de filtração moagem fina	minutos	máx. 60
Velocidade de filtração moagem grossa	minutos	máx. 90
pH	-	5,6 a 6,1
Cor de cocção	EBC	5,0 a 7,0
Viscosidade	mPa.s	máx. 1,58
Nitrogênio solúvel	mg/100g	650 a 800
Proteína (base seca)	%	9,7 - 11,9
FAN	mg/100g	mín. 150
Índice de Hartong a 45°C	%	34 a 46
Poder diastásico	WK°	250 a 320
Alfa amilase	UD	mín.35
Índice de Kolbach	%	39 a 45
Sortimento (I + II peneiras)	%	mín. 90
Substâncias estranhas (total)	%	máx. 0,4
Sementes estranhas	%	máx. 0,2
Grãos quebrados	%	máx. 1,3
Pó, palhas e cascas de malte	%	máx. 0,5
Parasitas (insetos, ovos, larvas)	descritivo	ausente
PDMS (precursores de dimetil sulfeto)	mg/Kg	máx. 7,0
Teste de Gushing	descritivo	negativo
Deoxinivalenol	ppb	máx. 500

Influência do manejo e tratos culturais na qualidade da Cevada



INFLUÊNCIA DO MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA QUALIDADE DA CEVADA

Escolha da cultivar

Ano (Clima)

Tipo de solo

Época de plantio

Adubação de base

Adubação de cobertura

Controle de pragas e doenças

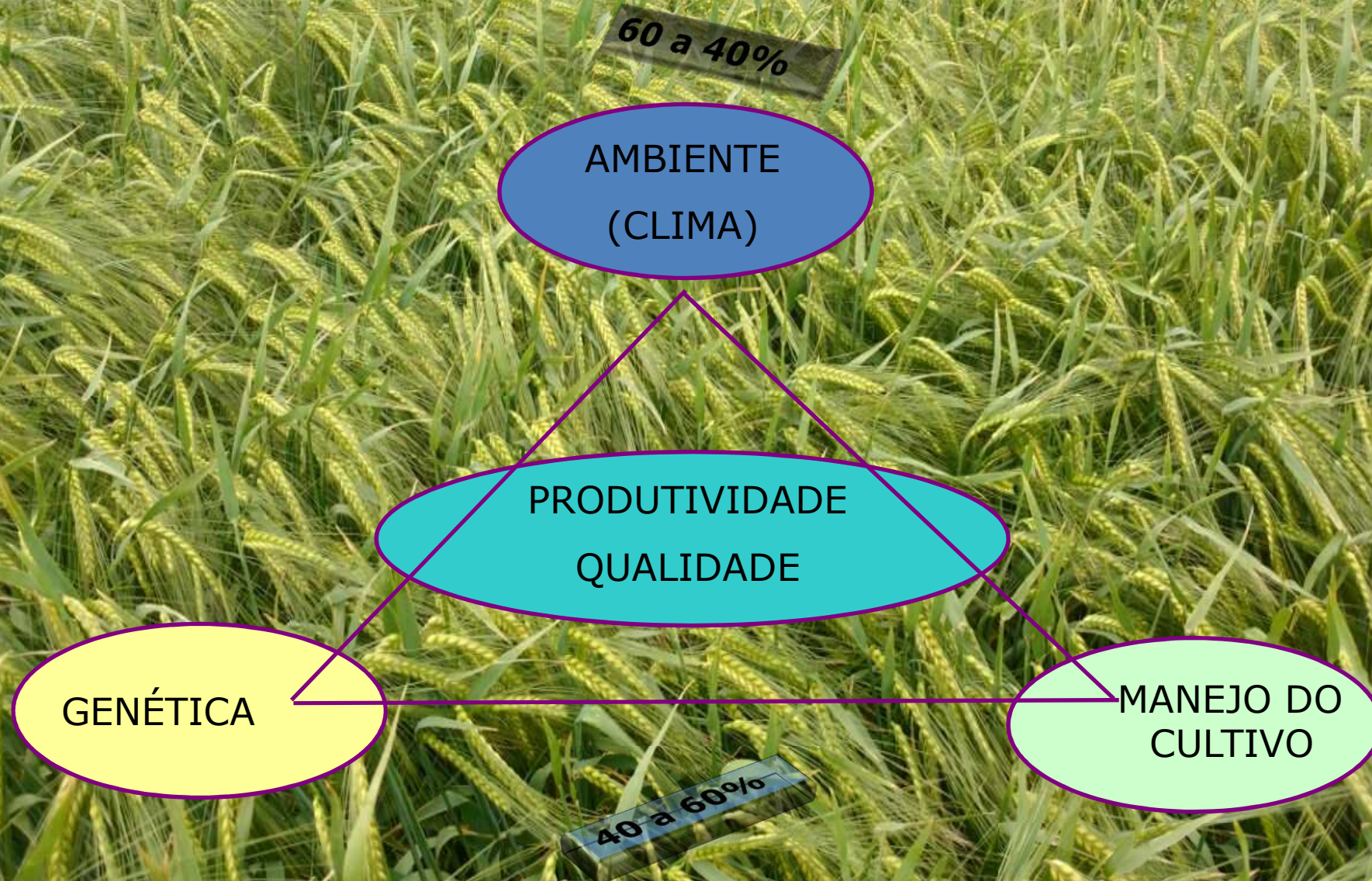
Regulagem de implementos agrícolas

Colheita

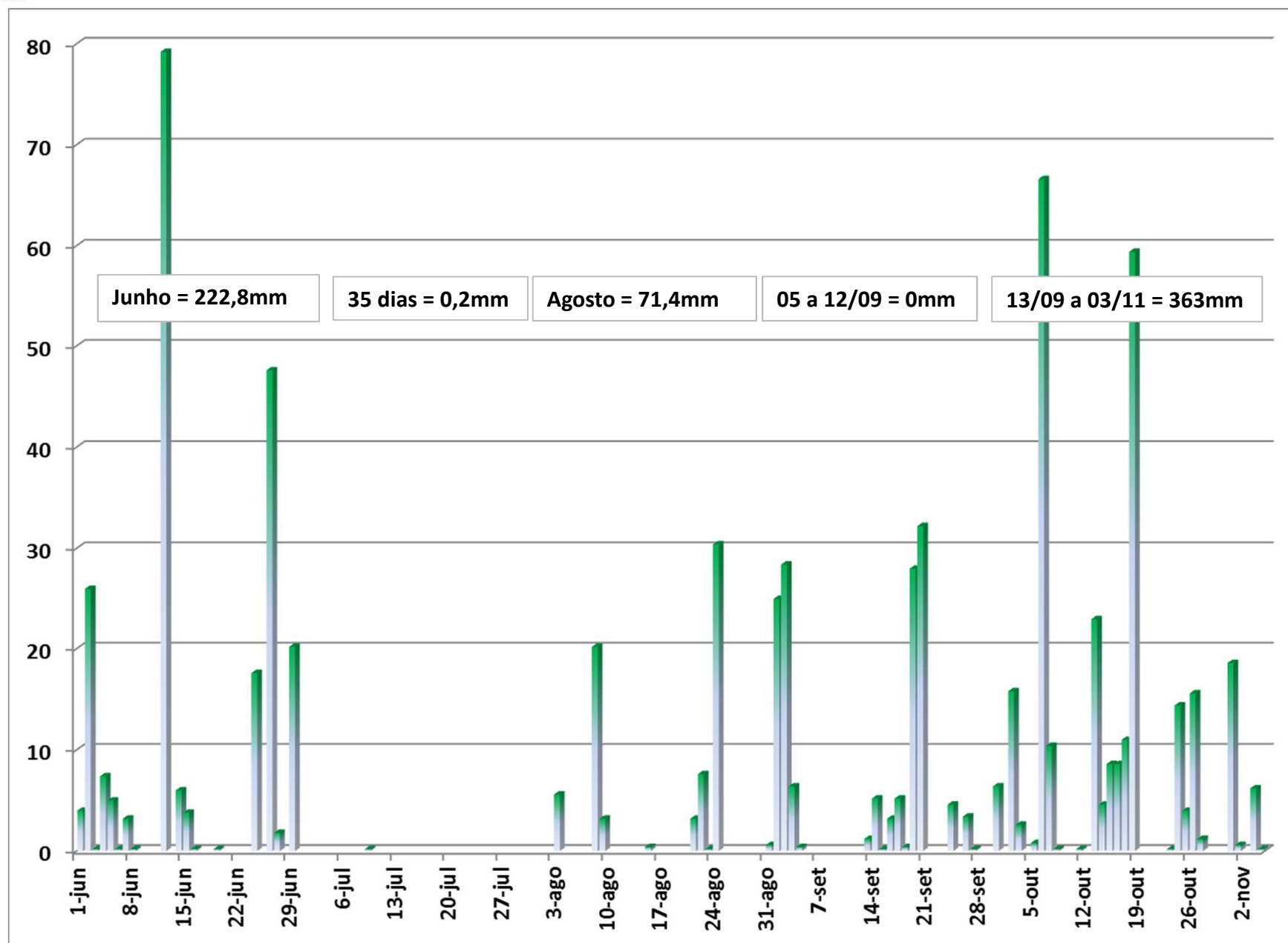
Recepção, secagem, beneficiamento e armazenamento



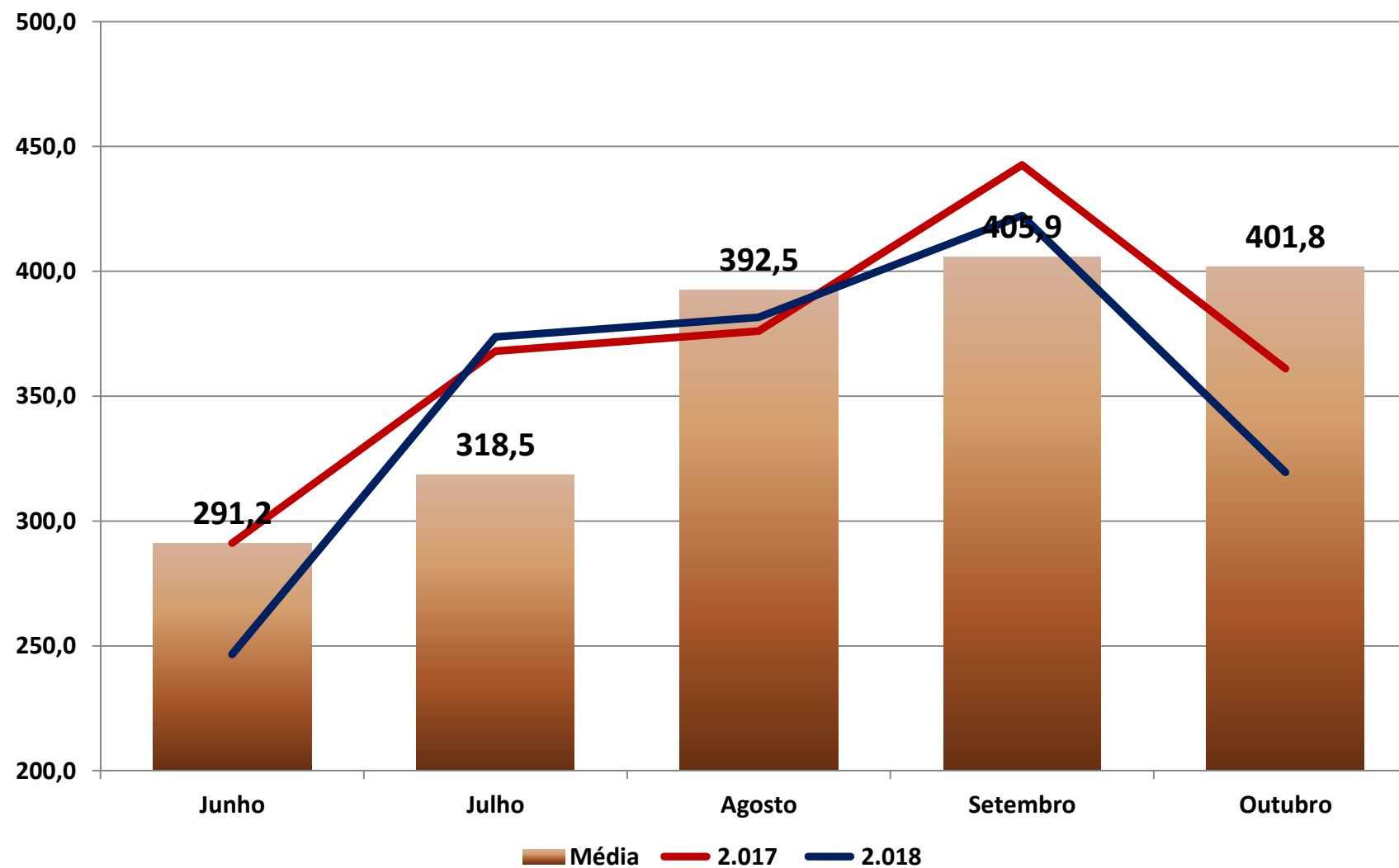
FATORES QUE AFETAM CULTIVO CEVADA



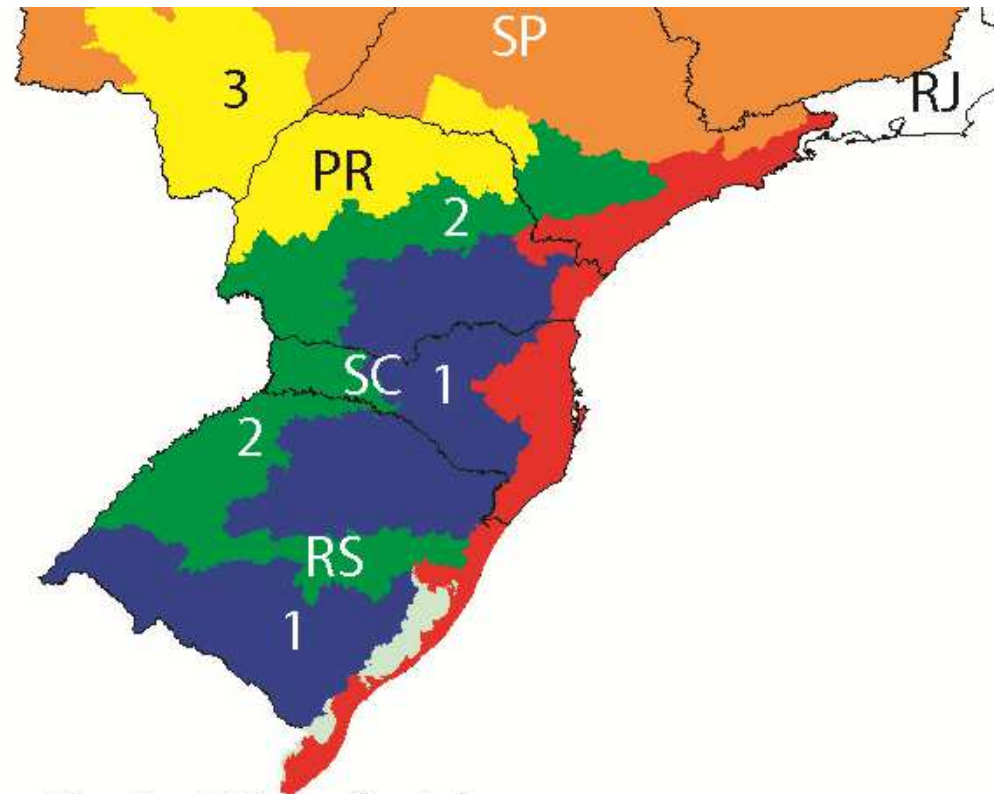
Precipitação – Inverno 2018



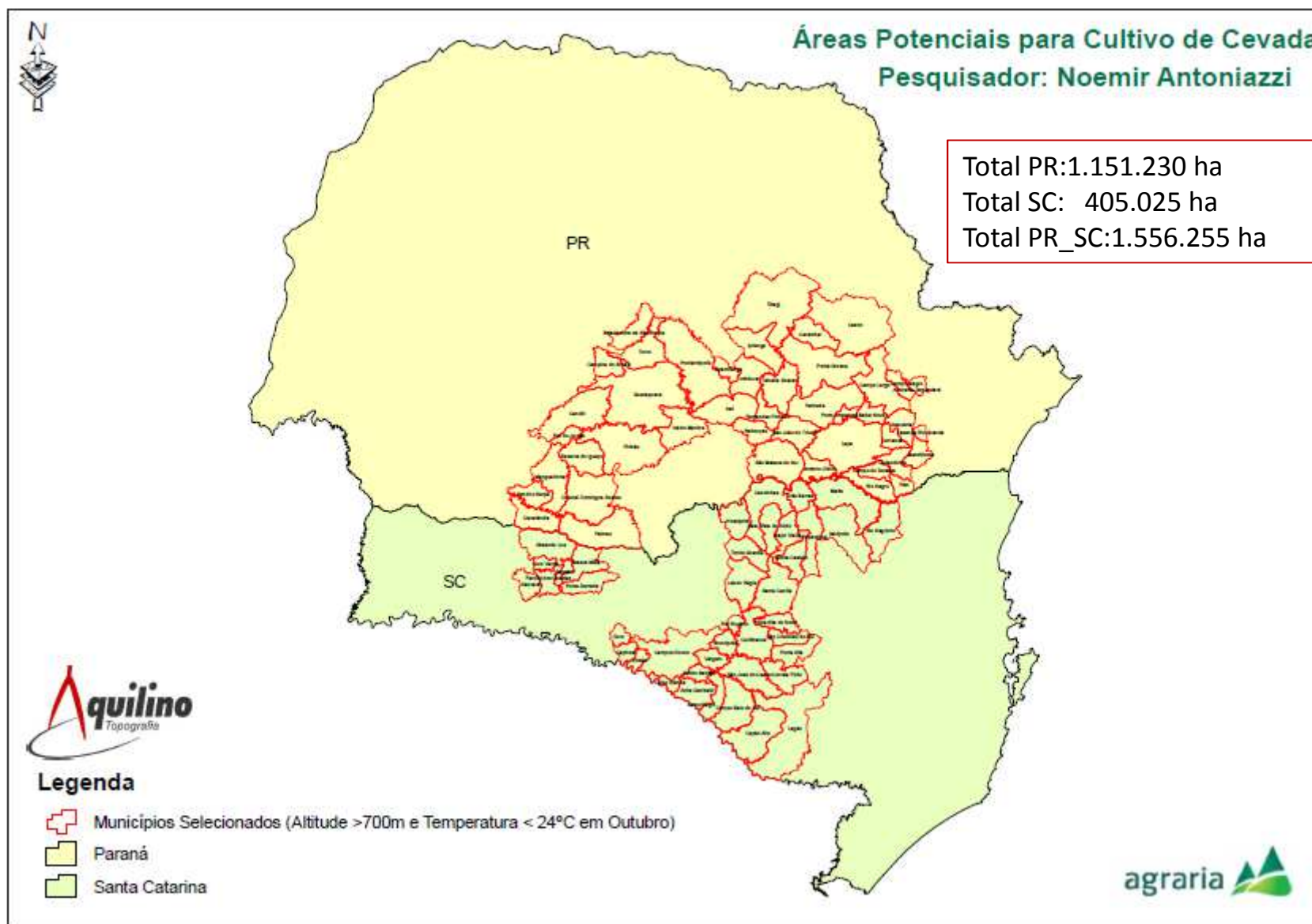
Radiação solar – Inverno 2017, 2018 e média - (W m^{-2})



Regiões aptas para o cultivo de cevada cervejeira



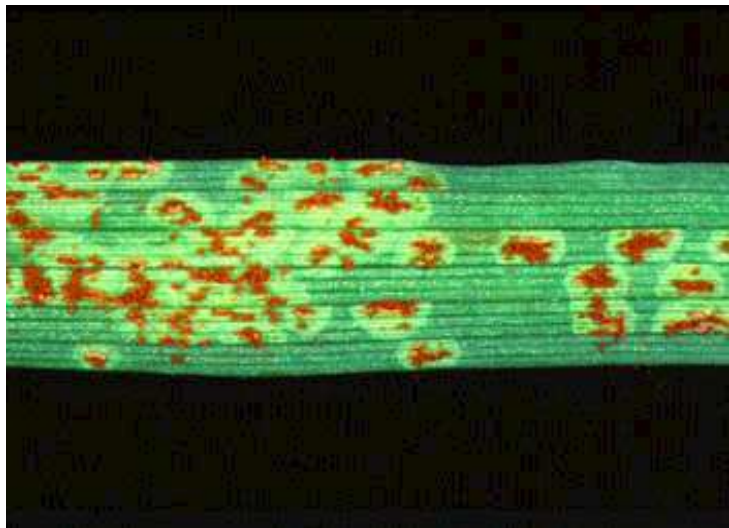
- Região 1 - Fria e úmida
- Região 2 - Moderadamente quente e úmida
- Região 3 - Quente e moderadamente seca
- Região 4 - Quente e seca (Cerrado)
- Não indicada para cultivo



DOENÇAS FOLIARES - Oídio



DOENÇAS FOLIARES – Ferrugem da folha



DOENÇAS FOLIARES – Mancha em rede



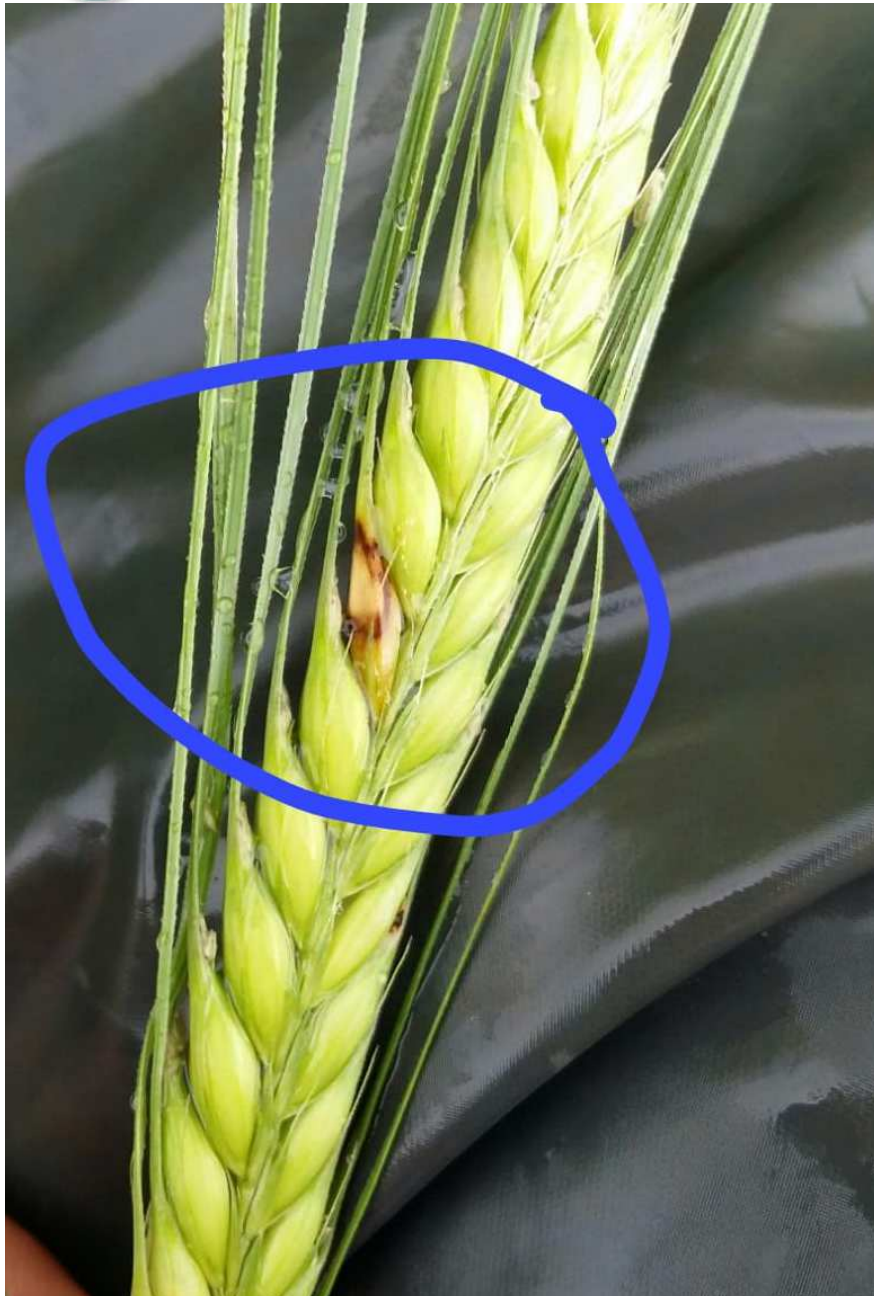
DOENÇAS FOLIARES – Mancha marrom



DOENÇAS FOLIARES – Bacteriose



DOENÇAS DE ESPIGA - Giberela



DOENÇAS DE ESPIGA - Giberela



Micotoxinas

Tabela 2. Legislação brasileira para deoxinivalenol em cevada (grãos e malteada)

LMT - APLICAÇÃO	CEVADA	DON (µg/kg)
(a partir de 2014)	Grão	1500
	Malteada	1250
(a partir de 2016)	Grão	1000
	Malteada	750

LMT: limite máximo tolerável DON: deoxinivalenol Brasil, 2016/2017

FONTE: PIACENTINI, 2014. Disponível em: http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110_20142111_01-58-29_5686.pdf

Micotoxinas



**Controle Químico
específico, no campo
Tolerância genética**

Grão chocho contaminado:
sai na colheita

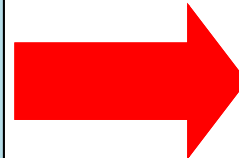
Grão normal contaminado:
não sai na colheita

**Presença do Fusarium nas
sementes, não tem
correlação com níveis de
DON**

Micotoxinas

- **Oriundas do Fusarium que infecta a cevada no campo:**
 - Formação de deoxinivalenol e outras micotoxinas.
 - **Deoxinivalenol → composto solúvel**
 - 50% é eliminado na maceração da cevada
 - Não é eliminado ou destruído durante o processo de produção de cerveja.
 - Erupção da cerveja (**GUSHING**) que significa uma produção rápida e grande de espuma quando a garrafa é aberta.
 - *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum* e *Fusarium poe*, são indutores de erupção ativos

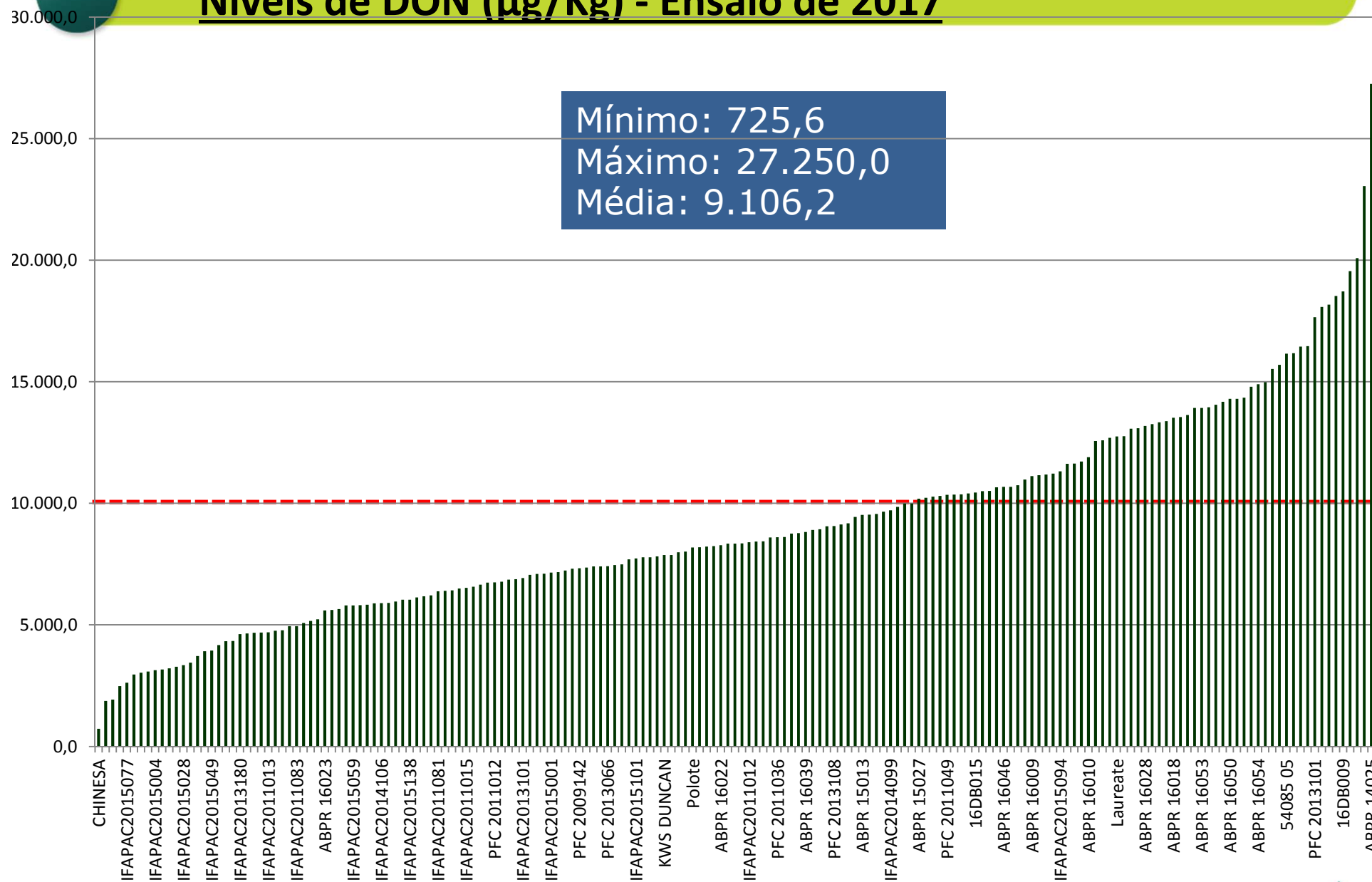
GUSHING – O efeito da expulsão repentina da espuma ao se abrir a garrafa ou a lata de cerveja, provocada por agitação excessiva ou contaminação do conteúdo.



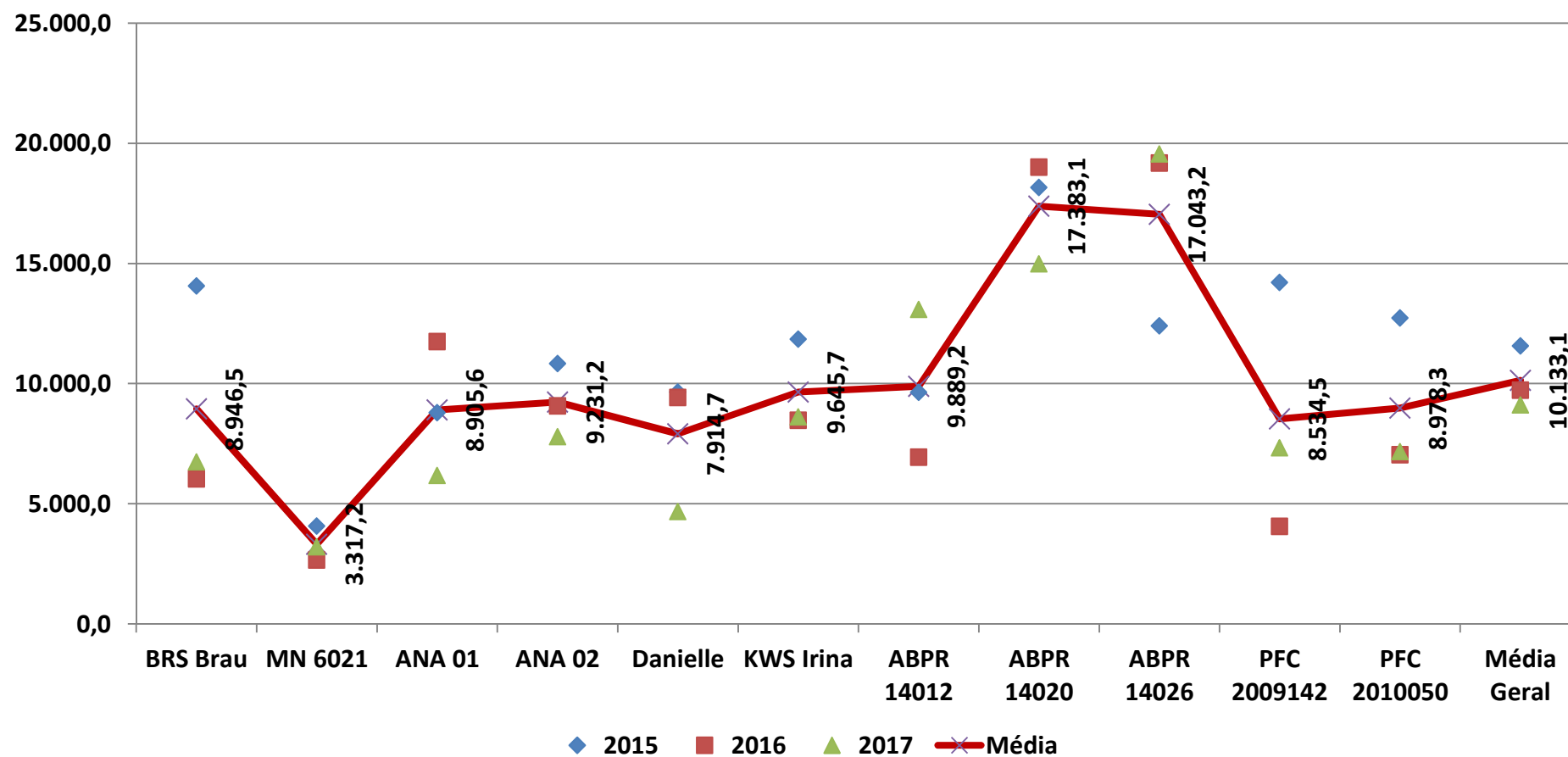
Micotoxinas – DON - Safra 2017

Cultivar	Cl. 1 (%)	Proteínas (%)	DON µg/Kg
BRS Brau	85,7	13,0	<u>393,3</u>
ANAG 01	89,2	12,5	<u>312,6</u>
ANA 02	91,7	12,1	<u>321,2</u>
Danielle	89,6	12,6	<u>499,9</u>
KWS Irina	91,3	11,9	<u>370,3</u>

Níveis de DON ($\mu\text{g}/\text{Kg}$) - Ensaio de 2017

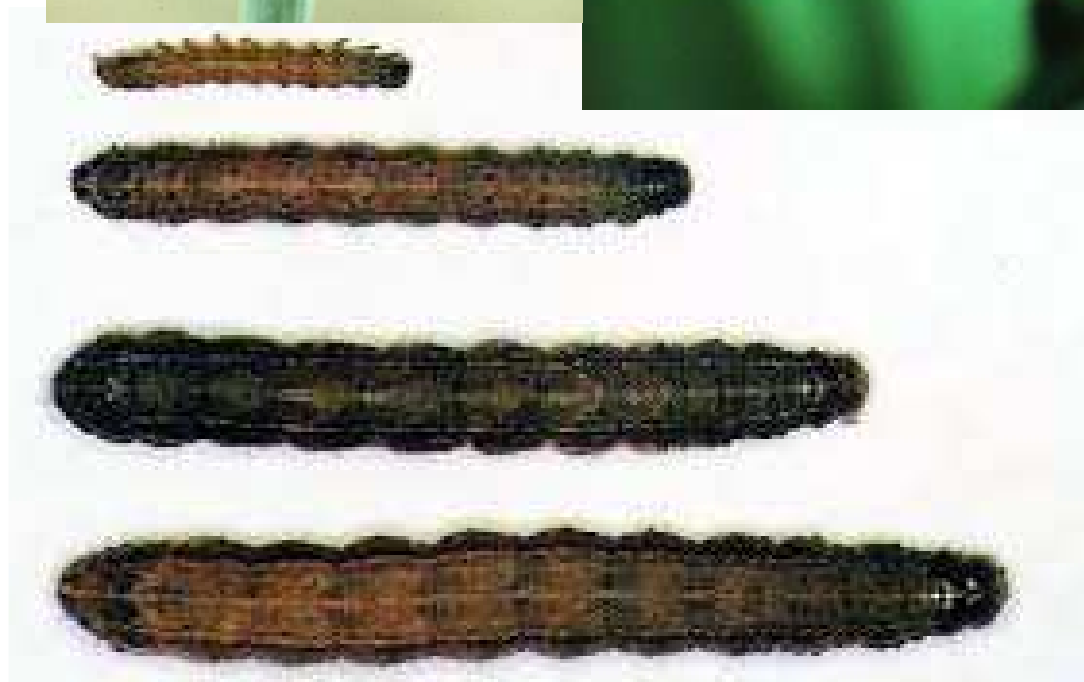


Comparativo de cultivares - Níveis de DON ($\mu\text{g/Kg}$) – 2015 a 2017





VNAC (Vírus Nanismo Amarelo Cevada)



Lagarta do trigo

ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

QUALIDADE DE SENENTES

- Cultivar/Origem;
- Poder germinativo;
- Vigor;
- Sanidade;
- Tratamento de sementes;
- Qualidade de plantio (umidade, profundidade, pré-cultura, etc.);
- Rotação de culturas;

Tratamento de sementes



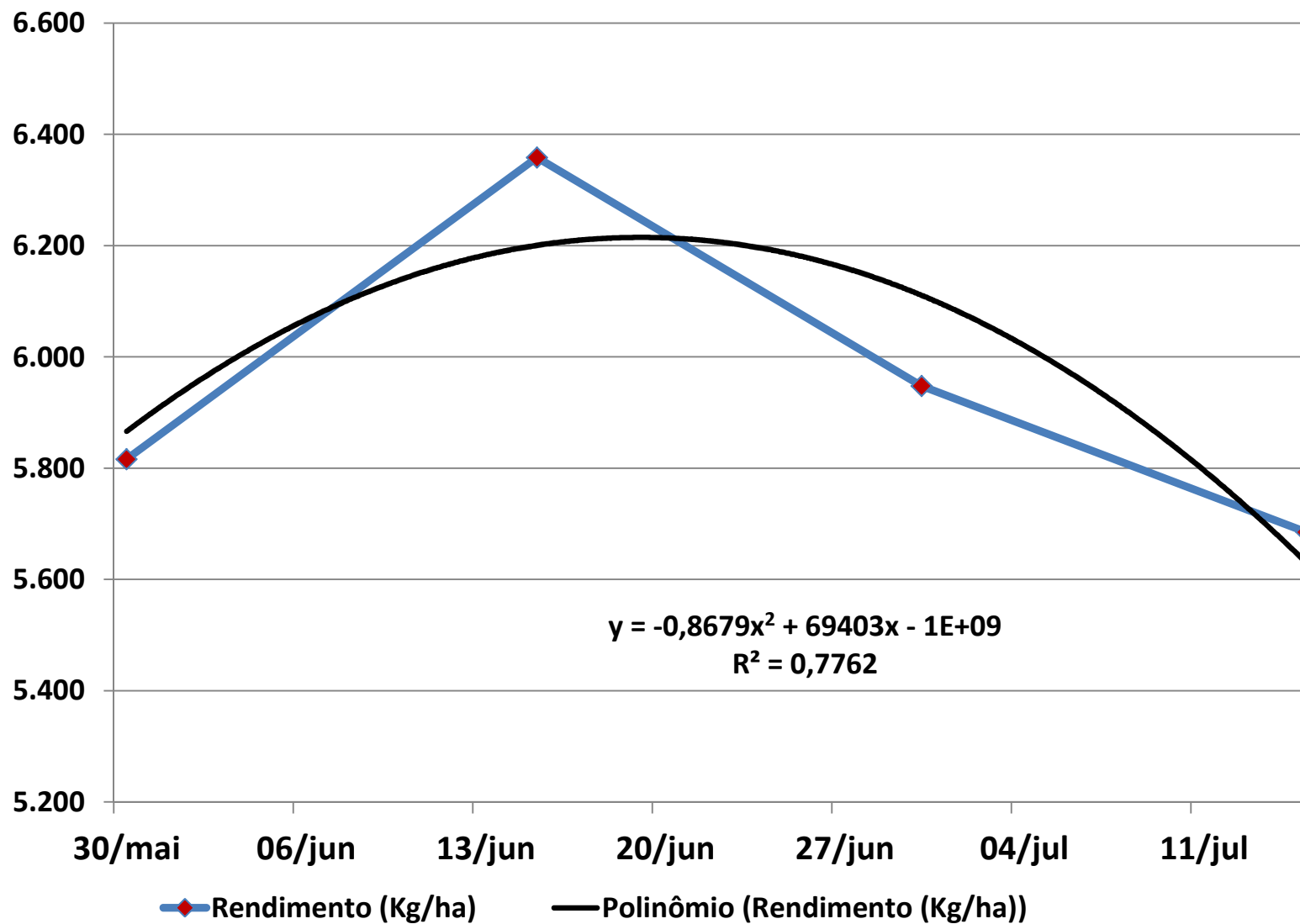
Fonte: Feksa, 2017

ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

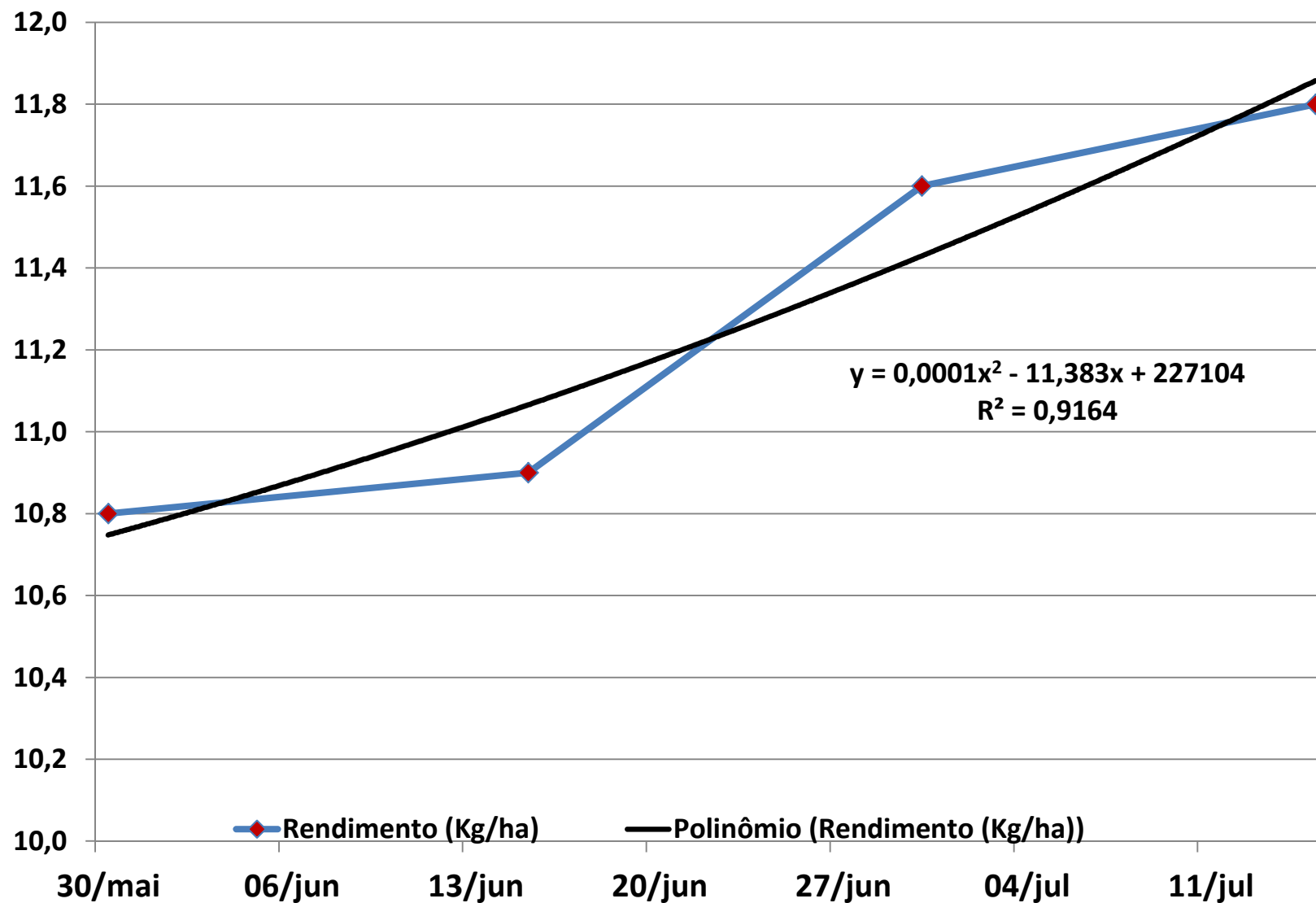
ADUBAÇÃO

- Adubação de base (análise de solo e expectativa de rendimento);
- Adubação de cobertura:
(dose, época, fonte, cultivar e pré-cultura);
- Micronutrientes – Boro;
- Alumínio tóxico, calagem.

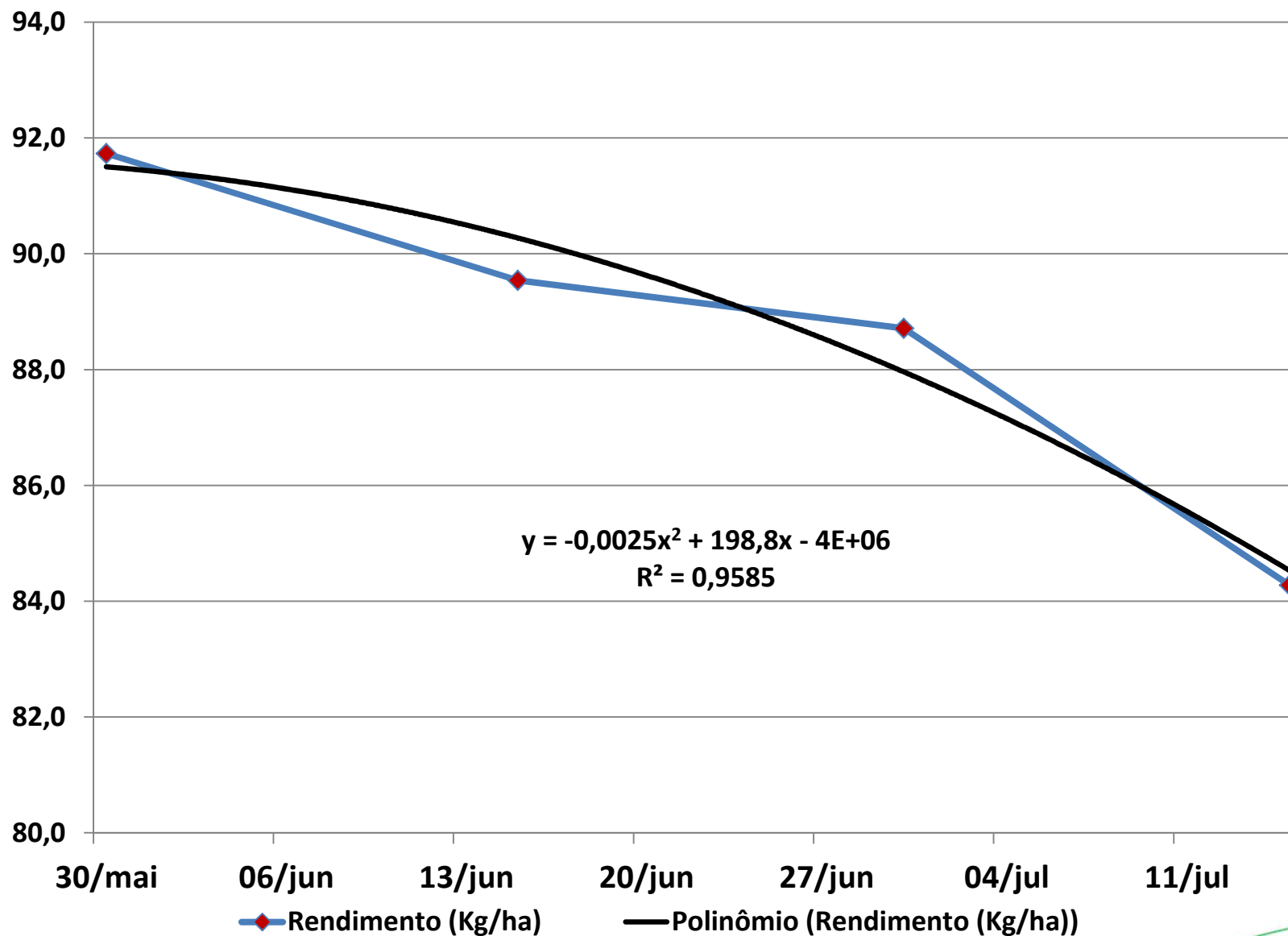
Época de semeadura – 2006 a 2018, Rendimento (Kg/ha)



Época de semeadura – 2006 a 2018, Teor de proteínas (%)



Época de semeadura – 2006 a 2018, Classificação (CI 1 %)



Época de semeadura ideal

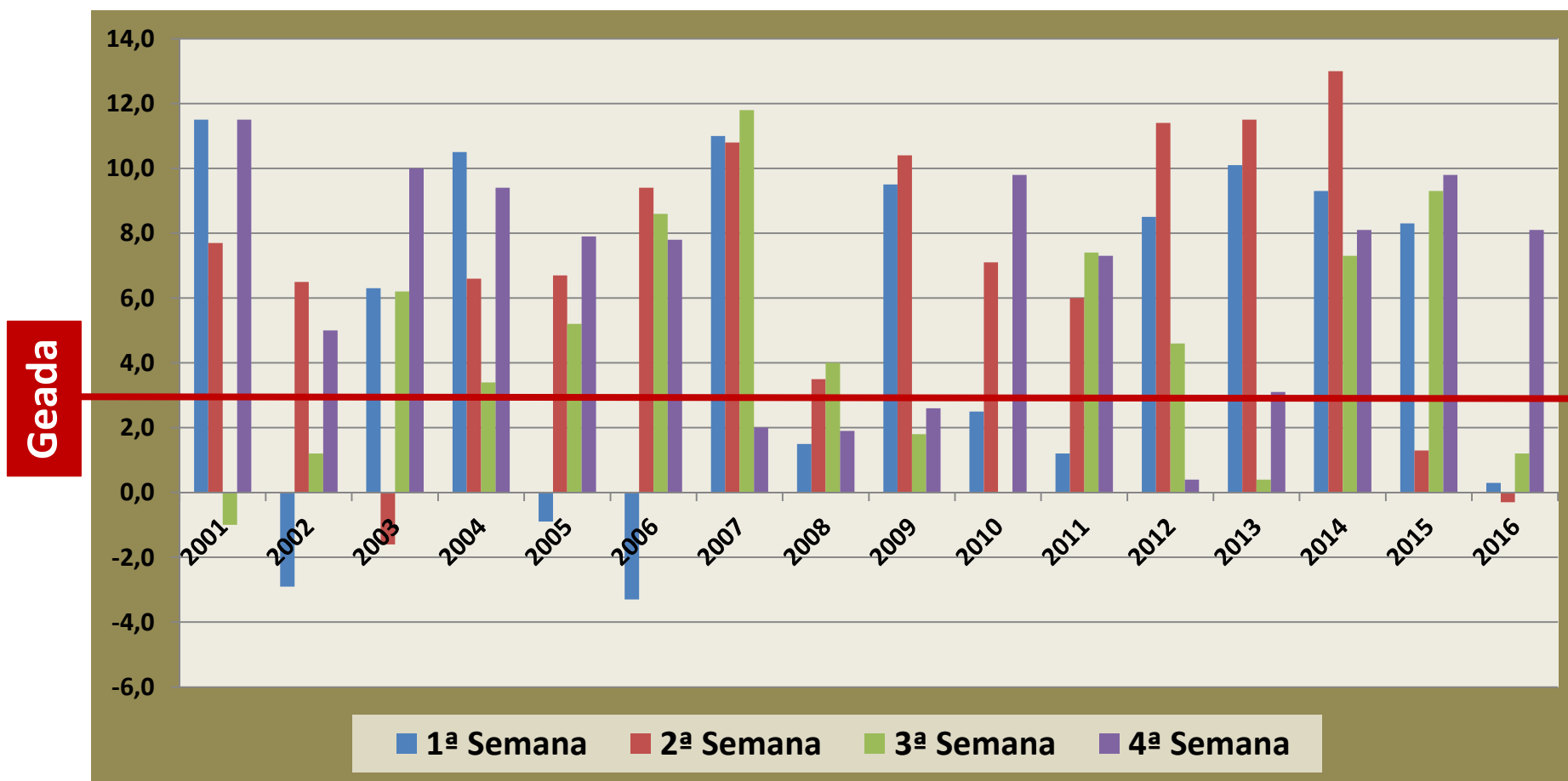
Risco de geadas
em Setembro



Período de espigamento da
cevada (Maiores danos)



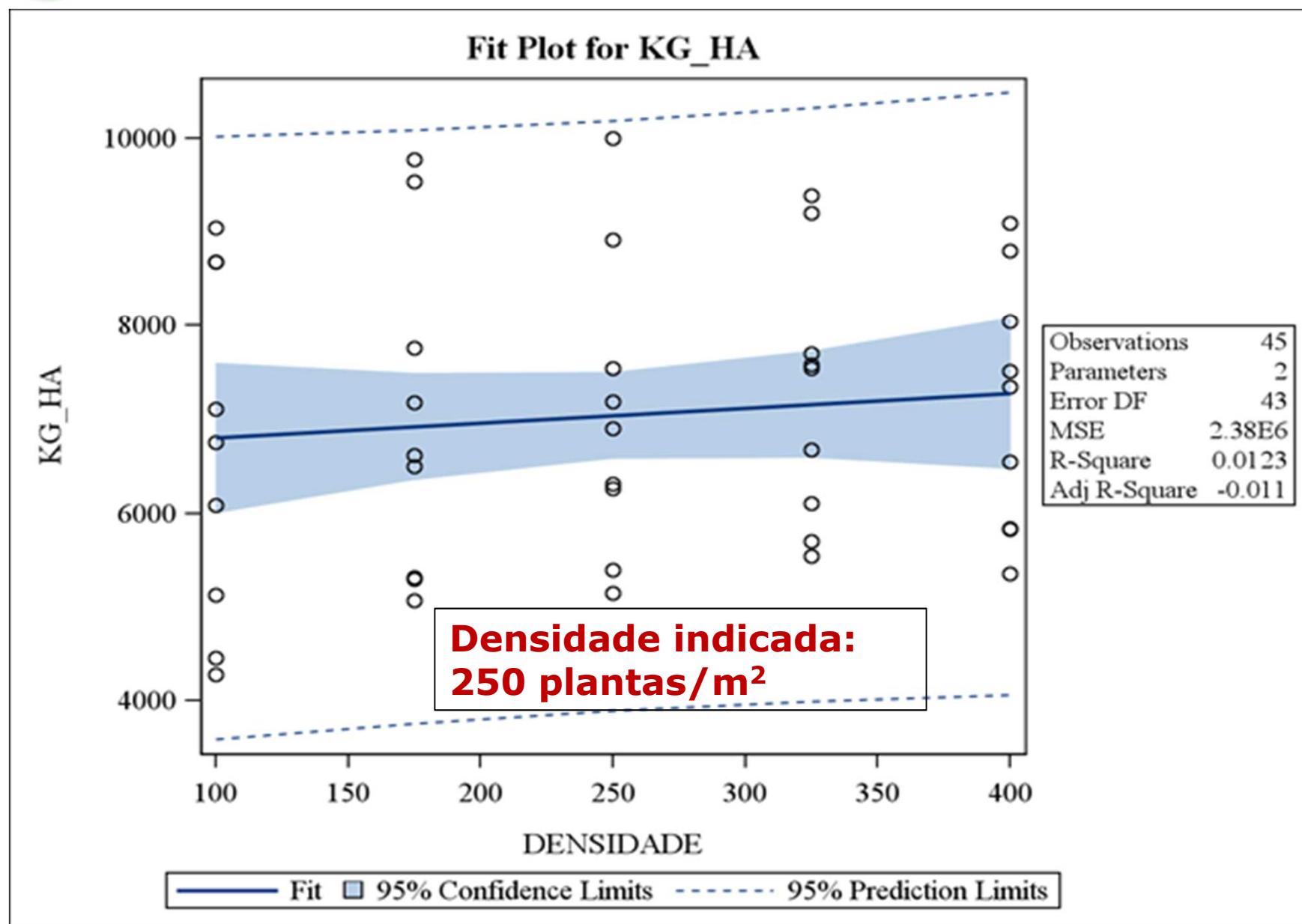
20 a 30 de
Junho



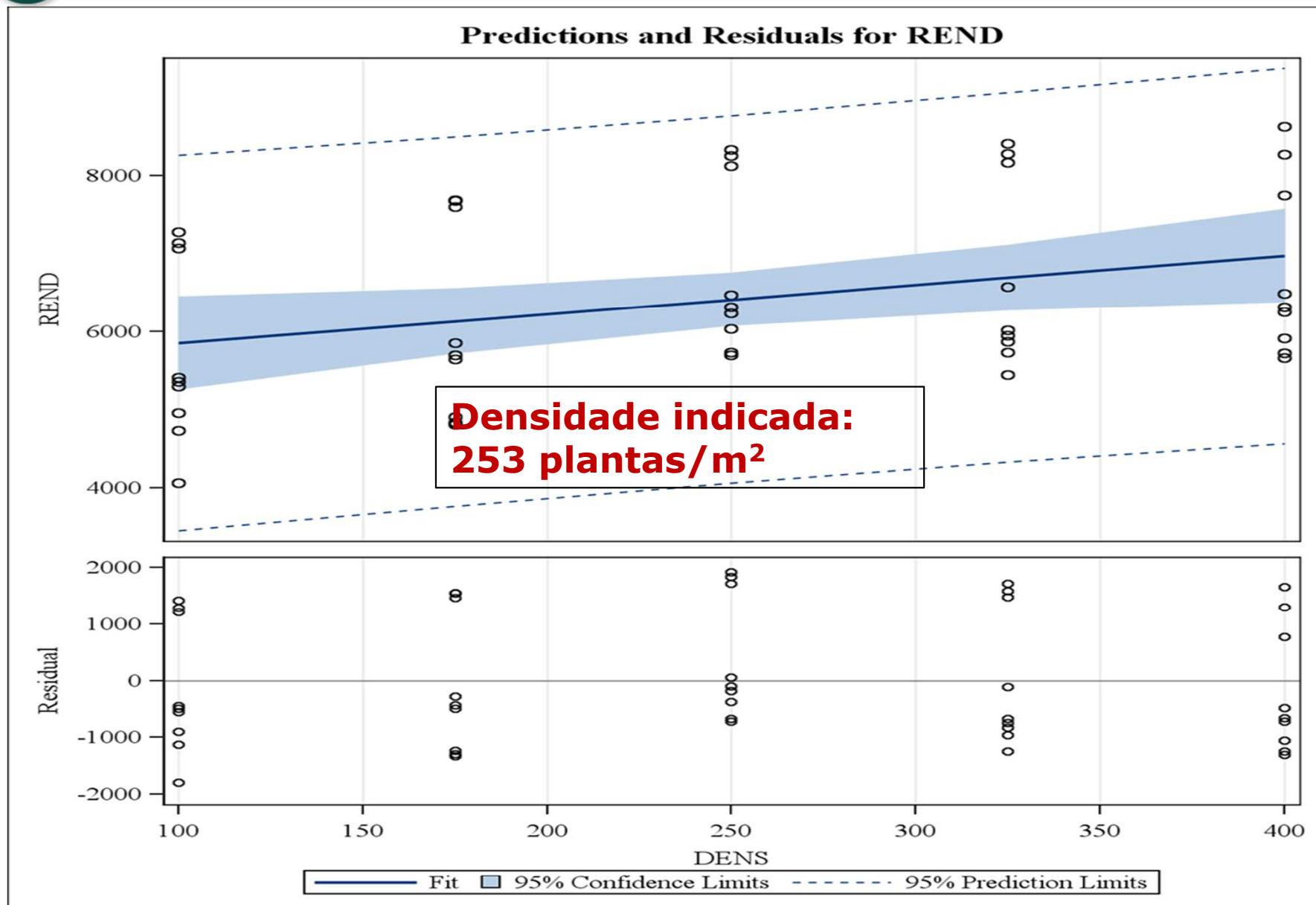
ÉPOCA DE SEMEADURA - Indicação:

- **15 a 30 de junho;**
- **Melhor período 20 a 30 de junho;**
- **Escalonar o plantio para minimizar perdas por geadas tardias (espigamento);**
- **Plantios de julho, tendem a diminuir a classificação e o PH;**
- **Seqüência de plantio**
- **Iniciar com ANA 01 ou Irina e finalizar com ANA 02**

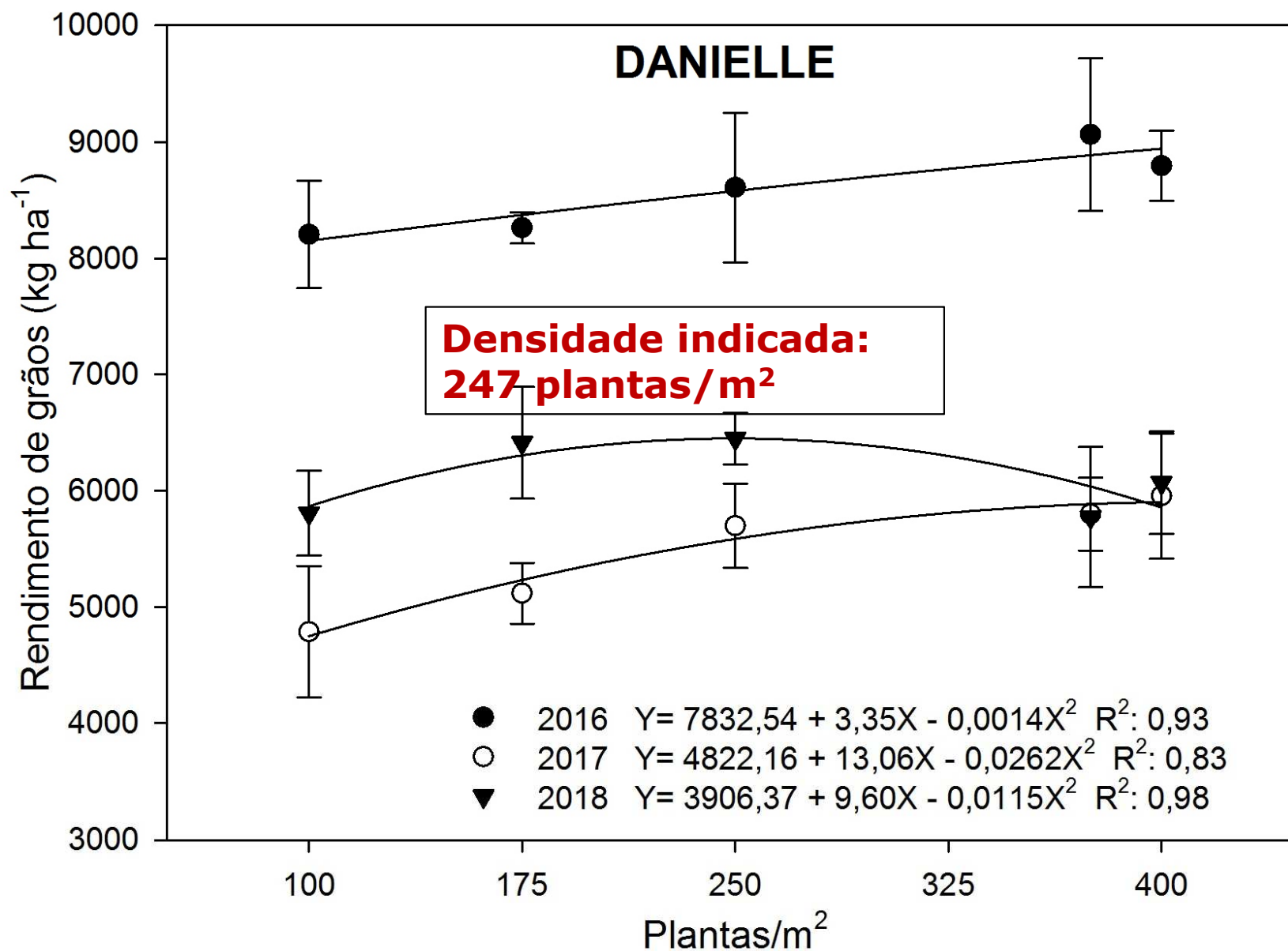
DENSIDADE DE SEMEADURA – ANA 1



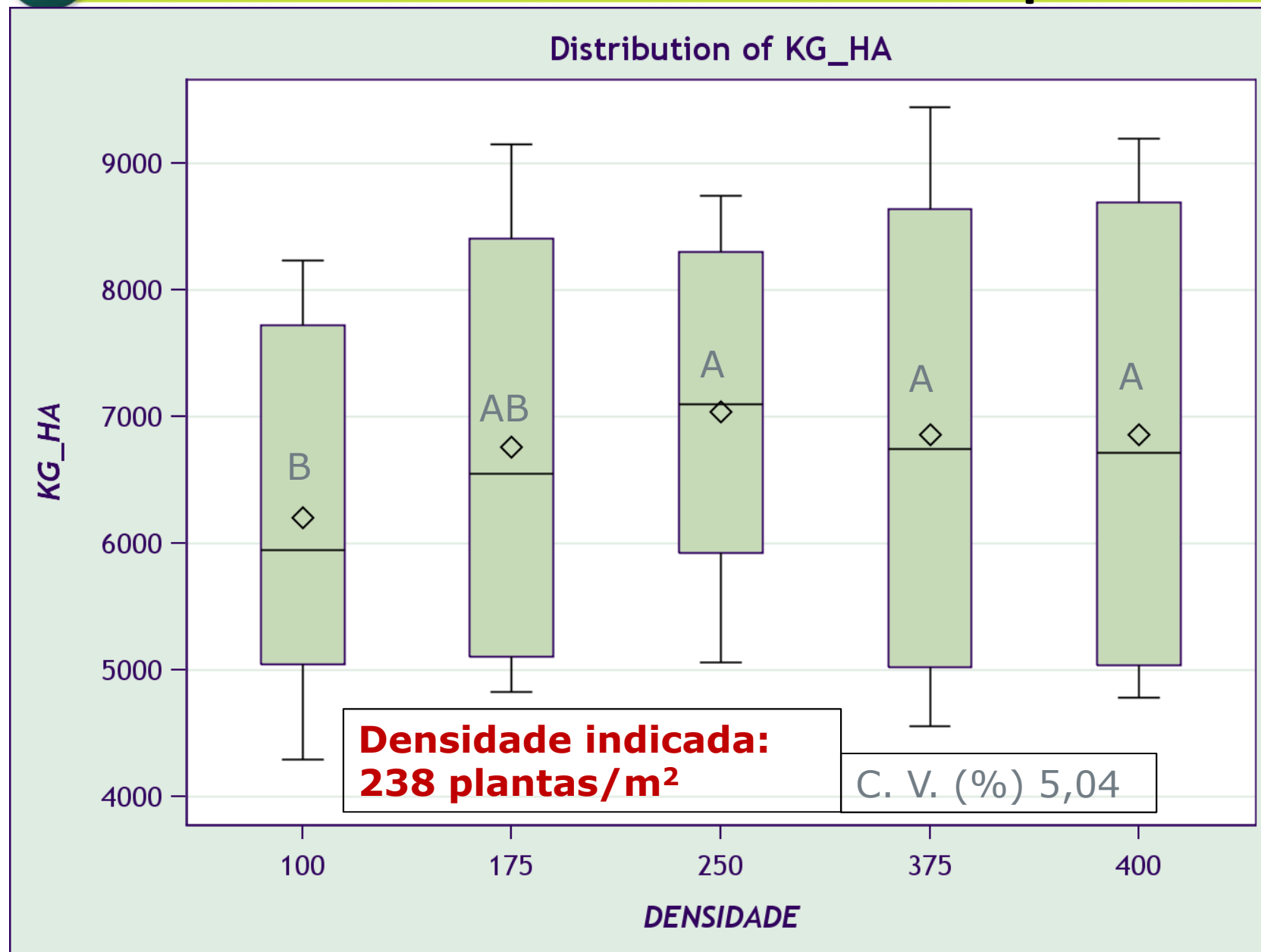
DENSIDADE DE SEMEADURA – ANA 02



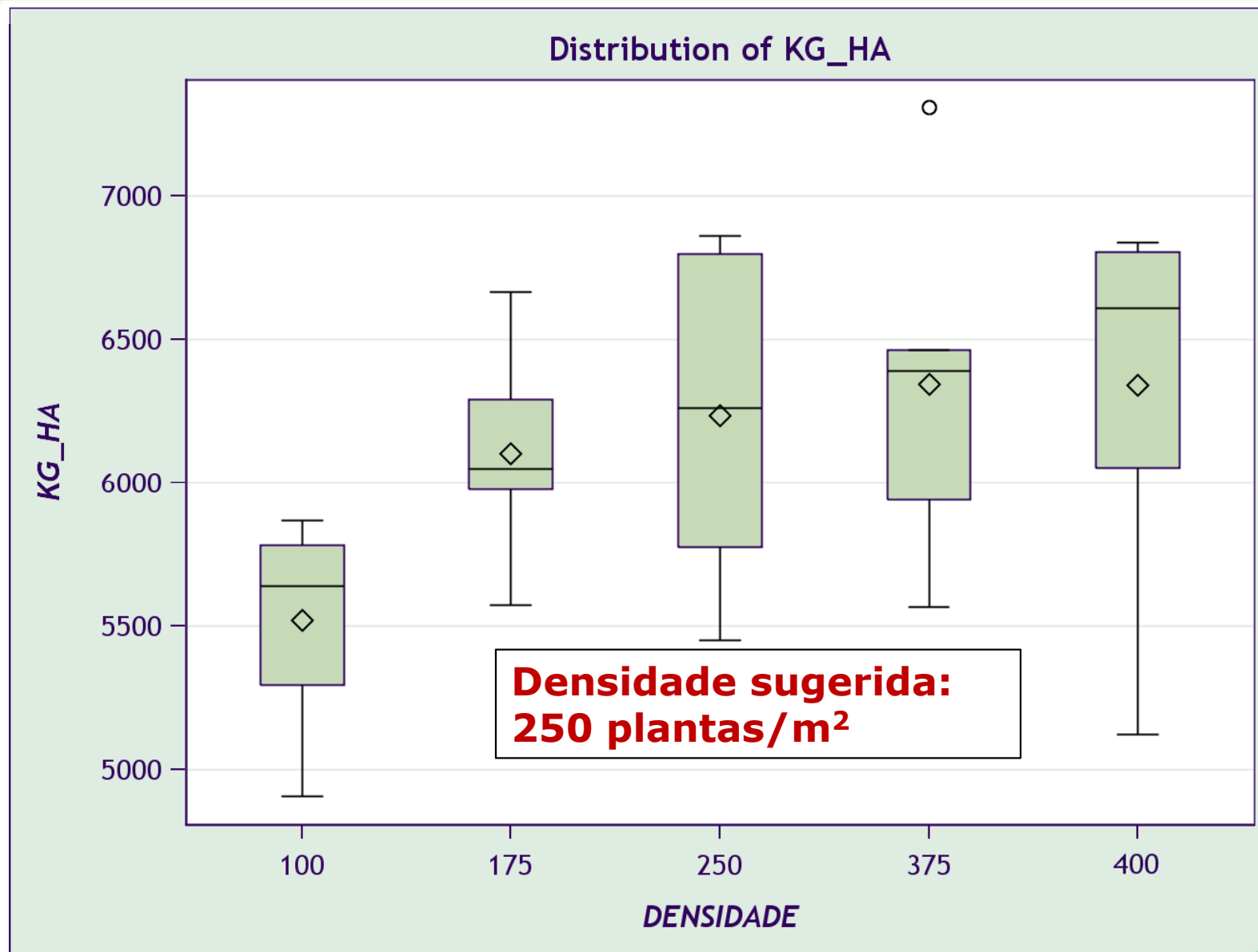
DENSIDADE DE SEMEADURA – Danielle



DENSIDADE DE SEMEADURA – Imperatriz



DENSIDADE DE SEMEADURA – Irina



DENSIDADE DE SEMEADURA - Indicação:

- **ANA 01: 250 plantas m⁻²;**
- **ANA 02: 250 plantas m⁻²**
- **DANIELLE: 250 plantas m⁻²;**
- **Irina: 250 plantas m⁻²; (?)**
- **Imperatriz: 250 plantas m⁻²;**
- **Plantios mais tardios e pós milho, aumentar a densidade;**
- **Acrescentar quebra técnica (ensaio: 12,5 a 27,5%).**

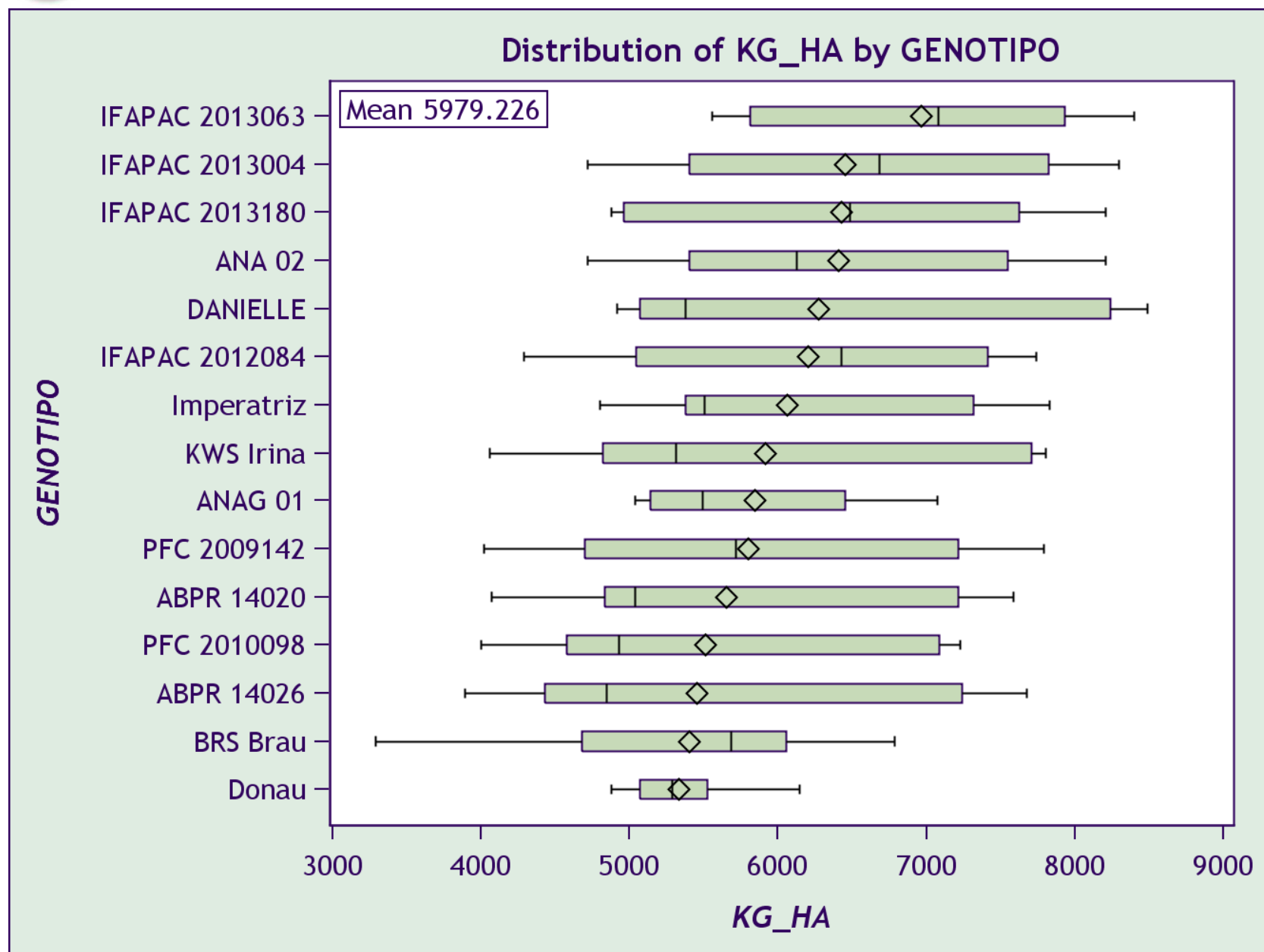
● Controle de Pragas e doenças

- Tolerância genética
- Rotação de culturas
- Controle químico
- Custo/benefício dos defensivos
- Monitoramento nas lavouras
- Uso racional

Colheita e pós colheita

- Colheita época ideal – (teor de umidade e clima)
- Regulagem da colhetadeira
- Transporte
- Recepção e segregação
- Beneficiamento/ressecagem
- Armazenamento

Desempenho de Cultivares, 2018 - Rendimento (Kg/ha)



Desempenho de Cultivares, 2013 a 2018 - Rendimento (Kg/ha)

Cultivar	Ano						Média	(%)
	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
BRS Brau	6.860	6.343	4.591	7.397	4.851	5.399	5.907	100
ANA 01	8.111	7.296	6.385	7.486	5.741	5.846	6.811	115
ANA 02	8.161	7.605	5.954	7.636	5.764	6.405	6.921	117
Danielle	8.128	7.228	6.671	8.596	5.805	6.273	7.117	120
Irina	6.630	7.135	4.629	8.272	6.396	5.915	6.496	110
Imperatriz	7.733	6.511	6.091	8.567	6.511	6.061	6.912	117

Desempenho de Cultivares, 2013 - 2018 - Teor de proteínas (%)

Cultivar	Ano						Média
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
BRS Brau	11,1	11,4	14,1	12,6	13,8	13,7	12,6
ANA 01	10,8	10,3	12,7	11,5	13,1	12,7	11,7
ANA 02	10,4	12,2	13,2	11,5	12,8	12,5	12,0
Danielle	11,2	11,0	12,9	11,9	13,4	12,6	12,1
Irina	7,9	12,2	12,8	11,4	12,6	13,3	11,4
Imperatriz	11,2	13,0	13,9	12,2	11,4	13,6	12,3

Desempenho de Cultivares, 2013 - 2018 – Classificação (Cl. 1 %)

Cultivar	Ano						Média
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
BRS Brau	93,8	90,3	74,9	85,9	91,4	74,8	87,3
ANA 01	94,4	94,3	83,3	86,5	89,1	67,3	89,5
ANA 02	89,8	85,9	75,3	83,9	92,6	78,6	85,5
Danielle	92,9	92,4	85,0	89,7	96,3	80,7	91,3
Irina	89,3	82,9	77,4	92,0	89,9	69,3	86,3
Imperatriz	94,3	90,0	84,3	92,8	94,1	78,1	88,9

Desempenho de Cultivares, 2013 - 2018 – Peso Hectolítico (Kg/hL)

Cultivar	Ano						Média
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
BRS Brau	68,66	65,43	64,95	62,42	66,55	55,35	63,89
ANA 01	68,65	64,27	64,62	64,90	65,78	58,00	64,37
ANA 02	66,40	63,62	60,02	61,00	63,78	56,35	61,86
Danielle	68,28	65,37	62,40	64,78	64,33	61,30	64,41
Irina	66,25	64,95	65,10	65,55	63,10	56,35	63,55
Imperatriz	66,50	64,20	62,90	65,35	65,35	61,10	64,23

Desempenho das cultivares – Características agronômicas

Cultivar	Ciclo (dias)		Altura (cm)	Acam. Reação
	Espig.	Matur.		
BRS Brau	80	123	72	R
ANA 01	85	131	80	MR
ANA 02	79	126	77	S
Danielle	80	126	75	R
Irina	82	129	72	R
Imperatriz	82	127	73	R

Obs.: Ciclo, a partir da emergência

Desempenho das cultivares - Reação à doenças

Cultivar	Doenças				DON μ/Kg
	Fer. Folha	Oídio	M. Marrom	M. Rede	
BRS Brau	3	7	4	4	7.522,9
ANA 01	0	0	3	6	7.213,7
ANA 02	0	0	3	1	7.269,5
Danielle	0	0	2	2	6.071,0
Irina	0	0	3	2	7.614,4
Imperatriz	0	1	2	1	7.850,2

Notas de 0 a 9, sendo

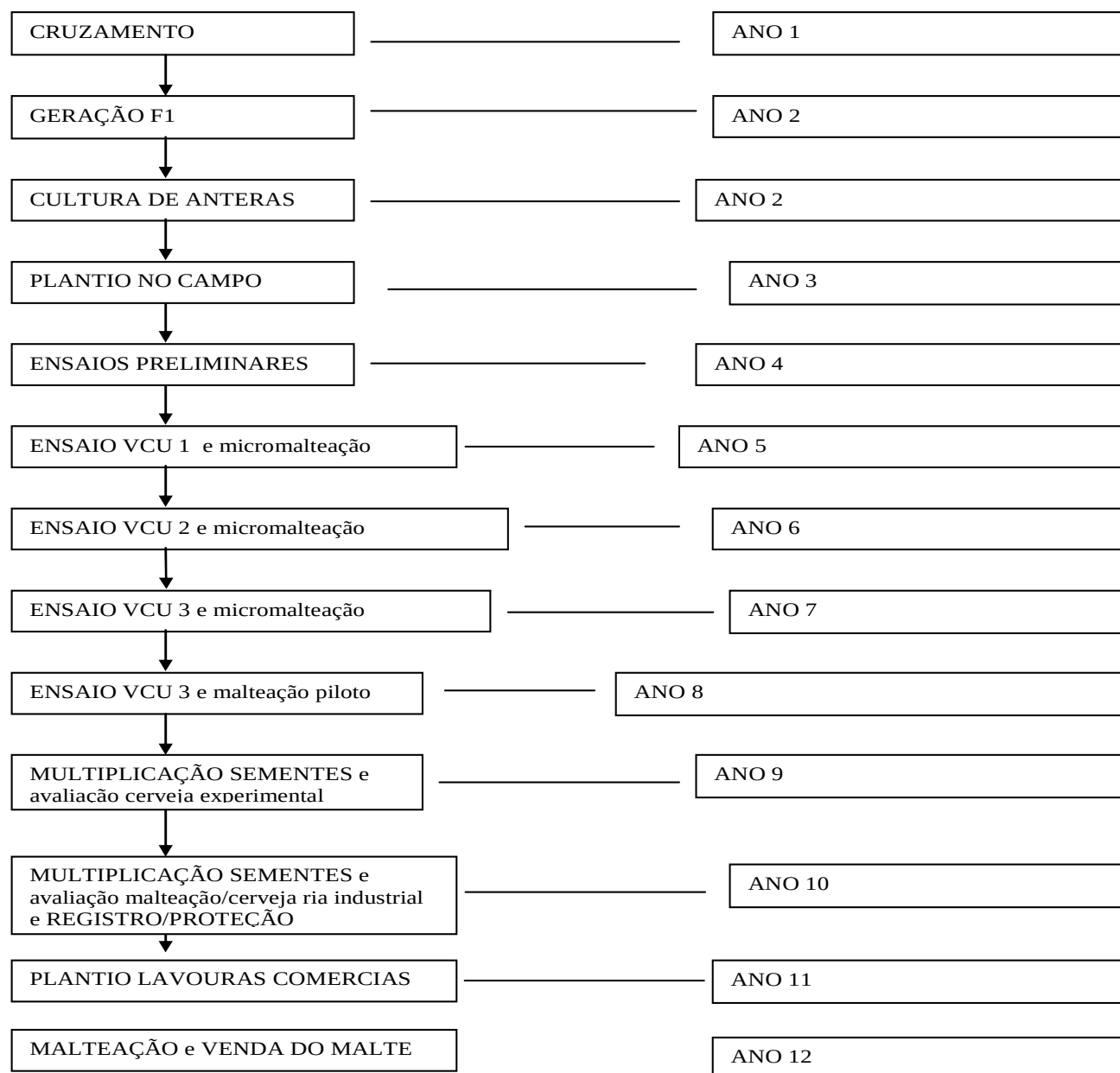
0=Resistente

9=Altamente Susceptível

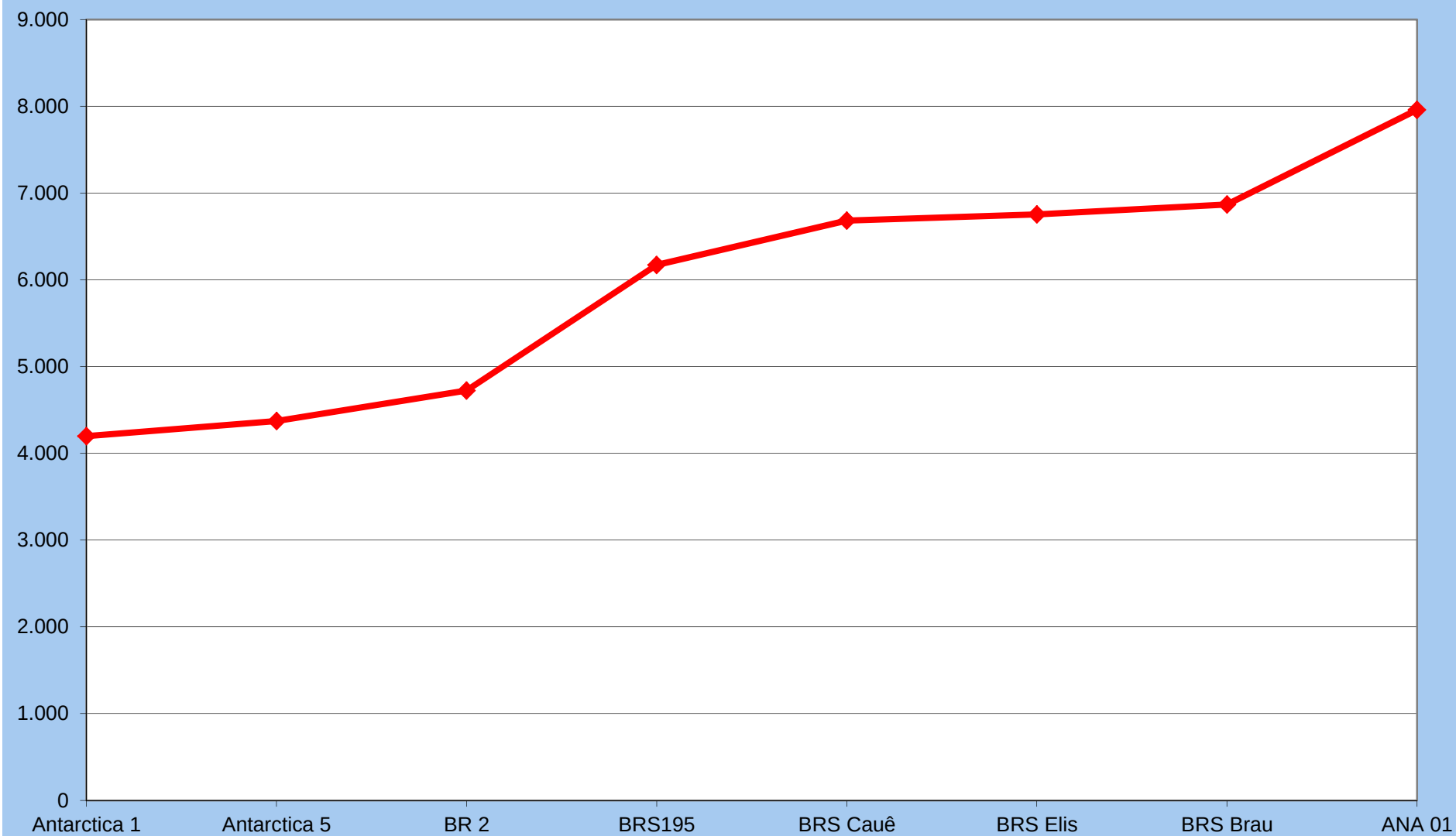
Convenios e Parcerias



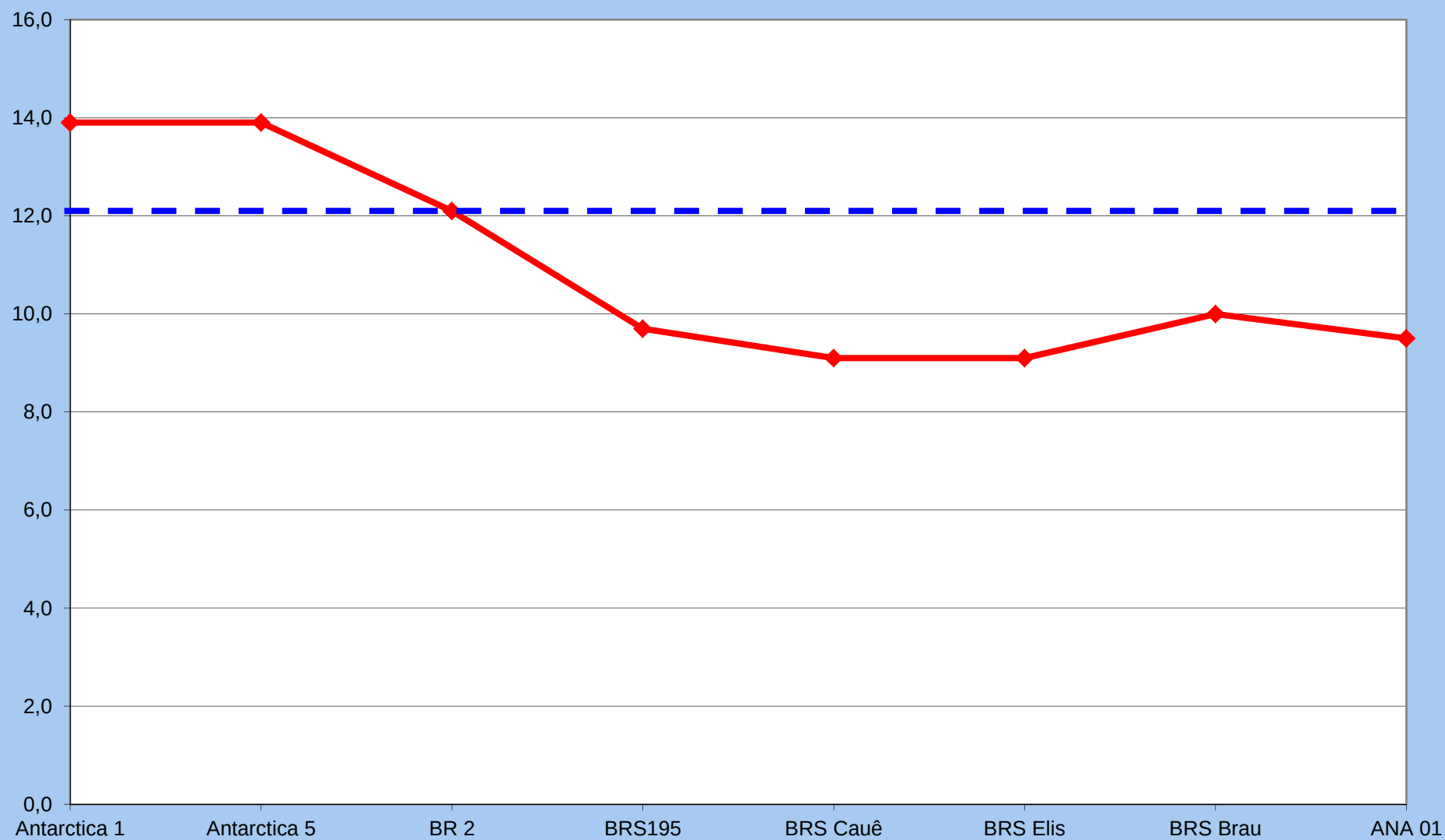
Esquema de obtenção de novas cultivares



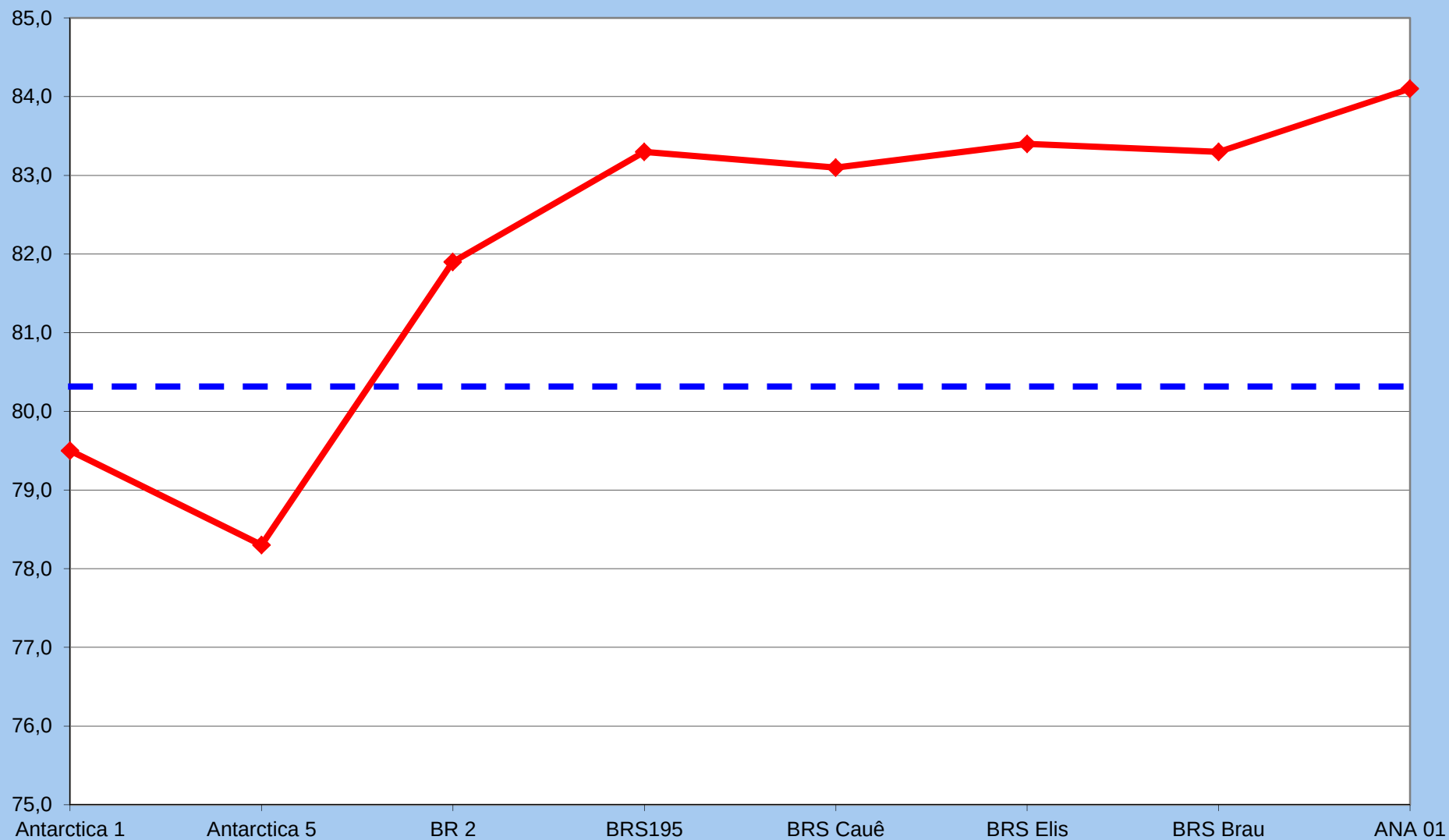
Evolução de Rendimento – Kg/ha



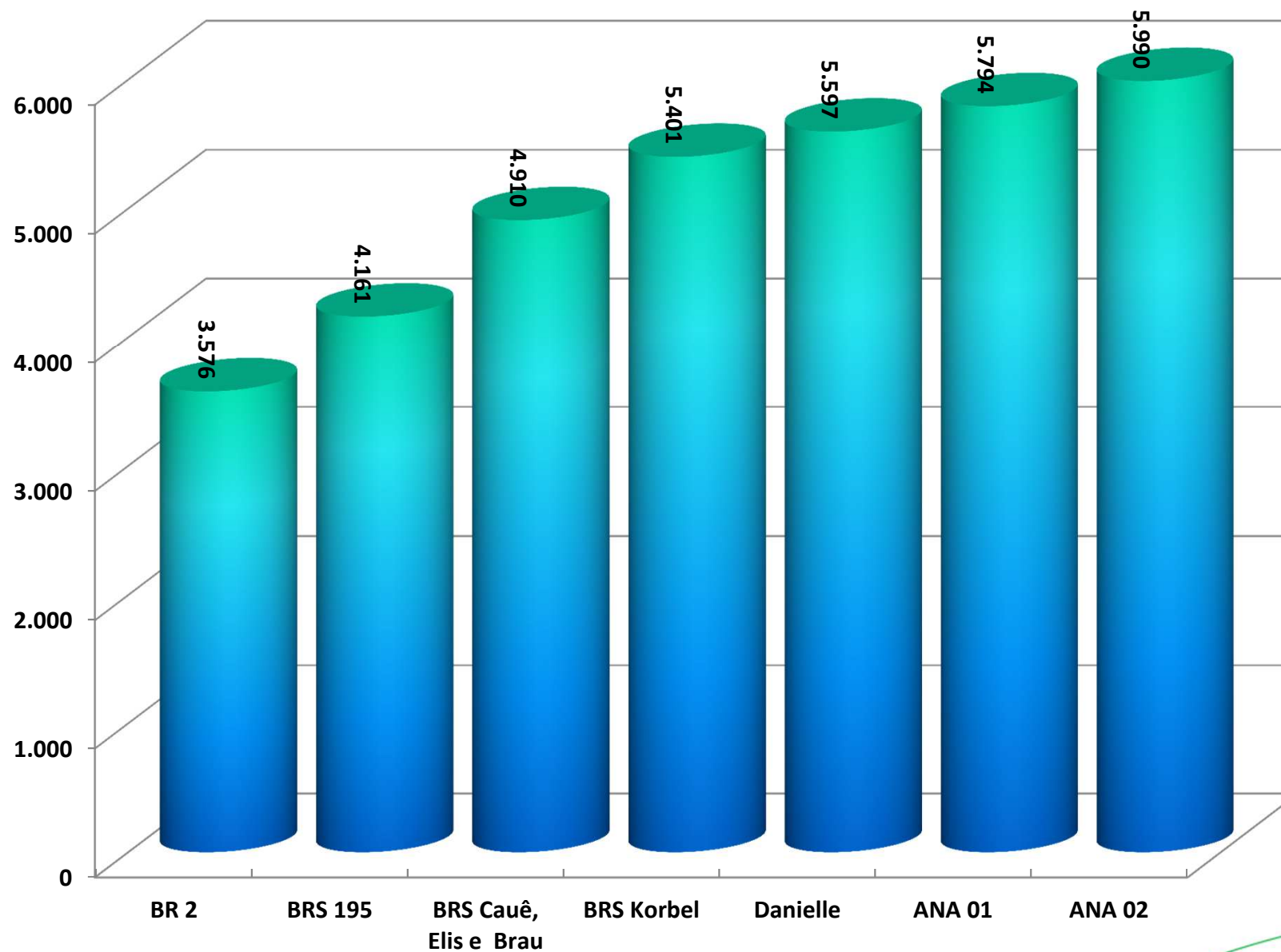
Evolução do Teor de Proteínas %



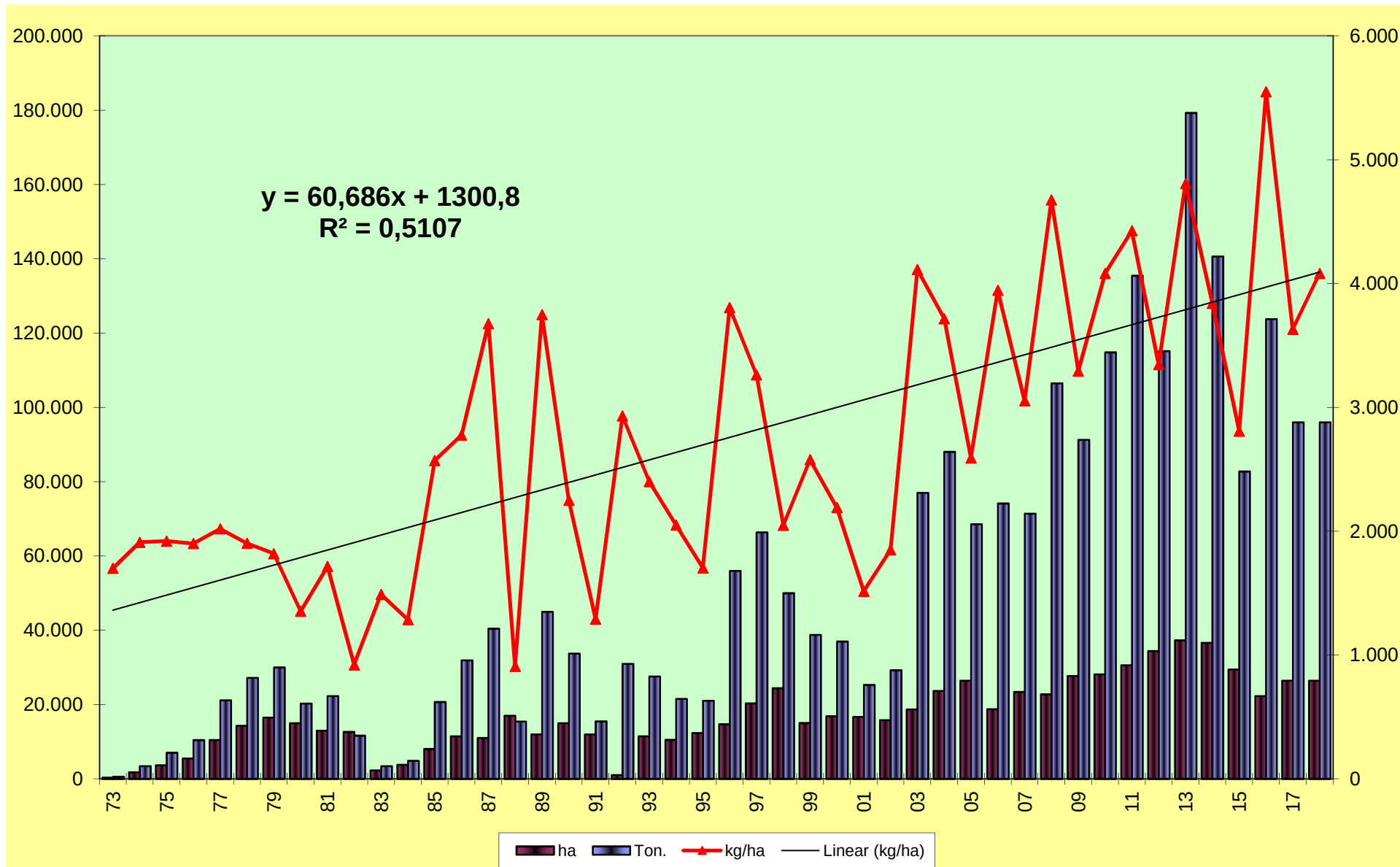
Rendimento de Extrato moagem fina - %



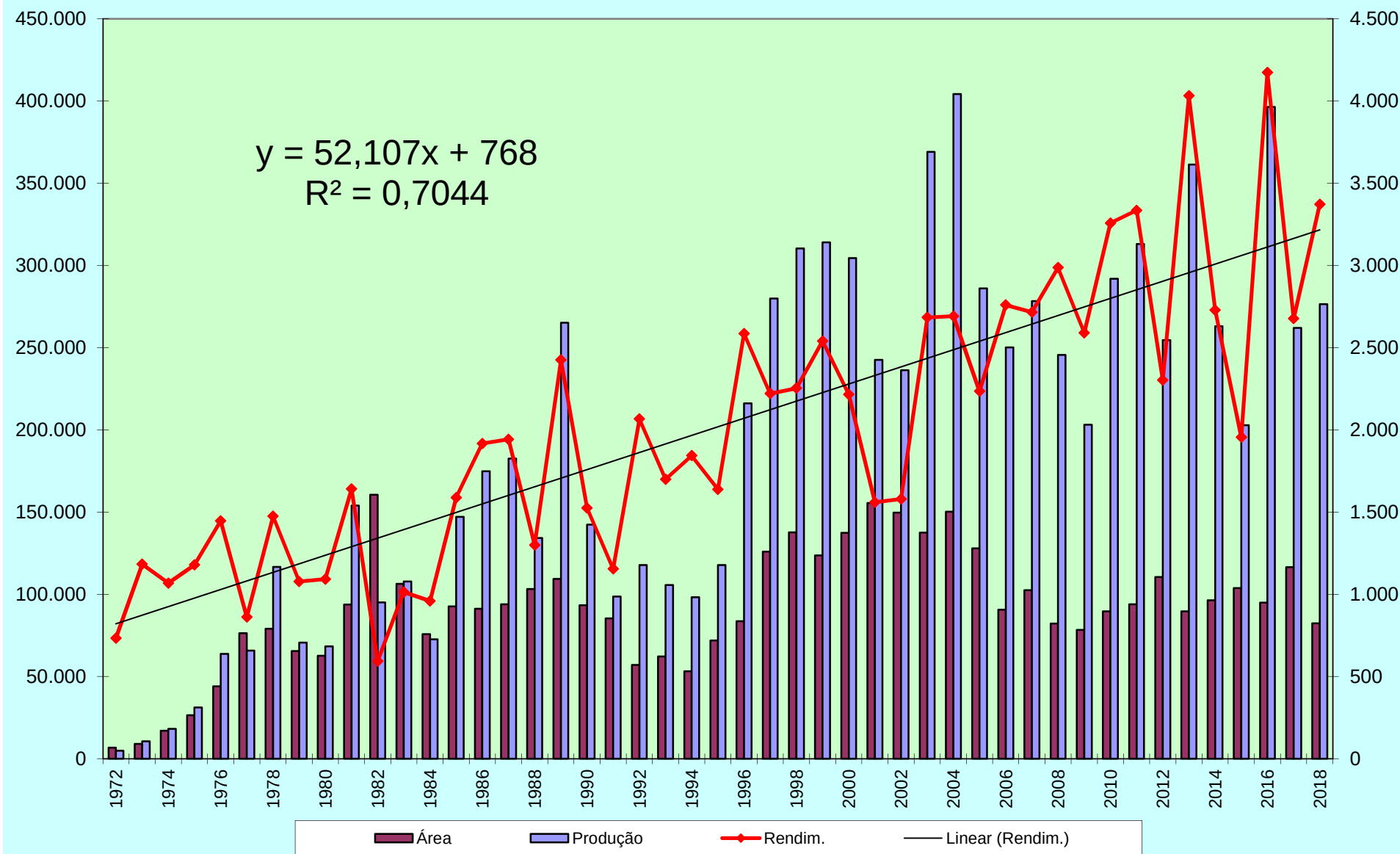
Incremento de rendimento Kg/ha - (genética + manejo)



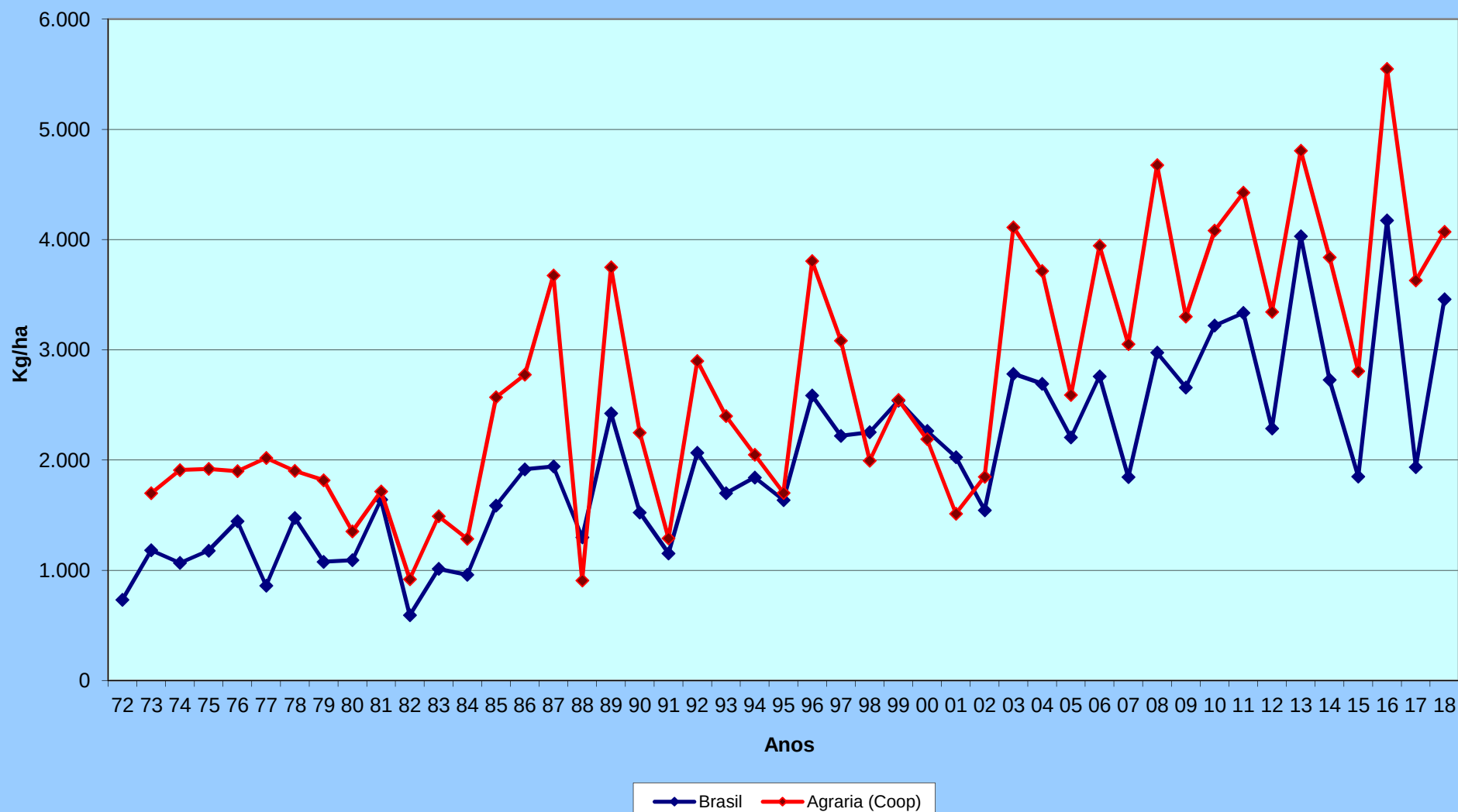
DADOS HISTÓRICOS - 1973 a 2018 Agrária



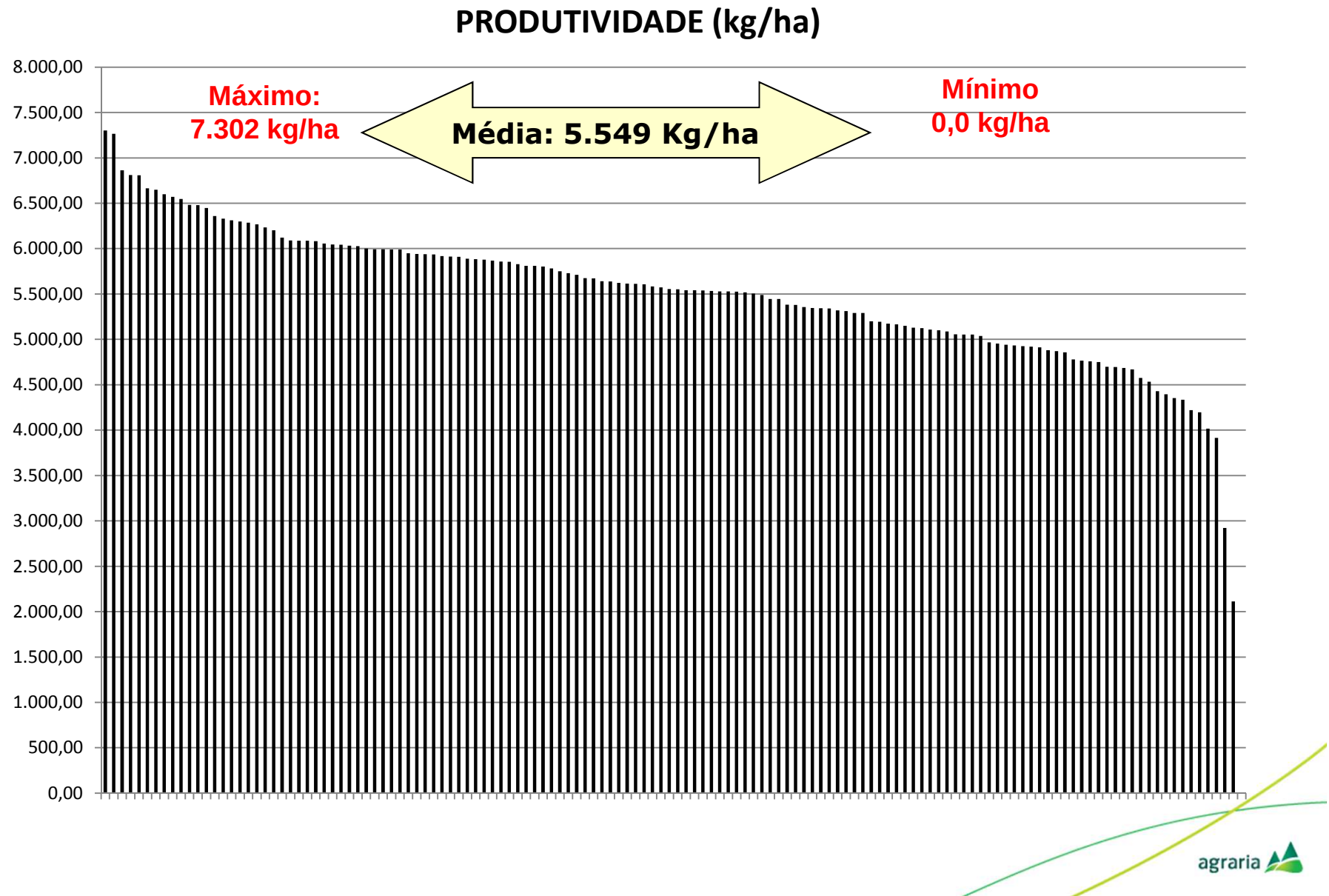
DADOS HISTÓRICOS - 1972 a 2018 Brasil



Comparativo de produtividade Agrária X Brasil



Produtividade de Cevada por Cooperado - Safra 2016



Comparativo Cevada X Trigo, 2004 - 2018

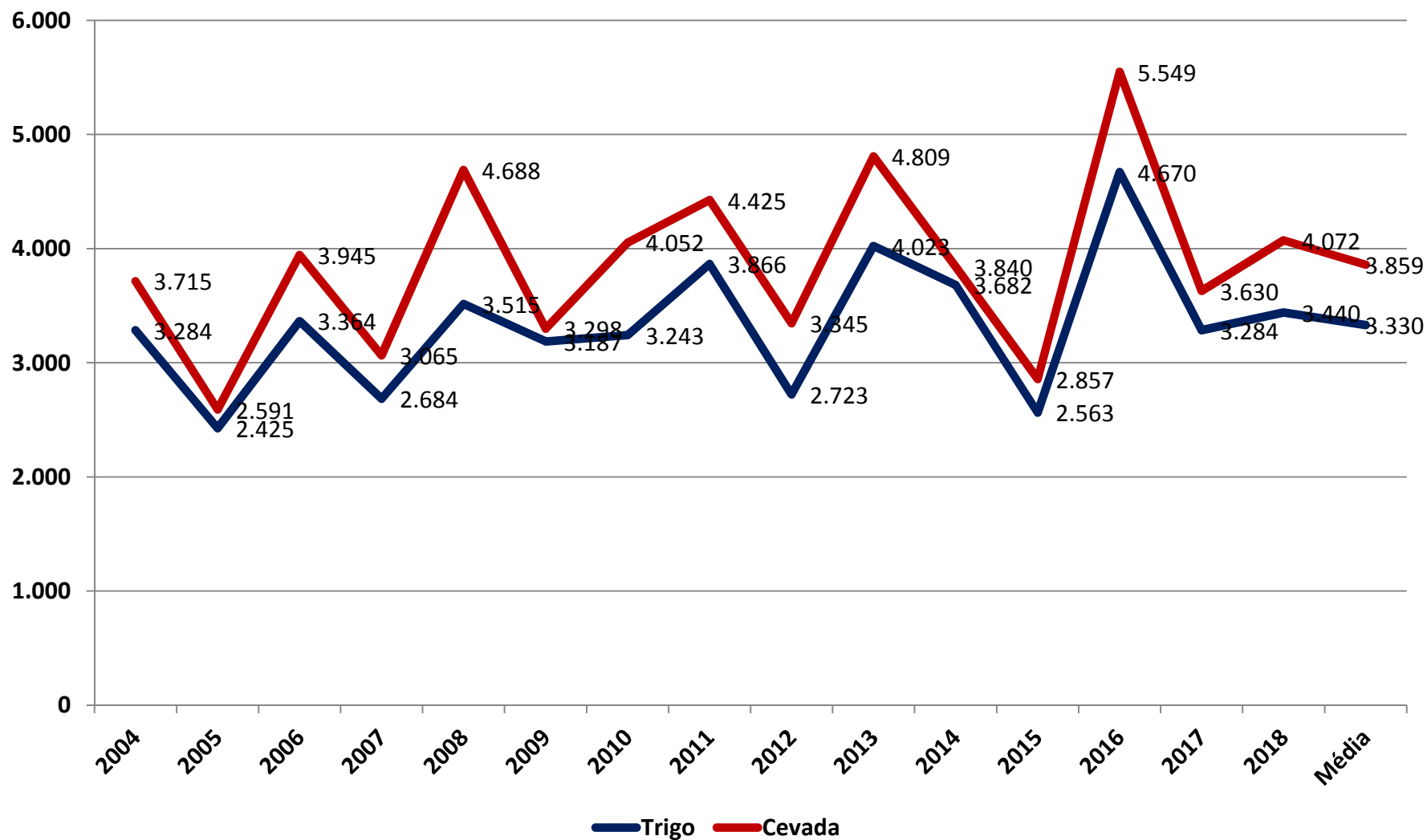












Foto: Perin, J.



Foto: Perin, J.







Novas fronteiras





Dúvidas?

Muito Obrigado!

Noemir Antoniazzi - noemir@agraria.com.br
(42) 3625-5089

