

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESINA

**“Actualidad del uso de probióticos en granjas de
pollos de engorda”**

Por

HUMBERTO VALLES GONZÁLEZ

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

DICIEMBRE DE 2011

TORREÓN, COAHUILA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

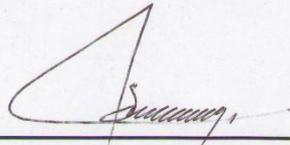
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

TESINA

**“Actualidad del uso de Probióticos en granjas de
Pollos de engorda”**

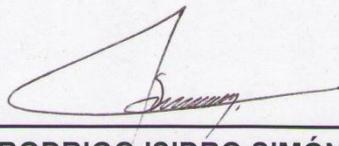
APROBADA POR EL COMITÉ

PRESIDENTE DEL JURADO



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO.

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE
CIENCIA ANIMAL**



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TESINA

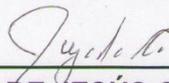
**“Actualidad del uso de Probióticos en granjas de
Pollos de engorda”**



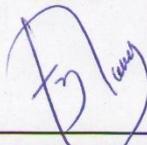
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO.
PRESIDENTE



MVZ. CUAUHEMOC FÉLIX ZORRILLA.
VOCAL



MC. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE.
VOCAL



IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS.
VOCAL SUPLENTE

Agradecimientos y Dedicatorias

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir todos y cada uno de éstos días de mi preparación profesional demostrándome tu amor y bondad.

A mis padres: Humberto Valles de la Mora y Ana Luisa González de Valles, por haberme apoyado en todo momento, por inculcar en mí valores trascendentales, por permitirme equivocarme y ayudarme a ponerme en pie nuevamente. Gracias por su comprensión, pero sobre todo gracias por su interminable amor.

A mi esposa Mayra y mi hija Romina, por estar a mi lado en los momentos en que el trabajo y el estudio consumían mi día. Gracias por su enorme amor e incontables muestras de cariño y alegría.

A mis hermanos Ana Luisa, Guillermo, Daniela y Michelle, gracias por estar conmigo en todo momento, por su amistad y amor en este trayecto.

A mis suegros: Manuel A. Solórzano y Martha O. De la Torre, por confiar en mí y brindarme todo su apoyo.

A mis maestros solo por mencionar algunos, en especial al M.V.Z. Francisco Sandoval, M.V.Z. Rodrigo Simón y M.C. José Luis Covarrubias Castro, quienes fueron mi base académica desde el inicio de éste trayecto. Gracias por su apoyo y comprensión y compartir conmigo toda su sabiduría para mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros que me han entregado su amistad y apoyo siempre.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna y en especial a la División de Ciencia Animal de Medicina Veterinaria y Zootecnia por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

Humberto Valles González

Índice

| | |
|---|-----|
| Agradecimientos y Dedicatorias | I |
| Índice | II |
| Título | III |
| Resumen | III |
| Objetivo | IV |
| Introducción | 1 |
| Antecedentes | 2 |
| Generalidades de los probióticos | 4 |
| Generalidades del uso de los probióticos en alimentación animal | 5 |
| Características del <i>Bacillus subtilis</i> | 5 |
| Uso de <i>Bacillus subtilis</i> en dietas para aves | 6 |
| ¿Qué son los probióticos? | 6 |
| Acción de los probióticos a nivel del Tracto Gastro Intestinal | 9 |
| Los probióticos | 10 |
| Microbiología del tracto gastro intestinal de las aves | 11 |
| Características microbiológicas del <i>Bacillus</i> sp | 12 |
| Efectos beneficiosos del uso de los <i>Bacillus</i> y sus endoesporas como probióticos en aves | 14 |
| Algunos resultados en la producción avícola de empleo de probióticos a base de <i>Bacillus</i> y sus endoesporas | 15 |
| Consideraciones finales | 18 |
| Referencias | 19 |

Actualidad del uso de Probióticos en granjas de pollos de engorda

RESUMEN

Se hace una revisión sobre el empleo de probiótico a base de cepas de *Bacillus sp.* y sus endosporas. Se define el concepto de probiótico y su evolución a partir de los trabajos de Metchnikoff (1908). Se señalan las características morfológicas y bioquímicas de los cultivos de *Bacillus sp* y sus endosporas y se destacan los principales efectos de estos sobre indicadores inmunológicos, fisiológicos y productivos en aves. Finalmente, se muestran los principales resultados del empleo, como probiótico, de estos cultivos en la avicultura.

Palabras claves: *Bacillus sp.*, endosporas, probióticos, aves, cultivos.

Objetivo.

El objetivo del presente artículo es revisar información que nos ayude a trabajar en el desarrollo de la salud intestinal del pollo de carne, tomando en cuenta estrategias de prevención y tratamiento como es el uso de anticoccidiales en el alimento, el uso de prebióticos en el alimento así como higiene y manejo de la zona de crianza, en particular de la cama ó piso del galpón.

INTRODUCCIÓN

Debido a los métodos de manejo intensivos actuales, los animales de granja, fundamentalmente las aves, son muy susceptibles a desbalances bacterianosentéricos que llevan a una insuficiente conversión de los alimentos y a una disminución en la respuesta zootécnica. Para atenuar estas dificultades, las dietas son suplementadas con antibióticos, los cuales han mostrado ser efectivos en la disminución de los trastornos diarreicos y en la promoción del crecimiento animal (Armstrong, 1986; Parker y Armstrong, 1987), sin embargo, el uso indiscriminado de los mismos ha llevado a la aparición de cepas patógenas resistentes. Hoy preocupa el riesgo potencial, por el uso de los antibióticos en los animales productores de alimento y su eventual contribución a que favorecen el desarrollo de enteropatógenos en el tracto intestinal, que pueden conducir a serias implicaciones médicas (Levis, 1998; Christina y Surawicz 2003 y Günter, 2003).

Como una solución a la necesaria reducción del uso de los antibióticos en el alimento animal para promover el crecimiento, ha despertado renovado interés la incorporación de cultivos de bacterias probióticas como aditivos promotores de la respuesta productiva en animales (Nisbet, 2002; Philippe, 2003 y La Ragione et al., 2004).

En tal sentido algunos cultivos del género *Bacillus* y sus endosporas, están recibiendo marcada atención por el efecto probiótico que brindan sobre el balance de la microflora intestinal, la mejora en la digestión y la absorción de los alimentos, la mayor eficacia en la conversión alimenticia y los mejores rendimientos productivos, principalmente, en aves (Inooka et al 1986; Guillot 2000 y Spinosa et al 2000; La Ragione RM et al., 2001 y Jadamus et al, 2001 y Duc le H et al 2003).

El objetivo del presente trabajo es hacer una revisión sobre el empleo de probióticos a base de cepas de *Bacillus sp.* y sus endosporas como mejoradores del sistema inmunológico, la fisiología digestiva y la respuesta productiva en las aves.



Antecedentes.

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando son administrados a través de la vía digestiva, producen resultados positivos en la salud del huésped (Miltenburg, 1999; Serrano et al., 2000; Guillot, 2001; Amigo et al., 2002).

La utilidad de los preparados probióticos depende de que exista en ellos un número adecuado de organismos para que puedan formar una colonia en el tracto gastrointestinal, y establecer una relación simbiótica en el animal huésped (Arias, 1998; Simon, 1998; Castellanos et al., 1999; Apajalahti y Bedford, 2000; La Ragione et al., 2001).

Los probióticos están disponibles en polvo, en grano y en forma líquida, estos últimos para usarlos como aditivos en el agua (Ensminger et al., 1999). Se ha comprobado que una de las causas de variación en los resultados es la dosis y las formas de administración. Por ejemplo, la granulación del pienso somete a los microorganismos a temperaturas y presiones que no pueden resistir (Delbecque, 1991). Por ello se requiere perfeccionar sus métodos

tecnológicos con el fin de proteger a las bacterias no esporuladas como los *Lactobacillus* (Guillot, 2001).

Este trabajo tiene como objetivo valorar la capacidad de supervivencia de una cepa de *Lactobacillus* sp. en agua de bebida, como criterio para avalar su potencialidad probiótica en la producción avícola y las posibilidades del agua como vía a suministrarlo a los animales.

En el mundo actual el creciente desarrollo demográfico exige de fuentes de proteínas de alto valor nutritivo y de bajo costo de producción. Para solucionar este problema y ofertar un producto de buena calidad que supla esas necesidades se han introducido alternativas en los centros de crianza de aves con el objetivo de mejorar y abaratar la producción, un ejemplo de ello es la utilización de sustancias probióticas.

Cada vez es mayor el uso de probióticos en la avicultura, en general, la razón de esto hay que buscarla en el amplio abanico de ventajas que ofrece su uso. Debido a que los probióticos son de origen natural, seguros, generalmente estable, no producen efectos acumulativos y provienen del tracto intestinal de la misma especie animal para las cuales van a ser usadas (Serrano *et al.*, 2000).

El uso de probióticos provoca en general, una mejor conversión del , un aumento del peso vivo y del crecimiento del ave; debido a que las bacterias ácido lácticas proporcionan nutrientes digeribles, vitaminas y enzimas digestivas, ayudando a la digestión, síntesis, adsorción de las vitaminas y minerales, lo cual facilita el metabolismo de los alimentos (Batt *et al.*, 1996; Kalantzopoulos, 1997; Nimruzi, 1999). Por otra parte permite mantener la flora intestinal en equilibrio y por consiguiente evitar la instauración de los patógenos intestinales, ya que cualquier amenaza a la salud gastrointestinal incide negativamente en la productividad total de la producción avícola (Clifford, 2000).

Siendo reconocidos los resultados de su aplicación en las crías intensivas de las aves (Oliver, 1996; Serrano *et al*, 2000).

La alimentación animal está compuesta en su mayoría de materias primas vegetales, principalmente cereales y semillas. Una porción de los nutrientes contenidos en la dieta no pueden ser digeridos en su totalidad y ser utilizados por monogástricos.

Sin embargo, la utilización y digestión del alimento puede ser incrementado por la adición de enzimas exógenas en la alimentación. (Schrezenmeir, J. and M. Vrese. 2001)

Por citar un ejemplo acerca de los nutrientes poco digeridos contenidos en las dietas de animales, se encuentra el almidón en la alimentación de pollo, proveyendo más del 50% de la energía de la dieta. Por tanto, la digestibilidad del almidón es crucial para explicar la utilización de la energía en aves. (Gracia *et al.*, 2003).

La literatura indica que la digestibilidad del almidón es alta pero incompleta en aves jóvenes, aumentando rápidamente a medida que el ave incrementa su edad (Yuste *et al.*, 1991; Noy y Sklan, 1995; Batal y Parsons, 2002; Gracia *et al.*, 2003).

Niveles altos de almidón en la dieta, no absorbidos en el intestino delgado de individuos, podrían afectar el índice de conversión de los pollos ya que no es aprovechado en su totalidad.

Generalidades de los probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud y en la fisiología del hospedero (Schrezenmeir, J. y M. Vrese. 2001). Una forma de actuar de los probióticos para lograr alcanzar un buen estado de salud del individuo, es a través de la resistencia otorgada contra la invasión de microorganismos patógenos, que se logra mediante la generación de sustancias antimicrobianas como ácido láctico y otros ácidos de cadena corta. (Marteau P. *et. al.* 2001).

Según International Life Science Institute, Bruselas (ILSI), 1998, los PROBIOTICOS son: "Microorganismos vivos que cuando son ingeridos en cantidades suficientes, tienen efectos beneficiosos sobre la salud, lo que va más allá de los efectos nutricionales convencionales".

Generalidades del uso de probióticos en alimentación animal

Una vez que los probióticos son ingeridos ocurren cambios en la microflora intestinal que repercuten positivamente en el estado de salud del consumidor. Es importante resaltar que la flora intestinal es una comunidad interactiva de organismos con funciones específicas para mantener el estado de salud. Esta función es la suma resultante de las diferentes actividades combinadas de los organismos que la conforman como lo son la fermentación de sustratos de la dieta no digeribles y del moco producido por el epitelio con la producción de acetato, propionato y butirato, favoreciendo la recuperación y la absorción de calcio, hierro y magnesio, así como, la síntesis de la vitamina K y de las vitaminas del grupo B. (Guarner F. 2000).

Algunos beneficios incluyen mejora en las enfermedades infecciosas. Estos efectos pueden deberse directa o indirectamente a la regulación de la microflora intestinal o de la respuesta inmunológica. (Guarner, F. y Malagelada, J.R. 2002)

Características de Bacillus subtilis

Las características principales de Bacillus spp son:

- a) Bacterias grampositivas.
- b) Se desarrollan en un amplio rango de humedad y temperatura.
- c) Fermentativas, hidrolizando principalmente almidón.
- d) No es patógeno, cuando se utiliza en dosis bajas.
- e) No produce endotoxinas siendo inofensivo para los animales.
- f) Secreta proteínas.

Uso de Bacillus subtilis en dietas para aves

Diversos son los peligros que pueden afectar la calidad de la carne de pollo., como los promotores de crecimiento o antibióticos que son un riesgo para la salud humana. Su uso, sin embargo, puede acarrear la aparición de residuos de antibióticos.

Entre la solución a este problema podemos encontrar:

a) La utilización de ácidos orgánicos en la dieta, lo que parece facilitar la absorción intestinal y limita el crecimiento de patógenos digestivos.

b) La utilización de probióticos, microorganismos pertenecientes a la flora láctica, fermentadores similares a los empleados para la elaboración del yogur y embutidos, reconocidos como totalmente inocuos.

DESARROLLO

¿Qué son los probióticos?



La fundamentación del uso de probióticos se remonta a principios del siglo XX cuando Metchnikoff (1908) planteó que la ingestión de bacterias ácido lácticas podían tener efectos beneficiosos sobre la flora intestinal, atribuyendo estos, fundamentalmente, a los cultivos presentes en el yogur. Este concepto fue evolucionando con el transcurso del tiempo, siendo Lilley y Stillwell (1965), quienes introdujeron el término probiótico y lo definieron como 3 sustancias producidas por un microorganismo que favorece el crecimiento y desarrollo de otros. Parker (1974) estando al tanto de la anterior definición dijo que los probióticos eran organismos y sustancias que contribuían a un favorable equilibrio microbiano en el sistema digestivo. Fuller (1986) y Sainsbury

(1992,1993) describieron a los probióticos como suplementos alimentarios para animales, con un efecto protector sobre la flora indígena del intestino y la eliminación de microorganismos patógenos, constituidos, principalmente, por cultivos de bacterias ácido lácticas, *Bacillus* y levaduras. Este mismo autor (1989) y Guillot (2000) argumentaron que los probióticos son microorganismos vivos suministrados a través de la ruta digestiva favorecen la salud del hospedero. Gunther (1995) clasifica a los probióticos como aditivos alimentarios microbianos, pero incluye en su clasificación a organismos microbianos viables y no viables de las especies *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Saccharomyces* y *Bacillus*, productos de la fermentación microbiana, nucleótidos, y sus productos metabolizables, metabolitos de las proteínas y sustancias derivadas, ácidos orgánicos tales como el láctico, cítrico, acético, fumárico y otros, así como enzimas, principalmente de tipo hidrolíticas.

Según Lyons (1997) los probióticos son productos naturales, que utilizados como promotores del crecimiento en los animales permiten obtener mayores rendimientos, más elevada resistencia inmunológica y reducida o ninguna cantidad de patógenos en el TGI. Una definición más actual considera que los probióticos son bacterias residentes que forman colonias en el tracto gastrointestinal, vaginal y en la boca. Estas bacterias representadas por *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaris*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* y otros microorganismos beneficiosos, son la primera línea de defensa del cuerpo contra los microorganismos potencialmente dañinos que se inhalan o se ingieren. Estas bacterias probióticas son consideradas como los guardianes del cuerpo por ser residentes del mismo y ayudar a prevenir una amplia gama de enfermedades (Lori Kopp-Hoolihan 2001 y Monteleone et al 2002).

Los probióticos son considerados como sustancias de carácter aditivo a las dietas, incluso los antibióticos producidos por los propios microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal se incluyen entre las sustancias probióticas. Sin embargo, el concepto de aditivo biológico no parece tampoco reflejar con exactitud cuánto de específico y diferencial tiene este grupo de

microorganismos, cuyos efectos enzimáticos son muy distintos de los que corresponden a su acción antagónica microbiana. Se ha estado recomendando que los microorganismos susceptibles de emplearse como aditivos fueran especies o cepas vivas de microorganismos capaces de adherirse a las células epiteliales y multiplicarse seguidamente. Sin embargo, cepas de otras bacterias como el *Bacillus cereus*, a pesar de no adherirse al epitelio intestinal han ser eficaces como probióticos. Su capacidad no depende de adherirse sino de colonizar el tracto gastro intestinal, por lo que su suministro debe ser periódico para que circule a lo largo de todo el tracto intestinal bajo una forma viva y activa (Hoa et al. 2000 y Duc et al., 2003).

Se ha definido, también, que un probiótico corresponde a la preparación de un producto que contiene microorganismos viables en suficiente número que altere la microflora por implantación o colonización, mejorando el comportamiento del huésped y provocando efectos beneficiosos sobre la salud del mismo. Esta definición hace hincapié en la presencia de microorganismos viables, en número suficiente para provocar los efectos beneficiosos sobre la salud, a través de una alteración positiva de la microflora por colonización del intestino (Jadamus et al. 2001 y Casula and Cutting , 2002).

Hasta el momento de nacer, el aparato digestivo del feto en mamíferos o del embrión en aves es estéril. La colonización microbiana, sin embargo, es extremadamente rápida y alcanza cifras próximas a los 10¹⁰ microorganismos por gramo de heces a partir de las 48 horas después del nacimiento. Un 20 % de esta biomasa microbiana permanece sin identificar, y aun cuando las bacterias están representadas fundamentalmente por enterobacterias y anaerobios (facultativos y estrictos) sus variaciones entre especies animales son muy amplias. Así, por ejemplo, el intestino de los gazapos carece de lactobacilos en las primeras semanas de edad. En todo caso, cualquiera que sea el animal, la luz intestinal va a colonizarse por la flora ambiental y de la propia madre. Antes de los 7 días de vida se puede considerar que la colonización y el estándar microbiano intestinal quedan establecidos y diferenciados en un alto por ciento. De ahí la importancia que reviste el

suministro a los animales de productos biológicos tales como los probióticos (Garlich,1999).

Acción de los probióticos a nivel de tracto gastrointestinal (TGI)

Cada vez es mayor el uso de los probióticos en la avicultura intensiva. La razón de esto hay que buscarla en la amplia diversidad de ventajas que ofrece su uso. Se plantea que la introducción de un probiótico es un evento natural el cual actuará beneficiando las interacciones naturales y complejas de la flora intestinal. Sus efectos positivos no solo serán a nivel del TGI, además se reflejarán en resultados zootécnicos tales como ganancia de peso vivo y conversión alimenticia (Prast, 1999).

Los probióticos están encaminados a favorecer la microflora intestinal, la cual está compuesta, en su gran mayoría, por bacterias ácido láctica. Esta microflora es esencial para descomponer las sustancias alimenticias que no fueron digeridas previamente, mantener la integridad de la mucosa intestinal protegiendo así a todas sus paredes, al desdoblar los alimentos producen vitaminas (sobre todo del complejo hidrosoluble) y ácidos grasos, reduce el nivel de colesterol y triglicéridos en sangre, al mantener la estabilidad intestinal logran aumentar la respuesta inmune; se conoce que cuando estos mecanismos son agredidos por algún agente externo es el momento idóneo para entrar a actuar los probióticos. No basta la solo acción de los mismos sino que hay que crearles a las aves un estado ambiental general adecuado y dietas que suministren los nutrientes necesarios (Pratt et al 2002 y Smolander et al 2004).

Cuadro 3

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES DEL POLLO DE ENGORDA
 ALIMENTADO CON PAREDES CELULARES DEL *Saccharomyces cerevisiae*
 EFFECT OF AGE ON INTESTINAL VILLI IN BROILERS FEED WITH
Saccharomyces cerevisiae CELL WALLS

| Treatments | Without GPA and without ScCw | With GPA and without ScCw | Without GPA and with ScCw | With GPA and with ScCw | Mean |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Length μ | | | | | |
| 10 days | 2293 \pm 336 | 2342 \pm 108 | 2393 \pm 136 | 2700 \pm 328 | 2432 \pm 288 ^{ab*} |
| 21 days | 2220 \pm 261 | 2381 \pm 530 | 2711 \pm 103 | 2542 \pm 548 | 2463 \pm 430 ^a |
| Mean | 2256 \pm 294 ^{b*} | 2362 \pm 371 ^{ab} | 2552 \pm 201 ^{ab} | 2621 \pm 446 ^a | |
| Width μ | | | | | |
| 10 days | 248 \pm 65 | 287 \pm 22 | 262 \pm 33 | 259 \pm 53 | 264 \pm 47 ^{ab*} |
| 21 days | 307 \pm 88 | 394 \pm 134 | 470 \pm 132 | 420 \pm 145 | 398 \pm 135 ^b |
| Mean | 277 \pm 81 ^{a*} | 340 \pm 108 ^a | 366 \pm 142 ^a | 340 \pm 134 ^a | |
| Number n | | | | | |
| 10 days | 43.3 \pm 7 b ^{**} | 43.4 \pm 4 ^b | 42.1 \pm 4 ^{ab} | 37.9 \pm 2 ^c | 41.7 \pm 5 |
| 21 days | 49.3 \pm 2 ^a | 43.1 \pm 2 ^b | 42.3 \pm 2 ^b | 46.2 \pm 2 ^a | 45.2 \pm 3 |
| Mean | 46.3 \pm 6 | 43.3 \pm 3 | 42.2 \pm 3 | 42.1 \pm 4 | |
| Area $\times 10^3 \mu^2$ | | | | | |
| 10 days | 23.5 \pm 3.2 ^{b**} | 29.0 \pm 1.0 ^b | 26.4 \pm 3.9 ^b | 26.1 \pm 3.4 ^b | 26.2 \pm 3.6 |
| 21 days | 33.3 \pm 8.5 ^b | 38.9 \pm 11.3 ^b | 53.7 \pm 14.3 ^a | 51.9 \pm 28.2 ^a | 44.5 \pm 17.7 |
| Mean | 28.4 \pm 8.0 | 34.0 \pm 9.3 | 40.0 \pm 17.3 | 39.0 \pm 23.6 | |

^{ab}. Values with different letters are different ($P < 0.05$)

^{ab*}. Interaction ($P < 0.05$)

Los probióticos.

Los probióticos son microorganismos vivos que producen ácido láctico; el ácido láctico reduce el pH intestinal, inhibiendo el desarrollo de microorganismos patógenos del intestino (*E. coli* y *S. enteritidis*); también producen metabolitos y antibióticos que dificultan el desarrollo de los microorganismos patógenos. No obstante, aunque los probióticos mejoran el índice de conversión y la productividad, los resultados obtenidos hasta la fecha son peores que con antibióticos, aunque se están mejorando.

PROBIOTICOS AUTORIZADOS

Lactobacillus farciminis Saccharomyces cerevisiae

Bacillus cereus

Enterococcus faecium

Pediococcus acidilactici

Los probióticos se utilizan en situaciones de estrés (que inducen el desarrollo de enterobacterias patógenas), sobre todo durante el destete de lechones y terneros. Los probióticos se comercializan en forma de premezclas que contienen del orden de 10.000 millones de diferentes especies de bacterias (y en ocasiones levaduras) por g de premezcla; el coste de las premezclas es de unas 1.000-1.500 PTA/kg y se incluyen en los piensos a dosis de 0.1-0.2%.

Los probióticos deben ser termoresistentes para que no se destruyan durante la granulación ó extrusión; por ello se utilizan en forma de esporas que germinan en el aparato digestivo (*Bacillus*) ó microencapsulados (los no esporulados). Finalmente, es conveniente tener presente que los probióticos tienen muy pocas posibilidades de colonización ó multiplicación en el intestino (solamente transitan), por lo que deben suministrarse de forma continuada durante los periodos de estrés. Piad (2002)

Microbiología del tracto intestinal de las aves

Normalmente, las bacterias que habitan en el tracto digestivo no solo son beneficiosas, sino también esenciales. En las aves, las bacterias crecen activamente en el buche, intestinos y ciegos. Entre las aves silvestres, los recién nacidos obtienen sus primeras bacterias de la boca, buche o excremento de la madre. Por consiguiente, una población deseable, equilibrada, o beneficiosa de bacterias se establece rápidamente en el ave joven. Los polluelos que nacen en plantas incubadoras comerciales no tienen esta oportunidad. Estos problemas se puede resolver proporcionando cultivos vivos de bacterias beneficiosas (probióticos) al momento de la eclosión. Una población bacteriana beneficiosa inhibe bacterias potencialmente patogénicas, estimula el sistema inmunológico, produce nutrientes que ayudan a nutrir las

células que recubren el tracto digestivo, reduce la producción de amoníaco y las cantidades tóxicas de aminas biogénicas (Garlich, 1999).

Moreno (2003), plantea que son muchas las bacterias y las levaduras que se pueden usar de forma beneficiosa para mantener una flora digestiva sana y en equilibrio. Los microorganismos más usados son *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus stearothermophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Los *Lactobacillus*, que crecen rápidamente en el intestino, son quizás los más conocidos por los avicultores, se trata de bacterias que pueden transformar la lactosa en ácido láctico. Este aumento de ácido láctico hace disminuir el pH intestinal a unos niveles tan bajos que la supervivencia de microorganismos como la *E.coli*, *Salmonellas* entre otros, se hace muy difícil. Las levaduras también forman parte de los probióticos, son utilizados por su poder fermentativo y por su riqueza en vitaminas del grupo B y enzimas hidrolíticas que ayudan al proceso de digestión (Moreno,2003).

Walter y Henry (1988) plantearon que *Bacillus*, podían ser usados como probióticos pero de forma repetitiva en el alimento para prevenir los desórdenes digestivos y/o mejorar el desarrollo zootécnico.

Características microbiológicas del *Bacillus sp.*

Las bacterias del género *Bacillus* microbiológicamente son consideradas como Gram positivas en forma de bastoncillo, agrupadas en cadenas, móviles y flagelación peritrica, formadoras de endosporas, anaerobias estrictas o facultativas, no son adherentes, y son productoras de sustancias antimicrobianas y enzimas hidrolasas. Entre las especies de mayor importancia como probióticos pertenecientes a este género están *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis* y *B. natto*.(Jawets,1996).

La producción de endosporas es una característica típica de todas las bacterias de los géneros *Bacillus* y *Clostridium*. Estas son pequeñas estructuras ovoides o esféricas, en las que pueden transformarse estas bacterias y constituyen formas celulares muy resistentes al calor y al medio adverso. Su síntesis se produce frente a condiciones de limitación de nutrientes, agua y oxígeno y constituye un sistema de protección frente a las condiciones ambientales adversas.

En su composición química entran el ácido dipicolínico (ADP) y los iones Calcio, que asociados al córtex, forman el dipicolinato de Calcio, responsable de la resistencia al calor (Stanier,1996).

La estructura de las endosporas es compleja y posee varias capas que, del exterior al interior, pueden nombrarse como: exosporio (cubierta fina y muy delicada), cutícula (con una o varias capas de material similar al de la pared celular) y córtex (compuesta por varios anillos concéntricos, constituido por glucopéptidos y contenedor de las estructuras normales de la célula. (Stanier, 1996).

Otros de los elementos que caracteriza a los *Bacillus sp* es la producción de enzimas hidrolíticas que ayudan a mejorar la utilización de los alimentos. Dentro de estas se encuentran las proteasas, amilasas y las glicosidasas que descomponen las complejas moléculas de los alimentos y las transforman en nutrientes más simples. Estos compuestos son absorbidos más rápidamente por el animal o pueden ser empleados por otras bacterias beneficiosas para el establecimiento de una microflora intestinal balanceada.

El empleo de las bacterias del género *Bacillus* y sus endosporas también viene dado por su capacidad de producción de enzimas, estas además de mejorar la digestión en el hospedero, son capaces de inhibir el crecimiento microbiano de bacterias dañinas. Las endosporas, por su parte, estimulan el sistema inmune contribuyendo a la resistencia contra el desafío de patógenos ambientales. Anon (1998).

Bortolozo (2002) informa que dentro de los *Bacillus* más utilizados como

probióticos se encuentra el *Bacillus subtilis*, a pesar de estar considerados como microorganismo transitorio del TGI, pues no poseen la capacidad de adherirse al epitelio intestinal, su efecto está encaminado a multiplicar y favorecer la colonización de otros microorganismos como es el caso del *Lactobacillus acidophilus*. Gabriel (1999) atribuye que una de las funciones más importante de los *Bacillus* y sus endosporas es el fortalecimiento del sistema inmune en las aves. Los mismos pueden actuar en la inmunología específica y en la protección inespecífica de las parvadas. Piad (2002) también plantea que una de las acciones fundamentales de los probióticos a base de *Bacillus* y sus endosporas es activando el sistema inmune en las aves.

Efectos beneficiosos del uso de los *Bacillus* y sus endosporas como probióticos en aves.

Según Ross Tech (1999) las esporas de *Bacillus* unidas a otras especies de bacterias tales como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Streptococcus*, contribuyen a disminuir la acidez del intestino, favoreciendo los procesos digestivos y el control del crecimiento de Enterobacteriaceae en aves.

Dentro de la actividad enzimática específica de algunas especies de *Bacillus* se citan: Se produce proteasa, amilasa, β -glucanasa y otras enzimas por *Bacillus subtilis*, produce proteasa, amilasa y otras enzimas el *Bacillus licheniformis* y produce β -glucanasa la especie de *Bacillus circulans*. El empleo de endosporas de *Bacillus sp* puede contribuir a una disminución de acidez del intestino en las aves, favoreciendo el crecimiento de *Lactobacillus* en el TGI, estimulando el sistema inmune, contribuyendo a la resistencia contra el desafío de patógenos ambientales, Inhibiendo y controlando el crecimiento microbiano de bacterias dañinas y favorecen los procesos digestivos. (Anon, 1998).

Las endosporas de *Bacillus subtilis* que generalmente, permanecen viables en el alimento suministrado a aves son estables en la acidez gástrica, actúan contra patógenos específicos en el intestino e incrementan los *Lactobacillus* del tubo intestinal (Jiraphocakul et al, 1990).

Algunos resultados en la producción avícola de empleo de probióticos a base de *Bacillus sp* y sus endosporas.

Maruta et al (1996). La administraron a pollos de ceba un probiótico a base de *Bacillus subtilis* (C-3102) para evaluar la exclusión o decrecimiento de patógenos intestinales tales como *Salmonella* o *Campylobacter*. Los resultados mostraron un decrecimiento en el número y rango de detección de *Campylobacter* y *Salmonella* en los grupos desafiados, con respecto al control para ambas entidades infecciosas ($P < 0.01$). Asimismo, fueron observados decrecimiento en el número de *Clostridium perfringens* y Enterobacteriaceae. Por otro lado se observó un incremento significativo ($P < 0.05$) en el número de *Lactobacillus* al investigarse la microflora intestinal. Estos resultados demostraron la eficacia de este cultivo.

Shubert et al (1999) estudiaron el efecto de una cepa de *Bacillus cereus* en pollos de ceba. Encontraron una inhibición de bacterias indeseables en el intestino.

Además comprobaron un menor peso relativo de los órganos digestivos, asociado esto con un mayor rendimiento en las aves. Estos mismos autores en otra investigación estudiaron el uso de un probiótico a base de *Bacillus cereus* (Toyocerin) en pollos de ceba. Suministran 50 y 100 mg/kg en la dieta y comprobaron que el peso final era superior en 1.5% y 2.1%, en los animales tratados, respecto al control. Asimismo, mejoró la conversión 1.2% y 2%.

La mortalidad fue disminuida a 2.7% y 4.5%, con respecto al grupo control. Jiraphocakul et al (1999) informaron que esporas viables de *Bacillus subtilis* en el alimento son estables la acidez gástrica y actúan contra patógenos específicos en el intestino tales como *E. coli*. Su empleo incrementó los conteos de *Lactobacillus* en el intestino con un efecto promotor del crecimiento.

Guillot (2000) plantea que entre las especies microbianas con probióticos en animales se encuentran las bacterias del género *Bacillus*. Cita como especies de mayor importancia a: *B. cereus*, *B. licheniformis* y *B. subtilis*. Una de las principales acciones probióticas de estas bacterias es la producción de enzimas que mejoran la función digestiva en las aves. En otro experimento informado por este autor estudio el efecto de esporas de *Bacillus* en aves desafiadas con *E. tenella* y *Salmonella sp.* Se observó una reducción de los síntomas clínicos ligados con un mejor crecimiento. Así mismo este autor estudio que la administración en pollos de ceba de la cepa C-3102 de *Bacillus subtilis* puede excluir o decrecer la presencia de patógenos intestinales tales como *Salmonella* y *Campylobacter*. Este resultado mostró un decrecimiento en el número y rango de detección de estas especies.

Endo y Nakano (2000) estudiaron los efectos del empleo de un probiótico en pollos de ceba el cual incluía especies de *Lactobacilos*, *Bacilos*, *Streptococos* y *Saccharomyces* en una dosis de 3 g/kg de concentrado. El probiótico decreció el número de Enterobacteraceae (*E.coli* y *Salmonella*) en el ciego.

Estudios realizados por Maruta (1993) e informados también por Bortolozo (2002) quienes administraron un probiótico a base de *Bacillus subtilis* a pollos de ceba, muestran un aumento de la musculatura y disminución de la grasa abdominal, principalmente en machos. Además observaron que el suministro de este probiótico disminuyó el por ciento de bacterias patógenas, fundamentalmente, *Salmonella* desde un 60 a un 20 %. Estos mismos autores cuando aplicaron un probiótico a base de *Bacillus natto* sobre la microflora intestinal en pollos de ceba, a razón de 0,50, 75 y 100 g de probiótico (109 *Bacillus natto*/g) por tonelada de ración, observaron una disminución del número de coliformes fecales en relación con los controles, sugirieron el empleo de una dosis de 100 g de este probiótico por cada tonelada de concentrado.

Colin et al (1994) estudiaron el efecto del empleo de dos probióticos (esporas de *Bacillus ssp* a razón de 100 ppm con 1010 ufc/g y una mezcla de microorganismos lácticos, levaduras y enzimas digestivas a razón de 100 ppm en dietas de pollos de engorde, además del antibiótico licomicina un control

positivo. Encontraron una mejora en la ganancia de peso. La acción de los dos probióticos no difirió entre si, pero si con el antibiótico y el grupo control.

Nakano et al (1999) y Alarcon (2001).comprobaron que al suministrar una mezcla probiótica (*Lactobacillus*, *Bacillus*, *Streptococcus* y *Saccharomyces*) se reducía significativamente el nivel de colesterol sérico y hepático en gallos alimentados con dietas enriquecidas con colesterol. Las *Enterobacteriaceae* fueron también significativamente reducidas. El pH, por su parte, no se altero, en tanto se incrementaron la concentración de AGCC en los ciegos de los animales tratados. Arturo et al (2000) evaluaron el efecto del *Bacillus toyoi* adicionado a la dieta de pollos de engorde, demostrando tener un efecto promotor del crecimiento y disminución de la mortalidad por *Salmonella*.

Hansen (2004), obtuvo un probiótico compuesto por esporas de *Bacillus licheniformis* y *subtilis*. Demostrando que las enzimas que producen estas cepas como: amilasas, proteasas, lipasas contribuyen a mejorar la digestión de los ingredientes del pienso , hecho que se refleja en claras mejoras en los parámetros productivos. Además inhibe el crecimiento de agentes patógenos (*Clostridium perfringens*, *Staphylococcus*, bacterias coniformes) y estimulan la respuesta inmunitaria. En terneros se ha demostrado que el uso de este probiótico ha demostrado una ganancia media diaria y los índices de conversión , además de disminuir la presencia de diarreas.

Cuando se evaluó el efecto de la cepa en el peso vivo (tabla 1), se encontró que el peso vivo promedio de las pollitas tratadas mostraron diferencias significativas a los siete días, sin embargo no se observo diferencias significativas a los 14 y 21 días, pero a partir de esta edad, se evidenció diferencias significativas en todos los períodos evaluados con relación al control. Las magnitudes de las mejoras se incrementaron paulatinamente en 1,5 % a los 28 días, 5,53 % a los 35 días y 7,77 % a los 42 días. Estas diferencias evidencian el efecto probiótico del *Lactobacillus* y, a su vez, son indicativas de un importante potencial de beneficio en condiciones de crianza al considerar que las aves se crían por cientos de miles.

CONSIDERACIONES FINALES

El empleo de probióticos a base de *Bacillus sp* y sus endosporas, en la aves, está encaminado a mejorar el balance microbiano del TGI, inhibir el crecimiento de bacterias dañinas, producir enzimas hidrolíticas para mejorar la utilización de los alimentos, e incrementar los contenidos de bacterias ácido lácticas en el TGI, favoreciendo la acidez del intestino. Así mismo los cultivos de *Bacillus sp* y sus endosporas estimulan la respuesta inmunológica favoreciendo la diferenciación de células supresoras o estimuladoras y como resultado final mejorar los rendimientos productivos.

REFERENCIAS

- Alarcón, Teresa. 2001. *B. subtilis* 3 contra *H. pylori*. *Antimicrobial Agents Chemotherapy* 2001 (Nov); 45: 3156-3161
- Andrews, A. 1992. Probiotics and other prophylactic agents. Ocasional publication. No. British Society of Animal Production
- Anon 2000. Antibióticos y otros promotores del crecimiento en la avicultura. *Industria avícola*. Julio: 14-18
- Anon. 1998. CHR. Hansem. Byo System. The World's microbial experts. Probio:www. Chrhansen.com. Infocarne.probióticos en nutrición animal.com(2001)
- Anon.1998. Residues and reassurance. *International Pig Topic*. 13:1-10
- Armstrong, D.G. 1986. Gut active growth promoters. En: *Control and manipulation of animal growth*. Editado por P. J. Buttery, D. Lindsay y N: B: Haymes Butterworth, London, pp 21-37
- Bortolozzo, F., F y Kira, K. K.2002. Probióticos . Uso de los probióticos na alimentacio de frangos de corte. [File://A:/ probióticos 10. Htm](#).pp:1-
- Carla, M.y Chistian, J.2002.Probióticos. Estudios realizados en el laboratorio y consultoría:Tres Arroyos (ACTA)
- Casula G y Cutting S. M. 2002. *Bacillus* probiotics: spore germination in the gastrointestinal tract. *Applied Environ. Microbial* May 68(5): 2344-2350
- Christina M. y Surawicz M.D. 2003. **Probiotics-antibiotic associated** diarrhea and *Clostridium difficile* diarrhoea in humans *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. Volume 17, Issue 5 , October 2003, Pages 775-783

COLIN, I.; Morales, E y Avila, E.1994. Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorde. Veterinaria. México. 25(2):141-144

Duc le H.; Hong H.A y Cutting S.M. 2003. Germination of the spore in the gastrointestinal tract provides a novel route for heterologous antigen delivery: Vaccine. Oct. 1: 21 27-30: 4215-24

Duc le H.; Hong HA.; Cutting SM. 2003. Germination of the spore in the gastrointestinal tract provides a novel route for heterologous antigen delivery. Vaccine Oct. 1 (27-30): 4215-4224

E. V. Pratt, S. P.; Ros.; and A. A. Keeling. 2002. Effect of ambient **temperature** on losses of volatile nitrogen compounds from stored laying hen manure. Bioresources Technology. Volume 84, Issue 2, September: 203-205

Fuller, R.1986. Probiotics. J.Appl. Bacteriol. Symp. Suppl.15-75

Fuller,R.1989. Probiotics in man and animal.J.Appl. Bacteriol. 66:365

Guillot, J. F.2000. The pros and cons of probiotics. Make probiotics work for poultry. World Poultry 16 (7):18-21

Günter K. 2003. Taxonomy, ecology and resistance of enterococci from food and the gastro-intestinal tract. **International Journal of Food Microbiology** Volume 88, Issues 2-3 , 1 December 2003, Pages 123-131

Gunther, K. 1995. The role of probiotic as feed additives in animal nutrition. Department of animal physiology and animal nutrition. Gottingem, Germany
Hoa NT.; Baccigalupi L.; Huxham A.; Smertenko A.; Van PH.; Ammendola S.; Ricca E.; Cutting AS. 2000. Characterization of Bacillus species used for oral bacteriotherapy and bacterioprophylaxis of gastrointestinal disorders. Applied Environ. Microbiol.Dec., 66 (12): 5241-5247
<http://. Arcosbalnco.com.2003>

Inooka S.; Uehara S.; Kimura M.; 1986. The effect of Bacillus natto on the T and B lymphocytes from spleens of feeding chickens. Poult Sci

Jadamus A, Vahjen W, Simon O. 2001. Growth behaviour of spore forming probiotic strain in the gastrointestinal tract of broiler chicken and piglets. Arch Tierernahr. 1;54 (1): 1-17

Jadamus A.; Vahjen W.; Simon O. 2001. Growth behaviour of a spore forming probiotic strain in the gastrointestinal tract of broiler chicken and piglets. Arch.Tierernahr. 2000; 54 (1): 1-17

Jawets. 1996. Microbiología Médica. Editorial El Manual Moderno.15 .Edición.pp:834-835

Jim D. Garlich, Ph. D. 1999. Microbiología del tracto intestinal aviar. College of Agriculture and life Sciences, USA

Jiraphocakul,S.; Sullivan,W.T.; Shahani,M,K.1990. Influence of dried B.subtilis culture and antibiotics as performance and intestinal microflora in turkey.Poultry Science9:1966-1973

L. Biancone I.; Monteleone, G.; Del Vecchio Blanco, P.; Vavassori and F. Pallone.2002. Resident bacterial flora and immune system. **Digestive and Liver Disease**. Volume 34, Supplement 2 , September 2002, Pages S37-S43

La Ragione RM, Narbad A, Gasson MJ, Woodward MJ. 2004. In vivo characterization of Lactobacillus johnsonii FI9785 for use as a defined competitive exclusion agent against bacterial pathogens in poultry. Lett Appl Microbiol. 2004;38(3):197-20

La Ragione RM.; Casula G.;Cutting SM y Woodward MJ.2001. Bacillus subtilis spores competitively excluded Escherichia coli 078:K80 in poultry. Vet

Microbiol.2001 Mar20;79 (2):133-42 Lilley, D.M., Stiwel, R.H.1965.

Probiotics:Growth promotion factor produced by microorganism. Science
167:747-748

Lori Kopp-Hoolihan Ph D. RD. 2001. Prophylactic and Therapeutic Uses of
Probiotics. Journal of the American Dietetic Association. Volume 101,
Issue 2, February 2001, Pages 229-241

Lyons,P.1997. Opinan los hombres del negocio. Avicultura profesional, 15(7):22

Maria R. Spinosa.; Tiziana Braccini.; Ezio Ricca.; Maurilio De Felice.; Lorenzo
Morelli.; Gianni Pozzi and Marco R. Oggioni. 2000. On the fate of ingested
Bacillus spores. Research in Microbiology. Volume 151, Issue 5, June, 361-
368

Maria Smolander.; Hanna-Leena Alakomi.; Tiina Ritvanen Jukka Vainionpää
and Raija Ahvenainen. 2004. Monitoring of the quality of modified atmosphere
packaged broiler chicken cuts stored in different **temperature** conditions. A.
Time– **temperature** indicators as quality-indicating tools. Food Control. Volume
15, Issue 2004: 217-229

Maruta, K y Miyazaki, L,S. 1996.Exclusion of intestinal patogens by continuos
feedingwith Bacillus subtilis C-3102 and its influence on intestinal microflora in
broilers. Animal Scienceand Technology Japan.7:273-280

Metchnikoff, E.1908. Prolongation of live . Putnams Sons, New Jork

Mulder, R. 1996. Probiotics and competitiveexclusion microflora againts
Salmonella. Wolrd Poultry. Special Salmonella. May, pp.30-32

Nakano, T.; Shimuzu,M y Fukushima. 1999. Effects af a probiotic on the lipid
metabolism of pullet hen as a colesterol- enriched diet. Biotechnology and
Biochemistry63:1569-1575

Nisbet D.2002. Defined competitive exclusion cultures in the prevention of enteropathogen colonisation in poultry and swine. *Antonie Van Leeuwenhoek*. Aug; 1981(1-4): 481-6

Ortega. M.E. 2003. [www. Infocarne.com/aves/probioticos.asp](http://www.infocarne.com/aves/probioticos.asp)

Parker, D.S y Armstrong, D.G. 1987. Antibiotic feed additives and livestock production. *Proc. Nutr. Soc.* 46:415

Parker, R.B 1974. Probiotics, the other half of the antibiotics story. *Anim. Nutr. Heath*, 29: 4-8

Philippe B. 2003. EU assessment of enterococci as feed additives. *International Journal of Food Microbiology*. Volume 88, Issues 2-3 , 1 December 2003, Pages 247-254

Prats, C.A.1999. Establecimiento de un protocolo experimental para determinar la adherencia in vitro de Lactobacilos a las células intestinales del cerdo. Tesis presentada en opción al título de Máster en Radioquímica. ICA.

Sainsbury, D.1993. Protecting against strees. Probiotics boots natural resistance. *Pigs*. January/February, pp32

Shubert,R. , Flackowsky. 1999.Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung on Mensch und tier:7.Symposiun Jenal/Thuringen, Germany,22.und 2. September 1999.515-518

Vambelle,M ;Teller, E. y Focant, M.1990. Probiotics in animal nutrition. *Arch. Anim. Nutr. Berlín*, 4 (7)