



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUERRERO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“VICTORIA HERNANDEZ BRITO”



TITULO

**Uso de los probióticos de hongos, bacterias y levaduras como aditivos
Alimentarios en la nutrición del ganado.**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE**

INGENIERO EN AGROECOLOGIA

PRESENTA:

JOSE RAMON CHACON ARELLANO

DIRECTOR DE TESIS:

MC.EDSON BRODELI FIGUEROA PACHECO

IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO, MEXICO, DICIEMBRE 2024

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	II
INDICE	III
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	VI
I.Introducción	1
II. Aditivos alimentarios naturales biológicos.....	2
1.1 <i>Saccharomyces</i> como aditivos alimentarios y actividades	5
1.2 Hongos	8
1.3 Bacterias	9
1.4 Levadura	11
I.Conclusión.....	16
II.Referencias	17

INDICE DE CUADROS

Tabla	Nombre de la tabla	Pagina
Tabla 1	Impacto de hongos como aditivos alimentarios en la nutrición del ganado.	20
Tabla 2	Impacto de las bacterias como aditivos alimentarios en la nutrición del ganado.	21
Tabla 3	Impacto de <i>saccharomyces cerevisiae</i> como aditivo en la nutrición del ganado.	22

INDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre de la figura	Pagina
Figura 1	Levaduras y sus componentes como aditivos alimentarios en la producción avícola y bovina	1
Figura 2	Fotografía microscópica de <i>saccharomyces</i>	6
Figura 3	Clasificación de levaduras	7
Figura 4	Enzima de hongo para incrementar el nitrógeno.	8
Figura 5	Cultivo de bacterias en caja Petri	10

RESUMEN

La búsqueda de alternativas saludables y seguras para mejorar la productividad animal en la industria de rumiantes y no rumiantes ha sido un foco de atención desde la prohibición del uso de antibióticos promotores del crecimiento como aditivos alimentarios. Entre esas alternativas se encuentran los hongos y sus productos enzimáticos, la levadura y sus productos de fermentación, así como las bacterias vivas. Son capaces de desintoxicar toxinas, así como de aumentar la digestibilidad de la fibra detergente neutra y ácida. Los más destacados entre estos probióticos son *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichoderma* y *Aspergillus spp.* así como *Lactobacilli* y *Bifidobacterium*. *Trichoderma* y *Aspergillus spp.* son ejemplos de hongos que han mejorado enormemente la digestibilidad de la fibra dietética, la composición de la leche, el aumento de peso, el peso corporal final y la tasa de conversión alimenticia, especialmente en rumiantes. De manera similar, se demostró que bacterias como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* mejoran el peso corporal, así como el desarrollo del íleon y el yeyuno, mientras que *Pediococcus pentosaceus* y *Lactobacillus plantarum* mejoran el sabor del pollo y la calidad de la carne de cerdo, respectivamente. El objetivo de esta revisión es evaluar el impacto de los hongos, bacterias y levaduras utilizados en la industria ganadera sobre la nutrición animal, la producción animal y la calidad de la carne.

Palabras clave: Aditivos, Ganadería, Microorganismos, Nutrición, Probióticos.

INTRODUCCIÓN

El concepto de sistemas de producción ganadera “limpios, ecológicos, éticos” (Bickell et al. 2010) y recientemente “saludables” es una cuestión de interés para consumidores y productores. Su objetivo es satisfacer la demanda de los consumidores de productos alimenticios que tengan menos insumos químicos (Durmic y Blanche 2012), como antibióticos, ionóforos y fertilizantes sintéticos, mientras que sea "saludable" significa producir alimentos que tengan propiedades funcionales/nutracéuticas (ácido linoleico conjugado, ácidos grasos monoinsaturados), ácidos grasos poliinsaturados) y menores cantidades de componentes como el colesterol y los ácidos grasos saturados que están relacionados con problemas relacionados con la salud cardiovascular. Además, “verde” significa reducir el impacto negativo de la producción ganadera en el medio ambiente, como las emisiones de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso. El concepto “ético” implica un mayor bienestar de los animales durante la cría, el transporte y el sacrificio. Estos conceptos y la resistencia microbiana hicieron necesaria la prohibición del uso de antibióticos para promover el crecimiento en dietas animales por parte de la Unión Europea en 2006 y la Asociación de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos en 2017. En consecuencia, esta prohibición ejerció una enorme presión sobre las industrias ganaderas domesticadas debido a una reducción del rendimiento de la producción, así como a un aumento de la incidencia de morbilidad y mortalidad asociada. Posteriormente, empresas y nutricionistas han profundizado en alternativas a los antibióticos.

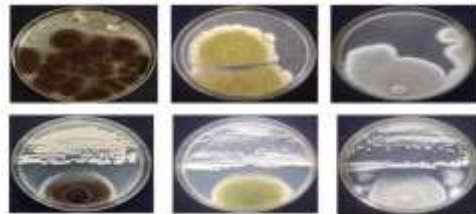


Figura 1. Levaduras y sus componentes como aditivos alimentarios frente a hongos en laproducción avícola y bovina (Sundu 2012).

ADITIVOS ALIMENTARIOS NATURALES/BIOLOGICOS

Los aditivos naturales son importantes en los sistemas de producción animal orgánicos o seguros. Una alternativa comúnmente utilizada a los antibióticos y los ionóforos son los productos de origen vegetal que contienen componentes bioactivos. Mientras que los prebióticos y probióticos consisten en microbios vivos y/o sus metabolitos (Puniya et al. 2015). Hoy en día, los productos de levadura se han convertido en uno de los aditivos alimentarios naturales más aplicables y utilizados en las dietas animales. Se han informado varios beneficios al complementar las dietas de monogástricos y rumiantes con levadura viva y otros productos a base de levadura. Los manano olisacaricos presentes en la pared celular de la levadura, por ejemplo, proporcionan un receptor para bacterias gramnegativas que poseen manosa específica de fimbrias tipo 1 para su unión (Ofek et al.1977). Esto crea puntos de unión para patógenos gramnegativos, lo que reduce la cantidad de ellos que se habrían adherido únicamente al intestino. Los que se adhieren a la levadura debido a su afinidad se eliminarían cuando la levadura se aleja del tracto digestivo, lo que reduce la cantidad de patógenos que se adhieren o colonizan el intestino. Otros beneficios de la suplementación con levadura incluyen una mejor función digestiva y fermentativa en el intestino (Denev et al., 2007) a través de una mejor población microbiana del rumen y una mayor digestibilidad de la fibra. En el intestino, la levadura permanece metabólicamente activa sin sufrir autólisis (Roto et al. 2015) y participa en la degradación de proteínas (Moon et al. 2013). Además, se informó que la levadura protege contra el efecto de las toxinas (Elmer y Corthier 1991), al estimular las enzimas del borde en cepillo intestinal de los animales. Este último contrarresta el producido por el patógeno y, en conjunto, suministra al huésped enzimas adicionales (Buts et al. 1986).

Los rumiantes son capaces de agregar valor al ingrediente del alimento que no puede ser utilizado por humanos y monogástricos convirtiéndolos en productos de mayor valor biológico. Los subproductos agroindustriales, como forrajes y paja, contienen hemicelulosa, celulosa, lignina y, en ocasiones, nutrientes de baja calidad. Algunos de estos materiales son fácilmente digeribles, como los que contienen pectina, y otros son recalcitrantes para los microbios del rumen. Esto último se debe a que contienen lignina y otros materiales complejos de la pared celular, "protegen" las hemicelulosas y celulosas de una fácil accesibilidad/descomposición por acciones enzimáticas. Los hongos y los productos fúngicos están especializados en degradar la biomasa vegetal en el suelo y en la superficie del suelo para liberar el material orgánico de la planta. Esto es posible gracias a la amplia gama de enzimas que producen. Por ejemplo, hongos como *Aspergillus* y *Trichoderma sp.* y sus derivados enzimáticos se utilizan en la industria ganadera debido a su amplio rango de actividad. Bacterias probióticas como *Lactobacilli*, *Bifidobacteria sp.* y *Enterococcus faecium* se utilizan a menudo tanto en la industria de rumiantes como en la de monogástricos. Se utilizan para modular la estabilidad de los microorganismos intestinales. Los animales recién nacidos, destetados, en crecimiento y adultos están sujetos a distintos niveles de inestabilidad microbiana que están influenciados por diversos factores como la dieta, la salud, etc. En no rumiantes, se han registrado casos de mejora de la morfología intestinal, incluida la anchura del yeyuno y una cripta menos profunda. (Gao et al. 2008; Price et al. 2010). El incremento yeyunal mejoraría la capacidad de absorción de nutrientes, mientras que la cripta poco profunda proporcionaría suficientes recursos para la renovación celular y reduciría la desviación de recursos para la renovación de enterocitos, lo que a su vez resultaría en un mejor crecimiento animal.

HONGOS

Los hongos son organismos quimioorganotróficos que utilizan compuestos químicos y compuestos orgánicos como fuente de energía y carbono (Samantha 2015). La capacidad de los miembros de los hongos para descomponer el material orgánico muerto, la biomasa vegetal y vivir en árboles en crecimiento les hace tener importancia ecológica, económica y nutricional.

En la industria ganadera se utilizan como hongos *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Rhizopus* y *Humicola*. Específicamente, *Aspergillus awamori*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus japonicus*, *Aspergillus terricola*, *Aspergillus oryzae*, *Trichoderma longibranchiatum* y *Penicillium funiculosum* se utilizan principalmente en la industria de rumiantes y no rumiantes.

BACTERIAS

Las bacterias se utilizan en el procesamiento de alimentos y piensos, como los lactobacilos para elaborar yogur y ayudan al consumo de leche al mismo tiempo que previenen la intolerancia a la lactosa. Las bacterias se utilizan tanto en la nutrición de rumiantes como en no rumiantes, pero su aplicación es más frecuente en no rumiantes (porcinos y aves de corral). *Lactobacilli sp.*, *Bifidobacteria sp.* y *Enterococcus faecium* se utilizan predominantemente en la industria ganadera para controlar los parásitos; para mejorar el desarrollo de las vellosidades intestinales, producir ácidos grasos de cadena corta, competir con patógenos, estimular la función inmune y ayudar a la productividad.

LEVADURA

Se han identificado varias especies de *Saccharomyces* con muchos años de uso, especialmente en el procesamiento de alimentos. Las levaduras son unicelulares y tienen la capacidad de degradar la materia orgánica muerta en los suelos y el medio ambiente para que los nutrientes estén disponibles. En la industria ganadera se utilizan varias cepas de *Saccharomyces* como *S. bayanus*, *S. kluyveri*, *S. martiniae*, *S. monacensis*, *S. nobensis*, *S. paradoxus*, *S. patorianus*, *S. unisporus*, *S. uvarum* y *S. zonato*.

SACCHAROMYCES COMO ADITIVOS ALIMENTARIOS Y ACTIVIDADES.

La *S. cerevisiae* se ha utilizado durante muchos milenios en el procesamiento de alimentos como levadura y para la fermentación de bebidas alcohólicas y la producción de vino. La levadura podría usarse en rumiantes y no rumiantes como aditivo alimentario para influir en el tracto gastrointestinal y el ambiente del rumen y funcionan mediante diferentes mecanismos. Esta diferencia surge de la disparidad estructural que obviamente existe en el intestino de ambos animales. Sin embargo, la estabilidad microbiana y la estimulación del crecimiento microbiano son resultados comunes del uso de *S. cerevisiae* en no rumiantes, prerumiantes y rumiantes. Se informó que la inclusión de cultivos de levadura en el alimento da como resultado la eliminación de patógenos del intestino mediante la eliminación, *p. salmonella* (Price et al. 2010) mediante linfocitos T mejorados del sistema inmunológico adaptativo (Gao et al. 2009), en el aumento de las concentraciones de títulos de anticuerpos (Al-Homidan y Fahmy 2007), en la prevención de la unión del patógeno al intestino a través de los β -glucanos (Zhang et al. 2005, Gao 2008) que en conjunto provocan un efecto inmunomodulador. Se demostró que *Saccharomyces cerevisiae* elimina el oxígeno, ayuda a la digestibilidad de la fibra al aumentar el crecimiento de microbios celulolíticos, mejora la síntesis de proteínas microbianas, regula el pH del rumen al ayudar al crecimiento de protozoos, estimula las bacterias del rumen (mediante la presencia de péptidos, vitaminas, compuestos orgánicos). ácido, ácido glutámico) y, a veces, funcionan de forma bifuncional estimulando el crecimiento del usuario de ácido láctico mientras superan a los acidófilos (productores lácticos) por sustrato para reducir la concentración de ácido láctico, Por ejemplo, durante la transición de líquido a sólido en prerumiantes, puede ocurrir una alteración en el equilibrio microbiano debido a un cambio en la composición nutricional del alimento y la entrada de agentes extraños junto con el sólido. La reducción de los microbios que producen y utilizan ácido láctico permitiría que las bacterias proliferen, lo que a su vez podría enfermar a los animales (diarrea). Por ejemplo, la *Escherichia coli enterohemorrágica* utiliza específicamente proteína secretada de tipo III y toxina celular para colonizar el intestino de los terneros, lo que causa diarrea (van Diemen et al. 2005).

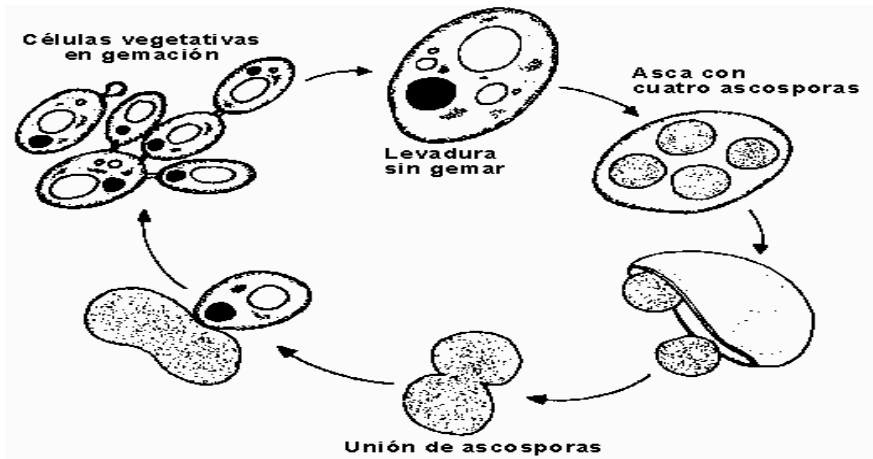


Figura 2. Imagen de microscopía electrónica de barrido de *Saccharomyces*

(Mvz.Roberto García 2000)

La alimentación con levadura en rumiantes podría reducir el impacto de la acidosis al mejorar el pH del rumen, reducir la concentración de lipopolisacáridos en la sangre, mejorar los productos de fermentación, mejorar indirectamente el desarrollo epitelial al mejorar la producción de butirato, garantizar una fácil transición del alimento líquido al sólido tanto en monogástricos como en rumiantes. , reducir la producción de metano (levadura roja de arroz), mejorar la síntesis de proteínas microbianas, mejorar la concentración de ácido linoleico conjugado en la leche neutralizar la aflatoxina B1 en el rumen y reducir su absorción protegiendo así el riñón, el hígado y el producto lácteo de la sobrecarga de aflatoxinas. Están disponibles comercialmente como Fibrozyme™, Maxicel 200L®, Asperozym, Amaize™, Amaferm, Roxazyme®, Tomoko®. En bovinos, ovinos, caprinos y búfalos, los hongos han podido aumentar la tasa de crecimiento, el crecimiento y la proliferación microbiana, mejorar la digestibilidad orgánica y de la fibra, mejorar la producción y la composición de la leche y alterar favorablemente el perfil de ácidos grasos de la leche. Además, hongos como *Pleurotus ostreatus* y *Armillariella tabescens* son capaces de degradar la aflatoxina B1 en los piensos para rumiantes y también las levaduras son clasificadas como en la figura 3.



Figura 3 clasificación de levaduras AAFCO (2013).

Los hongos secretan enzimas como carboximetilo, celulasa, xilanas, pectinasa, glucoamilasa, hemicelulasa, lignasas y esterasa. Esto les permite digerir ingredientes alimentarios de calidad, subproductos agrícolas y subproductos agroindustriales como almidón, salvado de arroz, cáscara de plátano, cáscara de cítricos, paja de trigo, paja de arroz, mazorcas de maíz, cáscaras de zanahoria, desechos de cocina, pastos, hojas, desechos de piña, etc. En los países en desarrollo donde tienen el desafío de la nutrición, la incubación de subproductos agrícolas con hongos (*Pleurotus ostreatus* y *Trametes versicolor*) también es capaz de aumentar el contenido de proteína cruda del ingrediente. De manera similar, *Trametes hirsuta* y *Myrothecium roridum* son capaces de reducir o degradar los factores anti nutricionales en los ingredientes del alimento. Por lo tanto, la inclusión de hongos en la dieta de rumiantes ha mostrado un efecto pequeño o nulo sobre el nitrógeno amoniacal, una mejor síntesis de grasa láctea, una mejor digestibilidad de las fibras detergentes ácidas y neutras, una mejor composición de la leche, un peso corporal final, un aumento de peso corporal total, un aumento diario de peso corporal y índice de conversión alimenticia.



Figura 4. Enzima de un hongo para incrementar el nitrógeno amoniacal en los rumiantes.

BACTERIAS

Propionobacterium sp., *Eschericia coli* (Saad et al. 2012), *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Pediococcus* y *Streptococcus* son bacterias probióticas importantes utilizadas en la industria ganadera. Entre estas opciones, los *Lactobacilli* parecen ser los más utilizados en la producción animal. Por ejemplo, el uso de ácido lactato que utiliza bacterias en rumiantes es útil para los animales que son susceptibles a la acidosis (DiLoranzo 2011). Además, la aplicación de bacterias probióticas aumenta la eliminación de patógenos porque hay un punto de unión reducido o nulo para los patógenos en el intestino que habría impedido que fueran arrastrados junto con la dirección del flujo del digesto intestinal. Estas bacterias actúan en el intestino anterior y posterior compitiendo con el patógeno por el receptor de adhesión de las células de la luz (glicolconjugados) (Umesaki et al. 1997, Saad et al. 2012), estimulación de la inmunidad, producción de antimicrobianos, reducción de la inflamación a través de la producción regulada de citosinas e integridad de la barrera mejorada (Saad et al. 2012), especialmente *Lactobacilli sp.*, *Bifidobacteria sp.* y *Enterococcus faecium* (Gaggia et al. 2010) que se utilizan comúnmente en el intestino. Las bacterias probióticas producen compuestos con ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, lactoferrina y bacteriocina con propiedades que matan o inhiben el crecimiento de bacterias (Jin et al. 1997; Pringsulaka et al. 2015). Además, se ha demostrado que los lactobacilos estimulan el crecimiento de microbios beneficiosos en el intestino (Walter et al. 2008), previenen el establecimiento de patógenos entéricos en el intestino (Huang et al. 2004) y mejoran la respuesta inmune de los anticuerpos (Wang et al. 2012), para reducir la emisión de gases nocivos fecales (Hong et al. 2002), para mejorar la actividad de los macrófagos (Perdigon et al. 1986) y para activar las células asesinas. (Kato et al. 1984), para prevenir la proliferación de coliformes reduciendo/disminuyendo la producción de aminas (Doworah et al. 2017). Todas esas actividades contribuyen a una buena salud intestinal de los animales.

El uso de bacterias probióticas mejora el aumento de peso, la tasa de crecimiento y la estabilidad microbiana intestinal o la mejora del crecimiento. Aún así, otros beneficios de los lactobacilos en el intestino son una mayor producción y concentración de catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa (Wang et al. 2012, Cai et al. 2014), una mejor condición fecal (Abe et al. 1995), una reducción prevalencia de diarrea y recuentos reducidos de *Clostridium* spp. y *E. coli* (Huang et al. 2004, Liu et al. 2014) en cerdos lactantes, destetados y en crecimiento. Además, la aplicación de lactobacilos podría provocar una disminución del pH debido a concentraciones más altas de SCFA y ácido láctico en el intestino. Esto da como resultado una reducción del crecimiento de enteropatógenos oportunistas, porque la mayoría de los microbios patógenos necesitan un pH más alto para un crecimiento óptimo (Dowarah et al. 2017).

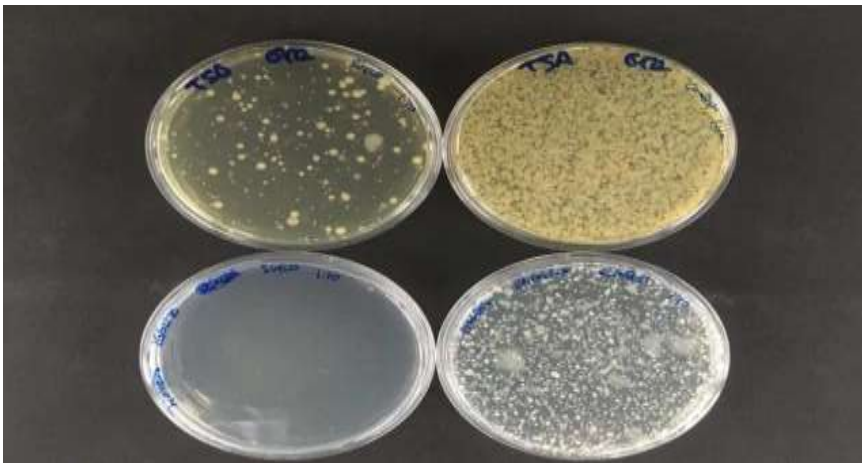


Figura 5. Cultivo de bacterias probióticas en caja Petri (Dowarah 2017).

LEVADURA

La levadura es una buena fuente de enzimas, proteínas y vitamina B y, en general, se considera segura. *S. cerevisiae* se comercializa como levadura seca activa o como cultivo de células vivas de levadura y medio de fermentación (Fonty y Chaucheyras-Durand 2006). La eficacia de los productos a base de levadura en animales depende de la cepa de *S. cerevisiae* utilizada y del número de células de levadura que contiene, la dosis del producto a base de levadura, la condición fisiológica, la edad y la etapa de lactancia del animal, así como como temperatura ambiente. La capacidad de la levadura para crecer en un ambiente húmedo donde están presentes nutrientes (Choudhary y Johri 2009) como carbohidratos, proteínas y lípidos hace que el intestino de rumiantes y no rumiantes sea un ambiente adecuado para la levadura. Muchas levaduras, incluida *Saccharomyces cerevisiae*, son capaces de utilizar alantoína, un derivado de la síntesis de proteínas microbianas (Middelhoven y Arkesteyn 1981). Dado que la alantoína se excreta a través de la orina, la metabolización por las levaduras da como resultado una mayor recuperación de nitrógeno y una menor contaminación del medio ambiente. La capacidad de la levadura para Degradar la pectina permite también el uso de subproductos agroindustriales, como restos de frutas, como pienso. La actividad enzimática de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* con proteasas, lipasas, amilasas, son la razón por la que potencian la degradación. La presencia de preparados de pared celular (glucomanos) tanto en células viables como muertas puede ser aplicable para unir y eliminar micotoxinas del intestino de aves (Bejaoui 2004; Basmacioglu et al. 2005) y de rumiantes. Recientemente se ha identificado que *Trichosporon mycotoxinovorans* es capaz de degradar micotoxinas (Molnar et al. 2004) y de inhibir el crecimiento de mohos productores de micotoxinas (Tamang y Fleet 2009). Por lo tanto, la aplicación de esta levadura podría ser útil para el tratamiento previo de alimentos con moho o incluirse junto con la dieta del ganado. *Saccharomyces cerevisiae* también es capaz de eliminar residuos de pesticidas y glifosfato en la harina de trigo (Low et al.2005), lo que podría ser una herramienta adicional para aumentar la "limpieza" de los ingredientes de los piensos para ganado a fin de evitar la reducción química en los productos animales.

Los productos de levadura comerciales contienen diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae* y en diferentes formas procesadas están disponibles como Levucell®SC, Levucell® SB, Diamond V® YC, YeaSacc1026, Original XP y RumiSacc. La levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) es capaz de proteger/minimizar el hígado del ganado del efecto agudo de las aflatoxinas. Se ha informado que la levadura contiene un alto contenido de glutatión intracelular equivalente a aproximadamente 0,1 – 1 % del peso seco de las células (Bachhawat et al. 2009). Por ejemplo, entre el género *Saccharomyces*, *S. cerevisiae* KY6186 (Sakato y Tanaka 1992), *S. cerevisiae* S-8H (Udeh y Achremowicz 1997), *S. cerevisiae* T65 (Wen et al. 2006) y *S. cerevisiae* FF-8 (Cha et al. 2004) son capaces de producir glutatión. El glutatión proporciona un tampón redox celular (Sies 1999) y protege la célula del estrés oxidativo intracelular para prevenir daños a componentes celulares importantes. Así, la levadura también puede servir como antioxidante protegiendo a la célula del daño oxidativo, desintoxicando metales y radicales libres en el almacenamiento de azufre, en la regulación genética. Sin embargo, los resultados inconsistentes obtenidos se deben a muchos factores como la cepa de levadura, la dosis de levadura, la naturaleza de la dieta, el estado del animal y el nivel de producción, el estado fisiológico del animal, los factores genéticos del animal, la viabilidad de las células de levadura utilizadas y muchos otros factores.

Cuadro 1. Impacto de los hongos como aditivos alimentarios en la nutrición del ganado.

Nombre del producto	Dosis	Especies animales	Impacto	Referencia
<i>Fibrozima/T.longibrachiatum</i>	0,8,16,24g.	vacas	Mejora de la digestibilidad de la materia orgánica, actividades de fermentación ruminal.	Silva et al(2016)
<i>Fibrozyme™/Aspergillus niger y Trichoderma viride</i>	0, 10, 15 y 20g/cabeza/día	Búfalas	Mejora del consumo de alimento.	Azam et al. (2017)
<i>fibrozima) Aspergillus niger y Trichodermavirida</i>	10g/cabeza/día	Corderas	La digestibilidad mejorada de los nutrientes mejoró la producción de ácidos grasos volátiles.	Abou Elenin et al. (2016).
<i>Roxazyme® G2 (RG2) líquido, T. longibrachiatum</i>	Nivel bajo (2,15 ml) y nivel alto (4,30 ml) Vaca	Vacas	Proteína microbiana mejorada	Molinero y cols. (2008)

Cuadro 2. Impacto de las bacterias como aditivos alimentarios en la nutrición del ganado.

Nombre del producto	Dosis	Especies animales	Impactos	Referencias
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1 × 10 ⁹ UFC/d, 5 × 10 ⁹ UFC/d o 1 × 10 ¹⁰	Cerdos	Baja mortalidad, ganancia de peso diaria, calidad de la carne de cerdo.	Suo y otros (2012)
<i>Lactobacillus</i> sp. (<i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Lactobacillus crispatus</i> , <i>Lactobacillus salivarius</i>)	8,57 lgcfu/mL (el más alto utilizado)	Pollos de engorda	Reducción de enterobacterias del íleon, aumento del peso del intestino (yeyuno e íleon)	Olnood y otros (2015)
<i>bacilo metálico</i>	0,2% (1-42 días), 0,15% (43-76 días)	Pollos de engorda	Mayor peso corporal	Wang y cols. (2017)
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	0,25% (1-42 días), 0,15% (43-76 días)	Pollos de engorda	ácidos grasos de cadena corta del ciego, contenido de sabor mejorado de la carne	Wang y cols. (2017).
<i>Lactobacillus plantarum</i>		pollo de engorda	Mejora del peso corporal y índice de conversión alimenticia, menor Recuentos de coliformes y mayor recuento de lactobacilos.	Idoui y Karam (2016).

Cuadro 3. Impacto de *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo alimentario en la nutrición del ganado.

Nombre del producto de levadura	Dosis	Especies animales	Impacto	Referencia
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0, 5g	Oveja	Mejora de la digestibilidad de la fibra en detergentes neutros y ácidos.	Adewumi (2010)
<i>Saccharomyces cerevisiae vivo</i>	0, 2.5, 5g	Terneros	Mejora de la digestibilidad de la fibra en detergentes neutros y ácidos.	Hassan et al. (2016)
<i>activo seco Saccharomyces cerevisiae (I-1077)</i>	8 x 10 ⁹ UFC	Buey	Mejora del pH ruminal y proliferación microbiana.	Ding et al. (2014)
<i>vivo Saccharomyces cerevisiae NCDC-49</i>	150 g/cabeza/día	Cabras	Aumento de ácidos grasos volátiles, reducción de NH ₃ -N, mejora del aumento de peso diario.	Kamal et al. (2013)
<i>S.cerevisiae seca activa</i>	0 y 10g	Vacas lecheras	Lactato ruminal reducido,	Malekxahi et al. (2016)
<i>Saccharomyces cerevisiae viva</i>	0 y 50g	Vacas	Mayor producción de leche y grasa.	Yalçın et al. (2011)

Conclusión

La inclusión de levaduras, bacterias y hongos como aditivos alimentarios juega un papel muy importante en la mejora de la inmunidad, la digestibilidad del alimento y el rendimiento animal. Además, los forrajes de mala calidad, los factores anti nutricionales y el desafío de las micotoxinas, que afectan constantemente al ganado, pueden aliviarse mediante la inclusión de hongos, levaduras y bacterias y sus productos.

Los animales que están muy estresados y desnutridos pueden beneficiarse en mayor medida de la adición de levadura que aquellos en un sistema de producción adecuadamente gestionado. Esto será útil para seleccionar una nueva generación de probióticos más específica y confiable, con más seguridad y efectos más positivos en la producción y productividad animal.

Referencias

- Abe, F., Ishibashi, N., Shimamura, S. (1995). Efecto de la administración de bifidobacterias y bacterias ácido lácticas a terneros y lechones recién nacidos. *J Dairy Sci* 78, 2838-2846.
- Aboul-Fotouh, G.E., El-Garhy, G.M., Azzaz, H.H., El-Mola, A.M.A., Mousa, G.A. (2016). Optimización de la producción de celulasa fúngica y su utilización en la degradación de raciones caprinas. *Asiático J Anim Vet Adv* 11, 824-831.
- Adewumi, M.K. (2010). Valor nutritivo de algunos residuos de cultivos con o sin levadura de panadería (*Saccharomyces cerevisiae*) como suplemento para ovejas enanas de África occidental. *Trop Anim Prod Invest* 13, 07-12.
- Aggarwal, M., Mondal, A.K. (2009). *Debaryomyces hansenii*: una levadura osmotolerante y halotolerante en: *Biotecnología de levaduras: diversidad y aplicaciones* (eds) *Satyanarayana, T., Kunze, G., Springer, Dordrecht*, págs. 65-84.
- Al-Homidan, A., Fahmy, MO. (2007). El efecto de la suplementación con levadura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre el crecimiento, el rendimiento, el análisis químico de la canal, la inmunidad, la altura de las vellosidades del íleon y los recuentos bacterianos de pollos de engorde. *Egipto Poult Sci J* 27, 613–623.
- Azam, B., Tahir, M.N., Shahzad, F., Ghaffar, A., Abbas, G., Gohar, M., Saima, N. (2017). Adición de enzimas fibrolíticas exógenas en la ración concentrada de búfalas Nili Ravi lactantes: efectos sobre la producción de leche y la digestibilidad de la dieta. *Pak J. Zool* 49, 1359-1364.
- Bachhawat, AK, Ganguli, D., Kaur, J., Thakur, NKA, Kaur, H., Kumar, A., Yadav, A. (2009). Producción de glutatión en levaduras En: *Biotecnología de levaduras: diversidad y aplicaciones* (eds.), *Satyanarayana, T., Kunze, G., Springer, Dordrecht*. págs. 259-280.
- Baptista, AS, Horii, J, Piedade, SS (2005). Células de levaduras adheridas a granos de maíz y perspectivas de almacenamiento para su uso como probiótico. *Braz Arco Biol Thecnol* 48, 251-257.

Basmacioglu, H., Oguz, H., Ergul, M., Col, R., Birdane, Y.O. (2005). Efecto del glucomanano esterificado en la dieta sobre el rendimiento, la bioquímica sérica y la hematología en pollos de engorde expuestos a aflatoxinas. *Checo J Anim Sci* 50, 31-39.

Bejaoui, H., Mathieau, F., Taillandier, P., Lebrihi, A. (2004). Eliminación de ocratoxina A en zumos de uva sintéticos y naturales mediante cepas enológicas seleccionadas de *Saccharomyces*. *J Appl Bacteriol* 97, 1038-1044.

Bickell, S.L., Durmic, Z., Blache, D., Vercoe, P.E., Martin, G.B. (2010). Repensar la gestión de la salud y la reproducción en pequeños rumiantes. Actualizaciones sobre producción y medicina de rumiantes. En: Proc. 26° Congreso Mundial de Buiatría, [Andros Impresores: Chile]. (Eds) Wittwer, F.R.C., Contreras, H., Gallo, C., Kruze, J., Lanuza, F., Letelier, C., Monti, G., Noro, M. Santiago, Chile. págs. 317–325

Buts, J-P., Bernasconi, P., Van Craynest, MP, Maldague, P., De Meyer, R. (1986). Respuesta de la mucosa del intestino delgado humano y de rata a la administración oral de *Saccharomyces boulardii*. *Pediatr Res* 20, 192-196.

Cai, CJ, Cai, PP, Hou, CL, Zeng, XF, Qiao, SY. (2014). La administración de *Lactobacillus fermentum* I5007 a lechones jóvenes mejoró su salud y crecimiento. *J Anim Feed Sci* 23, 222-227.

Cha, JY, Park, JC, Jeon, BS, Lee, YC, Cho, YS. (2004). Condiciones óptimas de fermentación para mejorar la producción de glutatión por *Saccharomyces cerevisiae*. FF-8. *J Microbiol* 42, 51-55.

Choudhary, DK, Johri, BN. (2009). Levaduras basidiomicetosas: estado actual en: Biotecnología de levaduras: diversidad y aplicaciones (eds.), Satyanarayana, T., Kunze, G. Springer, Dordrecht. págs. 19-46.

Deak, T. (2009). Ecología y biodiversidad de levaduras con valor potencial en biotecnología En: Biotecnología de levaduras: diversidad y aplicaciones (eds), Satyanarayana, T., Kunze, G., Springer, Dordrecht. págs. 151-168.

Denev, SA, Peeva, Tz., Radulova, P., Stancheva, P., Staykova, G., Beev, G., Todorova, P., Tchobanova, S. (2007). Cultivos de levadura en la nutrición de rumiantes. Bulg J Agric Sci 13,357-374.

DiLorenzo, N. (2011). Manipulación del ambiente microbiano del rumen para mejorar el rendimiento del ganado vacuno. En: Acta del 22.º simposio anual sobre nutrición de Florida, Gainesville, Florida, 1 y 2 de febrero de 2011.

Dowara. R., Verma, AK, Agarwal, N. (2017). El uso de *Lactobacillus* como alternativa de antibióticos promotores de crecimiento en cerdos: una revisión. Anim Nutr 3, 1-6.

Durmic, Z. y Balnche, D. (2012). Plantas y productos vegetales bioactivos: efectos sobre la función, la salud y el bienestar de los animales Anim Feed Sci Technol 176, 150-162

Ding, G., Chang, Y., Zhao, L., Zhou, Z., Ren, L., Meng, Q. (2014). Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre las características de degradación de nutrientes de la alfalfa y las poblaciones microbianas del rumen de novillos alimentados con dietas con diferentes proporciones concentrado-forraje. J Anim Sci Biotech 5, 24-44.

Elmer, GW, Corthier, G. (1991). Modulación de la mortalidad inducida por *Clostridium difficile* en función de la dosis y la viabilidad del *Saccharomyces boulardii* utilizado como agente preventivo en ratones gnotobióticos. Can J Microbiol 37, 315–317.

FEFANA, (2005). Probióticos, en Nutrición Animal. Asociación de premezclas y aditivos alimentarios de la UE

Fonty, G., Chaucheyras-Durand, F. (2006). Efectos y modos de acción de las levaduras vivas en el rumen. Biología (Bratislava) 61, 741–750.

Gaggia, F., Mattarelli, P., Biavati, B. (2010). Probióticos y prebióticos en la alimentación animal para una producción segura de alimentos. *Int J Food Microbiol* 141, 15-28.

Gao, J., Zhang, H.J., Wu, S.G., Yu, S.H., Yoon, I., Moore, D., Gao, YP, Yan, H.J., Qi, GH. (2009). Efecto del producto de fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* sobre las funciones inmunes de pollos de engorde desafiados con *Eimeria tenella*. *Poult Ciencia* 88, 2141–2151.

Gao, J., Zhang, H.J., Yu, S.H., Wu, S.G., Yoon, I., Quigley, J., Gao., Y.P., Qi, GH, (2008) Efectos del cultivo de levadura en dietas para pollos de engorde sobre el rendimiento y la capacidad inmunomoduladora. funciones. *Poult Sci* 87, 1377-1384.

Hassan, A., Salem, AZM, Kholif, AE, Samir, A., Yacout, MH, Abu Hafsa, SH, Mendoza, GD, Elghandour, MMY, Ayala, M., López, S. (2016). Rendimiento de terneros frisonos mestizos lecheros alimentados con dos niveles de *Saccharomyces cerevisiae*: ingesta, digestión, fermentación ruminal, parámetros sanguíneos y bacterias patógenas fecales. *J Agric Sci* 154, 1488-1498

Hong, JW, Kim, IH, Kwon, OS, Kim, JH, Min, BJ, Lee, WB (2002). Efecto de la suplementación con probióticos en la dieta sobre el crecimiento y la emisión de gases fecales en cerdos lactantes y de engorde. *J Anim Sci Technol (Corea)* 44, 305-314.

Huang, CH, Qiao, SY, Li, DF, Piao, XS, Ren, JP (2004). Efectos de los lactobacilos sobre el rendimiento, la incidencia de la diarrea, la concentración de AGV y la flora microbiana gastrointestinal de cerdos destetados. *Asiático Aust J Anim Sci* 17, 401-409.

Idoui, T., Karam, N.E. (2016). Efectos de la alimentación con probióticos autóctonos sobre el rendimiento, las características de la canal, la composición del suero y la microflora fecal de pollos de engorde. *Sains Malaysiana* 45, 347–353.

Jin, LZ, Ho, YW, Abdullah, N., Jalaudin, S. (1997). Probióticos en aves: modos de acción. *Poult Sci del mundo J* 53, 351-368.

Kato, I., Yokokura, T., Mutai, M. (1984). Aumento de la actividad de las células asesinas naturales de ratón por *Lactobacillus casei* y sus antígenos de superficie. *Microbiol Inmunol* 28, 209-217.

Kamal, R., Dutt, T., Singh, M., Kamra, D.N., Patel, M., Choudhary, LC, Agarwal, N., Kumar, S., Islam, M. (2013). Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* (NCDC-49) vivo sobre el rendimiento del crecimiento y el patrón de fermentación ruminal en cabras locales. *J Appl Anim Res* 41, 285-288.

Liu, H., Zhang, J., Zhang, SH, Yang, FJ, Thacker, PA, Zhang, GL, Qiao, S., Ma, X. (2014). La administración oral de *Lactobacillus fermentum* I5007 favorece el desarrollo intestinal y altera la microbiota intestinal en lechones alimentados con fórmula. *J Agric Food Chem* 62, 860-866.

Low, FL, Shaw, I.C., Gerrard, J.A. (2005). El efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la estabilidad del herbicida glifosato durante la fermentación del pan. *Lett Appl Microbiol* 40, 133-137.

Malekkhahi, M., Tahmasbi, A.M., Naserian, A.A., Danesh-Mesgaran, M., Kleen, J.L., AlZahal O., Ghaffari, M.H. (2016). Efectos de la suplementación con levadura seca activa y malato durante la acidosis ruminal subaguda sobre la fermentación ruminal, la población microbiana, metabolitos sanguíneos seleccionados y la producción de leche en vacas lecheras. *Anim Feed Sci Technol* 213, 29–43.

Middelhoven, W.J. Arkesteyn, G.J.W. (1981). Inducción y desrepresión de arginasa y ornitina transaminasa en diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. *Antonie van Leeuwenhoek* 47, 121-131.

Molnar, O., Schatzmayr, G., Fuchs, E., Prillinger, H. (2004). *Trichosporon mycotoxinivorans* sp. nov., una nueva especie de levadura útil en la desintoxicación biológica de diversas micotoxinas *System. Appl Microbiol* 27, 661–671.

Moon, SK, Lee, J., Song, H., Cho, JH, Choi, GW, Seung, D. (2013). Caracterización de residuos de fermentación de etanol y su aplicación a la producción de ácido láctico por *Lactobacillus paracasei*. *Bioproceso Biosyst Eng* 36, 547–554.

Newbold, CJ, Mcintosh, FM, Wallace, RJ. (1996). Modo de acción de la levadura. *Saccharomyces cerevisiae*, como aditivo alimentario para rumiantes. *Br J Nutr* 76, 249-261.

Nagpal, R., Srivastava, B., Kumar, N., Dhewa, T., Sahay, H. (2015). Aditivos microbianos para piensos en: *Microbiología del rumen: de la evolución a la revolución*. (ed) Puniya A.K.et al. págs. 161-175.

Ofek, I., Mirelman, D., Sharon, N. (1977). Adherencia de *Escherichia coli* a células de la mucosa humana mediada por receptores de manosa. *Naturaleza* 265, 623-625.

Olnood, CG, Beski, SSM, Choct, M., Iji, PA. (2015). Nuevos probióticos: sus efectos sobre el crecimiento, el desarrollo intestinal, la comunidad microbiana y la actividad de los pollos de engorde. *Anim Nutr* 1, 184-191.

Pennacchia, C., Vaughan, EE, Villani, F. (2006). Posibles cepas probióticas de *Lactobacillus* procedentes de salchichas fermentadas. Investigaciones adicionales sobre sus propiedades probióticas. *Ciencia de las comidas* 73, 90-101.

Perdigón, G., de Macías, M.E., Álvarez, S., Oliver, G., Holgado, A.A.D.R. (1986). Efecto de los lactobacilos administrados por vía oral sobre la activación de macrófagos en ratones. *Infectar Immunol* 53, 404-410.

Price, KL, Totty, HB, Lee, HB, Utt, M.D., Fitzner, GE, Yoon, I., Ponder, MA, Escobar, J. (2010). Uso del producto de fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* sobre el crecimiento y la microbiota de cerdos destetados durante la infección por *Salmonella*. *J Anim Sci* 88, 3896–3908.

Pringsulaka, O., Rueangyotchanthana, K., Suwannasai, N., Watanapokasin, N., Amnueysit, P., Sunthornthummas, S., Sukkhum, S., Sarawaneeyaruk, S., Rangsiruji, A. (2015). Detección in vitro de bacterias del ácido láctico para probióticos de múltiples cepas. *Livest Sci* 174, 66-73.

Puniya, AK, Salem, AZM, Kumar, S., Dagar, SS, Griffith, GW, Puniya, M., Ravella, SR, Kumar, N., Dhewa, T., Kumar, R. (2015). Papel de los suplementos alimentarios de microbios vivos con referencia a hongos anaeróbicos en la productividad de los rumiantes. *J Agricultura Integrativa* 14, 550-560.

Roto, SM, Rubinelli, PM, Ricke, SC (2015). Una introducción a la microbiota intestinal aviar y los efectos de los compuestos de tipo prebiótico a base de levadura como posibles aditivos alimentarios. *Ciencia veterinaria frontal* 2, 28

Rubio, LA, Peinado, MJ (2014). La sustitución de la harina de soja por harina de semillas de altramuz o garbanzo en dietas para cerdos ibéricos de engorde promueve una composición de la microbiota ileal más saludable. *Microbiol avanzado* 4, 498-503

Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, JM, Bressollier, P. (2012). Una visión general de los últimos avances en el campo de los probióticos y prebióticos. *LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos* 50, 1–16.

Sakato, K., Tanaka, H. (1992). Control avanzado del proceso de fermentación del glutatión. *Biotecnología Bioeng* 40, 904 –912.

Sies, H. (1999). Glutatión y su papel en las funciones celulares. *Radicales libres Bio Med* 27, 916 – 921

Tamang, JP, Graham, HF (2009). Diversidad de levaduras en alimentos y bebidas fermentados en: *Biotecnología de levaduras: diversidad y aplicaciones* (eds.), Satyanarayana, T., Kunze, G., Springer, Dordrecht, págs. 169-198.

Silva, T.H., Takiya, C.S., Vendraminia, T.H.A., de Jesús E.F., Zanferari F., Rennóa, F.P. 2016. Efectos de las enzimas fibrolíticas de la dieta sobre el tiempo de masticación, la fermentación ruminal y el rendimiento de vacas lecheras en lactancia media. *Tecnología de ciencia de alimentación animal* 221, 35–43.

Suo, C., Yin, Y., Wang, X., Lou, X., Song, D., Wang, X., Gu, Q. (2012). Efectos de *Lactobacillus plantarum* ZJ316 sobre el crecimiento y la calidad de la carne porcina. *BMC Veterinaria Res* 8, 89 <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/8/89>

Udeh, KO, Achremowicz, B. (1997). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* con alto contenido de glutatión: optimización de la producción. *Acta Microbiol Pol* 46,105 – 114.

Umesaki, Y., Okada, Y., Imaoka, A., Setoyama, H., Matsumoto, S. (1997). Interacciones entre células epiteliales y bacterias normales y patógenas. *Ciencia* 276, 964-975

Van Diemen, P.M., Dziva, F., Stevens, MP, Wallis, T.S. (2005). Identificación de genes enterohemorrágicos de *Escherichia coli* O26:H necesarios para la colonización intestinal en terneros. *Infectar Immun* 73, 1735-1743.

Walter, J., Schwab, C., Loach, DM, Ganzle, MG, Tannock, GW. (2008). La glucosiltransferasa A (GtfA) y la inulosucrasa (Inu) de *Lactobacillus reuteri* TMW1106 contribuyen a la agregación celular, la formación de biopelículas in vitro y la colonización del tracto gastrointestinal del ratón. *Microbiol* 154, 72-80.

Wang, Y., Sun, J., Zhong, H., Li, N., Xu, H., Zhu, Q., Liu, Y. (2017). Informe científico: Efecto de los probióticos sobre el sabor de la carne y la microbiota intestinal del pollo. Springer naturaleza 7, 6400. |

Wang, J., Ji, H.F., Wang, S.X., Zhang, D.Y., Liu, H., Shan, D.C., Wang, Y.M. (2012). *Lactobacillus plantarum* ZLP001: Evaluación in vitro de la capacidad antioxidante y el efecto sobre el rendimiento del crecimiento y el estado antioxidante en lechones destetados. Asiático Australas J Anim Sci 25, 1153-1158.

Wen, S., Zhang, T., Tan, T. (2006). Maximizar la producción de glutatión mediante la modulación de aminoácidos y el cultivo por lotes alimentados de alta densidad celular de *Saccharomyces cerevisiae*. Proceso Biochem 41, 2424-2428.

Yalçın, S., Yalçın, S., Can, P., Gürdal, A.O., Bağcı, C., Eltan, Ö. (2011). El valor nutritivo del cultivo de levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) y su efecto sobre la producción de leche, la composición de la leche y algunos parámetros sanguíneos de las vacas lecheras. Asiático-Aust J Anim Sci 24, 1377-1385.

Zhang, A.W., Lee, B.D., Lee, S.K., Lee, K.W., An, G.H., Song, K.B., Lee, C.H. (2005). Efectos de los componentes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre el crecimiento, la calidad de la carne y el desarrollo de la mucosa ileal de pollos de engorde. Poult Sci 84, 1015-1021.