

Disciplina Sistemas de Produção

Balanço Energético e de Carbono na Produção de Ruminantes – efeito de diferentes tecnologias

Prof. Dante Pazzanese Lanna,
dplanna@esalq.usp.br

**Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal,
ESALQ/Universidade de São Paulo.**

Sistemas de Produção de Ruminantes

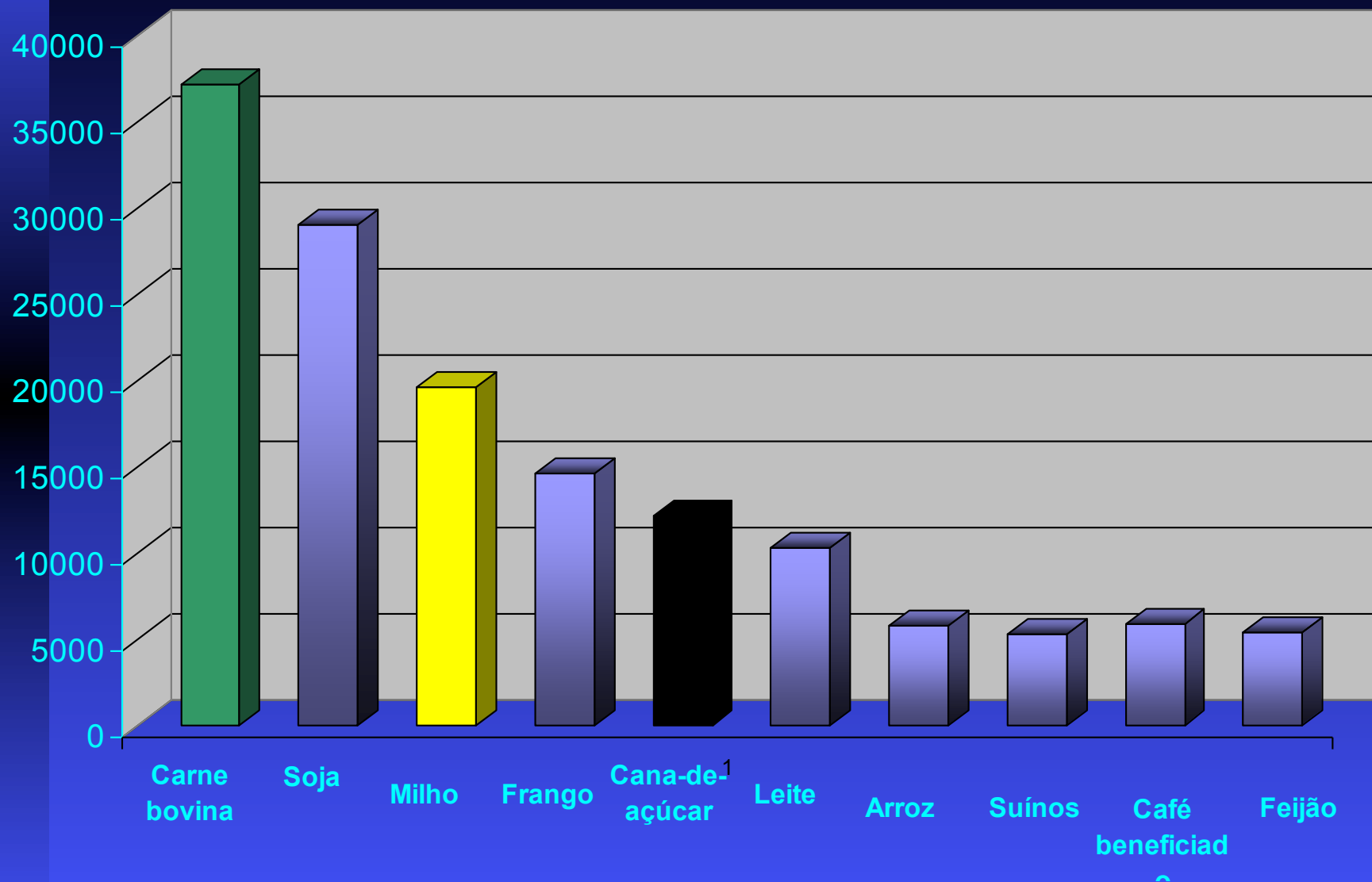
1. Introdução – desafio e responsabilidades.
2. O que é eficiência animal?
3. Balanço energético e de carbono.
4. Produção de metano em ruminantes.
5. Tecnologias, quais?
6. Biotecnologia em animais.
7. Biotecnologia em plantas.
8. A cadeia alimentar e efeito das tecnologias.
9. Produtividade/qualidade.
10. Impacto e Risco (cons., prod. e ambiente).

1. Introdução

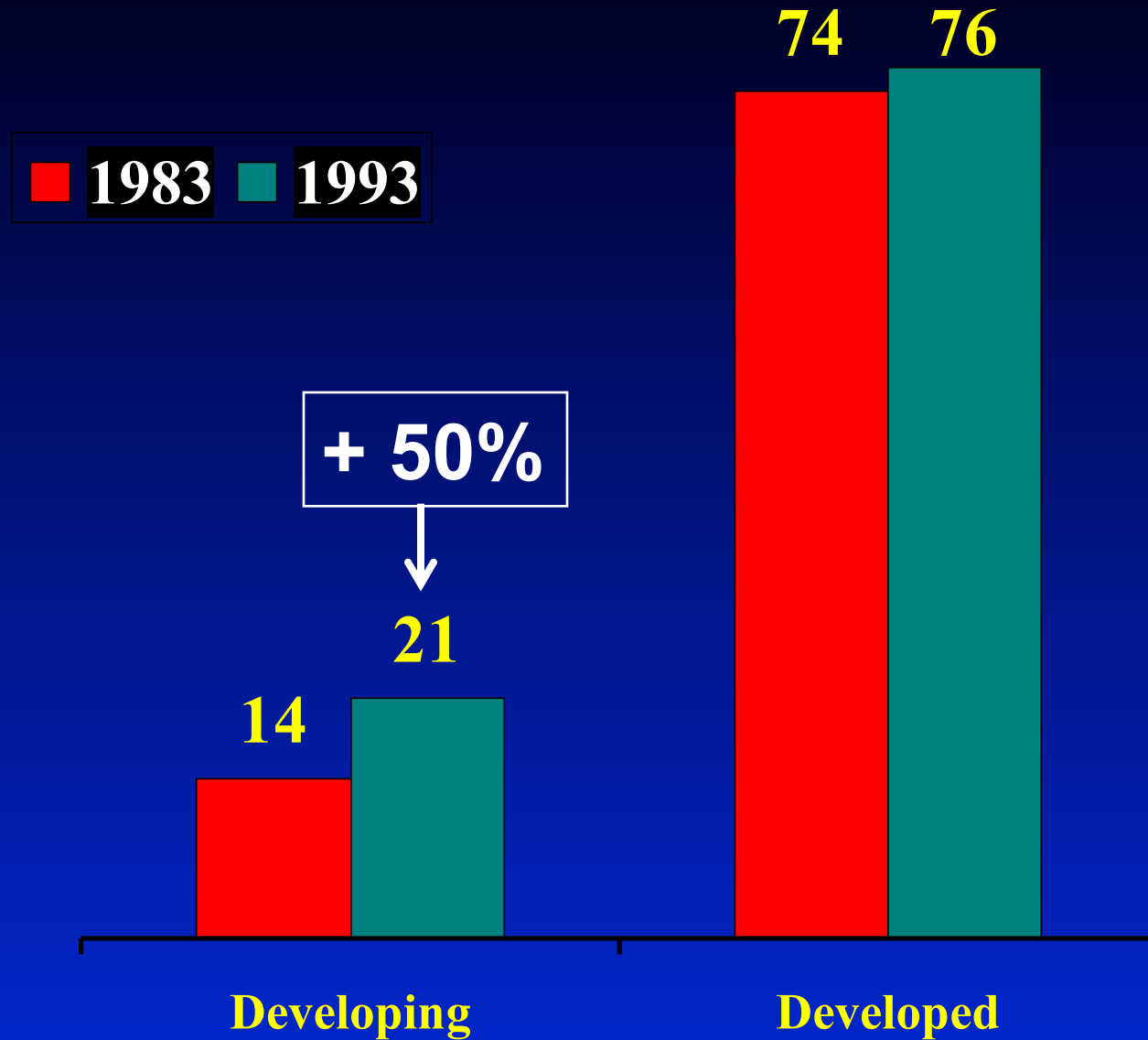
- o desafio e a responsabilidade da produção de alimentos.

Valor Bruto da Produção Agropecuária

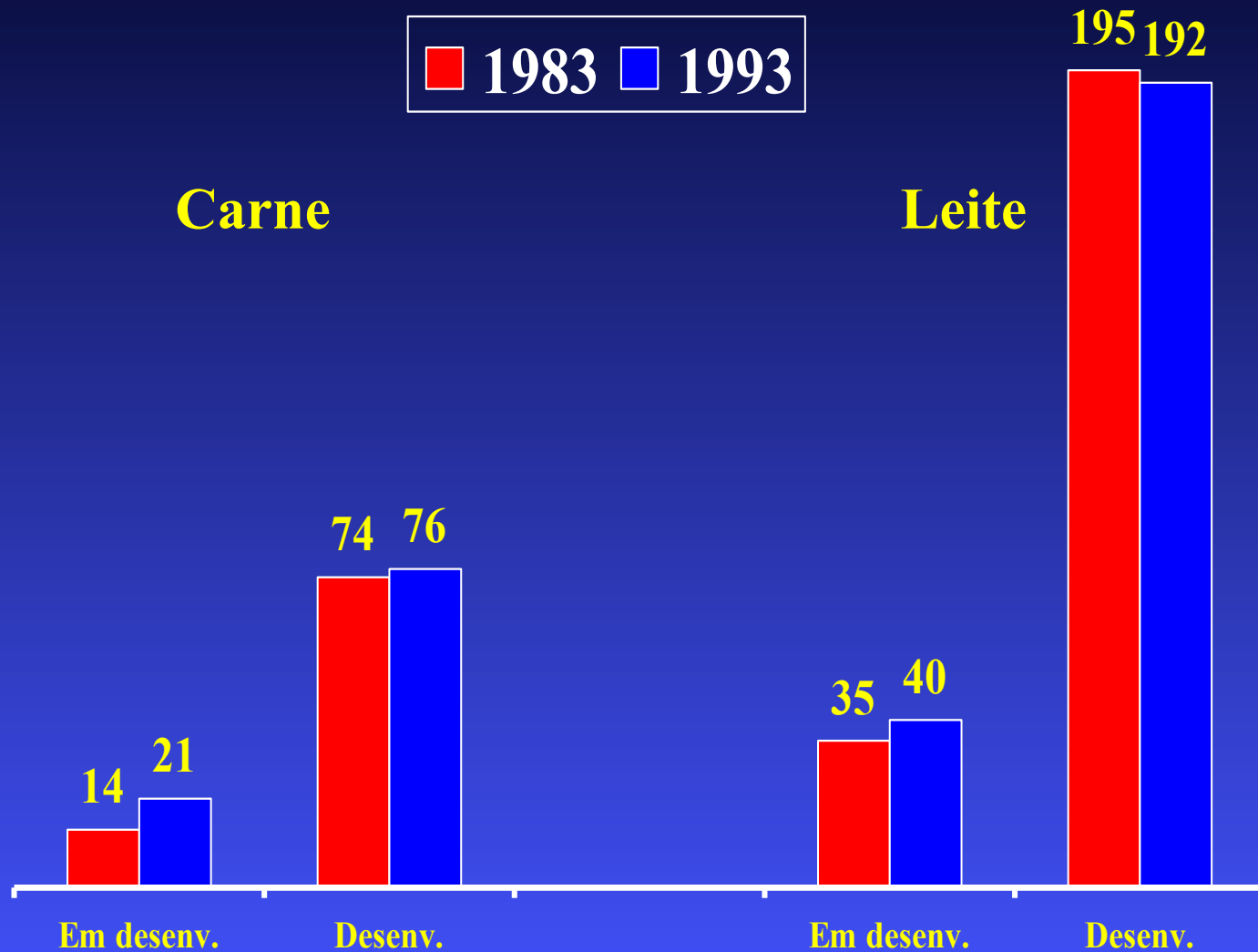
R\$ milhões



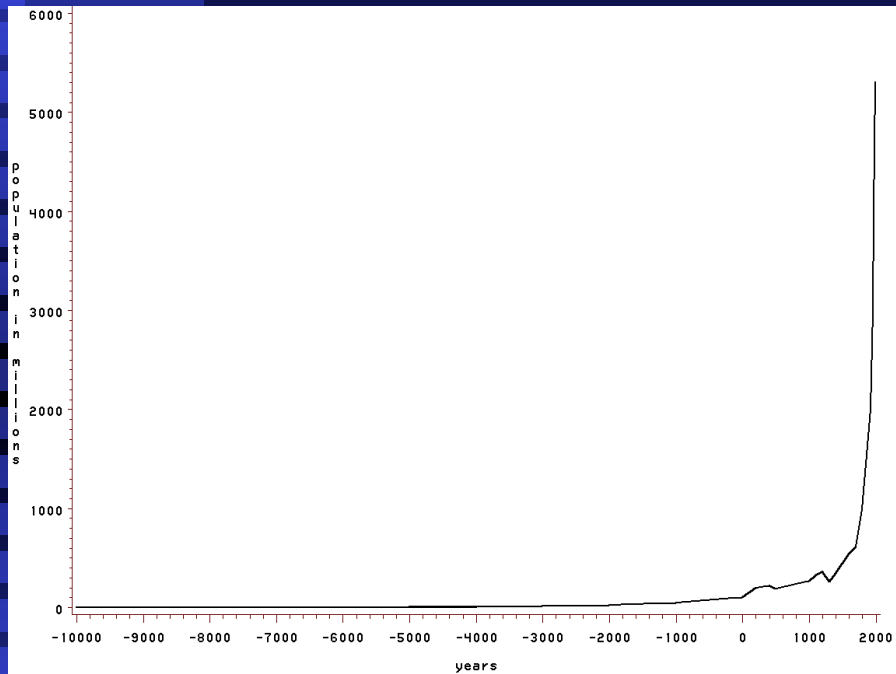
Consumo per capita de carne (kg).



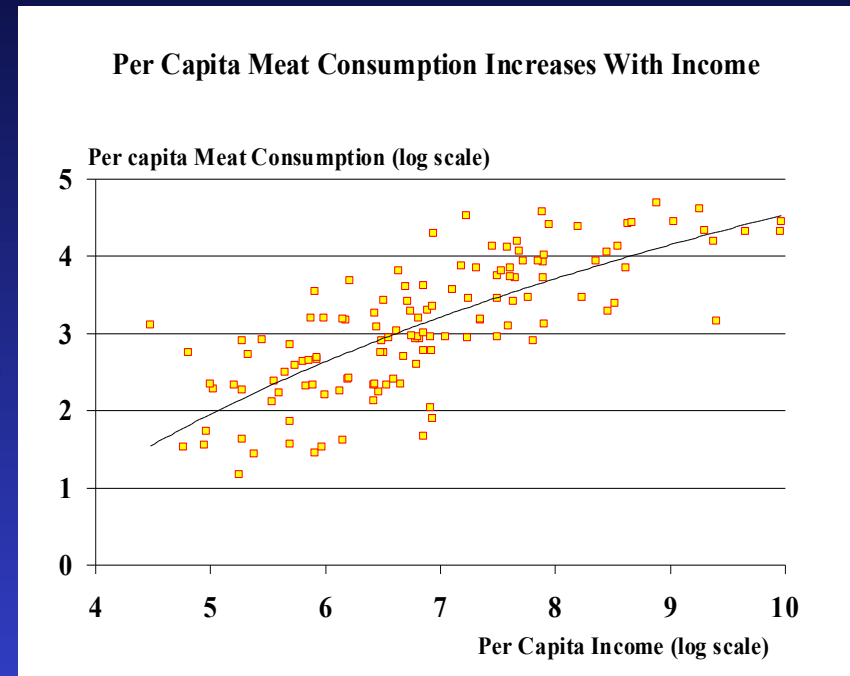
Desenvolvimento e consumo per capita de carne/leite.



População x renda x consumo carne

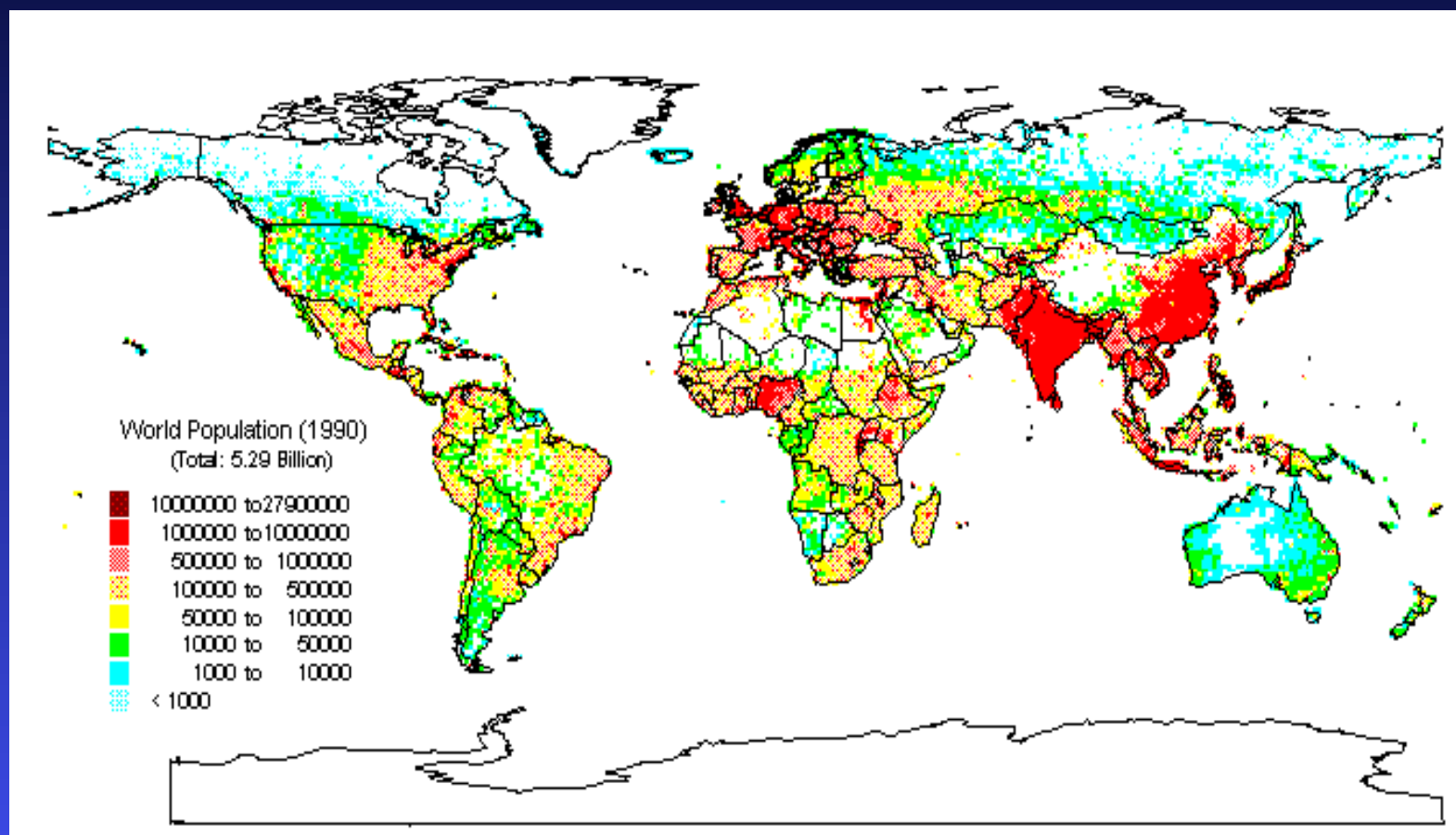


X

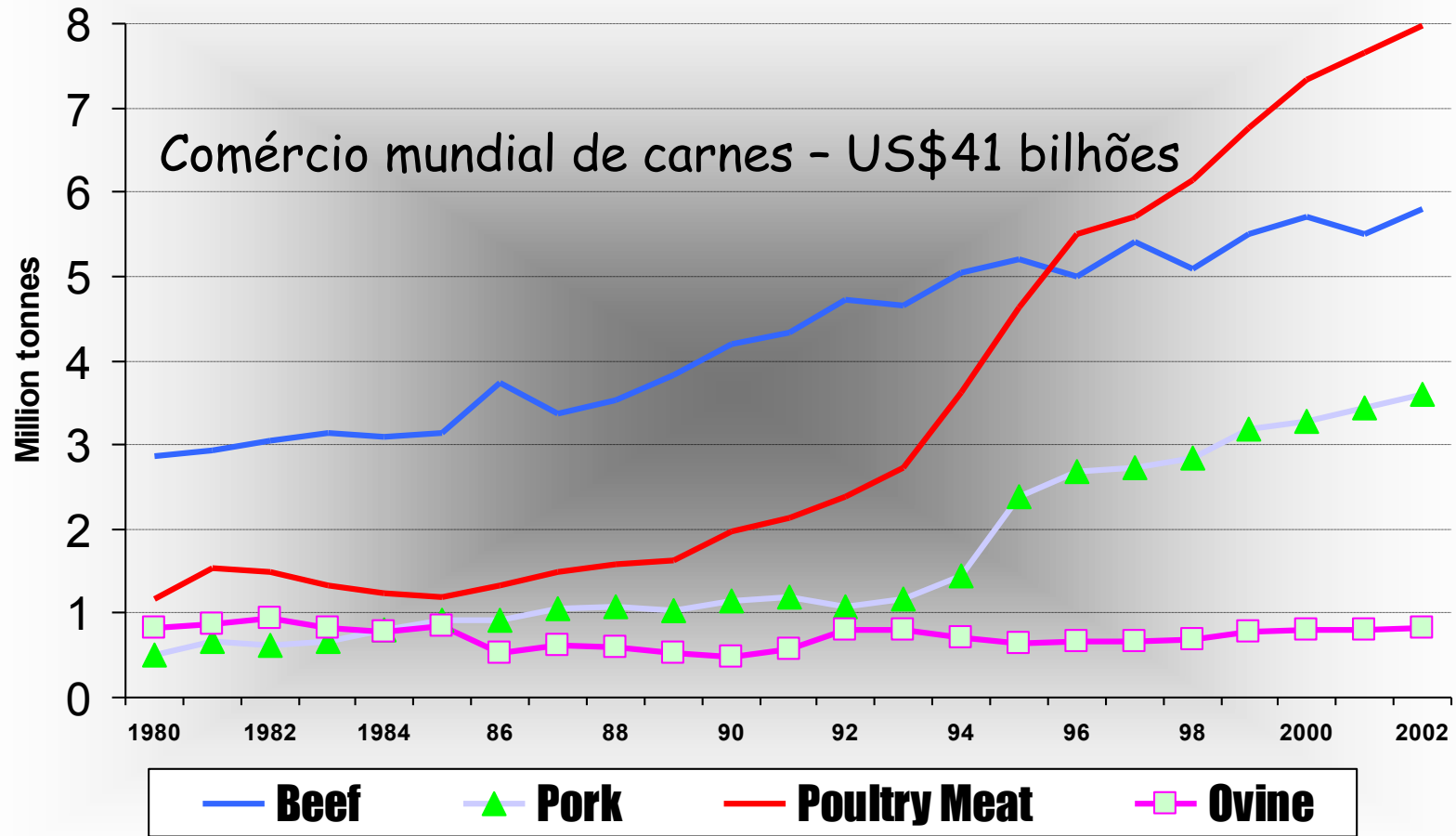


= dobrar a demanda em 25 anos

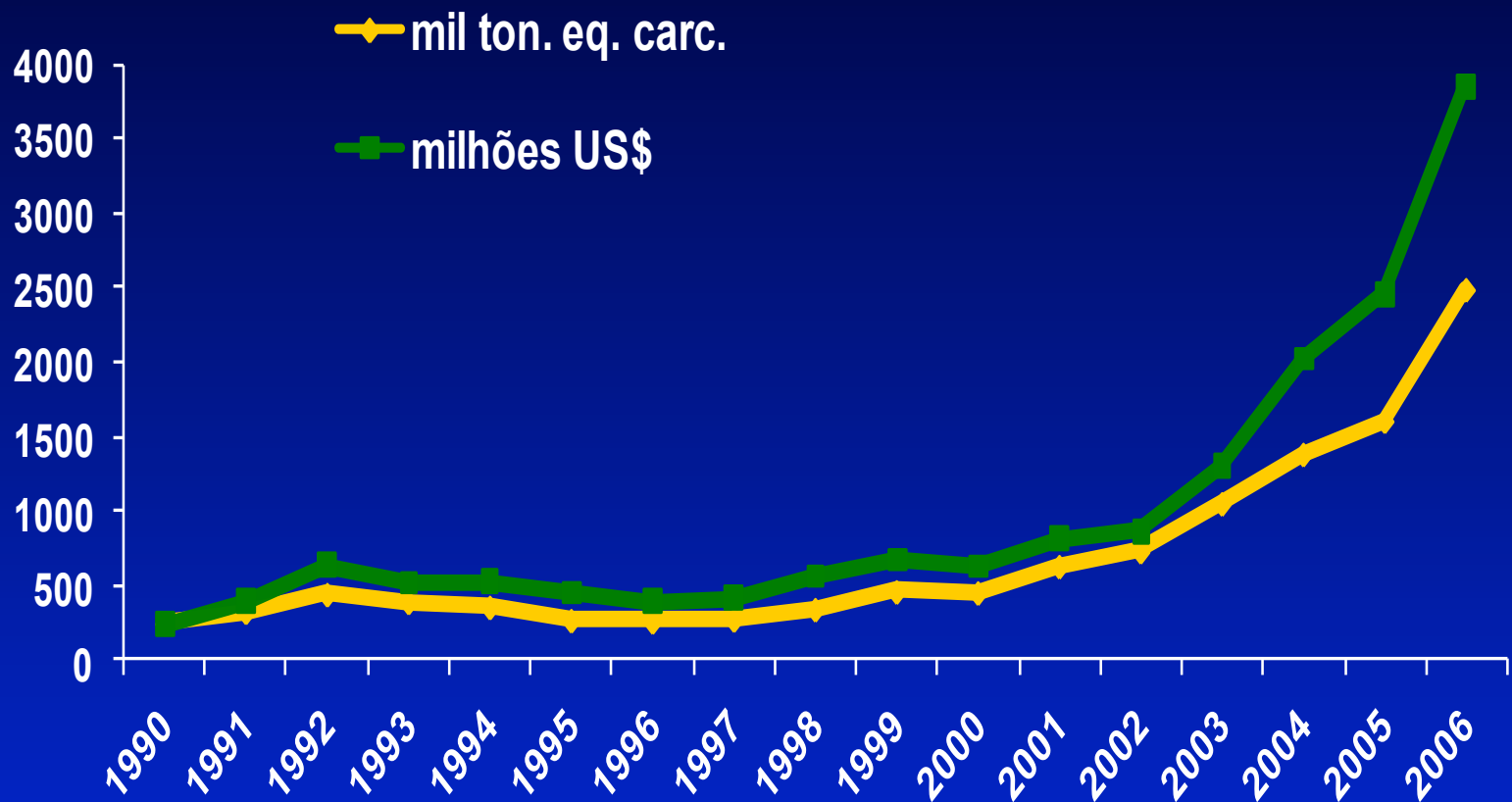
Distribuição da População



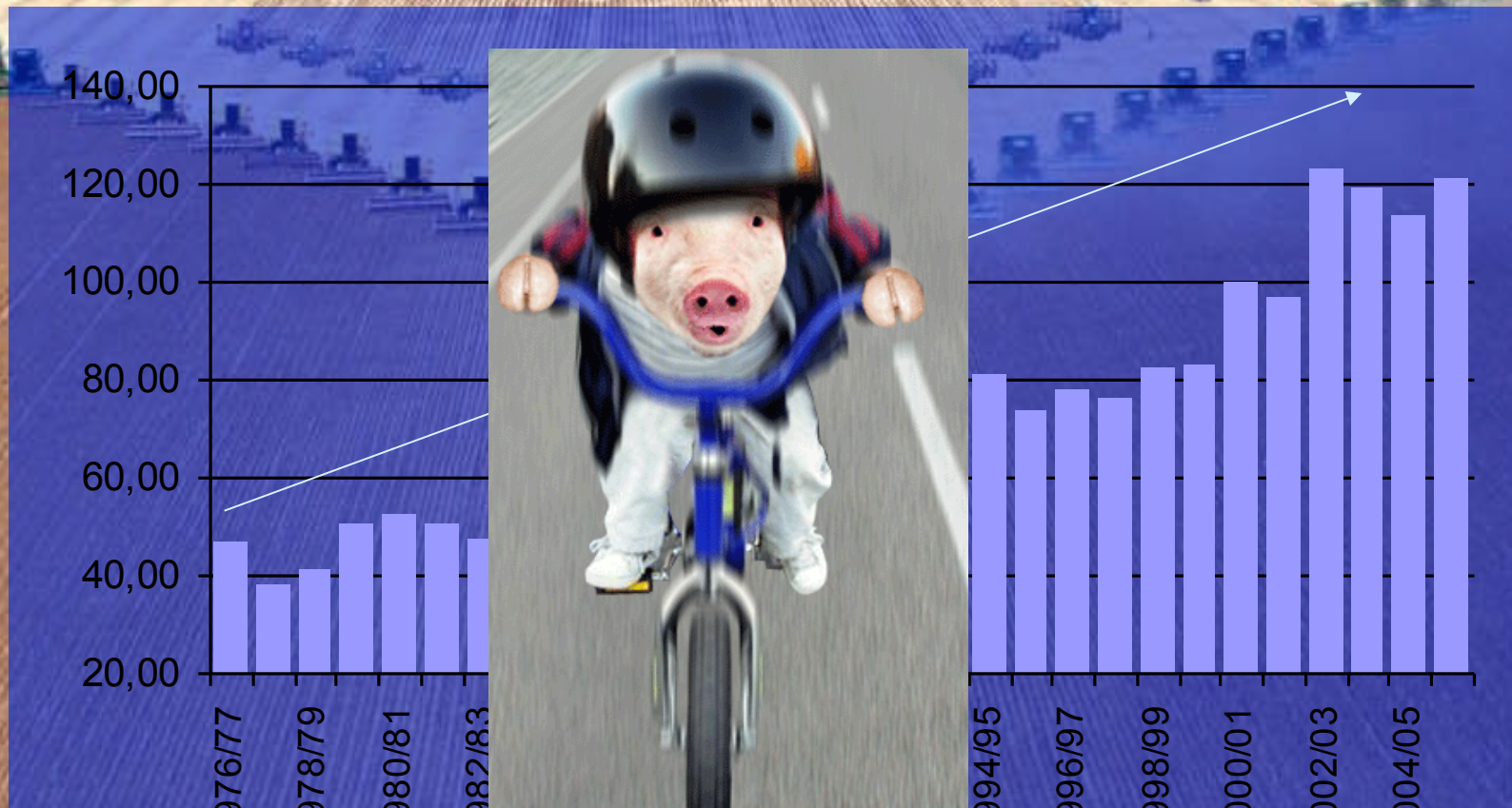
Crescimento exportação de carne



Crescimento das exportações nacionais de carne bovina



Produção brasileira de grãos



65-90% dos Grãos são utilizados para Alimentação Animal

Desafios para países em desenvolvimento

Produção Animal

- ◆ Produzir alimento suficiente.
- ◆ Gerar produto para exportar.
 - ◆ Custo de produção.
 - ◆ Qualidade.
- ◆ Sustentabilidade.
- ◆ Preservação de ecossistemas intatos.

Tecnologia e Demanda

- Produção de carne aumentou 3 vezes mais rápido que o número de animais.
- Produção animal aumentará 3,4% ao ano enquanto a produção vegetal 2,3%.

(FAO, 1996).

E uma revolução ambiental,

porque os combustíveis renováveis são mais amigáveis ao meio ambiente. A Petrobras está oferecendo Biodiesel Petrobras em todo o País, porque se existe algo de que a Petrobras se orgulha é de estar à frente do seu tempo, agitando a bandeira do pioneirismo, a bandeira da tecnologia, a bandeira do desenvolvimento, a bandeira do Brasil.



A ENERGIA QUE SE PLANTA





“Condenados a muerte por hambre y sed más de 3 mil millones de personas”



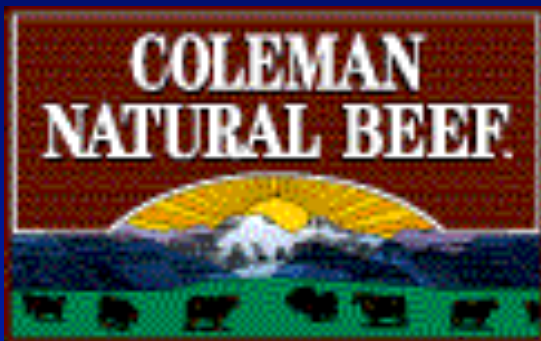
QUALIDADE:

TENCOLOGIAS & IDEOLOGIAS

Carne, ciência e percepção.



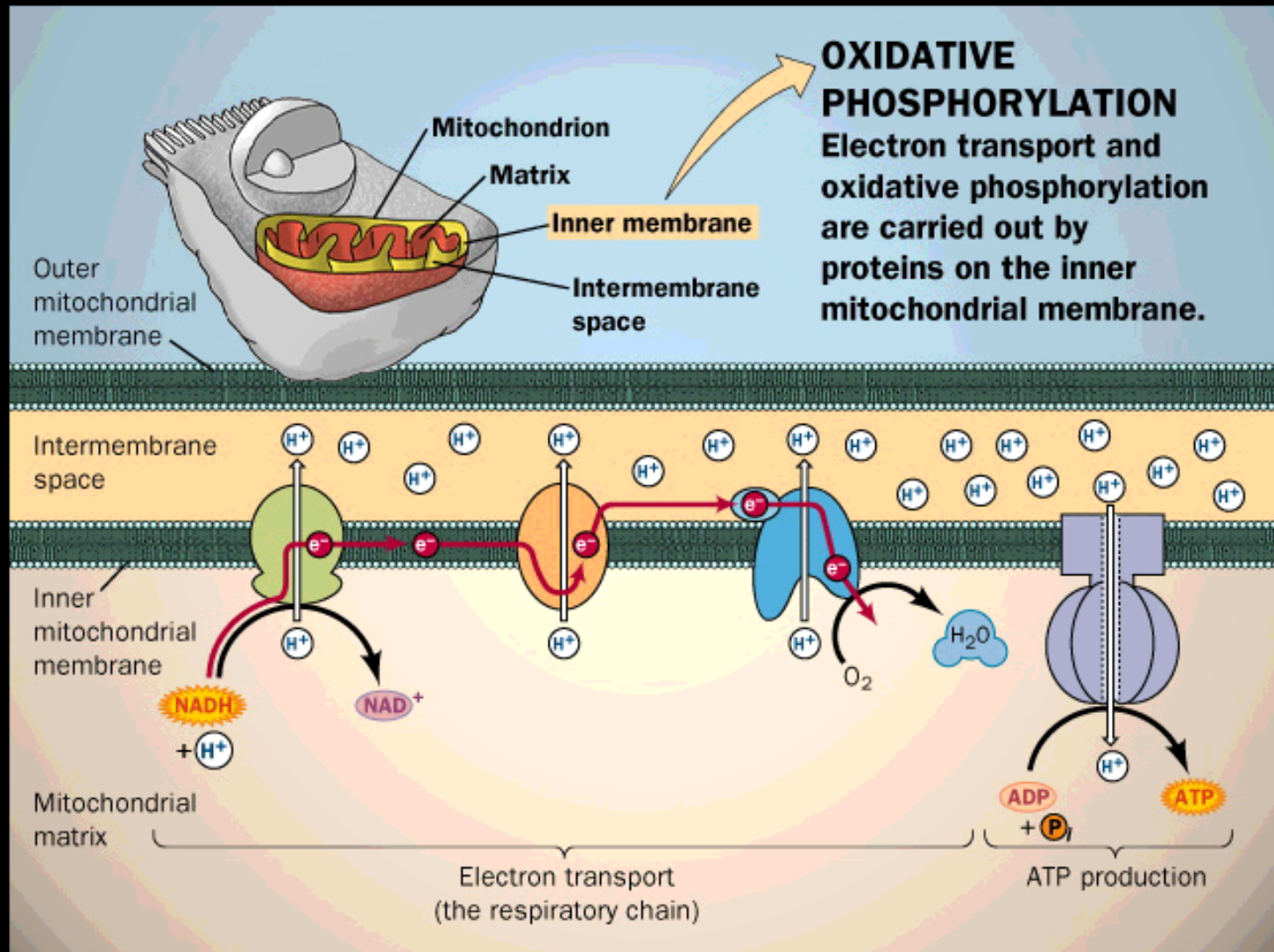
Qualidade & Marcas



Balanço Energético

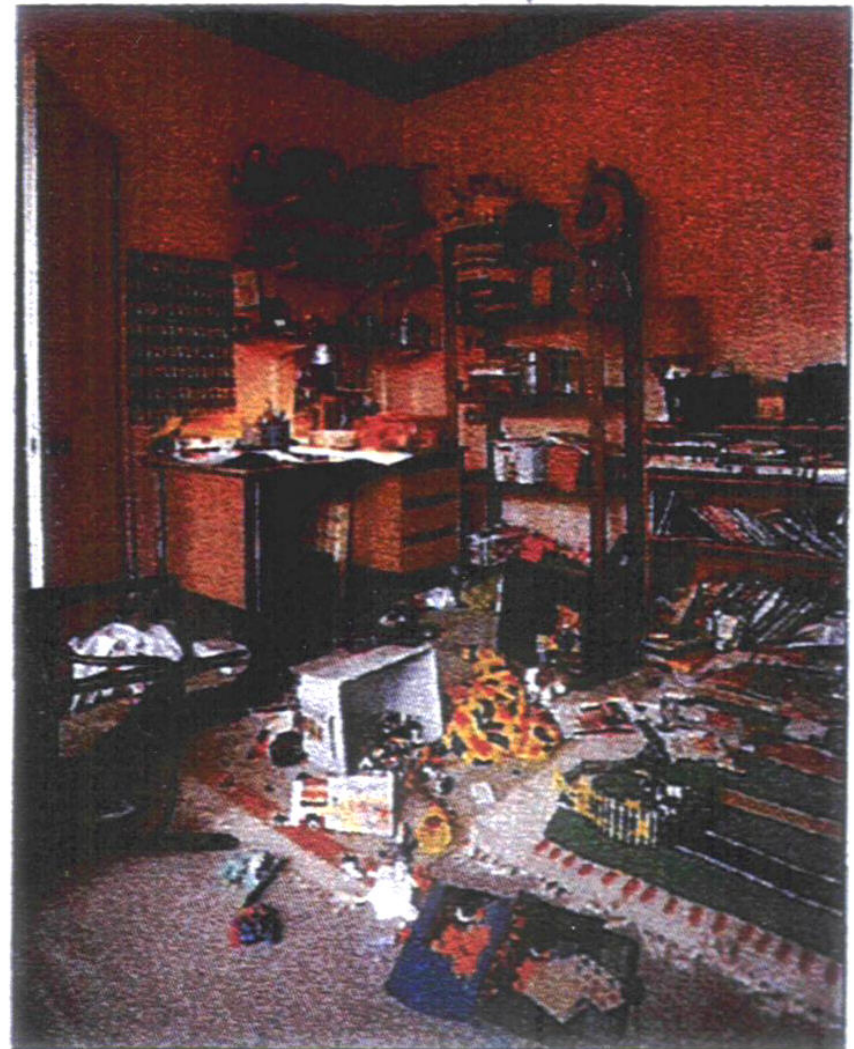
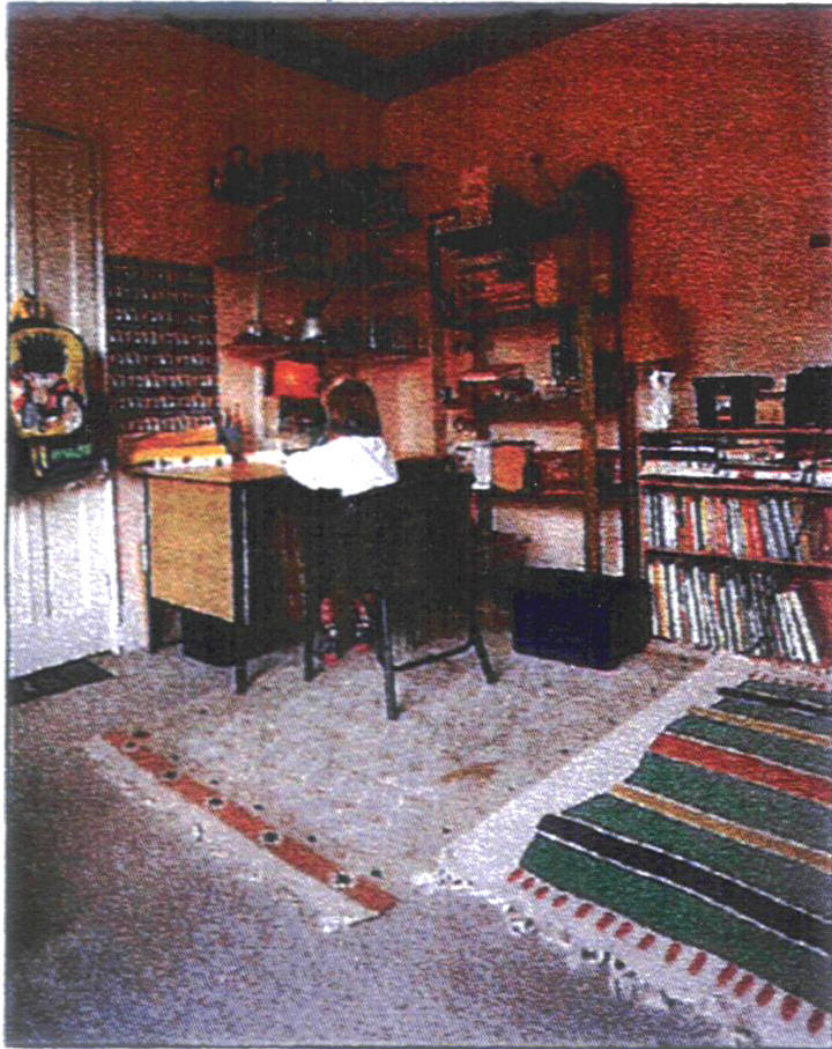
Energia e bioenergética.

- Priestley - ratos e velas.
- Lavoisier - "a vida é um processo oxidativo".
- Kleiber - "The Fire of Life",
 - ◆ Manutenção do potencial de membranas.
 - ◆ Manutenção da pressão/volume.
 - ◆ Síntese de macromoléculas.



"SPONTANEOUS" REACTION

as time elapses



ORGANIZED EFFORT REQUIRING ENERGY INPUT

Energia e bioenergética.

- Priestley - ratos e velas.
- Lavoisier - "a vida é um processo oxidativo".
- Kleiber - "The Fire of Life",
 - ◆ Manutenção do potencial de membranas.
 - ◆ Manutenção da pressão/volume.
 - ◆ Síntese de macromoléculas.

Iva and Family



A cada 24 horas
+ 4,3 kg de lactose
+ 3,0 kg de proteína
+ 3,3 kg de lipídios
= 10,6 kg/dia

4-6 26,670 kg milk 1003 kg fat 837 kg protein

Eficiência Animal

Crescimento, composição do
ganho de peso e conversão
alimentar.

Composição Corporal – composição química

1. **Água**
2. **Proteína**
3. **Minerais**
4. **Lipídios**
5. **Carboidratos**
6. **Outros: vitaminas, moléculas compostas**

Composição Corporal

Espécies	Água	Proteína	Gordura	Substância Mineral	Livre de gordura			Seco, Livre de gordura	
					Água	Proteína	Substância Mineral	Proteína	Substância Mineral
Bezerro, recém-nado	74	19	3	4,1	76,2	19,6	4,2	82,2	17,8
Bezerro, gordo	68	18	10	4	75,6	20	4,4	81,6	18,4
Novilho, magro	64	19	12	5,1	72,6	21,6	5,8	79,1	20,9
Novilho, gordo	43	13	41	3,3	72,5	21,9	5,6	79,5	20,5
Carneiro, magro	74	16	5	4,4	78,4	17	4,6	78,2	21,8
Carneiro, gordo	40	11	46	2,8	74,3	20,5	5,2	79,3	20,7
Porco, 8 kg	73	17	6	3,4	78,2	18,2	3,6	83,3	16,7
Porco, 30 kg	60	13	24	2,5	79,5	17,2	3,3	84,3	15,7
Porco, 100 kg	49	12	36	2,6	77	18,9	4,1	82,4	17,6
Galinha	57	21	19	3,2	70,2	25,9	3,9	86,8	13,2
Coelho	69	18	8	4,8	75,2	19,6	5,2	79,1	20,9
Cavalo	61	17	17	4,5	73,9	20,6	5,5	79,2	20,8
Homem	60	18	18	4,3	72,9	21,9	5,2	80,7	19,3
Camundongo	66	17	13	4,5	75,4	19,4	5,2	79,1	20,9
Rato	65	22	9	3,6	71,7	24,3	4	86	14
Cobaia	64	19	12	5	72,7	21,6	5,7	79,3	20,7

^a Menos o conteúdo do trato digestivo

Composição Corporal

Composição da matéria desengordurada em porcentagem.

Espécie	Água	Proteína	Minerais
Bovinos	73	22	5
Suínos	77	19	4
Ovinos	75	20	5

Reid et al, 1968

Composição da matéria seca desengordurada em porcentagem.

Espécie	Proteína, %	Minerais, %
Bovinos	80	20
Suínos	83	17
Ovinos	81	19

Reid et al, 1968

CONCEITOS DE EFICIÊNCIA

Conversão alimentar ou eficiência bruta

kg de ganho de peso / kg de alimento

kg de ganho de carcaça / kg de alimento

kg de ganho de músculo / kg de alimento

Eficiência proteica

Kg proteína depositada / Kg Proteína Consumida

Kg de proteína depositada / kg de Proteína Excretada

Eficiência energética

Mcal produto / Mcal de alimento

kg de ganho de carcaça / Mcal de alimento

kg músculo / Mcal de alimento

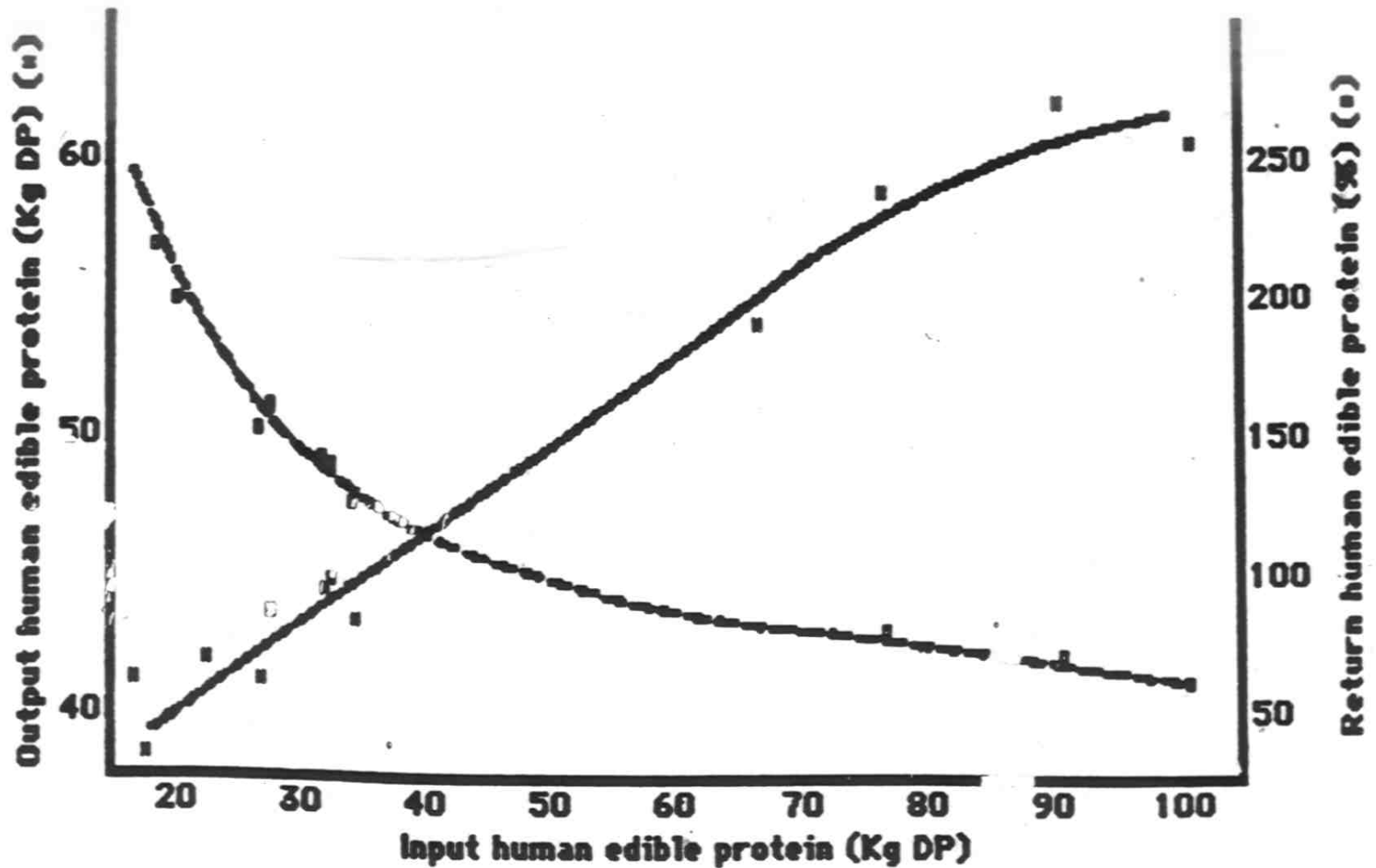
Kg de Ganho / Mcal

Energia Bruta

Energia Digestível

Energia Metabolizável

Eficiência - conceitos



Eficiência Animal

Eficiência, qual eficiência?

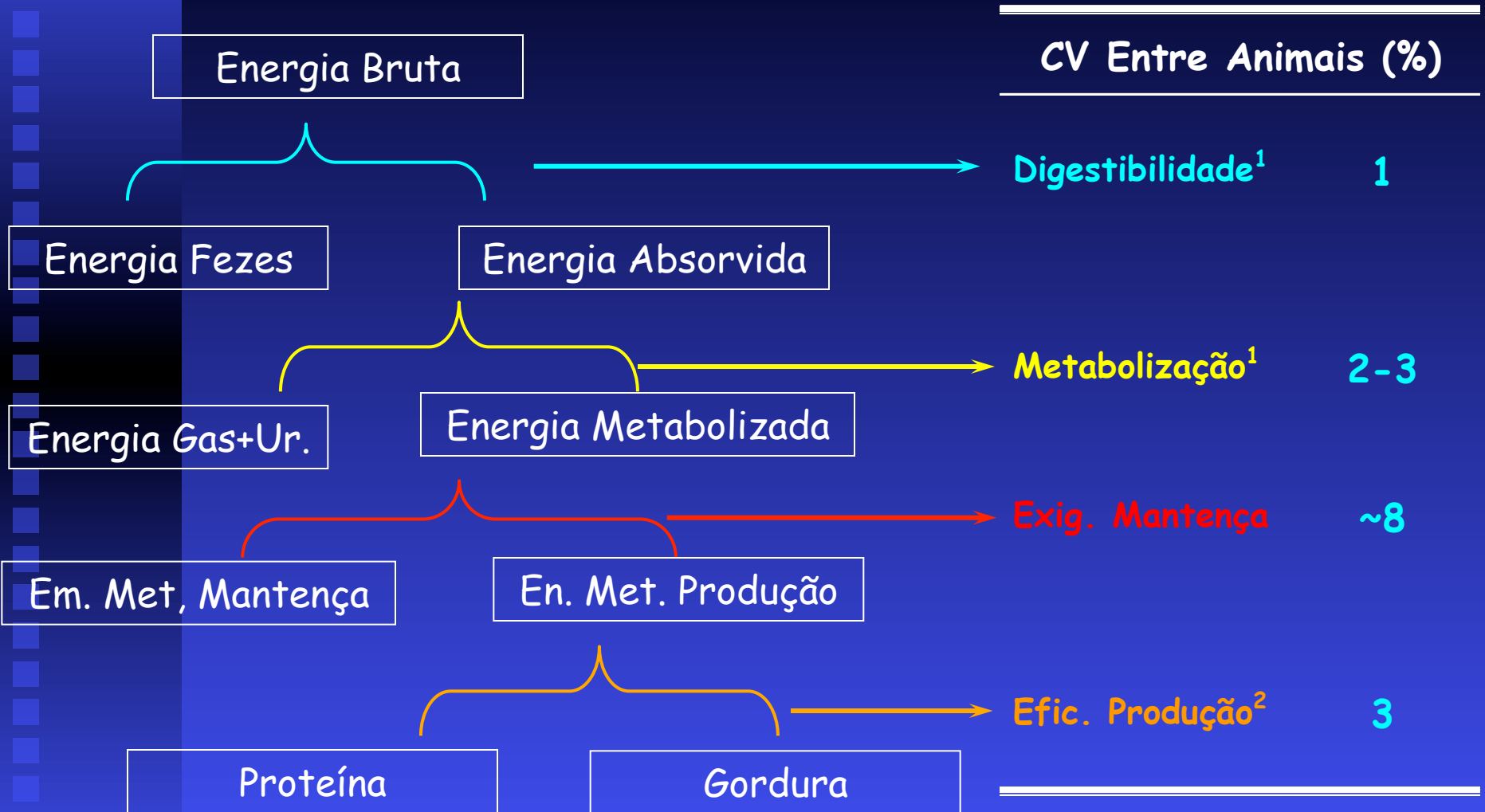
1. Biológica

- ◆ **Conversão alimentos, protéica, energética, etc.**

2. Econômica

- ◆ **Cria**
- ◆ **Terminação**
- ◆ **Cadeia Produtiva**

Fontes de Variação no Uso de Energia



FONTES DE VARIAÇÃO NA EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO

	Variação no Parâmetro (%)	CV Entre Animais (%)
Digestibilidade¹	varia muito	1
Metabolização¹	varia muito	2-3
Exigência para Manutença	77kcal/kg⁷⁵	4-8
Utilização para Produção²	35% proteína 65% lipídios	3

¹237 estudos de balanço energético

Bauman et al. (1985)

²332 estudos de calorimetria indireta

Desempenho e deposição de tecidos na carcaça de machos inteiros (60-90 kg), de dois tipos genéticos alimentados *ad lib.*, com ou sem pST.

Raça	pST, mg/kg/d	Desempenho			Taxas de deposição dos tecidos		
		Consumo kg	Ganho g/d	Conversão g/g	Proteína g/d	Gordura g/d	Gord./ Proteína
A	0	3,14	1180	2,70	153	275	1,80
	0,1	2,76	1520	1,82	251	134	0,54
B	0	3,24	992	3,30	110	355	3,22
	0,1	2,61	1290	2,03	189	188	0,99

(Campbell, 1991)

Eficiência (transformação da energia consumida acima da necessária para manutenção)

1. Eficiência transformação de energia da dieta/energia no tecido é maior para deposição de lipídios.
2. Eficiência de deposição de gramas de constituente químico em gramas por kcal de energia é igual para proteína ou lipídio.
3. Eficiência de deposição de tecidos é maior para músculo (proteína+água) do que tecido adiposo.

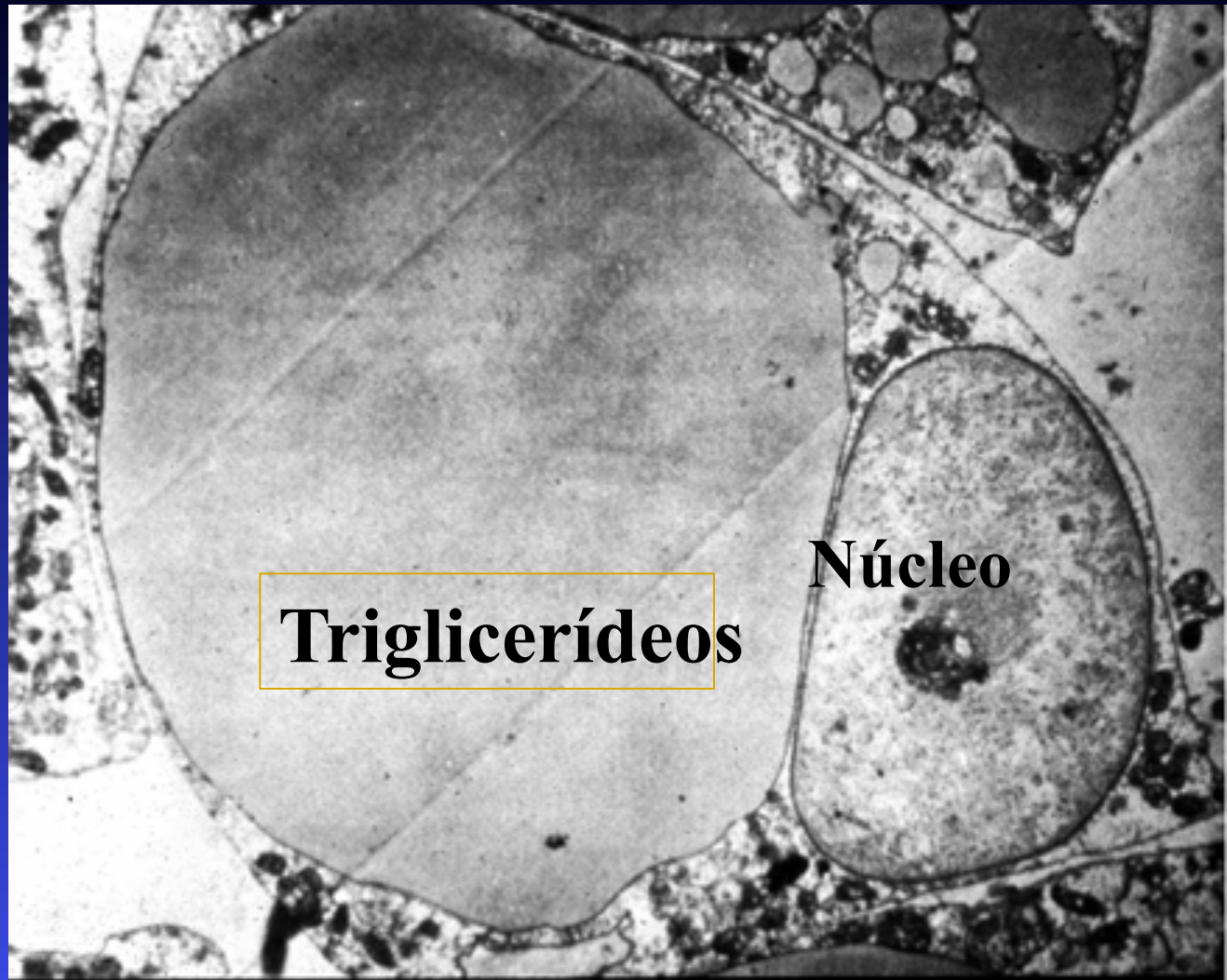
Porque um animal é mais eficiente na conversão de alimentos?

1. Diluição exigências de manutenção (taxa de ganho; precocidade)
2. Alteração da composição corporal (composição corporal; %gordura)

1ª Lei da Termodinâmica (1842, Julius R. Meyer):
"A quantidade total de energia em um sistema e na sua redondeza se mantém constante."

Implante combinado estrogênio/androgênio em novilhos confinados por 115 dias.

	Controle	Estrogênio + Androgênio
Peso Final, kg	575	614
Ganho de peso, kg/d	1,55	1,87
Consumo, kg/d	9,7	10,8
Conversão	6,3	5,8
Teor de gordura, %	33,7	33,3
Espessura de gordura, mm	7,9	9,4
Área de olho de lombo, cm²	85,1	91,0



Uso da Energia por Bovinos

Peso, (kg)	Ganho, (kg/d)	Consumo EM Mcal/d	% da Energia Retida	
			deposição proteína	deposição gordura
300	1,0	14,8	15,7	84,3
400	1,0	18,3	9,6	90,4
500	1,0	21,7	5,7	94,3

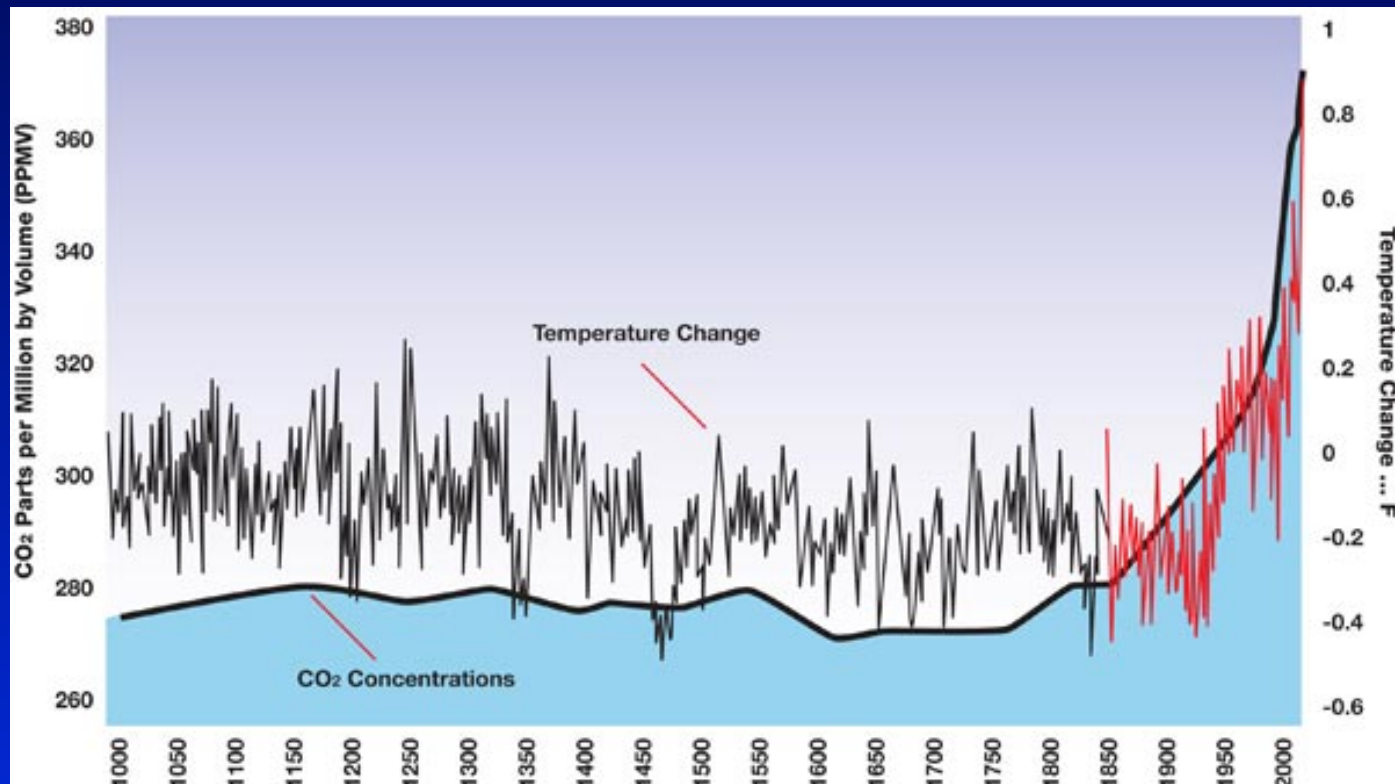
Projeto Nelore (USP/FAPESP)



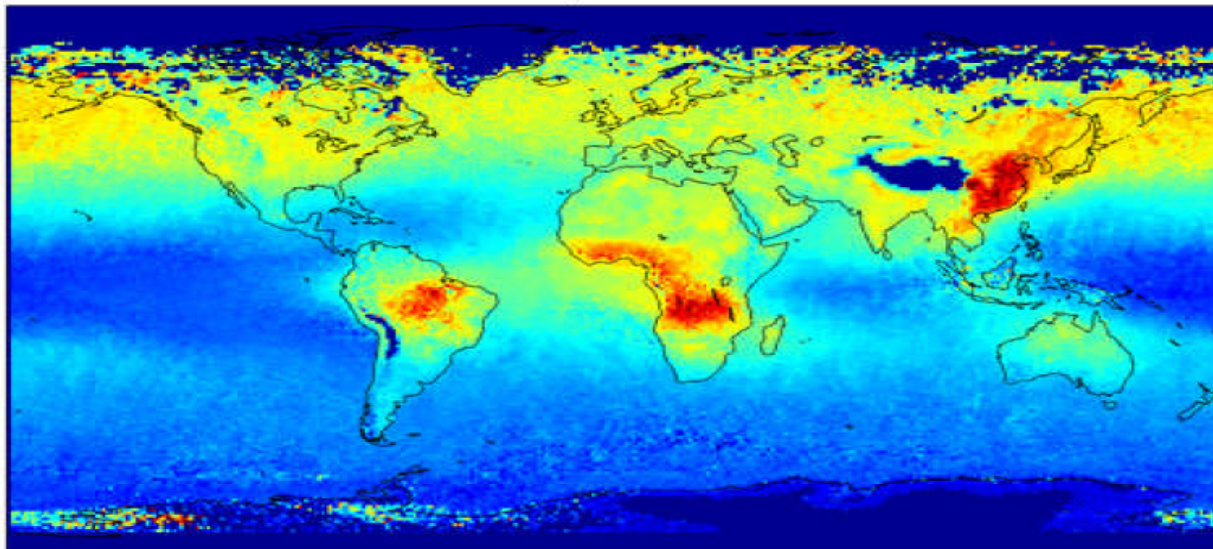
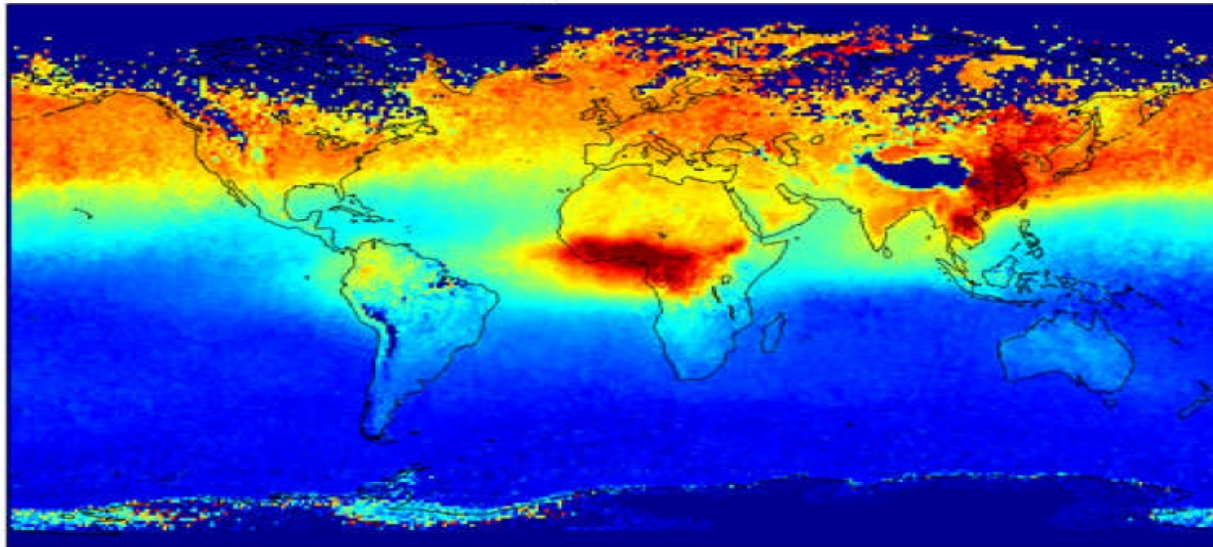
Emissões de Metano por Ruminantes

Gases do Efeito Estufa

- O excesso de GEE é prejudicial à saúde humana
 - Após a Revolução Industrial teve início um processo de acúmulo
 - Contribuindo para o aquecimento da Terra e das calotas polares
 - Desequilíbrio do ecossistema



Mopitt - winter



CO mixing ratio (ppbv) @ 850 hPa





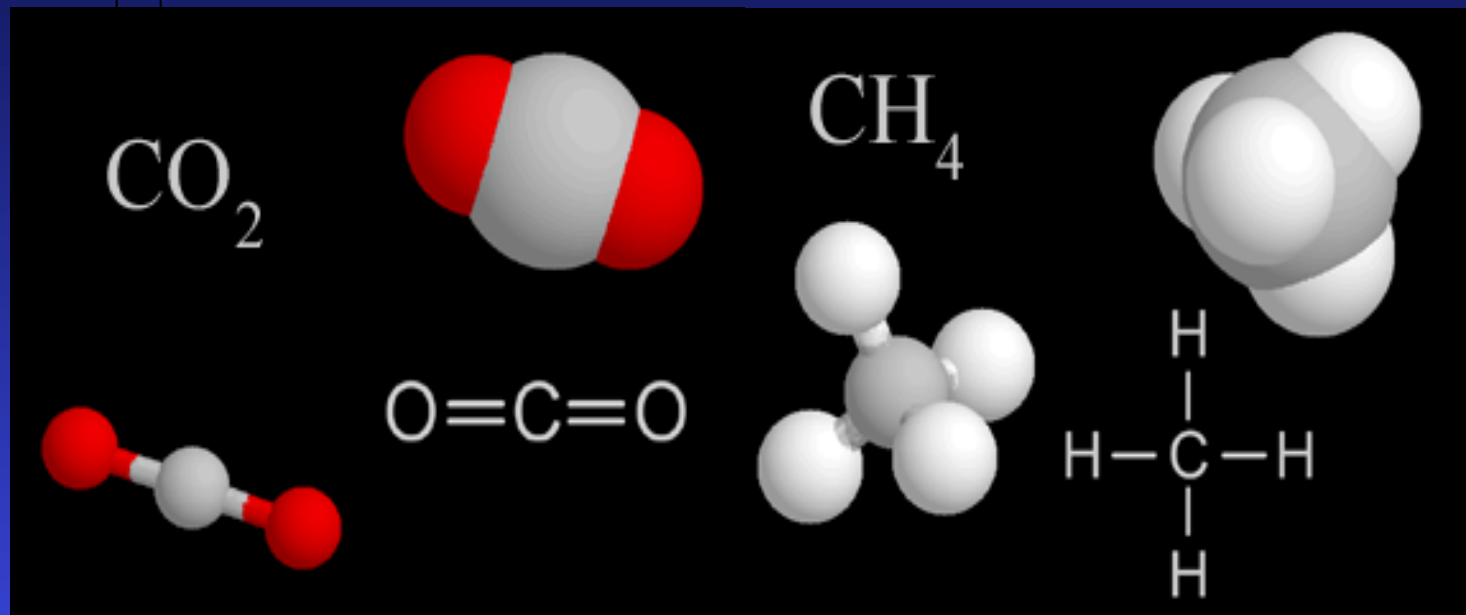
GHG in agriculture



The main greenhouse gases are:

- CO_2 - Carbon dioxide
- CH_4 - Methane (21 X CO_2)
- N_2O - Nitrous oxide (310 X CO_2)

Emissões de Carbono por Ruminantes



Global Methane Sources/Sinks

Influenced by
Hydrology



These numbers may
be revised in light of
recent estimates of
plant emissions of
63-243 MtCyr⁻¹
(Keppler et al 2006)

a (Mt CH ₄ yr ⁻¹)		
Identified methane sources	Estimates ⁸	Range of estimates ²
Total wetlands	145	92-237
Rice agriculture	60	40-100
Ruminant animals	93	80-115
Termites	20	20-20
Biomass burning	52	23-55
Energy generation	95	75-110
Landfills	50	35-73
Ocean	10	10-15
Hydrates (marine and terrestrial)	5	5-10
Total identified sources	530	500-600

b		
Identified methane sinks	Estimates	Range of estimates
Tropospheric oxidation	507	450-510
Stratospheric loss	40	40-46
Soils	30	10-44
Total identified sinks	577	460-580

Total sources-sinks	-47	-80 to +140
----------------------------	------------	--------------------

(Lowe 2006)

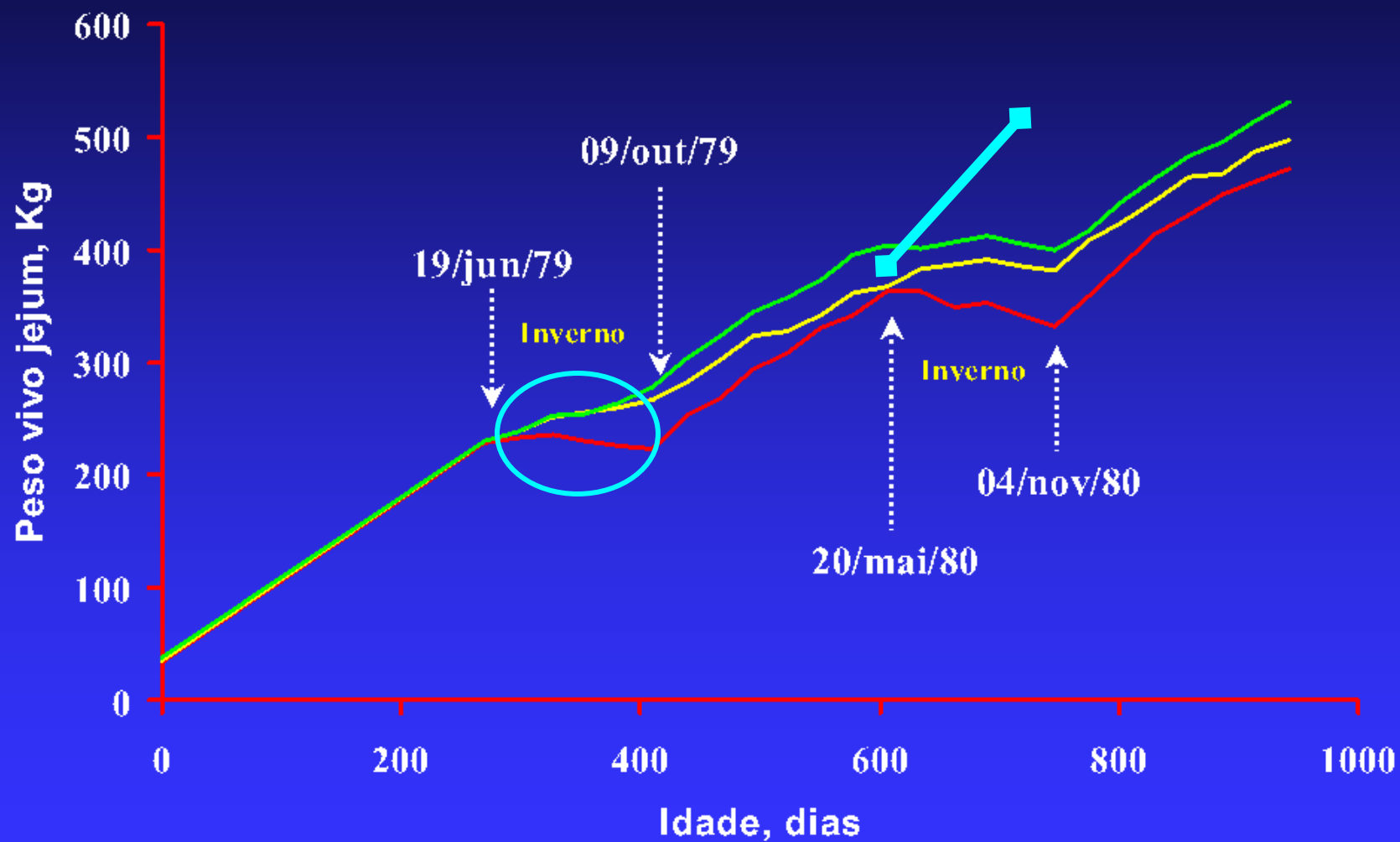


Estratégias de Redução das Emissões de Carbono?

Praticamente todas!!!!

- ◆ Diluição da manutenção
 - ✦ Melhor índice reprodutivo
 - ✦ Menores perdas no frigorífico
 - ✦ etc
- ◆ Redução exigências de manutenção
- ◆ Redução da produção de carbono/kg alimento
- ◆ Redução de produção de metano
 - ✦ Manipulação dos microorganismos do rúmen
 - ✦ Tipo de dieta (CHOs, gorduras, etc)

Suplementação pós-desmama e crescimento de machos $\frac{3}{4}$ Zebu x $\frac{1}{4}$ Pardo Suíço 1978



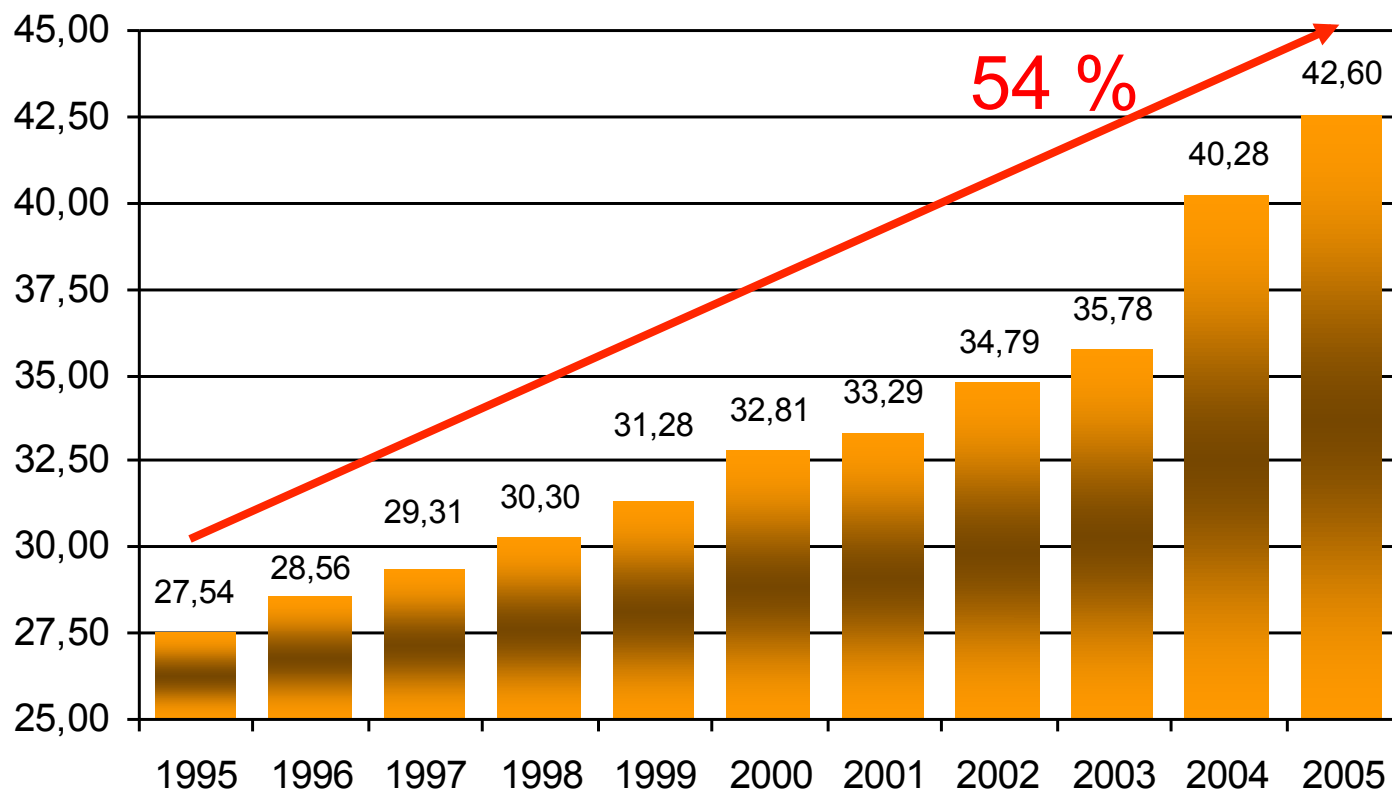
Nardon et al. (Não Publicado)

— sem — com — total



Confinamentos x Abate Total

Abate de bovinos no Brasil – milhões de cabeças



**Estima-se em
2,5 milhões de
cabeças o total
de animais
terminados em
confinamentos
em 2006.**

(5% do total)

Medições

– Experimentos de campo

- Hexafluoreto de enxofre, SF_6 (Johnson et al., 1995)
- Câmeras

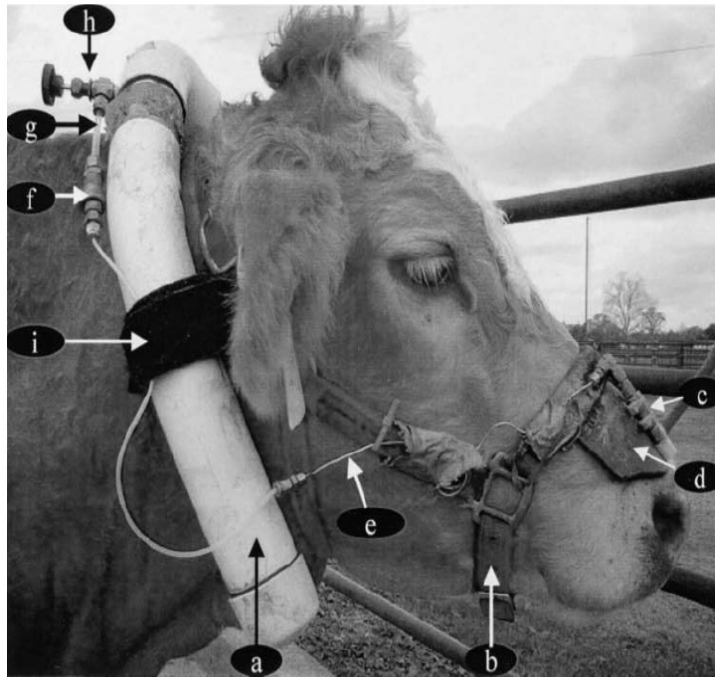
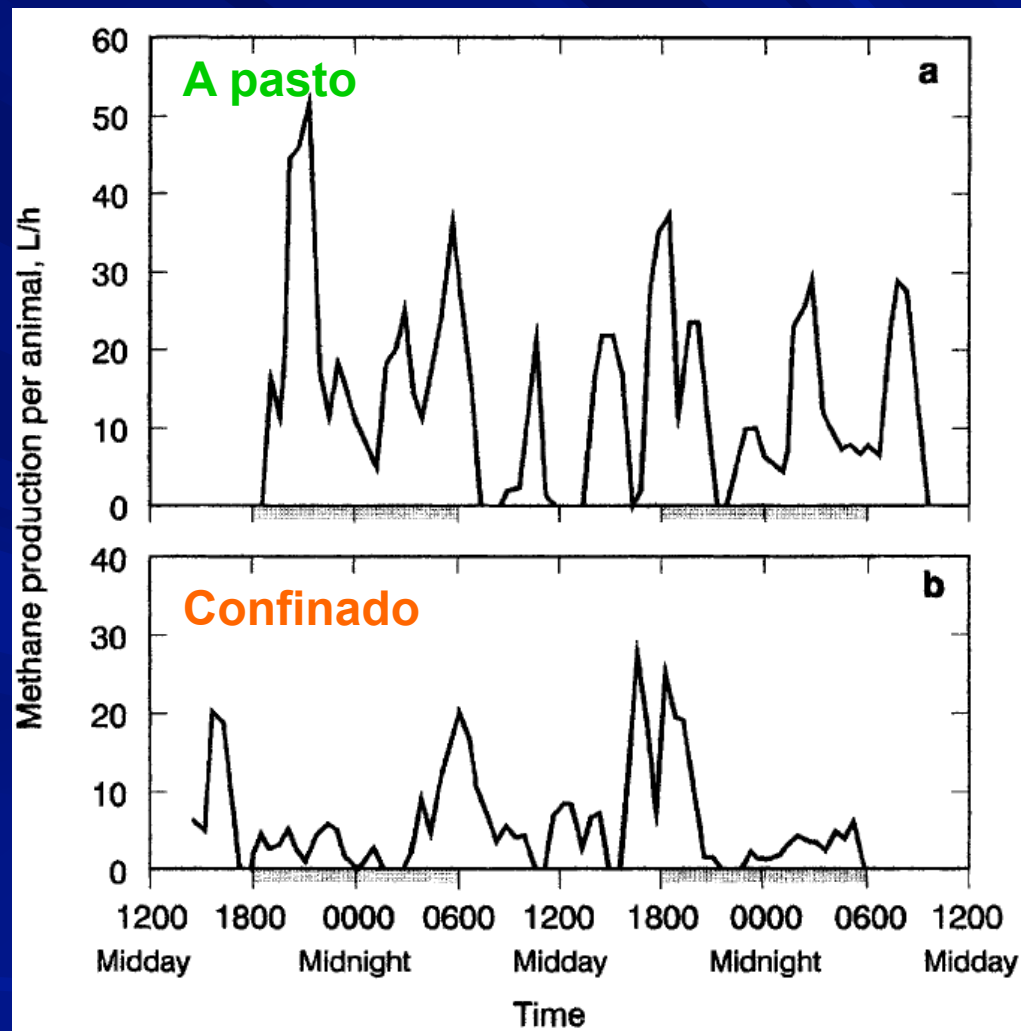


Fig. 1. Methane collection equipment as worn by a grazing cow: (a) collection canister; (b) halter; (c) filter inlet connected to capillary tubing; (d) leather muzzle protector; (e) stainless steel capillary tubing attached to halter; (f) quick-connect coupling of tubing to canister; (g) Teflon tubing between shut-off valve and quick-connect to capillary tubing; (h) shut-off valve on canister; (i) Velcro strip to anchor canister to halter.



Produção média de metano (L/h) ao longo do dia, durante o experimento a pasto (a) e em confinamento (b).

Implicações

- Os animais a pasto são menos eficientes, que os confinados, em utilizar a energia ingerida.
 - **2,43 X mais EB é convertida a CH₄**
 - Poderia ser utilizada para produzir carne
- Comparativamente, os bovinos em pastejo, produzem **236% mais metano diariamente** do que os confinados.

Confinamento e
uso de grãos

Kyoto Protocol

<i>Sistema de Alimentação</i>	<i>Produção Diária</i>		
	<i>CO₂</i>	<i>Metano</i>	<i>CO₂ Equivalente</i>
Alta fibra	3500g/d	162g/d	8.684 g/d
Alto grão	4700g/d	60g/d	6.620 g/d
Alta fibra (GPV0.5 kg/d)			17.368 g/kg
Alto grão (GPV1.5 kg/d)			4.413 g/kg

Importância da Escolha do Sistema de Produção

- Avaliação de custos de produção –
 - Input/Output
 - Custo do input
 - Custo dos outputs incluindo os poluentes
- Custo ambiental do input –
 - Outputs gerados na produção
 - Outputs gerados no sistema agrícola

RLM 3.0

(Ração de Lucro Máximo)

**Sistema de Exigências
Nutricionais e Otimização de
Dieta.**

FEALQ – www.esalq.usp.br
www.fealq.org



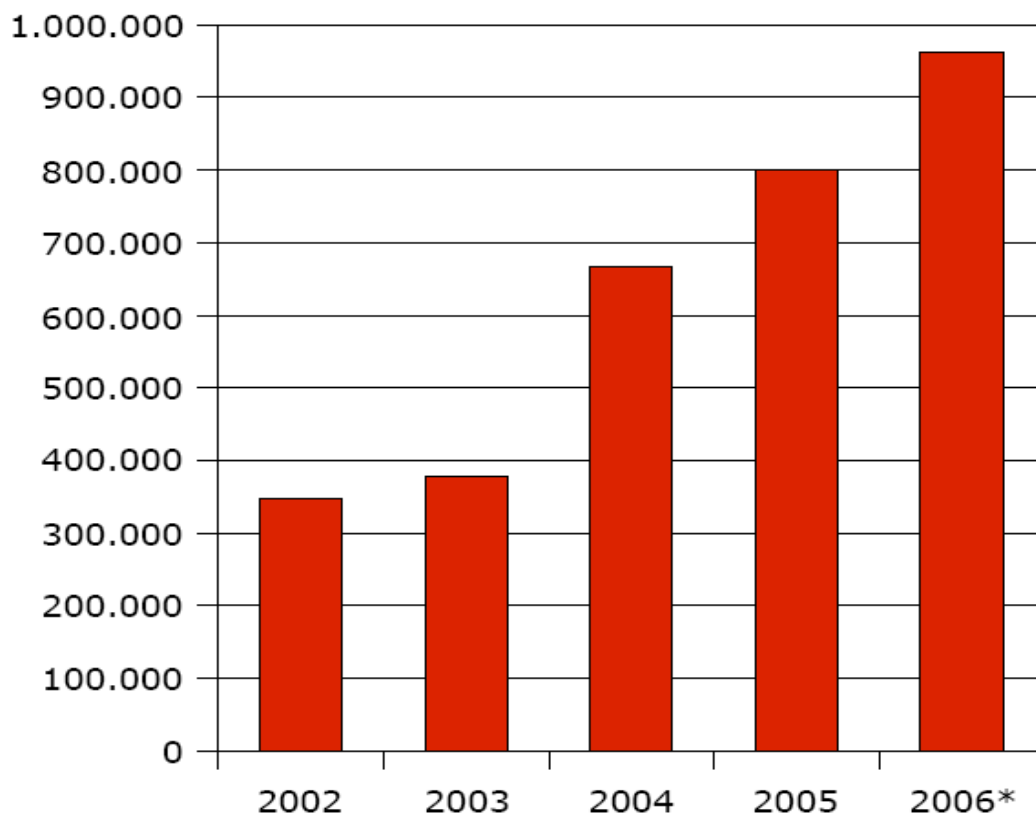
MODELO RLM

- **Modelo do RLM é baseado no NRC (1989) e no modelo de Cornell (2000) adaptados para condições tropicais.**



Confinar no Brasil é um Bom Negócio ?

Gráfico 1: animais confinados



Os 50 maiores confinamentos do Brasil triplicaram sua capacidade de produção em apenas 5 anos

Fonte: Top BeefPoint de Confinamentos

Estratégias de Redução das Emissões de Carbono?

- Transporte
- Fertilizantes
- Pesticidas, herbicidas, etc
- Alimentação máquinas
- Nível de N na dieta (NO₃)



Image by: Stednik, Nelson, Hasler
Laboratory for Atmospheres
Goddard Space Flight Center
<http://rsd.gsfc.nasa.gov/rsd>



Hurricane Linda west of Mexico
September 9, 1997 17:45 UTC
Data from: NASA, NOAA, USGS

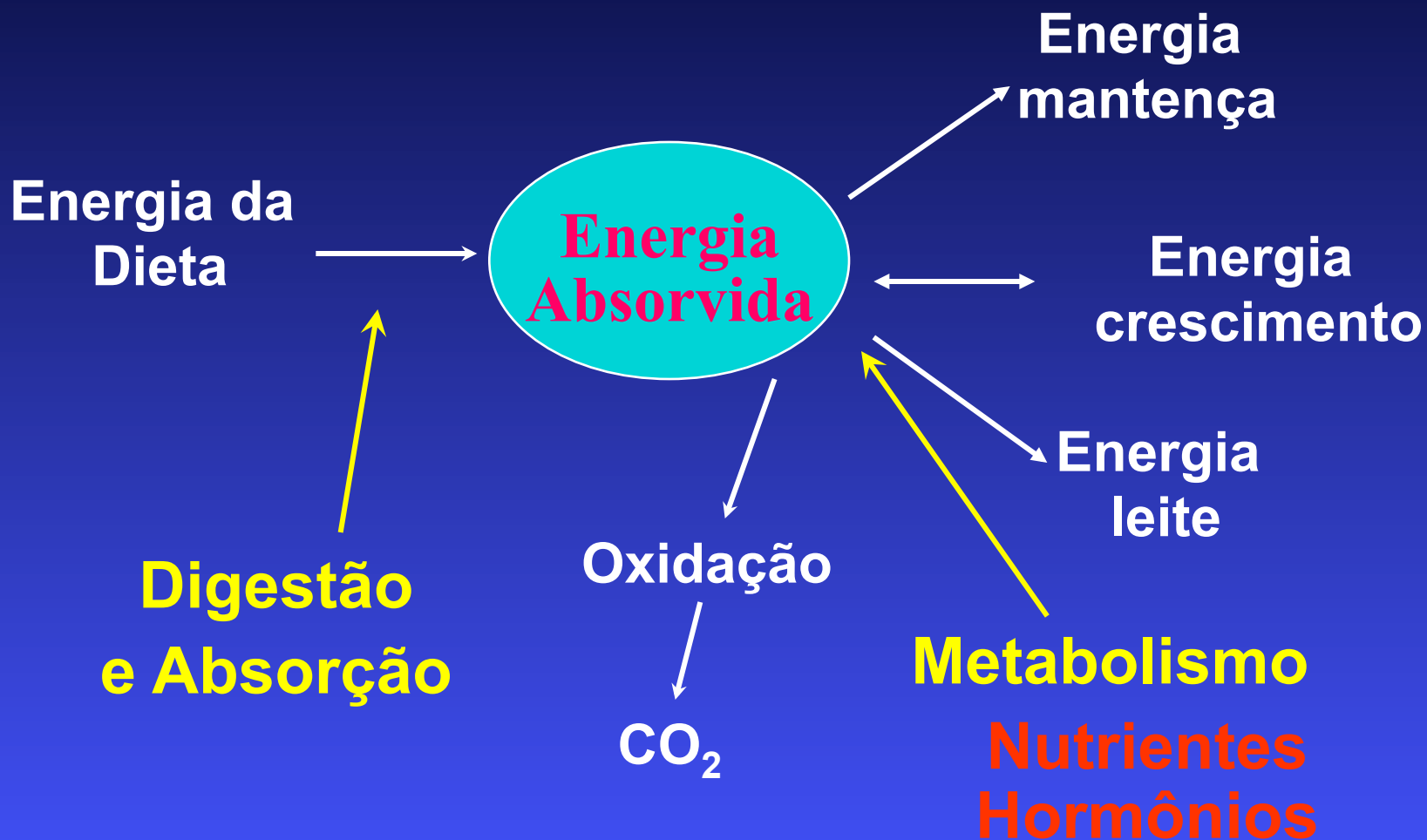


2. Tecnologias

- Qual?

3. Biotecnologia Animal

Uso de energia em bovinos.



Tecnologia e Demanda

- As tecnologias convencionais tem enorme impacto e serão essenciais.
- Mas serão o suficiente?
- Qual a nossa responsabilidade?
- Aditivas ou multiplicativas.

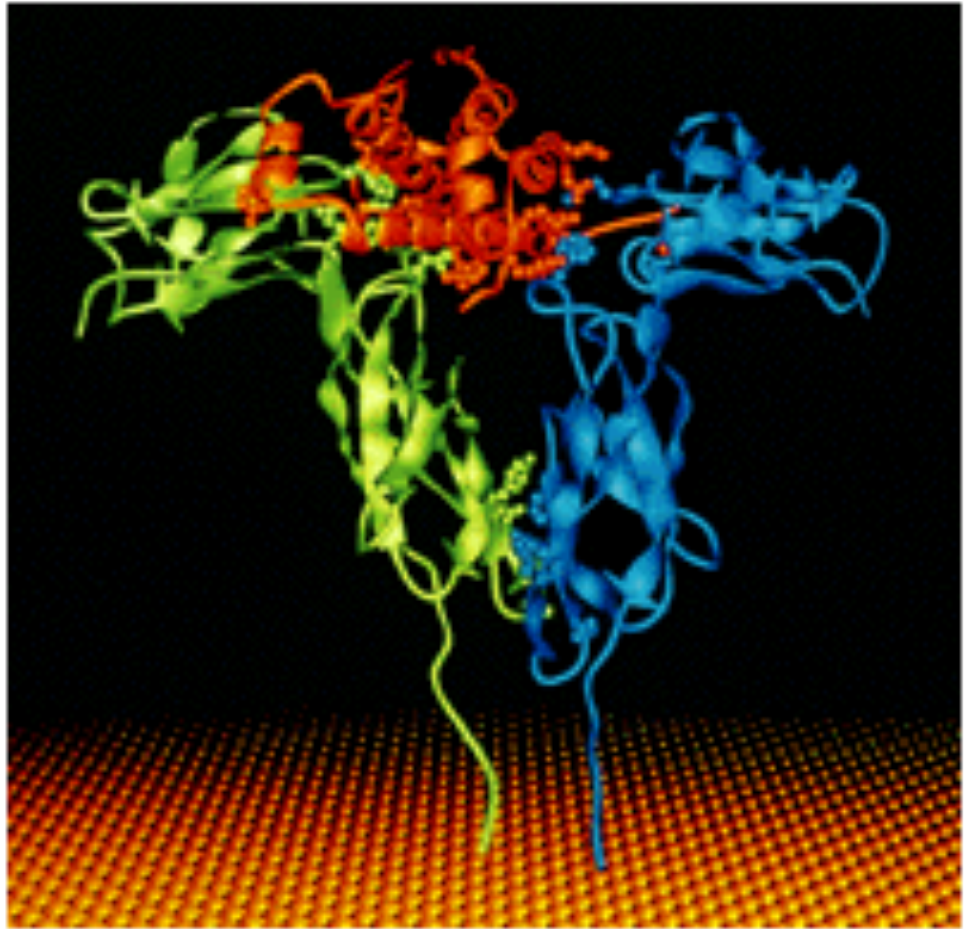
Biotecnologia animal,
produtividade e eficiência.

Efeito do bST no desempenho.

Variável	Controle	bST	P ²
Leite			
produção, kg/d	24.6	32.9	.01
teor gordura, %	3.5	4.3	.01
proteína, %	3.2	3.1	NS
Células Somáticas, 10 ³ /L	94	93	NS
Cons. Energia Líquida, kg/d	35.5	34.9	NS
Balanço de Energia, Mcal/d	7.7	-1.1	.01

Hormônio do crescimento.

Estrutura 3D do hST ligado ao receptor determinada por cristalografia de raio-X da proteína recombinante.
(deVos et al., *Science* 255:306, 1992).



Uso do bST - questões políticas

1. Primeira biotecnologia.
2. Câncer, doenças semelhantes à AIDS, vaca-louca, pês e antibióticos no leite, leite de menor valor nutritivo, redução no preço do leite, enorme redução no consumo de leite, falência de produtores e falência de outros agentes da cadeia produtiva.

Efeitos do bST - segurança

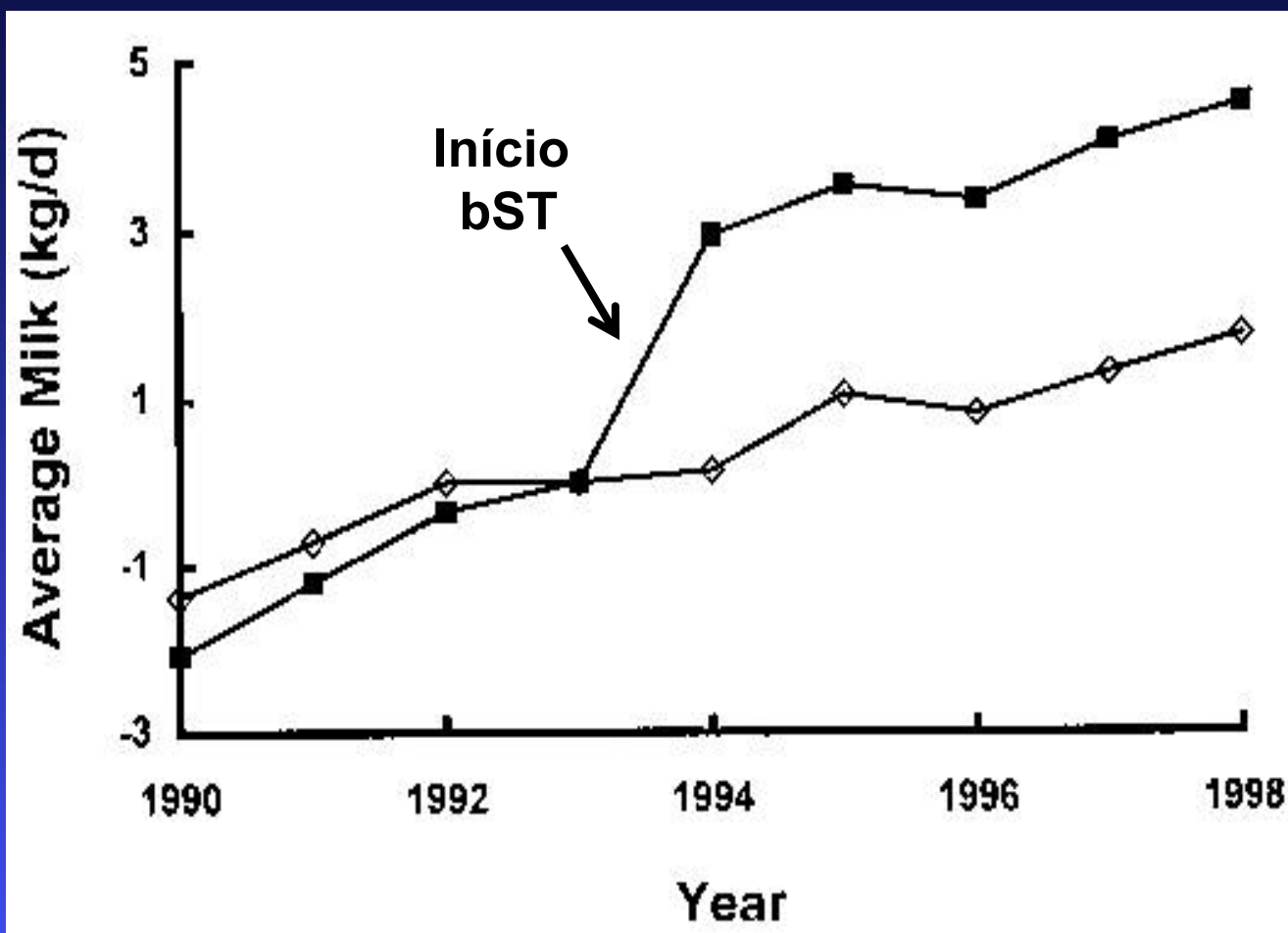
- Consultadas praticamente todas associações médicas/saúde e sociedades científicas:
 - ◆ American Medical Association.
 - ◆ American Academy of Pediatrics.
 - ◆ American Cancer Society.
 - ◆ Council on Agricultural Science and Technology.
 - ◆ World Health Organization/FAO.
 - ◆ Aprovado em mais de 30 países.

Efeitos do bST - prática

■ Impactos práticos:

1. Mais de 1,5 bilhões de doses/dia vendidas.
2. Produção de leite aumentou como previsto sem efeito deletérios à saúde dos animais.
3. Aumento de 2% no consumo de leite (1995).
4. Consumo de leite livre de bST <2% mercado.

Efeito do bST na produção de leite no nordeste do EUA.



EFEITO DO bST

- + Mais leite de mesma composição
- + Aumento da eficiência de produção
- Menor produção de poluentes.

☞ Consumidor de baixa renda.

☞ Beneficia: consumidor, produtor e a sociedade

☞ bST: reduz os custos ambientais

- 6% área agricultável
- 5% perdas de solo por erosão
- 9% emissões de metano
- 6% uso de combustíveis fósseis
- 9% demanda de água para irrigação

Manipulação do Metabolismo Animal – uso de proteínas recombinantes.

- Oportunidade de ganhos sem precedentes.
- Desempenho, eficiência e qualidade.
 - ◆ pST (+15% ganho; +40% conversão; +45% músculo; -80% gordura)

Aumento da eficiência de conversão alimentos

- Redução da área agrícola necessária.
- Redução no uso de terras marginais.
 - ◆ Menos erosão.
 - ◆ Menor contaminação do lençol freático.
 - ◆ Redução do risco.
- Caminho para sustentabilidade.

Crescimento, composição do
ganho de peso e conversão
alimentar.

Efeito do pST na deposição de gordura.



Controle



+ pST

Bovinocultura de Corte

■ Eficiência de conversão alimentar

- + Mais magro o ganho de peso
- + Mais rápido o ganho de peso
- + Maior o rendimento de carcaça e/ou músculo

■ Qualidade da carne

- Requer gordura de proteção da carcaça
- Requer gordura para paladar

4. Plantas

- Biotecnologia e bovinos de corte

Plantas Transgênicas.

■ Plantas transgênicas:

- ◆ Resistência herbicidas e doenças (1ª geração).
- ◆ Mais produtivas.
- ◆ Menos subst. Antinutricionais (fitato, lignina)
- ◆ Valor energético (% óleo, tipo de óleo).
- ◆ Valor protéico (% lisina, metionina, etc).

■ Mais resistentes.

- ◆ Seca, pH, Al
- ◆ Insetos (no campo, armazenagem)
- ◆ Fungos (micotoxinas).

Alimentos para produção animal – Brasil.

Total de Concentrados 35 milhões ton.

■ Milho 65%

■ **Farelo de soja** 13%

■ **Algodão/farelo** 6%

Sindirações (2000)

5. A cadeia alimentar

- Biotecnologia e bovinos de corte

Multiplicação dos Benefícios da Biotecnologia em Produção Animal

- Conceito de “Cadeia alimentar”.
- Adoção biotecnologia multiplica benefícios.

0.80 Grãos 20% mais de produção	x 0.90 Armazenagem 10% menos de perdas	x 0.90 x 0.80 ANIMAL 30% conversão	= 50% de área = produção
---	--	---	---

Multiplicação dos Efeitos da Biotecnologia na Indústria Animal

- Enormes benefícios (e.g. ambientais).
- Mudanças enormes (e.g. impacto prod.).
- Custo social de perder produtores
 - ◆ Diferente em países desenvolvidos x desenvolvimento.

7. Impacto e risco.

Desenvolvimento e transferência de biotecnologia em países em desenvolvimento.

- 1. Aumento da produção e eficiência.**
- 2. Redução do custo de produção.**
- 3. Redução da necessidade de área agrícola.**
- 4. Redução de poluentes.**
- 5. Mudança da composição dos produtos para beneficiar os consumidores.**

Compreensão e Regulamentação

- Segurança para o consumidor.
- Segurança para o animal.
- Segurança para o meio ambiente.
- Considerações culturais.
- Considerações econômicas (barreiras não tarifárias).

Quem deve tomar as decisões?

Tecnologia da informação.

Tomadores de Decisões

- Cientistas.
- Companias.
- Extensionistas.
- ONGs.
- Consumidores ricos.
- ~~Consumidores pobres.~~

MANIPULATES *An Expert's Inside Look At*

THE STEROIDS GAME



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

Androgenic Anabolic Steroid Use In Sports

Part 3: Can We Give Athletes A Viable Alternative?

2

Qu Bob Lee

"Anyone who wants to just train drug-free should know that strength training, conditioning and nutrition science are growing by leaps and bounds, and that they can achieve higher goals without drugs than ever before."

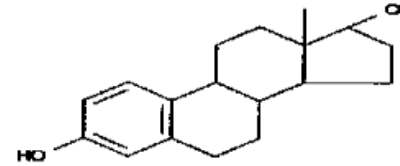
[illegible]

Implante combinado estrogênio/androgênio em novilhos confinados por 115 dias.

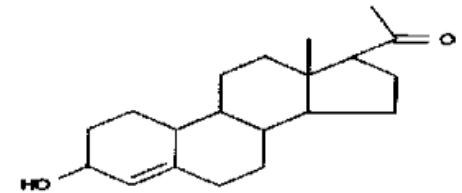
	Controle	Estrogênio + Androgênio
Peso Final, kg	575	614
Ganho de peso, kg/d	1,55	1,87
Consumo, kg/d	9,7	10,8
Conversão	6,3	5,8
Teor de gordura, %	33,7	33,3
Espessura de gordura, mm	7,9	9,4
Área de olho de lombo, cm²	85,1	91,0

Esteróides

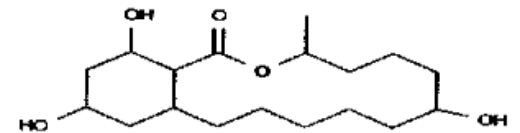
Estradiol



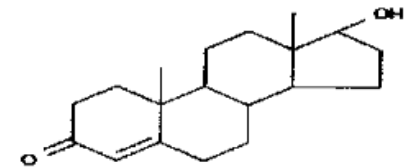
Progesterone



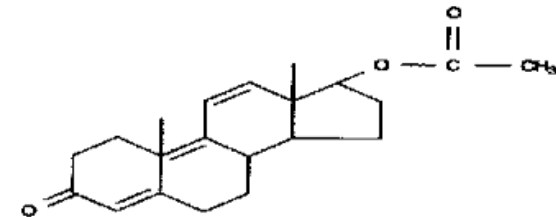
Zeranol



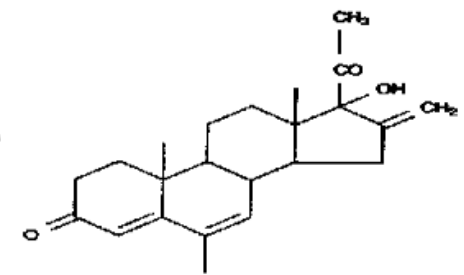
Testosterone



Trenbolone acetate (TBA)



Melengestrol acetate (MGA)



Esteróides e a segurança do consumidor.

Alimento	Quantidade	Esteróide
Novilho sem implante	500 g	6,1 ng estrogenio
Novilho + estrogênio	500 g	11,4 ng estrogenio
Vaca	500g	75,0 ng estrogenio
Leite	500 ml	75,0 ng estrogenio
Óleo de soja	10 ml	20.000,0 ng estrog.
Tourinho	500 g	1.560,0 ng androg.
Novilho + TBA	500 g	140,0 ng androg.
Homem adulto	24 horas	6.500.000 androgênio
Mulher adulta	24 horas	540.000 estrogênio

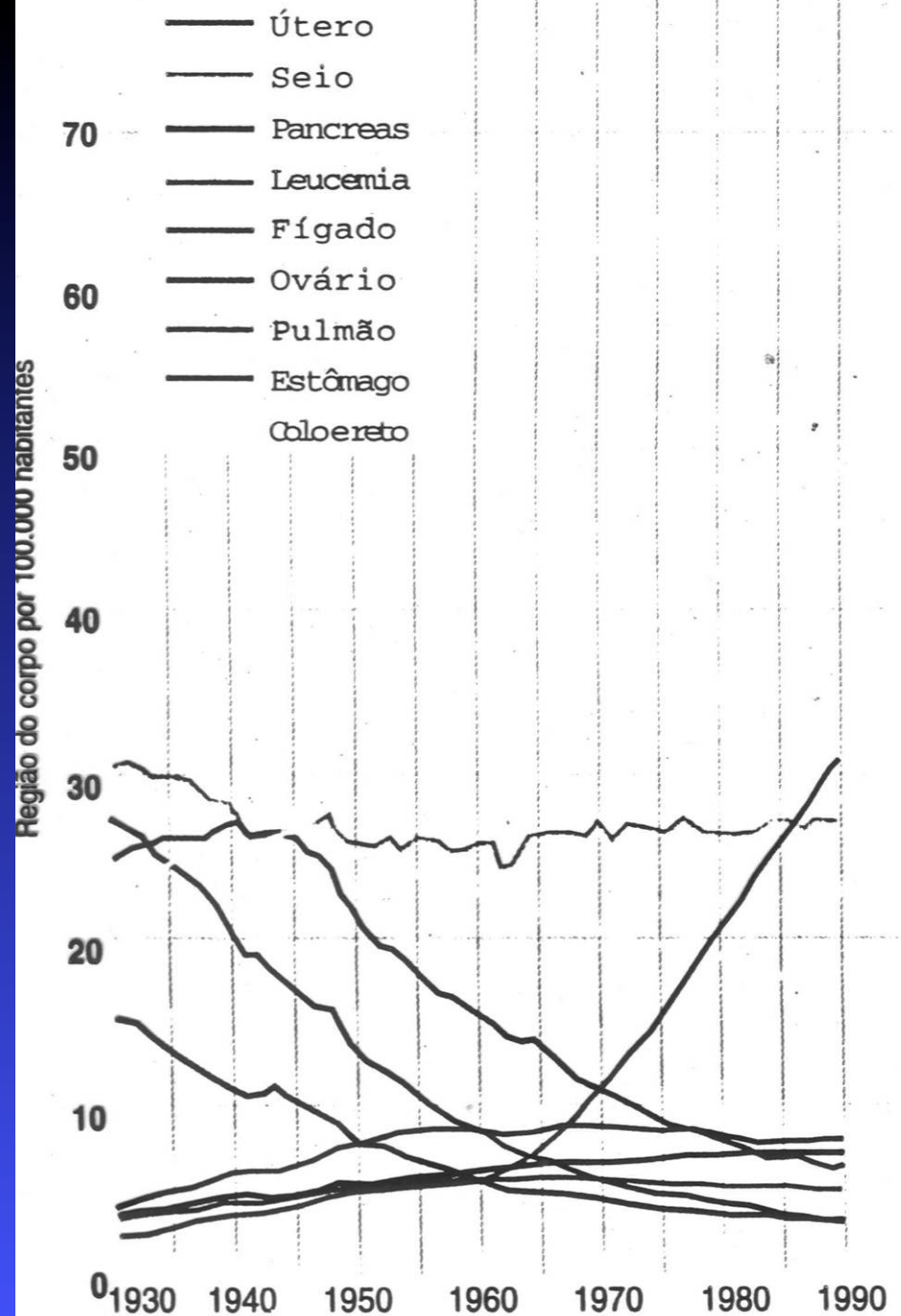
Implicações: Uso de Hormônios e anabolizantes.

- Ferramenta amplamente utilizada.
- Efeitos muito pronunciados.
- Benefícios econômicos e ambientais.
- Legislação nacional diferente dos outros exportadores.
- Uso de esteróides endógenos aumenta [esteróides].
- Mercado negro internacional (tb nacional).
- Questões segurança/culturais/socio-econômicas.
- Avanço no conhecimento dos mecanismos.

(em homens, nos Estados Unidos, entre 1930 e 1990)



Incidência de Cancer em Mulheres



Risco

■ Nada tem risco zero.

Qual o risco associado ao uso de caroço de algodão após 14 pulverizações?

X

Qual o risco associado ao algodão transgenico?

Conclusões

1. Próximos 20 anos - formidável aumento da demanda produtos animais.
2. Biotecnologia - oportunidades sem precedentes.
3. O uso combinado de biotecnologias na agric/pecuária aumentará a segurança alimentar.
4. A transferência dos benefícios da biotecnologia, levará a extraordinários benefícios ambientais.
5. Conservação e/ou preservação de ecossistemas intactos requer aumento eficiência de conversão.
6. Perdas de produtores pode ser muito séria.
7. Possib. de agregar valor a produtos animais.
8. Profissionais capazes de entender biologia.

Perguntas

