



FORO INTERNACIONAL
INNOVACIÓN PARA
LA SUSTENTABILIDAD
EN LA AGRICULTURA

Seguridad alimentaria y el uso de plaguicidas

Prof. Dra. Elizabeth Nascimento
Toxicología, FCF/USP/SP





FÓRUM INTERNACIONAL
INOVAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE
NA AGRICULTURA

Seguridad alimentaria y el uso de plaguicidas

Resumen

1. Consideraciones sobre alimentos
2. Consideraciones sobre sustancias tóxicas en alimentos
3. Plaguicidas/Defensivos Agrícolas/Agroquímicos/Agrotóxicos
4. Consideraciones sobre riesgos asociados a los residuos presentes en alimentos
6. Programas de validación de residuos



Los alimentos son una necesidad vital y también fuente de placer. En este segundo contexto, son al mismo tiempo nuestra redención y nuestra perdición, conduciendo directamente del jardín del Edén a la obesidad, diabetes, problemas cardiovasculares, intoxicaciones



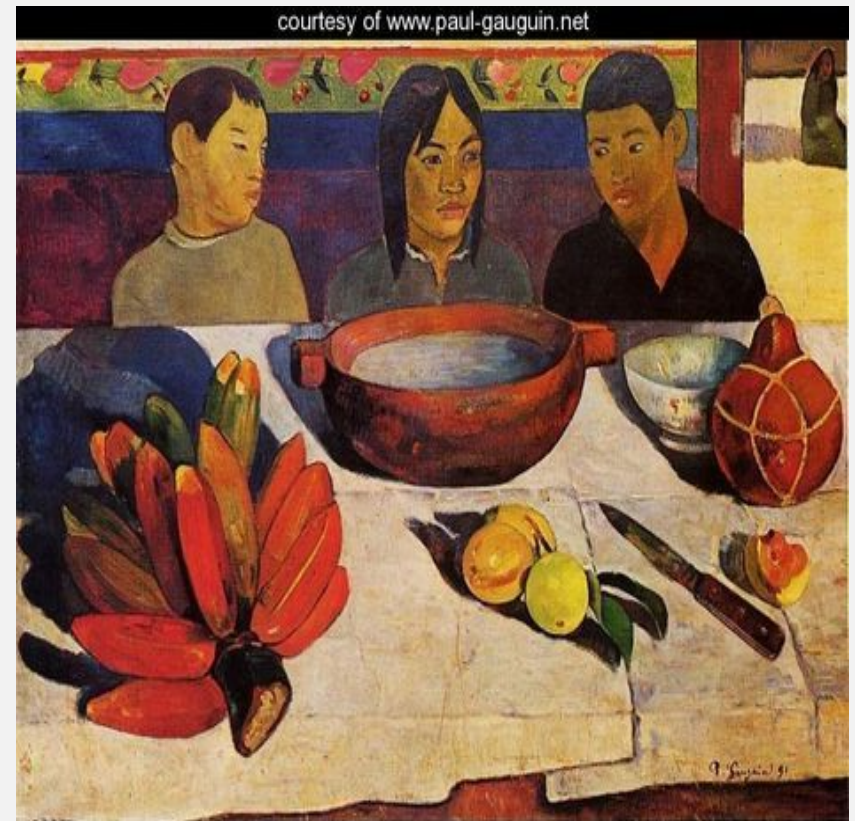
FÓRUM INTERNACIONAL
INOVAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE
NA AGRICULTURA

El alimento es fundamental para la buena salud

“En el caso de los alimentos, la **exposición es intencional.**”

“No comer causa más riesgos a la salud que comer, y por norma, no comer produce riesgos más graves que los causados por la mayoría de las sustancias tóxicas conocidas en los herbicidas presentes en alimentos.”

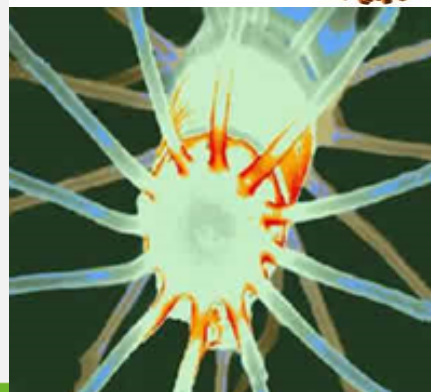
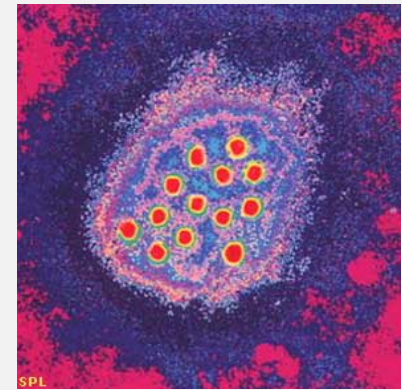
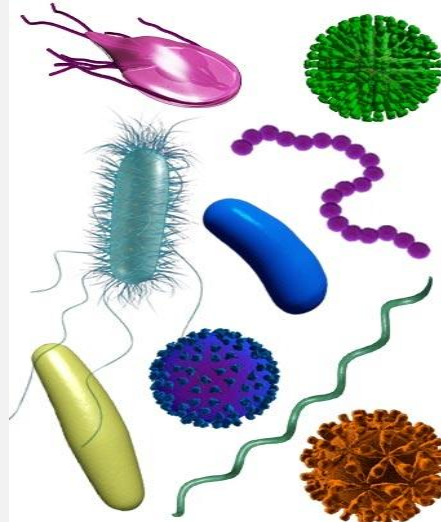
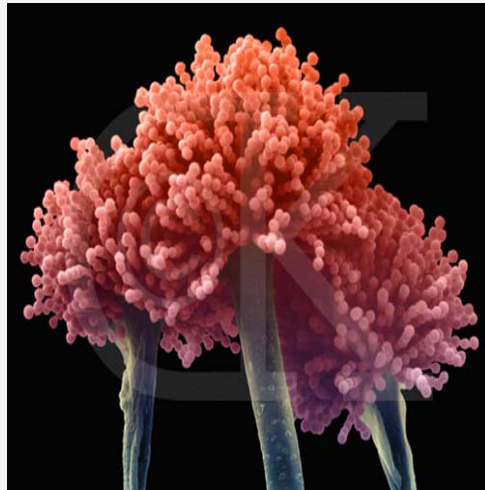
Kroes, et al. Food and Chemical Toxicology 40 (2002) 327–385





Problemas microbiológicos en alimentos

Bacterias
Virus
Hongos
Protozoarios
Levaduras



Agentes químicos de importancia toxicológica

Sustancias Tóxicas naturalmente presentes en alimentos

Origen vegetal

Yuca: glicosidos cianogenos

Tomate: oxalatos

Papa: solanina/ solasodina

Soya/Coliflor: glicosideos
bociogénicos

Champiñones: alcaloides

Nuez moscada: miristicina

Espinacas: NO₂-; NO₃-

Café; guaraná; cacao: xantinas



Origen animal

Carne: alta concentración de
aminas biogénicas tiramina,
dopamina, triptamina,
serotonina

Hígado: Vitaminas A e D (hiper
vitaminoso)

Queso: tiramina (aumento de la
concentración de
norepinefrina)

Pescado: ciguatoxina; saxitoxina



Agentes químicos de importancia toxicológica

Aditivos no permitidos

Aditivos en concentraciones excesivas.





Agentes químicos de importancia toxicológica

CONTAMINANTES

- Metales
- Migración de contaminantes de envases
- Nitrosaminas
- HAP's, PCB's
- Dioxinas, benzofuranos, residuos de medicamentos veterinarios, antibióticos, agentes anabolizantes
- **plaguicidas ...**





CONTAMINANTES - Codex

Cualquier sustancia *no intencionalmente* adicionada a los alimentos, pero presente como resultado de la producción, fabricación, preparación, tratamiento, empaquetado, transporte o manipulación, o resultante de contaminación ambiental

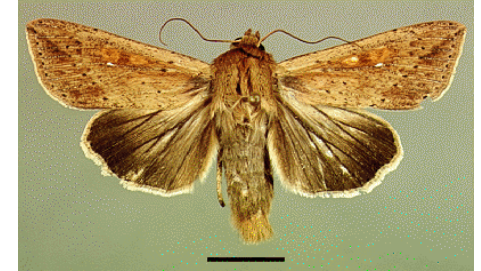
Codex Alimentarius - GSCTF – Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Foods

ppm, ppb, ppt

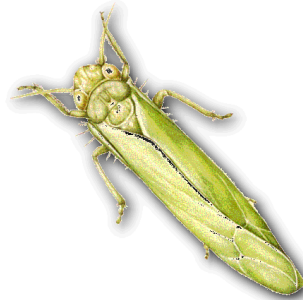




PLAGUICIDAS



La sustancia o la mezcla de sustancias destinadas a destruir, controlar o prevenir la acción de plagas de origen animal o vegetal perjudiciales al cultivo, a la ganadería y a sus derivados.

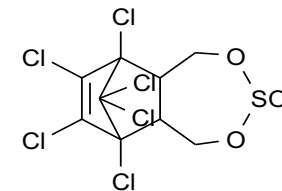
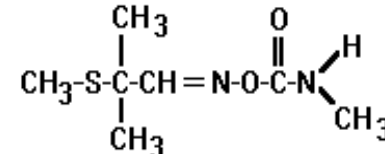
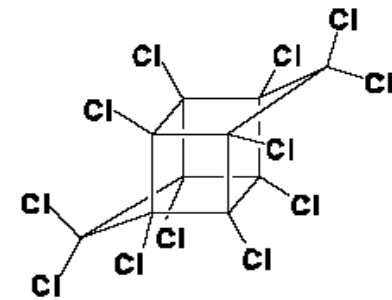
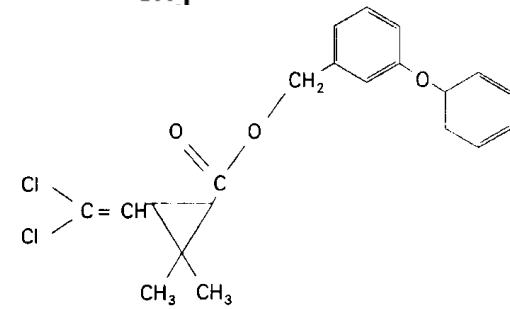
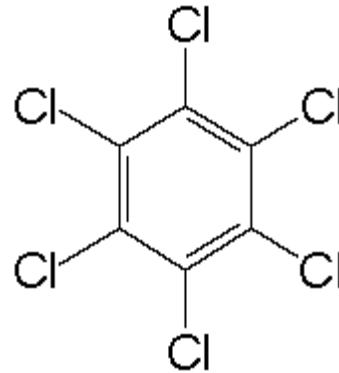
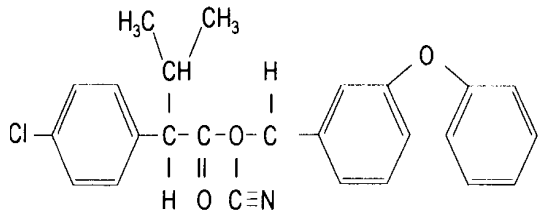




FÓRUM INTERNACIONAL
INOVAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE
NA AGRICULTURA

Plaguicidas

Compuestos con estructuras químicas diversas, objetivos diversos y por lo tanto características de exposición diversas (propiedades físico-químicas, formulación, forma de aplicación, tiempo y frecuencia....)





Conceptos básicos

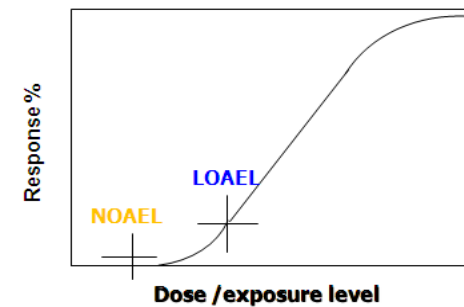
- Evaluar la posibilidad que sucedan efectos adversos (cualitativa)

¿Esto es seguro?

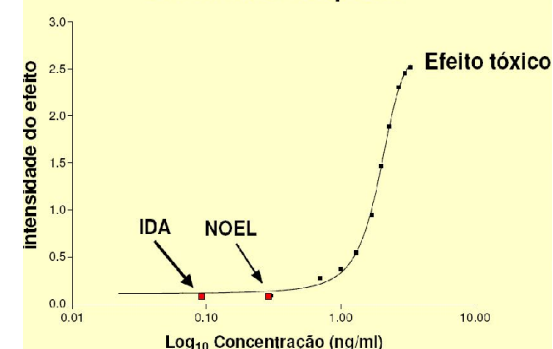
- Estudiar la naturaleza y el modo de acción de los efectos adversos (cuantitativa)

¿Cual es la concentración segura?

Dose/Response relationship



Curva dose-resposta





SEGURIDAD ALIMENTARIA

Efectos agudos (ej: accidentes tóxicos)

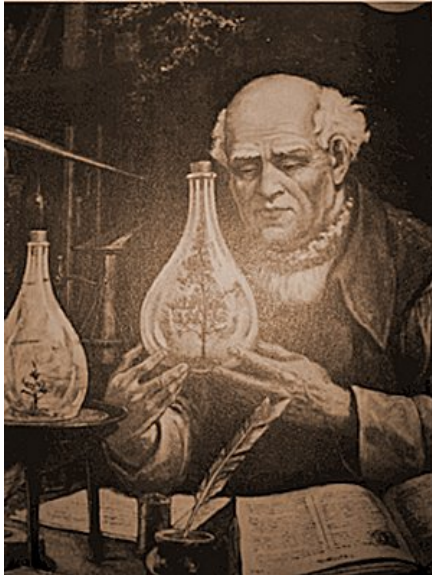
X

Efectos crónicos (grande preocupación por carcinógenos)



FÓRUM INTERNACIONAL
INOVAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE
NA AGRICULTURA

- Desde Paracelsus, la dosis hace el “veneno”



1493 - 1541

Peligro \neq Riesgo

Riesgo = tiene mucho que ver con la exposición

Peligro=Toxicidad: Propiedad inherente de la sustancia en causar efecto nocivo

Riesgo: Es la probabilidad que la sustancia produzca daño en determinadas condiciones.

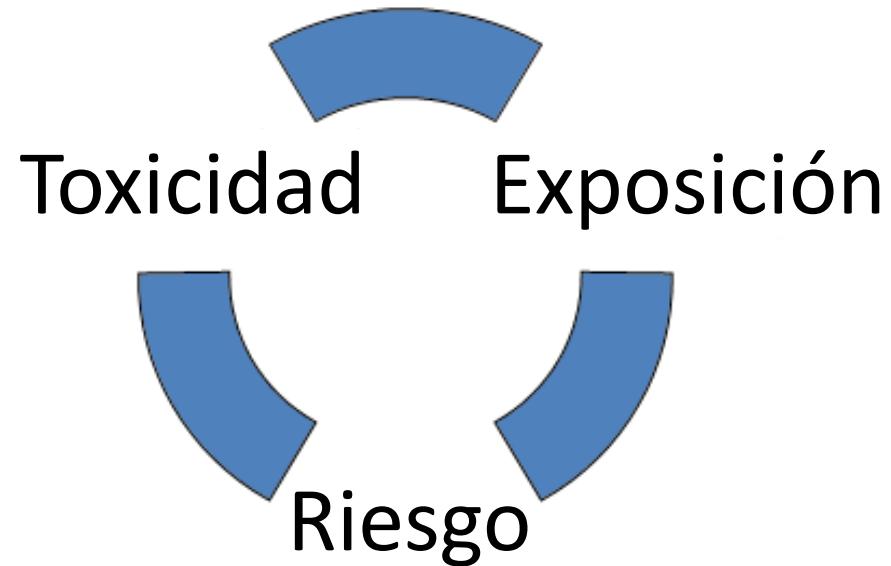
Riesgo = Toxicidad x Exposición

Seguridad: Es la probabilidad que la sustancia no produzca daño sobre determinadas condiciones

No existe riesgo cero, ni seguridad absoluta



FÓRUM INTERNACIONAL
INOVAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE
NA AGRICULTURA



Wal & Pascal, 2000 ‘**riesgo**’ - es función de la **probabilidad** que suceda un efecto adverso a la salud y la intensidad de este efecto, resultante de la **exposición** a un **tóxico** presente en el **alimento**



VALIDACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

Proceso de estimación de asociación entre la exposición a un agente químico o uno físico y la incidencia de algún resultado adverso.

1. Identificación del Peligro/Toxicidad

- ¿Cuál es el efecto nocivo causado por el plaguicida?

2. Caracterización del Peligro

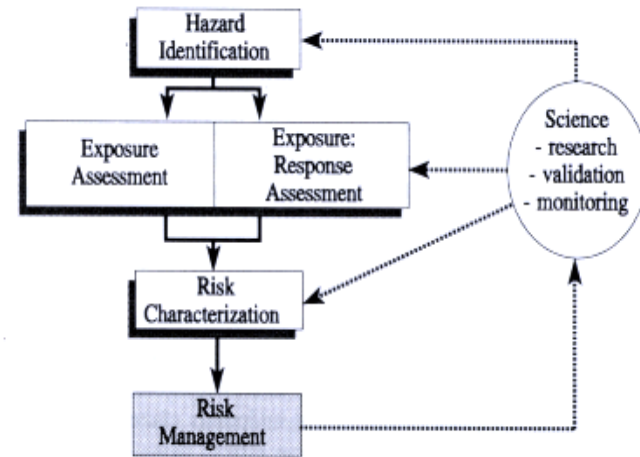
- Relación dosis/respuesta
- Dosis segura para humanos

3. Estimación de la Exposición

- ¿Cuál es la ingesta diaria en humanos?

4. Caracterización del Riesgo químico

- ¿Cuál es el riesgo asociado a la exposición?



National Research Council, Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. National Academy Press, Washington, DC, 1983



Dosis de referencia aguda

Dosis en la cual no se espera observar daño en función a una única exposición

$$\text{DRf aguda} = \frac{\text{NOAEL}}{\text{FI}}$$

$$\% \text{ aDRf} = \frac{\text{exposición única (pico) dieta} \times 100}{\text{DRf aguda}}$$

Dosis de referencia crónica

Dosis a través de la dieta a la cual individuos pueden se expuestos todos los días sin presentar efectos adversos.

$$\text{DRf Crónica} = \frac{\text{NOAEL}}{\text{FI}}$$

$$\% \text{ cDRf} = \frac{\text{Promedio de la exposición dieta} \times 100}{\text{DRf crónica}}$$



Riesgo a la salud humana causado por Residuos de Plaguicidas en Alimentos

Validados por parámetros como:

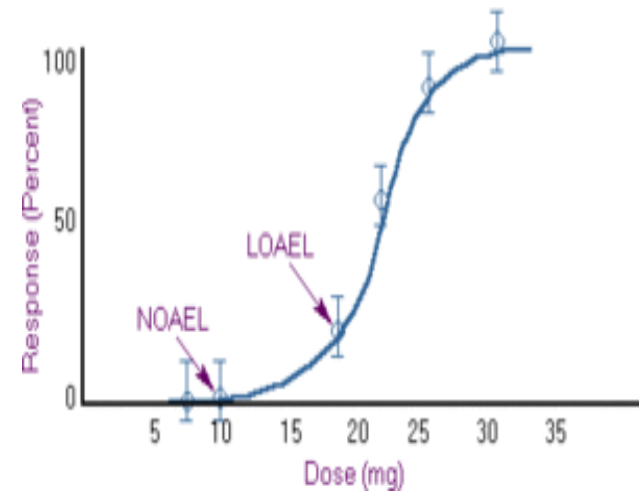
- IDA (Ingestión Diaria Aceptable)

$$IDA = \frac{NOEL}{NOAEL}$$

FS

- $MOE = \frac{NOEL}{NOAEL}$
Exposición humana estimada
(nivel de exposición)

MOE= margen de exposición





Seguridad de los alimentos

• TOXICOLOGÍA

IDA/LMP/LT

Legislaciones

Organizaciones internacionales

JECFA/JMPR

• HACCP- análisis de peligros y puntos críticos de control

Origen del alimento

Información del proveedor

Prácticas agrícolas

Monitoreo



LMR – Limite máximo de resíduos

Considerados inapropiados cuando los residuos presentes son:

- Mayores del LMR permitido por la legislación brasileira
- Medicamentos no aprobados para uso en cualquier concentración



RESIDUOS

LIMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS (LMR)

En Brasil, establecer los límites máximos de residuos (LMR) es competencia del Ministerio de Salud.

También se consideran:

- Los interiorizados en el MERCOSUR,
- Los recomendados por el Codex Alimentarius
- Los dictados por las Directivas de la Unión Europea
- Los utilizados por FDA/USA.

CONTRIBUYEN CON EL ANÁLISIS DE RESIDUOS:

- Organizaciones gubernamentales
- Cooperativas
- Industrias de alimentos
- Supermercados
- Academia





Límite Máximo de Resíduos (LMR)

FAO/WHO Food Standards ENGLISH | FRANÇAIS | ESPAÑOL

CODEX alimentarius

ABOUT CODEX MEETINGS AND EVENTS OFFICIAL STANDARDS

Pesticide Residues in Food

Maximum Residue Limits; Extraneous Maximum Residues

- Official Codex Standards
- Pesticide MRLs** ←
- Veterinary Drugs MRLs
- GSFA Online (Food Additives)
- Special Publications
- Sales and Marketing

Select Pesticide or Commodity to define your query [Help](#)

---ALL---	---ALL---
1,2-DIBROMOETHANE	Alfalfa fodder
1,2-DICHLOROETHANE	Alfalfa forage (green)
2,4,5-T	Almond hulls
2,4-D	Almonds
2-PHENYLPHENOL	Apple
ABAMECTIN	Apple juice
ACEPHATE	Apple pomace, Dry

Output Style: By Substance By Commodity



Control de la calidad en alimentos/ Validación de la presencia de contaminantes en Alimentos



PLANO NACIONAL DE CONTROLE DE RESÍDUOS E CONTAMINANTES EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL



Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de

Doenças Transmitidas por

Alimentos



**PROGRAMA DE ANÁLISE DE
RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM
ALIMENTOS (PARA)**

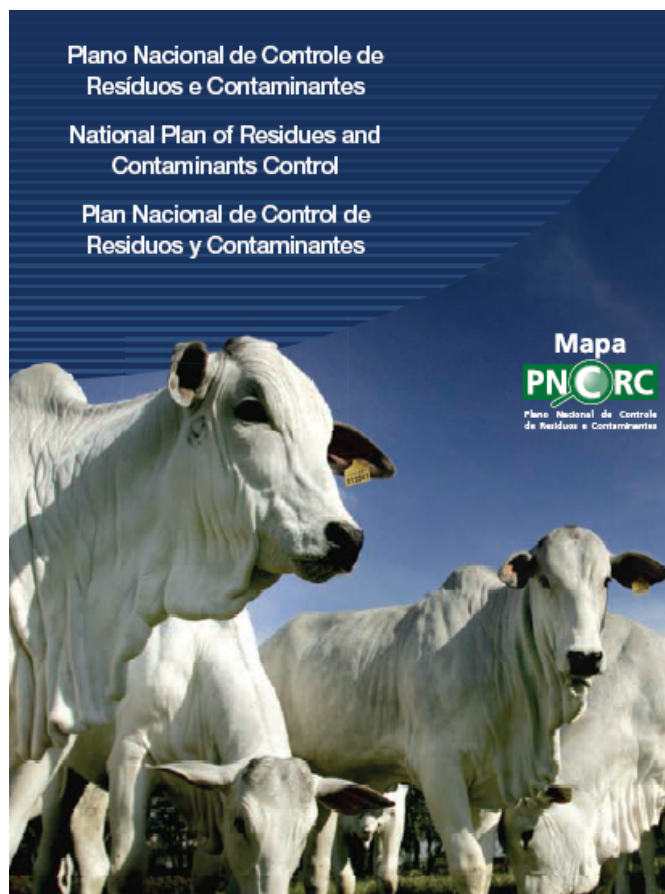
RELATÓRIO COMPLEMENTAR RELATIVO A
SEGUNDA ETAPA DAS ANÁLISES DE
AMOSTRAS COLETADAS EM 2012

Gerência-Geral de Toxicologia

Brasília, outubro de 2014.



Programas de Control de Residuos y Contaminantes (PNCRC/Animal)



- Objetivo: verificar la eficacia de los autocontroles adoptados por el sector industrial de productos de origen animal consumidos en Brasil y destinados para la exportación;
- Los análisis fueron realizados en carne bovina, de cerdo, equino, de aves y de avestruz, además de leche, miel, huevos y pescado. De 14.956 análisis en laboratorios, 99,54% estaban conformes al estándar del programa.

Diário Oficial da União

Nº 63, quarta-feira, 3 de abril de 2013



RESULTADOS NÃO-CONFORMES DETECTADOS NO ÂMBITO DO PNCR 2017

Espécie/categoria animal amostrada	Substância	Tecido/Produto analisado	Limite de referência	Número total de amostras analisadas / número de amostras violadas e % de amostras violadas	Concentração das amostras violadas
Bovino Abatido	Cádmio	Rim	1000µg/kg	200/3 (1,50%)	1572,62; 1290,49; e 1321,82 µg/kg
Bovino Abatido	Ivermectina	Fígado - 607 ⁽¹⁾ Músculo - 124 ⁽¹⁾	100 µg/kg (Fígado) 30 µg/kg (Músculo)	731/8 (1,09%)	[Fígado] 133,66; 137,08; 137,29; 194,61; 222,52; 277,92; 398,72 e 668,32 µg/kg
Bovino Abatido	Doramectina	Fígado - 607 ⁽¹⁾ Músculo - 124 ⁽¹⁾	100 µg/kg (Fígado) 10 µg/kg (Músculo)	731/1 (0,14%)	[Fígado] 148,41 µg/kg
Bovino Abatido	Ractopamina	Urina - 149 ⁽¹⁾ Músculo - 150 ⁽¹⁾	1,00 µg/l (Urina) 0,1 µg/kg (Músculo)	299/1 (0,33%)	[Urina] 24,00 µg/l
Bovino Abatido	Zeranol	Urina	2,00 µg/l	602/2 (0,33%)	2,60 e 3,70 µg/l
Aves de Corte	Arsênio	Fígado	1000µg/kg	197/1 (0,51%)	1552 µg/kg
Aves de Corte	Nicarbazina	Músculo	200µg/kg	603/3 (0,49%)	383,89; 537,82 e 841,46 µg/kg
Aves de Corte	Sulfaquinoxalina	Músculo	100µg/kg	605/1 (0,17%)	160,47 µg/kg
Aves de Corte	Doxiciclina	Rim - 605 ⁽¹⁾ Músculo - 607 ⁽¹⁾	600 µg/kg (Rim) 100µg/kg (Músculo)	1212/1 (0,08%)	[Músculo] 174,15 µg/kg
Suíno abatido	Diclofenaco	Músculo	5,00 µg/kg	62/1 (1,61%)	7,38 µg/kg
Suíno abatido	Enrofloxacina	Músculo	100,00 µg/kg	604/2 (0,33%)	605,16 e 625,82µg/kg
Suíno abatido	Doxiciclina	Músculo - 604 ⁽¹⁾ Rim - 604 ⁽¹⁾	100,00 µg/kg (Músculo) 600,00 µg/kg (Rim)	1208/3 (0,25%)	[Músculo] 151,19 e 217,2µg/kg [Rim] 1092,78µg/kg
Suíno abatido	Dihidroestreptomicina	Rim	1000,00 µg/kg	604/1 (0,17%)	7311,86µg/kg
Suíno abatido	Beta boldenona ⁽³⁾	Urina	1,00 µg/kg	64/1 (3,12%)	1,49 e 6,22 µg/kg
Leite	Clorpirifos	Leite	20,00µg/l	47/1 (2,13%)	30,57 µg/l
Leite	Espiramicina	Leite	200,00 µg/l	554/2 (0,36%)	973,86 e 1117,56 µg/l
Leite	Ivermectina	Leite	10,00µg/l	276/1 (0,36%)	38,31 µg/l
Leite	Cloxacilina	Leite	30,00 µg/l	554/1 (0,18%)	305,77 µg/l
Ovos	Enrofloxacina	Ovos	10µg/kg	276/5 (1,81%)	31,38; 74,59 ⁽²⁾ ; 81,18; 92,15 e 233,97 µg/kg
Ovos	Nicarbazina	Ovos	300µg/kg	276/1 (0,36%)	654,2 µg/kg ⁽²⁾
Ovos	Sulfametazina	Ovos	10µg/kg	276/1 (0,36%)	42,04 µg/kg
Equino Abatido	Cádmio	Músculo	200,00 µg/kg	39/3 (7,69%)	260,59; 277,00 e 1201,25 µg/kg
Pescado de captura	Arsênio ⁽⁴⁾	Músculo	1000,00 µg/kg	47/3 (6,38%)	1564,00; 3201,00 e 5004,00 µg/kg

⁽¹⁾ Diferentes lotes de animais amostrados.

⁽²⁾ Uma mesma amostra violada para Enrofloxacina e Nicarbazina.

⁽³⁾ Presença da substância atribuída a produção endógena.

⁽⁴⁾ A concentração indicada se refere a arsênio total. As frações inorgânicas são tidas como as críticas quanto ao aspecto de saúde pública. Nos peixes, a concentração de arsênio inorgânico é, em geral, pequena fração do arsênio total.

1 2 4 5 9 4 4 0 muestras: 9 9 , 6 5 % estándar

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/documentos-da-pncrc/ResultadosPNCRC2017Detalhado.pdf>



**PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE
AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS
PARA**

**RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS MONITORADAS
NO PERÍODO DE 2013 A 2015**

Gerência-Geral de Toxicologia

Brasília, 25 de novembro de 2016.

http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8



PROGRAMA DE ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS – PARA EL INFORME DE ACTIVIDADES DE 2013 a 2015

Número de agrotóxicos detectados nas amostras monitoradas versus número de agrotóxicos detectados como não autorizados para a cultura

Alimento	N de agrotóxicos detectados nas amostras monitoradas	N de agrotóxicos NA detectados nas amostras monitoradas	% de agrotóxicos detectados como NA do total de agrotóxicos detectados
Milho (Fubá)	7	1	14%
Batata	18	3	17%
Tomate	63	13	21%
Laranja	64	14	22%
Maçã	47	11	23%
Trigo (Farinha)	17	4	24%
Banana	23	6	26%
Feijão	45	14	31%
Cebola	6	2	33%
Arroz	33	13	39%
Mamão*	49	23	47%
Abacaxi*	12	6	50%
Repolho*	19	10	53%
Manga*	15	8	53%
Pepino*	38	21	55%
Cenoura	36	20	56%
Uva	51	29	57%
Morango*	48	31	65%
Pimentão*	59	42	71%
Alface*	42	30	71%
Beterraba*	14	11	79%
Abobrinha*	31	25	81%
Couve*	35	29	83%
Goiaba*	43	38	88%
Mandioca* (Farinha)	9	8	89%

NA – Não autorizado para a cultura agrícola

*CSFI (Minor Crops)

Si un residuo excede el LMR o no es autorizado para el cultivo, existe una irregularidad. Sin embargo, no necesariamente el consumidor estará en riesgo.

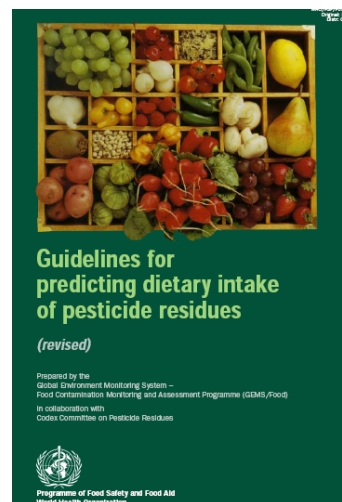


Cálculo de la ingesta diaria aceptable/ Comparación entre IDA y la Ingestión Diaria Máxima Teórica/ 4a. Fase de la validación del Riesgo químico

Ingesta diaria máxima teórica - IDMT

- Prevención de la ingesta máxima diaria de residuo de un plaguicida, basándose en el promedio de consumo, por persona, del alimento que contenga o nivel máximo de residuo.

IDMT - comparada IDA



<http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/pesticides/en/index.html>



Exceder la Ingestión Diaria Aceptable - IDA

- IDA basada en estudios crónicos de experimentación animal
- IDA basada en NOAEL/NOEL usando factores de seguridad (100)
- NOAEL/NOEL basado en efecto adverso más sensible (ej, inducción enzimática, parámetros bioquímicos)

Valores de exposición reales inferiores la IDA deben ser considerados aceptables y seguros



FÓRUM INTERNACIONAL
INOVAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE
NA AGRICULTURA

“Seguridad alimentaria y el uso de defensivos”



¡Muchas gracias por la atención!