

# SEGURIDAD ALIMENTARIA EN ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL: RESIDUOS QUIMICOS (PARTE 1)



**Autor:** Ingº Félix Carlos Carlos – Asesor Técnico Reinmark SRL  
M.V. Arnaldo Alvarado Sánchez – Jefe de Laboratorio Bioservice SRL

## 1. Introducción

**J**unto con la globalización y el vertiginoso cambio a nivel tecnológico y mejora en la calidad de vida de las personas, día a día surge la búsqueda y satisfacción de nuestra alimentación a través de alimentos inocuos y saludables. Según la FAO, inocuidad de los alimentos engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos.

Con el incremento global de distribución de los alimentos, los diferentes países de nuestro mundo son más dependientes unos de otros respecto a la distribución de alimento.

Cuando se plantea la preocupación por la higiene de los alimentos se está entendiendo como el amplio concepto que incorpora inocuidad y calidad o idoneidad de los alimentos de acuerdo a lo citado en el documento FAO/OMS, "Garantía de la Inocuidad y Calidad de los Alimentos", donde se establece que:

"Los términos inocuidad de los alimentos y calidad de los alimentos pueden inducir a engaño. Cuando se habla de inocuidad de los alimentos se hace referencia a todos los riesgos, sean crónicos o agudos, que pueden hacer que los alimentos sean nocivos para la salud del consumidor. Se trata de un objetivo que no es negociable. El concepto de calidad abarca todos los demás atributos que influyen en el valor de un producto para el consumidor". Por lo tanto el apropiado control en el proceso, bioseguridad, adecuada trazabilidad e higiene y buenas prácticas de manufactura constituyen los principales requerimientos de calidad e inocuidad para todas las empresas de alimentos.

Un rol importante dentro de los pre requisitos que garantizan la seguridad y calidad alimentaria es la correcta asignación de los análisis químicos dentro y a lo largo de la cadena alimentaria (seguimiento) que va desde la producción primaria hasta el consumidor y posteriormente desde el consumidor hasta el productor primario (Schwagele, 2005).

El presente artículo proporcionará una breve descripción sobre seguridad alimentaria relacionada con residuos o contaminantes que podrían encontrarse en distintos alimentos de origen animal, así como algunos casos de estudio a nivel mundial y el programa nacional de monitoreo de inocuidad alimentaria.

## 2.- Residuos inorgánicos y contaminantes

### 2.1. Metales pesados (tóxicos) en animales

#### Arsénico

Este elemento tóxico se encuentra mayormente en los alimentos de origen marino. El nivel detectable de este elemento se presenta por lo general en concentraciones marginales frecuentemente por debajo de los límites de detección.

El arsénico es clasificado químicamente como un metaloide, indispensable en algunas especies de animales como ratas, ovejas, aves jóvenes y no en humanos. Por lo tanto, los minerales no deben ser utilizados al azar. Su incorporación en las dietas debe ser precisa ya que existen interacciones entre ellos y los niveles de toxicidad están muy cercanos a las dosis recomendadas y un exceso afectaría significativamente el desempeño de los animales.

El arsénico puede llegar a la carne a través de dos vías: (1) a través de las plantas, las cuales crecen en suelos ricos u contaminados con As, (2) a través de fármacos u drogas utilizadas en la producción avícola. Cabe destacar que el arsénico ha sido hallado en distintos pesticidas. El arsénico bajo su forma química orgánica es menos nocivo que la inorgánica. El arsénico en su forma basal As es menos tóxico que su forma As<sup>3+</sup> y As<sup>5+</sup>, esta última forma química puede reducirse hasta As<sup>3+</sup> metilado. El arsénico causa en humanos desórdenes a nivel del sistema nervioso central y periférico, bloquea los vasos sanguíneos periféricos alterando el sistema hematopoyético. Como se mencionó anteriormente, la principal fuente de arsénico en los humanos son los alimentos de origen marino (peces y crustáceos) y carne (40 ug/día) (Pussa, 2013) El mecanismo celular de toxicidad del arsénico aun no es tan claro, lo que si se conoce es que cumple un rol importante en el estrés oxidativo en conjunto con las especies reactivas al oxígeno (Flora, 2011). Entre las diferentes rutas celulares que altera el arsénico se incluyen la expresión de factores de crecimiento, la supresión de

proteínas reguladoras del ciclo celular, la resistencia a la apoptosis, la inhibición de la reparación en el ADN, todas las que alteran el balance pro oxidante/antioxidante del organismo.

Las drogas órgano arsenicales son ampliamente utilizadas en la producción de pollos de engorde en los Estados Unidos. En una investigación realizada durante los últimos años, se demostró que compuestos como la Roxarsona (órgano arsénico) origina una acumulación de As a nivel de material queratinoso de las plumas de pollos broiler. Estas plumas fueron procesadas como harinas para su uso en alimentación animal y fertilizante orgánico. Una evaluación en seis estados de Estados Unidos demostraron que 22 muestras de harina de plumas contenían un alto porcentaje de arsénico (44-4100 ug/Kg) y que la forma tóxica inorgánica representaba el 37-83% de arsénico total (Nachman et al, 2012). Por lo tanto, productos derivados de plumas representan una fuente no reconocida de contaminación de As.

#### Cadmio

Es un metal pesado que se encuentra como contaminante ambiental, tanto bajo la forma natural, fuentes industriales y agronómicas. Los alimentos son la principal fuente de exposición de Cd para aquellas personas que no fuman, en general la absorción de Cd en humanos después de una exposición es relativamente baja (3-5%), sin embargo cabe destacar que su acumulación se da a nivel hepático y renal acumulándose hasta un tiempo de vida media entre los 10 y 30 años. El cadmio es un tóxico primario del hígado, principalmente

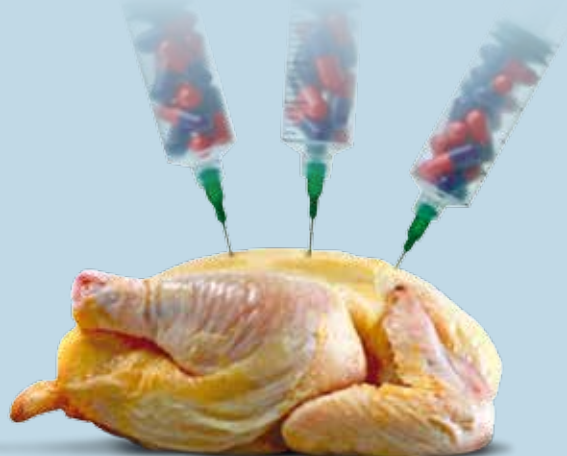
a nivel de las células del túbulo proximal en donde origina la acumulación y disfunción renal. Además se ha comprobado que causa desmineralización ósea, tanto de forma directa o asociada a problemas renales. La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer clasificó al Cd como carcinógeno primario (Grupo 1), en base a estudios ocupacionales.

La comisión de regulación Europea (EC, 2008) determinó el máximo nivel permisible para el Cadmio en carne de bovinos, cerdos y aves hasta 0,05 mg/Kg de peso y en vísceras comestibles hasta 0,5 mg/Kg para hígado y 1,0 mg/Kg en riñón.

#### Plomo

Se estima que aproximadamente la mitad de los seres humanos ingiere plomo a través del alimento siendo alrededor de la mitad de origen vegetal donde el contenido de plomo es alto.

Existe una amplia variación de ingesta de plomo a nivel mundial, por ejemplo en España es de 16 ug/día y de 280 ug/día en Italia. Esto resulta preocupante dado que la tasa de absorción (2-20%) del plomo a nivel del tracto gastrointestinal es baja e incompleta. El 90% del plomo absorbido es transportado como un complejo proteico dentro del eritrocito, teniendo un tiempo de vida media de 2-3 semanas. El plomo se distribuye en el organismo a nivel hepático y renal bajo la forma de fosfatos, pudiendo llegar a bilis y huesos. El efecto tóxico del plomo se manifiesta principalmente en desórdenes nerviosos, en el sistema hematopoyético y en el tracto gastrointestinal.



El contenido de plomo, como se mencionó anteriormente, varía ampliamente de acuerdo al tipo y procedencia de alimento. Perelló y colaboradores (2008), determinaron que en Chile, España y Italia, el mayor contenido de plomo se encuentra en carne de pescado. En la carne de cerdos, pollos y ovinos se encontró en un intervalo de 1,4-56 ug/Kg. El Codex alimentario y el comité de regulación europea (EC, 2008), estableció un límite máximo permisible de hasta 0,1 mg/Kg y 0,5 mg/Kg en carne y vísceras respectivamente.

Caso aparte, la toxicidad por plomo implica el riesgo de salud asociado con el consumo de carne o alimento producto de la caza en donde los animales son cazados con balas que contienen plomo, lo cual origina un elevado contenido de plomo a nivel sanguíneo, originando desórdenes cognoscitivos y conductuales en la población de cazadores.

#### **Dioxinas (DL-PCBs)**

El término dioxina por lo general se refiere a un grupo de 75 compuestos toxicológicamente relevantes y persistentes en el ambiente, son congéneres o derivados de tres compuestos clorados (policlorodibenzeno –p-dioxina= PCDDs; policlorobifenolico= (PCBs, policlorodibenzofurano = PCDFs) éstos a su vez completan 419 congéneres.

Las dioxinas y furanos se producen de forma inadvertida en procesos industriales como incineración de residuos, fabricación de productos químicos y blanqueo de papel; se pueden encontrar en el aire, en el agua y en suelos contaminados. Su acumulación puede suponer daños para la salud de las personas. Otras fuentes de dioxinas incluyen, por ejemplo, el sistema de calefacción doméstica, la incineración de residuos domésticos y agrícolas. Actualmente en varios países inclusive la Unión Europea está completamente prohibido su uso y contenido en alimentos. Las dioxinas y los PCBs son altamente lipofílicos y de baja solubilidad, por lo tanto la ingestión de estos compuestos por el sistema radicular de los vegetales es imposible, sin embargo la contaminación podría darse por contacto con partículas de

polvo o suelo a nivel superficial del vegetal. Bajo este esquema, las dioxinas pueden ser transferidas desde el alimento al tejido animal donde se pueden acumular en menor grado a nivel lipídico.

A las dioxinas se les conocen como compuestos de biomagnificación (que pueden concentrarse en la cadena alimenticia) y su tiempo de vida media

a nivel tisular en los humanos es de aproximadamente siete años. Ciertas dioxinas como el 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-dioxina(TCCD), está clasificado como carcinógeno humano. Teniendo en cuenta la persistencia de estos compuestos, la UE ha establecido un contenido máximo de dioxinas y dioxinas tipo PCBs en carne de 1,0-6,0 ng/Kg y 1.5-12.0 ng/Kg para la suma total de dioxinas.

### **CODEX ALIMENTARIUS**

La Comisión del Codex Alimentarius fue creada en 1963 por la FAO y la OMS para desarrollar normas alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados, tales como códigos de prácticas bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias. Las materias principales de este Programa son la protección de la salud de los consumidores, el aseguramiento de prácticas de comercio claras y la promoción de la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

### **TRAZABILIDAD**

Según la definición del Parlamento Europeo, la trazabilidad es la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento (para uso humano o animal) o una sustancia destinada a ser incorporada en alimentos o con probabilidad de serlo (Reglamento (CE) 178/2000). La trazabilidad –o “rastreadabilidad”– es un sistema que permite seguir la ruta de un producto, sus componentes, materias primas e información asociada, desde el origen hasta el punto de destino final o viceversa, a través de toda la cadena de abastecimiento.



## Residuos de pesticidas organoclorados

Los pesticidas organoclorados son el único sub grupo de contaminantes persistentes (POP, por sus siglas en inglés) que tienen relación con la contaminación en carne, dado que otros compuestos orgánicos como los carbamatos y fosforo orgánico son metabolizados completamente antes de ingresar al tejido muscular de los animales en producción. Estos compuestos por su naturaleza química son resistentes a la degradación física (calor, irradiación) o factores biológicos como microorganismos. Como se sabe el 95% de DDT o Dieldrin se degrada en el ambiente aproximadamente entre 8 -10 años (dependiendo de las condiciones), en el suelo hasta 22 años pudiendo incrementar hasta 30 años. Por lo tanto, debido a su liposubilidad estos compuestos pueden acumularse en las partes comestibles de la planta y en tejidos nervioso, hepático y renal de varios animales y aves.

## Fármacos veterinarios

Es en este acápite que resulta importante relacionar el uso y residuos de drogas veterinarias con seguridad de los alimentos de origen animal. El uso de drogas dentro de la Unión Europea está

regulado principalmente por el comité regulador (EEC, 1990) No 2377/90, y en el cual describen el procedimiento de establecer los límites máximos de residuos (MRLs) de los diferentes productos médico veterinarios en alimentos de origen animal, incluyendo huevos, carnes, pescados, miel.

La resistencia de patógenos a los antibióticos utilizados en la producción animal o en la medicina humana es la principal preocupación en el área clínica y al parecer continuará siéndola en el futuro. Entre las importantes y específicas preocupaciones se incluye el potencial de alto riesgo de infección en humanos durante el tratamiento con antibióticos, la capacidad limitada de los antibióticos en humanos en tratamientos infecciosos y la potencialización de multiresistencia de genes de alta virulencia (IFT, 2006).

La prohibición del uso de sustancias como promotores de crecimiento tales como las hormonas o beta agonistas quedó establecida con la Directiva de consejo No 96/22/EC (EC, 1996) y 2003/74/EC (EC, 2003b). Por lo tanto, a partir del primero de enero del 2006 y de acuerdo a lo antes descrito, y a la regulación (EC) No 1831/2003 (EC, 2003), se contempla que el uso de sustancias utilizadas

como aditivos correspondientes a los antibióticos promotores de crecimiento queda totalmente prohibido. Sin embargo, los coccidiostatos e histomonostatos, sustancias que eliminan e inhiben protozoarios aún está autorizado su uso como aditivos nutricionales de acuerdo a la regulación (EC) No 1831/2003.

El término genérico de droga veterinaria compromete una amplia variedad de clases de compuestos químicos. Entre ellos, los antibióticos como los amino glucósidos, beta lactámicos, macrólidos, y lincosamidas, quinolonas, sulfanamidas y tetraciclina, antiparasitarios usados como antihelmínticos o coccidiostatos como los estilbenos, beta agonistas, anfenicoles, nitrofuranos, carbamatos etc.

Esta lista, al parecer no parece ser exhaustiva, sin embargo resulta importante cuando se combina y analiza desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, lo cual origina un análisis riguroso y creación de una nueva línea de investigación relacionada con el uso y residuo de fármacos veterinarios en la alimentación animal y humana.

Así, la estimación apropiada de la contaminación a nivel de carne, especialmente con residuos de drogas veterinarias así como el método analítico adecuado y fiable, resulta todo un desafío. En el 2007, en el reporte anual de Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (RASFF, por sus sigla en inglés), se detectó la presencia de metabolitos de nitrofuranos prohibidos en carne. Cabe destacar que el Cloranfenicol y sustancias como Oxifenilbutazona y Fenilbutazona corresponden a la lista de residuos prohibidos. En aves, sin embargo se encontraron residuos de Cloranfenicol y Sulfaclopirazina, y fueron declaradas como no autorizadas.

En el 2008, el gobierno Alemán, elaboró un plan nacional de control de residuos en alimentos y concluyó que el coccidiostato químico Lasolacid se hallaba en niveles altos de residuos permisibles en hígado de vacuno, cerdo y en carne de pollos faenados a los 46 días.



### Cuadro 1

#### Caracterización de respuesta toxica asociada al consumo de productos cárnicos

Fuente: Adaptado de Pussa, 2013

#### Y EN PERU ¿EN QUE ESTAMOS?

Durante el presente año, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), aprobó el Plan Anual de Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Alimentos

Sustancia Tóxica	Principales efectos fisiológicos adversos	Principal mecanismo bioquímico
Arsénico	Carcinogenicidad, neurotoxicidad, toxicidad cardiovascular, diabetes	Estrés oxidativo, otros mecanismos.
Cadmio	Toxicidad renal y pulmonar aguda, osteomalacia	Inhibición de la reparación de ADN. Estrés oxidativo, alteración del metabolismo de calcio
Dioxinas	Carcinogénesis, teratogenicidad, inmunodepresión por daño del timo, toxicidad reproductiva.	Interrupción hormonal de la vía citosólica AhR
Pesticidas organoclorados (DDT)	Neurotoxicidad	Interrupción de receptores andrógenos, cierre de canales de Sodio

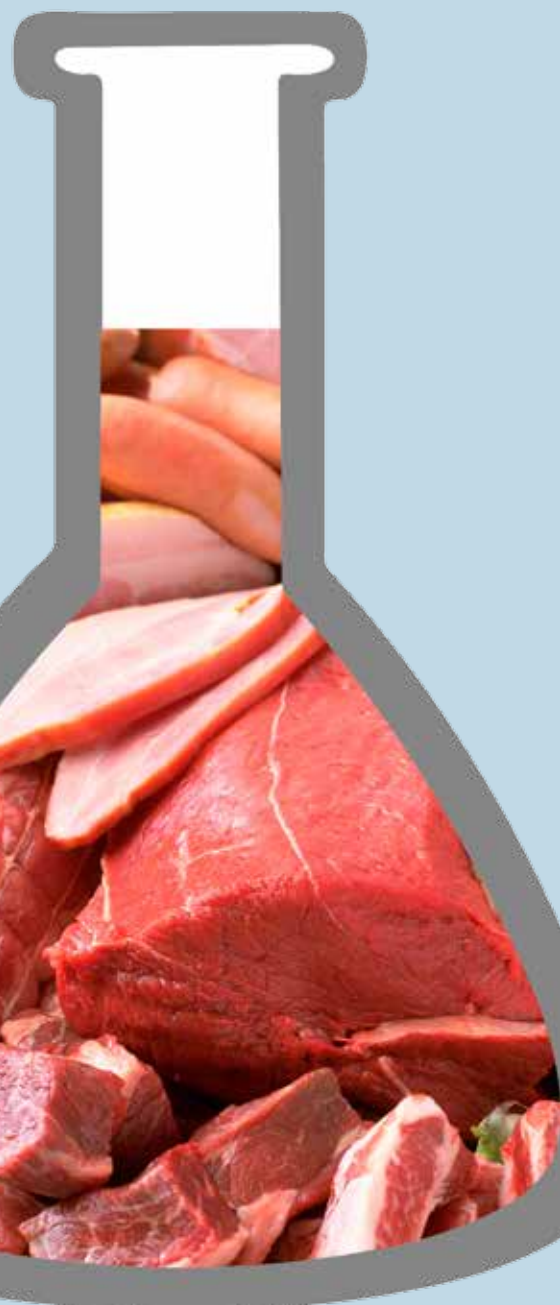
Agropecuarios Primarios y Piensos para el periodo Mayo –Diciembre 2013 (Resolución Directoral N° 0035-2013-AG –SENASA –DIAIA).

En esta resolución, se menciona entre otras consideraciones, que:

- El SENASA es la autoridad nacional de Sanidad Agraria y tiene competencia exclusiva en el aspecto técnico, normativo y de vigilancia en materia de inocuidad de los alimentos agropecuarios de producción y procesamiento primario destinado al consumo humano y piensos de producción nacional o extranjera.
- Se establece que los alimentos agropecuarios primarios que se consuman en el mercado nacional incluyendo los importados, no deben exceder los límites máximos permisibles de residuos químicos y otros contaminantes, fijados

en la norma nacional o en ausencia de ésta, los establecidos por el Codex Alimentarius.

- El plan de monitoreo de contaminantes constará de planes anuales que involucran el ámbito geográfico, tipo de alimento, número de muestras a analizar así como los procedimientos a seguir.



- Los residuos químicos a ser evaluados corresponden a plaguicidas de uso agrícola y medicamentos de uso veterinario o sus metabolitos (Cuadro 2). Los contaminantes a evaluar corresponderá a los agentes microbiológicos, metales pesados y micotoxinas (Cuadro 3 y 4)

**Cuadro 2. Analitos de algunos medicamentos veterinarios o sus metabolitos, metales pesados a analizar en alimentos (carne) de origen avícola y porcina (Plan Anual de Monitoreo y Residuos Químicos SENASA, 2013)**

SUSTANCIA O COMPUESTO			SUSTANCIA O COMPUESTO		
ANTIMICROBIANOS (LMRug/kg)		ANTIPARASITARIOS	METALES PESADOS (LMR mg/kg)		
Amoxicilina	(50)	Albendazol	Plomo	(0,1)	
Ampicilina	(50)	Albendazol Sulfona	Cadmio	(0,05)	
Oxitetraciclina	(200)	Levamisol HCL	Arsénico	(0,50)	
AMAZ Furaltadona		Doramectina (porcinos)			
Enrofloxacina	(200)	Ivermectina (porcinos)			
Trimetropin		Emamectina (porcinos)			
Ciprofloxacina	(200)				
Sulfadimetoxina					
Tilosina tartrato	(100)				
Norfloxacina (cerdos)					

**Cuadro 3. Agentes microbiológicos a evaluar en alimentos de origen animal (Plan Anual de Monitoreo y Residuos Químicos SENASA, 2013)**

Microorganismos	Carne de pollo	Carne de porcinos
Salmonella spp.	x	x
E. coli	x	x
Aerobios mesofilos	x	x
Staphylococcus aureus	x	x
Listeria monocytogenes		x

**Cuadro 4. Plaguicidas químicos de uso agrícola o sus metabolitos a analizar en el Plan Anual de Monitoreo y Residuos Químicos SENASA, 2013**

Ingrediente Activo	
Carbofura	Spinosad
Cipermetrina	Tiabendazol
Ciromazina	Metamidofos
Diclorovos	Clorpirifos
Fipronil	Malation



### 3.- CONCLUSIONES

El establecimiento y la aplicación adecuada de normas sanitarias relacionadas con residualidad e inocuidad alimentaria en la producción de alimento de origen animal, favorecerá el estatus nutricional de las personas.

La seguridad alimentaria comprende un trabajo integrado y multidisciplinario que involucra las áreas de producción, salud pública, ministerio de agricultura y gremios de productores.

La evaluación de residuos químicos en la carne debe realizarse con frecuencia para disminuir el riesgo de toxicidad crónica de los consumidores finales, dado que frecuentemente el contaminante primario resulta menos tóxico que su metabolito activo ■



**Análisis y trazabilidad de la carne de pollo**

---

### Referencias Bibliográficas

- Andrée, S.; Jira, W.; Schwind, H.; Wagner, H.; Schawágele. 2010. Chemical safety of meat and meat products. *Meat Science*. 86. 34-48.
- CAC (2008). Codex Alimentarius Commission.
- CAC (2012). Codex Alimentarius Commission: Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los Alimentos. (LMR-2012).
- EC, (2008). Commission Regulation 629/2008/EC of 2 July 2008 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, *Official Journal of the Union Europe*.
- Flora, S.J.S. 2011. Arsenic –induce oxidative stress and its reversibility. *Free Radical Biology and Medicine*, 51, 257-281.
- IFT (Institute of Food Technologists). (2006). *Antimicrobial Resistance – Implications for the Food System*. Chicago, IL. 137 p.
- Nachman, K. E., Raber, G., Francesconi, K. A., Navas-Acien, A., & Love, D. C. (2012). Arsenic species in poultry feather meal. *Science of the Total Environment*, 417–418, 183–188.
- Perelló, G., Martí-Cid, R., Llobet, J. M., & Domingo, J. L. (2008). Effects of various cooking processes on the concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 11262–11269.
- Pussa, T. 2013. Toxicological issues associated with production and processing meat. *Meat Science*. 2013.04.02
- SENASA (2012). Resolución Directoral N° 0035-2013-AG-SENASA-DIAIA. Plan Anual De Monitoreo de Residuos Químicos y Otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos para el Periodo de Mayo-Diciembre 2013.
- Shwagele, F. (2005). Traceability from a European perspective. *Meat Science*, 71164-173.