



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EL USO DE PRODUCTOS NATURALES EN EL ALIMENTO DEL
POLLO DE ENGORDA SOBRE LOS PARAMETROS
PRODUCTIVOS Y MORTALIDAD

T E S I S
QUE PRESENTA

JUAN MANUEL IBARRA GOMEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ASESORES

Doctor en Ciencias José Arce Menocal

Doctor en Ciencias Ernesto Ávila González

Doctor en Ciencias Carlos López Coello

MC. Luis Garibay Torres

Morelia, Michoacán. Julio del 2014



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EL USO DE PRODUCTOS NATURALES EN EL ALIMENTO DEL
POLLO DE ENGORDA SOBRE LOS PARAMETROS
PRODUCTIVOS Y MORTALIDAD**

T E S I S
QUE PRESENTA

JUAN MANUEL IBARRA GOMEZ

**PARA OBTENER EL TITULO DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis **padres** por brindarme su ayuda en todas las etapas de mi vida y estudios con mucho entusiasmo y dedicación para poder seguir día con día mis estudios hasta llegar a lo que ahora soy una persona preparada y la mejor herencia que me pudieron con mucho esfuerzo dar.

A MIS HERMANOS Que por su apoyo y motivación hicieron que el camino a seguir fuera más fácil e importante y llegar a lo que hoy soy.

A MIS ASESORES Dr. José Arce Menocal, Dr. Ernesto Ávila González, Dr. Carlos, López Coello, MC. Luis Garibay Torres. Por su gran apoyo brindado para la realización de mi tesis de titulación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me ayudaron a la formación de mi persona como futuro Médico Veterinario Zootecnista, a mi familia que siempre me apoyaron y estuvieron pendientes de mi y de lo que necesitaba, a mis amigos con los que compartí momentos especiales e inolvidables que siempre se quedaran como buenos recuerdos en mi memoria, a mis profesores que me enseñaron que en la vida hay mucho que aprender, y a las personas que directa o indirectamente me ayudaron a no dejarme vencer por los obstáculos y me hicieron cada vez más fuerte y le doy las gracias.

Y sobre todo a mis asesores por permitirme trabajar en su área para la realización de mi tesis.

Índice

		Pagina
I	INTRODUCCIÓN	1
II	REVISIÓN DE LITERATURA	3
II.1	Las levaduras de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y sus aplicaciones en alimentación animal	3
II.2	Fracciones de levaduras	4
II.3	Mecanismos de acción en el animal de las levaduras y PCSC adicionadas en el alimento	5
II.4	Estimulación del sistema inmune	6
II.5	Principales ventajas y desventajas del empleo de fracciones de PCSC	7
II.6	Composición de la Pared Celular de la Levadura del <i>sacharomyces cerevisiae</i> (PCSC)	7
II.7	Estructura de la PSCS	9
II.8	Polisacáridos de la PCSC	10
II.9	Utilización de β - glucanos y manano-oligosacáridos (MOS) en la alimentación animal	11
II.10	Estimulación del sistema inmune PCSC en aves	13
II.11	Efecto trófico sobre la mucosa digestiva PCSC	14
II.12	Prebióticos, probióticos y simbióticos	15
II.12.1	Prebióticos	15
II.12.2	Probióticos	16
II.12.3	Simbióticos	16
II.13	OBJETIVO	16
II.14	MATERIALES Y METODOS	16
II.15	RESULTADOS	19
II.16	DISCUSION	19
II.17	CONCLUSIONES	20
II.18	LITERATURAS CITADAS	21
II.19	ANEXOS	26

Índice de cuadros

		PAGINAS
CUADRO 1	CLASIFICACIÓN DE La Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4
CUADRO 2	Contenido y composición de la pared celular de varias especies de levaduras	8
CUADRO 3	Macromoléculas de la PCSC	10
CUADRO 4	Dieta utilizada en el desarrollo trabajo	26
CUADRO 5	Análisis calculado de la dieta	26
CUADRO 6	Valores ambientales internos registrados en la caseta	27
CUADRO 7	Parámetros productivos y mortalidad con pared celular del <i>sacharomyces cerevisae</i> en el pollo de engorda	28
CUADRO 8	Costos por kilogramo de carne producidos por semana por concepto de alimento y ave (Moneda Nacional)	29

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación en pollos de engorda con el objeto de evaluar el efecto de la adición en el alimento de las paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae* sobre el peso corporal (PC), consumo de alimento (CA), consumo de agua (CAG), conversión alimenticia (CAL) y mortalidad general (MG). Se utilizaron 1400 pollitos mixtos de 1 día de edad de la estirpe Ross 308, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 42 días de edad y se distribuyeron aleatoriamente en 2 tratamientos con 7 réplicas de 100 aves cada uno. Los tratamientos consistieron en un control en donde se utilizó un alimento que reunió las características nutricionales del pollo de engorda, sin el uso de antibiótico como promotores de crecimiento y como tratamiento alternativo fue el mismo alimento + la adición de 500 g/t de pared celular del *Saccharomyces cerevisiae* (Safmannan®). Los resultados mostraron efectos significativos ($p \leq 0.01$), en la quinta semana en el PC (1.790 vs 1.838 k) a favor de la pared celular, sin embargo a los 42 días de edad no se mostraron efectos ($p \geq 0.05$) en PC, CAG, CAL y MG, entre los tratamientos evaluados, únicamente se observaron diferencias ($p \leq 0.01$) en el CA (4.166 vs 4.248 k) mostrando los mayores consumos de alimento el tratamiento en donde se adición la pared celular. No existieron efectos significativos ($p \geq 0.05$) en los costos por kilogramo de carne producidos por concepto de alimento, ave y la sumatoria de ambos entre los distintos tratamientos durante el desarrollo de la prueba, por lo que se concluye que la adición de paredes celulares del *S. cerevisiae* únicamente mostró efectos significativos ($p \leq 0.01$), en el peso corporal a la quinta semana con relación al control, lo que numéricamente disminuyó a los 35 días de edad los índices económicos en 0.394% lo que hace atractivo su uso en algunas explotaciones en donde el ave se comercializa a los 35 días de edad.

Palabras clave: Engorda parámetros pollo / Teléfonos inteligentes / Producción

ABSTRACT

A research was done on chickens for fattening to evaluate the effect on addition on their food's *Saccharomyces cerevisiae* cellular walls on their body weight (BW), food consumption (FC), water consumption (WC), food conversion (FCO) and general mortality (GM). They used 1,400 bloodline Ross 308 one day old chicks, of which were kept in production until their 42 days of age and they were distributed randomly in 2 treatments with 7 replicas of 100 birds each one. The treatments consisted in the control where they used food the would unite the nutritional characteristics of chicken fattening, with out the use of antibiotics like growth enhancers and like food alternative its was the same food plus 500 g/t of *Saccharomyces cerevisiae*. The results showed significant effects ($p < 0.01$), on the fifth week of pc (1.790 vs. 1.838 k) in favor of the celular wall, however at 42 days of age they did not show any effects on their (BW) ($p > 0.05$) in BW, WC, FCO, GM in the evaluated treatments they only observed differences ($p < 0.01$) in FC (4.166 vs. 4.248 k) showing the most food consumption in the treatment where the celular wall was added. No significant effects existed ($p > 0.05$) in its cost per kilogram of its meat produced by the concept of its food, chicken and the sum of both between the distant treatments during the development of the tests, which concludes that the addition of *Saccharomyse Cerevisae* celular walls only showed significant effect ($p < 0.01$) on its body weight at 5 weeks of age in relatio to its control which numerically decreased at 35 days of age the economic index at 0.395% which makes attractive in some explotations in which the chicken would be commercialized at 35 days of age.

Keywords: Fattening chicken / Smart Phones / Production parameters

I. INTRODUCCIÓN

Los productores y fábricas de alimento se enfrentarán cada vez más a presiones legislativas para reducir el uso de productos como antibióticos promotores del crecimiento (APC), relacionados químicamente con los que se utilizan para el tratamiento de las enfermedades del ser humano. La Comunidad Europea (CE), ha tomado acciones que prohíben la inclusión de los APC, en los alimentos para pollo de engorda y otras especies de origen animal, obligando a los nutricionistas a buscar nuevas fuentes de aditivos que por una parte sean inofensivos para el animal y para el humano, y por otro lado, que tengan efectos similares a los APC. Ante la tendencia mundial de restringir el uso de APC como aditivos promotores del crecimiento en el alimento de los animales domésticos, existe la demanda por productos orgánicos, que aseguren una inocuidad alimentaria. Se ha desarrollado un gran interés en utilizar alternativas naturales a los APC, con el fin de mantener tanto el rendimiento animal y su bienestar. Las experiencias en la CE no han sido claras ya que las consecuencias que han registrado incluyen una reducción de la productividad animal y un incremento en la presentación de enfermedades de forma sub clínicas y clínicas, sobretudo en el caso de los sistemas de producción con medidas sanitarias inadecuadas (Morales, 2007). El reto en América es observar si las experiencias europeas pudieran extrapolarse a otras partes del mundo, con diferentes patrones de enfermedades, condiciones climáticas (tropicales o templadas) y métodos de producción de los distintos países, que podrían requerir diferentes soluciones a una futura prohibición global; entender como las mejoras en eficiencia productiva del animal con el uso de APC pudieran ser remplazadas con otro tipo de mecanismo de control antimicrobiano o pueden ser logradas sobre la base de un mejor entendimiento y manipulación de los factores que regulan la disponibilidad y utilización de nutrientes en el tracto digestivo del animal (salud intestinal). Es así como se ha generado una amplia gama de productos alternativos para sustituir a los APC, como son las enzimas, probióticos, prebióticos, extractos de plantas,

acidificantes, productos de exclusión competitiva y otros; todos éstos con el fin de incrementar la capacidad inmunológica, evitando la colonización de bacterias patógenas y mejorando la capacidad de absorción de los nutrientes a nivel intestinal, con la consecuencia de una mejora en los parámetros productivos y rendimiento. Bajo estas nuevas premisas, nuevas oportunidades quedan abiertas en la industria alimenticia para el desarrollo e investigación de sustancias naturales que puedan ser empleadas en alimentación animal, como es el caso de las levaduras de *Saccharomyces cerevisiae*, que gracias a sus propiedades nutricionales y farmacodinámicas, son utilizadas en la industria alimentaria tanto de los humanos como de los animales. Recientemente, en alimentación de monogástricos, se ha incrementado el interés y la frecuencia del empleo de fracciones celulares o paredes celulares de levaduras (Morales, 2007). Parte de los beneficios que se le atribuyen a las paredes celulares de la levadura, son de servir como fuentes de polisacáridos de tipo manano-oligosacáridos y beta-glucanos (Morales, 2007). Los cuales forman aproximadamente el 92% de los polisacáridos constituidos en la pared (Kollár *et al.*, 1997) y que son reconocidos como inmuno-estimulantes (Santín *et al.*, 1999). Los manano oligosacáridos, pueden favorecer la exclusión intestinal de bacterias patógenas, y específicamente de las que presentan fimbria tipo-1 como *Salmonella* (Morales, 2007). Por otra parte los beta-glucanos han sido de interés para actuar en el sistema inmunológico pues interactúan con las células del sistema inmune. La manipulación de la flora bacteriana del intestino del hospedero, supone que la colonización de bacterias intestinales patógenas va a ser inhibida, lo que beneficia la salud del mismo. Aunque el empleo de paredes celulares y sus fracciones purificadas, pueden representar una alternativa viable para mejorar la productividad de los animales monogástricos ante la ausencia de APC en las dietas, en la actualidad, la generación de una mayor información sobre las características propias de estos nuevos aditivos y su comportamiento bajo distintas condiciones dietarias, adquiere una gran importancia para poder lograr un mejor entendimiento y optimización del empleo de estos nuevos productos en las dietas para el pollo de engorde, de ahí el interés del presente estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

II.1 Las levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* y sus aplicaciones en alimentación animal

Dentro de las especies de hongos unicelulares clasificados genéricamente como levaduras encontramos incluido al *Saccharomyces cerevisiae* (González y Valenzuela, 2006). Las levaduras del género *S. cerevisiae* (LSC) son capaces de llevar a cabo procesos de fermentación a partir de la transformación de azúcares a etanol y dióxido de carbono, propiedades que han sido ampliamente explotadas desde hace muchos años en la industria de la producción de pan y de bebidas alcohólicas (Stewart y Russell, 1998). Otras importantes aplicaciones de las LSC, incluyen su empleo en modelos biológicos enfocados a procesos básicos de fisiología celular, y su utilización de forma intensa en el área biotecnológica. En la actualidad, se considera que la LSC es uno de los microorganismos eucariota más estudiados y estrechamente ligado al progreso de la humanidad (Mewes *et al.*, 1997). Por otro lado, algunas levaduras del género *Saccharomyces* muestran buena capacidad para neutralizar toxinas de *Clostridium*, característica que ha sido aprovechada en terapéutica humana para controlar diarreas ocasionadas por una prolongada medicación con antibióticos por vía oral. A escala nutricional, las levaduras son capaces de metabolizar y transformar de forma natural minerales inorgánicos hacia formas orgánicas en un proceso similar al que realizan las plantas. Cuando un individuo consume las células de levaduras muertas, estas pueden aportarle diversos nutrientes a parte de los minerales como es el caso de proteínas, péptidos y vitaminas. Previo al descubrimiento de las vitaminas del complejo-b, las levaduras de cervecería se utilizan como un complemento alimenticio para monogástricos. En la actualidad, células de levadura vivas continúan adicionándose a dietas para animales con la finalidad de mejorar su salud y productividad, sobretodo en caso de animales rumiantes, (van Vuuren, 2003). Gracias a sus significativas propiedades nutricionales y farmacéuticas, LSC han sido aprobadas como un microorganismo seguro para su

emple en alimentación animal dentro de la Unión Europea (EU). Situación que concuerda con otros países como Japón, lugar en el que desde hace varios años la LSC forma parte de la farmacopea japonesa (Nitta y Kobayashi, 1999) o Estados Unidos de América, donde la FDA (US-food y Drug Administration) le ha otorgado el grado de microorganismo seguro o grado GRAS (Generally Recognised As Safe).

II.2 Fracciones de levaduras

Otro tipo de productos derivados de las células de levaduras (*S. cerevisiae*), son los conocidos como extractos o autolisados de levadura y las paredes celulares de levaduras, productos obtenidos a partir de la autólisis de la célula completa de levadura. Los extractos son utilizados en la industria alimenticia desde hace varios años como sustancias saborizantes (Oriol, 2004). En el área de alimentación animal, desde la pasada década se ha incrementado el interés por la utilización en la dieta de fracciones de paredes celulares de levadura como fuentes de polisacáridos de tipo β - glucanos y manano-oligosacáridos (MOS).

Este tipo de polisacáridos son reconocidos como aditivos naturales capaces de ejercer efectos benéficos en la salud y productividad del individuo. En la industria acuícola, polisacáridos de tipo β -glucanos procedentes de las paredes celulares de *S. cerevisiae* son utilizados como sustancias inmuno estimulantes para incrementar la supervivencia de estos animales bajo condiciones de estrés (Adams, 2004).

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN DE La Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Reino	Hongo
División	<i>Eumycota</i>
Subdivisión	<i>Ascomycetina o Ascomycetes o Ascosporogenes</i>
Clase	<i>Hemiascomyces</i>
Orden	<i>Endomycetales</i>
Familia	<i>Saccharomycetales o Saccharomycetaceae</i>
Sub-Familia	<i>Saccharomycoides o Saccharomycetoideae</i>
Genero	<i>Saccharomyces</i>
Especie	<i>Cerevisae</i>

*/Manual Técnico, 1995

II.3 Mecanismos de acción en el animal de las levaduras y PCSC adicionadas en el alimento

Una respuesta continuamente reportada de la inclusión de la levadura en raciones de rumiantes, es la de incrementar a escala del rúmen el número total de bacterias cultivables, la velocidad de degradación de la fibra y del flujo de proteína microbiana (Dawson y Girard, 1997). Este efecto ha sido atribuido a tres posibles mecanismos, por un lado las levaduras pueden servir como una fuente de vitaminas sobre todo de tiamina, vitamina capaz de estimular el crecimiento de ciertos hongos presentes en el rúmen (Chaucheyras *et al.*, 1995). En segundo lugar, algunas levaduras anaerobias facultativas pueden favorecer las condiciones de anaerobios en el rumen al eliminar el oxígeno (incremento del potencial Redox), esta condición incrementaría la proliferación de microorganismos de tipo anaeróbicos en el rumen (Auclair, 2003). Este efecto pudo ser constatado en estudios realizados por Newbold, (1996), en donde se observó que ciertas capas mutantes con un sistema de respiración deficiente, no fueron capaces de estimular e crecimiento de las bacterias del rumen. Por otro lado, la estimulación del crecimiento bacteriano puede estar asociada a la presencia de dos factores de crecimiento localizados en distintas fracciones celulares de la levadura, uno de ellos es el termolábil probablemente de origen lipídico y otro termoestable con un posible origen peptídico en forma de cadenas cortas. Recientemente, Rossi *et al.*, (2004) aislaron a partir de *Saccharomyces cerevisiae* dos fracciones peptídicas ricas en lisina e histidina, las cuales fueron efectivas en estimular el crecimiento y la utilización de lactato por parte de cierto tipo de bacterias rúminales (*Megasphaera elsdenii*).

No todas las levaduras del género *Saccharomyces* forman parte de la flora microbiana del tracto digestivo de animales. Además, se considera que este microorganismo es incapaz de colonizarlo por lo cual transita a lo largo de él pudiendo ejercer un efecto de barrera. De esta forma, la capacidad de acción de

las levaduras en animales estará relacionada con el uso continuo y en cantidades suficientes (Jonvel, 1993). De acuerdo a Cuarón (2000), los efectos de promoción del crecimiento de la levadura en animales monogástricos, podrían explicarse por el control de patógenos o efecto profiláctico que pueden ejercer las levaduras ante infecciones subclínicas o desafíos inmunológicos, ya que los desafíos inmunológicos, pueden alterar de forma directa el consumo voluntario de alimento, la conversión alimenticia, el crecimiento y la salud del animal. Respecto a los mecanismos de acción de las levaduras y de PCSC reportados en animales monogástricos, sus efectos podrían agruparse en tres distintos niveles: 1) exclusión de patógenos y micotoxinas, 2) estimulación del desarrollo de la mucosa digestiva y 3) estimulación de sistema inmune.

II.4 Estimulación del sistema inmune

En 1900 Von Dungern, observó que las levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* utilizadas en la industria de panadería, interactuaban con las proteínas del complemento del sistema inmunitario. Posteriormente, Pillemer y Ecker (1941) encontraron que el componente activo en la levadura involucrado en esta reacción correspondía a la fracción insoluble de (1-3/1-6) β -glucanos, polisacárido presente en mayor concentración en la PCSC, denominándolo como “Zimozan”. La administración de (1-3/1-6) β -glucanos y de polímeros derivados de PCSC de forma experimental a animales mamíferos resulta en remarcables efectos en el sistema inmunitario, que incluyen estimulación de las células del sistema reticuloendotelial, incremento de la resistencia a infecciones y regresión de tumores (Brown *et al.*, 2002). El mecanismo de acción propuesto es la estimulación de la inmunidad innata, específicamente a nivel de macrófagos y células que presentan receptores para β -glucanos (Brown *et al.*, 2002), y que al ser estimulados inducen la producción de TNF- α , IL-1, factor activador de plaquetas y metabolismo de los eicosanoides, conduciendo a un estado de alerta inmunológico (Abel y Czop, 1992). En humanos, el consumo de levaduras (*Saccharomyces boulardii*) resultó en una serie de cambios a escala celular y humoral en los perfiles sanguíneos. Esta serie de cambios incluyeron

incrementos en las células de tipo eritrocitos, leucocitos, células poliformonucleares, neutrofilos y componentes del sistema de proteínas (Macchado-Caetano *et al.*, 1986).

II.5 Principales ventajas y desventajas del empleo de fracciones de PCSC.

Algunas de las ventajas de la utilización de productos basados en polisacáridos de PCSC, son su gran capacidad para soportar las altas temperaturas que pueden ocurrir en los procesos de peletizado del alimento de monogástricos, además de gran capacidad para resistir las condiciones químicas y físicas impuestas durante su trayectoria por el tracto digestivo del animal (Perry, 1995). Por otro lado, buena parte de la investigación generada acerca del empleo de polisacáridos provenientes de PCSC en dietas para animales, enfatizan mas en las propiedades de las fracciones de manano-oligosacáridos o MOS cuando esta fracción representa la segunda en importancia dentro de la pared celular, después de la fracción de B-glucanos (Aguilar-Uscanda y Francois, 2003). De esta forma, menor cantidad de estudios son reportados sobre las propiedades de la PCSC como estructura completa, o en su caso sobre empleo de fracciones de B-glucanos, la mayor parte de la investigación generada sobre sus mecanismos de acción o ventajas de su utilización, son como modelos de estudio en humanos y roedores, o forma concreta en el sector agrícola (Raa, 2003). Actualmente, continúan existiendo un desconocimiento sobre el proceso de obtención u origen y sobre las características de los procesos elaborados con fracciones de PCSC.

II.6 Composición de la Pared Celular de la Levadura del *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC)

Estudios realizados con PCSC y *Candida albicans* sugieren que dependiendo de las condiciones de crecimiento, la pared celular de la levadura puede presentar de 10 a 25% del total de la materia seca de la célula (Klis, 1994). En estudios más recientes donde fueron evaluadas diferentes especies de levaduras, se

encontraron valores de porcentajes de MS de pared celular de 26 al 32%, observándose diferencias de acuerdo a la especie de levadura (Nguyen *et al.*, 1998). Se ha estimado que el porcentaje de polisacáridos que puede contener la pared celular de la levadura puede ser alrededor de 85 a 90%, y de un 10 a 15% de proteínas. A escala estructural, la pared celular de la levadura está constituida por 3 grupos de polisacáridos: 1) polímeros de manosa o manano-proteínas, hasta 50% de la materia seca de la PCSC; 2) polímeros de glucosa o β -N-acetil-glucosamina 3) quitina en 6% de la MS de PCSC (Aguilar-Uscanda y Francois, 2003).

Cuadro 2. Contenido y composición de la pared celular de varias especies de levaduras (adaptado de Nguyen *et al.*, 1998).

Composición de la pared			
Especie de levadura	Pared (%)	Polisacáridos	proteínas
Kloeckera apiculata 64	29.8 $\pm$ 1.8	86.8 $\pm$ 1.9	13.2 $\pm$ 0.6 b
Kl. apiculata 2168	28.7 $\pm$ 0.9	86.1 $\pm$ 2.2	13.9 $\pm$ 0.6 b
Debaryomyces hansenii 2577	32.0 $\pm$ 2.0	89.1 $\pm$ 2.4	10.9 $\pm$ 0.4 c
D. hansenii 1570	29.9 $\pm$ 1.5	86.1 $\pm$ 1.9	10.9 $\pm$ 0.4 c
Zygosaccharomyces bailii 1299	25.8 $\pm$ 1.6b	85.1 $\pm$ 1.7	14.9 $\pm$ 0.6 a
Z. bailii 3704	27.1 $\pm$ 0.7	83.8 $\pm$ 2.0	14.9 $\pm$ 0.6 a
Kluyveromyces marxianus R157	29.5 $\pm$ 1.4	86.8 $\pm$ 2.1	13.2 $\pm$ 0.5 b
Kluy. marxianus 1586	32.5 $\pm$ 1.7a	88.6 $\pm$ 2.7	11.4 $\pm$ 0.4 c
Saccharomyces cerevisiae 1117	29.0 $\pm$ 1.6	86.5 $\pm$ 2.5	13.5 $\pm$ 0.5 b

De forma resumida, puede considerarse que aunque la construcción de la PCSC es firmemente controlada por la levadura, la composición (polisacáridos), estructura y grosor, dependen en gran magnitud de las condiciones medioambientales impuestas dentro de los fermentadores, (Aguilar-Uscanda y Francois, 2003), del ciclo de vida de la célula (Klis *et al.*, 2006) y de la cepa de origen (Oriol, 2004). De hecho, cuando las células de levaduras son sometidas a variaciones drásticas en los parámetros de fermentación dentro de los fermentadores, como respuesta a este estrés la levadura incrementa las proporciones de quitina de la pared celular (Aguilar-Uscanda y Francois, 2003).

La quitina se sintetiza a partir de N- acetil glucosamina por la enzima quitina sintasa, que deposita los polímeros de quitina en el espacio extracelular próximo a la citoplásmica. El contenido de quitina de la pared fúngica varía según la fase morfológica del hongo. Representa el 1-2% del peso de la pared celular de las levaduras mientras que en los hongos filamentosos puede llegar al 10-20%. El contenido de la quitina en la pared de las hifas de *Candida albicans* es tres veces más alta que el de las levaduras mientras que el contenido en quitina de las fases miceliales de *Paracoccidioides brasiliensis* y *Blastomyces dermatitidis* es 25-30% del de la fase levaduriforme. Dada su importancia en la estructura de la pared celular, la síntesis de la quitina es una buena acción de los antifúngicos. Aunque se han descubierto algunos agentes que interfieren con la síntesis de quitina (nikomicinas y polioxinas), todavía no se ha comercializado ninguna antifúngico que utilice este mecanismo de acción.

La chitina está presente más o menos en 1 a 2 % de peso de la pared en las levaduras (Fleet *et al.*, 1991) y juega un rol importante en la división celular, interviniendo también en la conservación de la integridad osmótica y morfológica de la célula (Cabib *et al.*, 1997).

II.7 Estructura de la PCSC

Los polisacáridos que constituyen la PCSC, corresponden a moléculas de 1,3- β -glucanos, 1,6- β -glucanos, mananoproteínas y todos ellos con diferentes grados de polimeración, tamaño o peso molecular y porcentajes dentro de la pared. La capa interna de la pared celular la componen moléculas de 1,3- β -glucanos moderadamente ramificados unidos por puentes de hidrógeno, que le proporcionan elasticidad a la red tridimensional que sirve de soporte a la capa externa constituida principalmente por manano-proteínas, o capa protectora que se extienden hacia el medio externo de la célula (Klis *et al.*, 2006). La gran elasticidad de la pared celular puede ser ejemplificada cuando se transfiere a la levadura a una solución hipertónica, observándose que la célula se escoge rápidamente llegando a perder más de 60% de su volumen, que le representaría

una pérdida en su superficie de 40 a 60%, no obstante, este proceso es revertido cuando la levadura se transfiere a su modo original (Morris *et al.*, 1986). De forma general, la conjunción de las 4 macromoléculas dentro de la pared celular de la levadura. Ocurre de la siguiente manera: la porción proteica de las manano-proteína se une a la macromolécula de 1, 6- β -Glucano por medio de anclajes de tipo glicosilfosfatidilinositol que contienen *5 residuos de ligadura α -manosil*; la macromolécula de 1, 6- β -Glucano a su vez presenta ramificaciones con enlaces $\beta(1, 3)$, a escala de estas ramificaciones la quitina puede unirse a ella por medio de enlaces $\beta(1, 4)$ y $\beta(1, 2)$; y finalmente, la porción terminal reducida de 1, 6- β -Glucano se conecta con la porción terminal no-reducida de la glucosa terminal del 1, 3- β -Glucano (Kollar *et al.*, 1997).

Cuadro 3. Macromoléculas de la PCSC (adaptado de Klis *et al.*, 2006).

Macromoléculas (1)	% de la pared celular	Promedio del GP/kDa
Manano proteínas (2)	30-50	Altamente variable
1,6- β -Glucano	5-10	24
1,3- β -Glucano	30-45	240-1500
Quitina	1.5-65	25-120

¹ Los componentes son presentados en el orden en que se encuentran en la pared celular del exterior al interior de la célula. Condiciones de estrés en la pared celular provocan incrementos drásticos en los niveles de quitina.

GP = Grado de polimeración, kDa = kilodaltones o tamaño de la molécula.

² El contenido de proteína es de 4 al 5% de la masa restante y corresponde a la proteína ligada a las cadenas de carbohidratos de tipo manosa.

II.8 Polisacáridos de la PCSC

Hace más de 40 años, en una preparación de una pared celular (zymosan) de la levadura de SC, se descubrió que tenía una notable habilidad para activar las células blancas de la sangre y mejorar la resistencia a la enfermedad en animales y humanos. Algunos años más tarde se encontró que el componente activo del zymosan era un polisacárido consistente en una rama encadenada de moléculas de glucosa (glucanos), los cuales estaban conectadas con enlaces *beta* 1,3 en un

50% y *beta* 1,6 en un 5%, constituyendo el componente estructural principal, como lo refieren, Fleet *et al.*,(1991). Los mismos autores mencionan que durante los últimos 15 años se han realizado trabajos para desarrollar procesos a gran escala para extraer el Glucano *beta* 1,3 y 1,6 de la PCSC, en su forma pura y activa. Ya que los glucanos son polisacáridos estructurales más importantes de las paredes y representan el 50- 60% del peso seco de estas estructuras. La mayoría de los polímeros de Glucanos están compuestos de unidades de glucosa con uniones B-1,3 (65-90%), aunque también hay glucanos con enlace B -1,6 (en candida pero no en aspergillus), B-1,4 α -1,3 y α -1-1,4. El B-1,3-D-glucanos es el componente estructural más importante de la pared, al que se unen covalentemente otros componentes de esta estructura. El B-1,3-D- Glucanos se sintetizan por un complejo de enzimas situados en la membrana plasmática, denominadas Glucanos sintetasa. Estas enzimas catalizan la formación de cadenas lineales de Glucanos compuestos por aproximadamente 1.500 residuos de glucosa unidos por enlaces B-1,3.

II.9 Utilización de β - glucanos y manano-oligosacáridos (MOS) en la alimentación animal

Las PCSC son fuentes ricas de polisacáridos naturales del tipo β -glucanos y manano-oligosacáridos (MOS). Investigaciones en el área de carbohidratos o polisacáridos (Glicómica), sugieren que este tipo de moléculas cumplen funciones vitales en los procesos de comunicación a escala intestinal y del sistema inmunitario (Kocher, 2005). En el caso concreto de las PCSC, productos derivados de levaduras de *S. cerevisiae* y que frecuentemente son definidos como fuentes de polisacáridos naturales de tipo MOS, su utilización en avicultura como aditivos alimenticios se remonta a inicios de los 90 (Hooge, 2004). De acuerdo con Rosen (2005), hasta la fecha los beneficios observados en la productividad animal por la suplementación de MOS en la dieta, muestran ser similares a los obtenidos con APC; esta situación podría sugerir que este tipo de aditivos pueden representar

una buena herramienta para incrementar la eficiencia productiva del aves cuando los APC no estén presentes en alimento (Ferket *et al.*, 2002). La suplementación de MOS en dietas para cerdos y aves, ha reportado beneficios en términos de mejora en los parámetros productivos y de la salud del animal (Hooge, 2004).

Una de las principales empresas que comercializa este tipo de nuevos aditivos o específicamente MOS, ha realizado una serie de análisis estadísticos globales (meta análisis) incluyendo pruebas realizadas en distintas especies, bajo diferentes condiciones experimentales y países (Pettigrew, 2000). En 14 de los 17 ensayos analizados, la incorporación de MOS en dietas para lechones en la fase de destete proporcionaba efectos similares a los APC en cuanto a crecimiento y eficiencia alimenticia. Más recientemente, (Hooge, 2004) ha evaluado conjuntamente 29 pruebas realizadas con la utilización de MOS en dietas de pollos de engorde. Los resultados de este análisis global muestra que la utilización de MOS en alimento representó mejoras respecto a los controles negativos (sin MOS) de +1.61% en el peso vivo, -1.99 en el índice de conversión alimenticia y de -21.4% para la mortalidad. Normalmente de los trabajos que se han realizado en pollos de engorda con MOS en la dieta, los efectos generalmente incluyen: mejoras en los índices productivos, mayor resistencia ante infecciones bacterianas y coccidias, menores mortalidades y modificación de la deposición de grasa abdominal en los pollos. De estos estudios, Waldroup *et al.*, (2003a) utilizaron dosis de 1.0 kg/t de alimento durante 42 días, no encontraron efectos en las variables productivas y de la calidad de la canal de los pollos. En un segundo estudio Waldroup *et al.*, (2003) emplearon MOS 1.0 Kg./t de alimento más 0.1 Kg. de sulfato de cobre, y pudiendo observar mejoras en el índice de conversión alimenticia de los pollos. De forma similar, Waldroup *et al.*, (2003a) y Hooge *et al.*, (2003) incluyendo 2 diferentes dosis de MOS más sulfato de cobre observaron mejoras en el índice de conversión de las aves y un efecto sinérgico al suplementar APC.

En los estudios de Sun *et al.*, (2005) se utilizaron en conjunto MOS y bacterias lácticas, encontrando efectos de menor mortalidad y mejoras en el índice de conversión del alimento. Cabe destacar que la mayoría de estos estudios fueron

realizados con el empleo de dietas elaboradas con maíz y soya, utilizando distintas dosis de MOS en el alimento, mayores en las fases iniciales (0-14 y 0-21 días) y menores en las fases finales (más de 21 días). De forma similar a los estudios con levadura en pollo, en estos trabajos fueron observados diferencias en las dosificaciones del mismo producto en los distintos estudios, utilización de MOS en combinación con otro tipo de aditivos como bacterias lácticas o sulfato de Cu, y pocos estudios con el uso de dietas viscosas o que emplearan cereales como trigo, cebada o centeno. Los efectos observados en pavos con la suplementación de MOS en las dietas, incluyen la modificación de las poblaciones bacterianas, ácidos grasos volátiles y menor colonización de bacterias patógenas como *E. coli* y *Clostridium* a nivel de los ciegos, además de efectos favorables en el índice de conversión alimenticia y peso vivo de estos animales. En gallinas de postura, la utilización del MOS representó una mayor productividad y mejora de la calidad del huevo (unidades Haugh). En una situación similar a los estudios previos con MOS en pollo de engorde, todos los estudios en pavos y el de gallinas fueron realizados con dietas elaboradas con maíz y soya, observándose diferentes dosificaciones de MOS en las dietas empleadas en pavos.

II.10 Estimulación del sistema inmune PCSC en aves

En aves, los estudios sobre la respuesta inmunitaria con el empleo de a PCSC como estructura completa, o con fracciones de β -glucanos muestran ser escasos. Santin *et al.*, (2001) incluyeron PCSC (2 kg/t pienso) a dietas contaminadas con AF (1000 ppb), proporcionadas a pollos de engorde vacunados contra el virus de la enfermedad de Newcastle (NDV). Las determinaciones de anticuerpos en días posteriores a la vacunación no mostraron una mayor respuesta de anticuerpos vacúnales en las aves que consumieron PCSC, no obstante este grupo de aves sí mostró una mejor respuesta inmunológica en un posterior desafío con un virus cepa velogénicas de NDV. En una serie de trabajos, Stanley *et al.*, (2004) encontraron que el empleo de a 1 kg/t en el alimento de pollos de engorde representó beneficios en términos de un mejor comportamiento

productivo en aves mantenidas en camas recicladas, que en un primer estudio pertenecieron a aves inoculadas con coccidias de tipo *Eimeria máxima* y *E. tenella*, efecto que represento un desafío inmunitario. Con el empleo de β -glucanos purificados, Acevedo *et al.*, 2001a) vacunaron (vacuna de NVD) y suministraron por vía oral (1,3) β -glucanos a pollos (white leghorn). En este caso la suplementación de 5 y 10 mg/kg de pienso resultó en una mayor producción de anticuerpos (NVD). En otro trabajo, los mismos autores (Acevedo *et al.*, 2001b) encontraron que pollos (white leghorn) a los cuales se les suministró de forma intraperitoneal (1,3) β -glucanos (5 y 10 mg/kg) mostraron una estimulación en la respuesta T inespecífica (Hipersensibilidad retardada). Un estudio más reciente llevado a cabo en pollos de engorde por Guo *et al.*, (2003), demuestra la capacidad inmunomoduladora de fracciones de β -glucanos provenientes de PCSC eh incorporadas en la dieta. En estos trabajos, los β -glucanos adicionados a 20 y 40 mg/kg de pienso, indujeron mayor proliferación de macrófagos, mayor producción de nitritos y de interlucina-1, además de mayores pesos relativos de la bolsa de Fabricio, timo y bazo.

II.11 Efecto trófico sobre la mucosa digestiva PCSC

En pollos de engorde, la suplementación en el alimento con PCSC a una dosis de 0.2 kg/tonelada, resultó en una disminución del número de células caliciformes, menor profundidad en las criptas y no causo efectos en la altura y amplitud de la vellosidades del íleon (Bradley *et al.*, 1994). En un estudio más reciente, (Zhang *et al.* 2005), observaron que el empleo de PCSC a una dosis de 5 kg/tonelada de alimento o 25 veces mayor al estudio (Bradley *et al.* 1994), provocaba un incremento en la altura de las vellosidades y un mayor valor para la proporción altura/profundidad de las criptas de las vellosidades del ileón. Ambos trabajos (Bradley *et al.*, 1994; Zhang *et al.*, 2005) podrían sugerir que al igual que en humanos y ratas, las PCSC podrían ejercer un efecto trófico en la mucosa digestiva del pollo de engorde. Los resultados sobre empleo de fracciones de PCSC en dietas para pollos pueden sugerir también un efecto trófico a escala de digestiva. (Santin *et al.* 2001) incorporaron PCSC a 2 kg/t de pienso de pollos de

engorde, y encontraron una mayor altura de las vellosidades en las tres secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), observándose criptas menos profundas solo en el caso del yeyuno. Posteriormente este efecto fue corroborado por (Zhang *et al.* 2005), quienes adicionaron a la dieta de pollos de engorde 3 kg de PCSC por tonelada, encontrando una mayor altura de vellosidades y mayor valor en la proporción de la altura de la vellosidad/profundidad de las criptas de la mucosa ileal. En los trabajos de (Santin *et al.* 2001) y (Zhang *et al.* 2005), los autores sugirieron que las PCSC causaron un efecto positivo en el desarrollo de la mucosa digestiva del pollo, ya que los grupos alimentados con PCSC mostraron un mayor crecimiento en relación a los grupos controles sin PCSC. En otro estudio (Iji *et al.* 2001), evaluaron la inclusión de MOS a 1, 3 y 5 kg por tonelada de alimento sobre la morfología y actividad enzimática de la mucosa digestiva de pollos de engorde. Los resultados a los 21 días de edad de las aves, mostraron que con la dosis de 5 kg de MOS se obtuvieron mayores alturas de vellosidades en yeyuno y con 3 y 5 kg se incrementó la actividad enzimática de la membrana en borde de cepillo de las células del epiteliales y el transporte de aminoácidos a nivel la mucosa del yeyuno.

II.12 Prebióticos, probióticos y simbióticos

II.12.1 Prebióticos

Son pequeños fragmentos de carbohidratos no digeribles producidos por bacterias intestinales (manano - oligosacáridos –MOS y fructo - oligosacáridos -FOS). Actúan como suplementos alimenticios no digestibles que benefician al animal por estimulación selectiva del crecimiento y actividad de algunas bacterias benéficas del tracto digestivo (Gibson & Roberfroid, 1995). Ya que las sustancias denominadas prebióticos (levaduras) son ingredientes no digeribles que al ser ingeridos por el animal pueden ser utilizados como sustratos por bacterias específicas digestivas, provocando una estimulación del crecimiento y actividad de grupos selectivos bacterianos en los órganos digestivos (Gibson y Roberfroid, 1995).

II.12.2 Probióticos

Son microorganismos vivos, producidos bajo tecnología de fermentación que cuando son administrados a través de la vía digestiva, son favorables para la salud del huésped. Estos microorganismos que se utilizan son principalmente cepas de bacterias Gram + pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* y *Bacillus*, y hongos microscópicos como cepas de levaduras pertenecientes a las especies de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc), *Aspergillus* y *Turolopsis*. probiótico (pro-vida), han sido definidos como microorganismos vivos que al ser suplementados al alimento de animales, pueden provocar efectos benéficos en el huésped al mejorar el balance intestinal de microorganismos (Fuller, 1989).

II.12.3 Simbióticos

Parece claro que lo recomendable es utilizar productos simbióticos que puedan realizar un doble efecto pro y prebiótico sobre el aparato digestivo del ave. En realidad al usar un simbiótico, nos estamos asegurando de alguna forma que la mayoría del probiotico que estamos administrando pueda sobrevivir y multiplicarse en el tubo digestivo ya que las sustancias prebióticas les proporcionan alimento y protección. (Fuller, 1989).

II.13 OBJETIVO

Evaluar el efecto de la adición en el alimento de las paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae* sobre el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad general a los 42 días de edad.

Realizar un análisis económico por concepto de ave y alimento de acuerdo a los resultados en los parámetros productivos y mortalidad.

II.14 MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrollo en una granja avícola localizada en el Municipio de Charo, Michoacán a una altura de 1940 metros sobre el nivel del mar, registrando una temperatura media anual de 17.7°C. (Mínima de – 2.4° C y máxima 37.5° C)

Se utilizaron 1400 pollitos mixtos de 1 día de edad de la estirpe Ross 308, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 42 días de edad y se distribuyeron aleatoriamente en 2 tratamientos con 7 réplicas de 100 aves cada uno. El diseño estadístico fue mediante un modelo de mediciones repetidas, empleando la semana como variable del tiempo. Los tratamientos consistieron en un control en donde se utilizó un alimento que reunió las características nutricionales del pollo de engorda, sin el uso de antibiótico como promotores de crecimiento y como tratamiento alternativo fue el mismo alimento + la adición de 500 g/t de pared celular del *Saccharomyces cerevisiae* (Safmannan®).

El alimento se proporcionó en forma de harina en tres fases de la vida del pollo de engorda (1 a 21; 22 a 35 y 36 a 42 días de edad), como se observa en los Cuadros 4 y 5. Las dietas fueron formuladas cubriendo las necesidades nutricionales del pollo de engorda (Cuca *et al.*, 2009) sin la adición de antibióticos como promotores de crecimiento. El alimento se le proporcionó a libre acceso al igual que el agua, con un fotoperíodo de luz natural y artificial (8 a 9 pm; 1 a 2 am y 5 a 6 am), con una densidad de población de 10 aves / m².

Los programas de manejo y sanitarios fueron similares para los tratamientos; el pollito se vacunó contra Marek, Viruela y Gumboro en la planta incubadora y posteriormente se aplicaron 2 vacunas contra Newcastle por vía ocular (8 y 21 días de edad).

Las variables evaluadas semanalmente fueron las siguientes:

- a) **Peso promedio de las aves:** Se pesó la totalidad de las aves al inicio del trabajo y posteriormente por réplica al final de cada una de las semanas de edad y se calculó el peso individual promedio, acorde con el número de aves vivas al momento del pesaje.
- b) **Consumo individual promedio de alimento:** Se llevó un registro en donde se anotó el alimento dado por réplica, al final de cada semana, se recolectó

y peso el residual. Se calculo el consumo individual promedio según el número de aves vivas al final de la semana.

- c) Se realizo una corrección por mortalidad donde el consumo aproximado de la cantidad de aves muertas por semana fue restado del consumo total.
- d) **Conversión alimenticia:** Con los datos de peso semanal y consumo de alimento se obtuvo la conversión alimenticia por semana y acumulada, la cual quedo automáticamente corregida por mortalidad.
- e) **Mortalidad:** Se llevo un registro de las aves muertas por semana y por replica con la fecha de dicho acontecimiento, para realizar las correcciones en consumo y conversión alimenticia. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de mortalidad mediante una ecuación de aves terminadas * 100 entre aves iniciadas de la semana.
- f) **Consumo de agua:** Se llevara un registro en donde se llevara anotado la cantidad de agua que se sirve por replica, al final de cada semana, se recolectara y pesara el residual. Se calculara el consumo individual promedio según el número de aves vivas al final de la semana.

Al final del trabajo se realizo un estudio económico semanalmente en el cual, se analizo en cada tratamiento el costo por kilogramo de carne producido, por concepto de alimento y ave, bajo la fórmula descrita a continuación:

Alimento = Conversión de alimento x Costo promedio del alimento de acuerdo a los consumos de las diferentes etapas.

Ave = $100 / \% \text{ de la supervivencia} \times \text{Precio del Pollito} / \text{Peso Corporal de cada una de las semanas.}$

Las medias resultantes de los parámetros productivos y mortalidad se analizo bajo un diseño de mediciones repetidas empleando las etapas de edad como variable del tiempo y cuando existió diferencia significativa ($P > 0.05$), entre los tratamientos, se realizo la comparación de medias por la prueba de Fisher LSD (StatSoft. Statistica 6.0, 2003).

II.15 RESULTADOS

Las medias de los resultados de los parámetros productivos y mortalidad se muestran en el Cuadro 7. En relación al peso corporal se observa únicamente diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en la quinta semana (1.790 vs 1.838 k) entre los tratamientos evaluados, mostrando los mejores pesos corporales el tratamiento que se adiciono la pared celular. Al finalizar la prueba (42 días) no se observaron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. En relación al consumo de alimento, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) a partir de la cuarta semana (1.742 vs 1791 k) efectos que se mantuvieron hasta el final de la prueba (4.166 vs 4.248 k) mostrando los mayores consumos de alimento el tratamiento en donde se adición la pared celular. Con relación a la conversión de alimento no se presentaron cambios significativos ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos evaluados durante el desarrollo de la prueba, efecto que se mantuvo hasta el final de la prueba (1.697 vs 1.730 k/k). Mismos efectos se presentaron en el consumo de agua entre los tratamientos evaluados. La mortalidad general no existieron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos evaluados, durante el desarrollo de la prueba.

En el Cuadro 8, se muestran los índices del costo de producción por kilogramo de carne producidos de los diferentes tratamientos. No existieron efectos significativos ($p \geq 0.05$) por concepto de alimento, ave y la sumatoria de ambos entre los distintos tratamientos durante el desarrollo de la prueba.

II.16 DISCUSIÓN

Los mánanos y glúcános, procedentes de paredes celulares de levaduras de *S. Cerevisiae* han sido utilizados desde hace más de una década como aditivos naturales en la alimentación de aves (Hooge, 2004). Los principales mecanismos de acción descritos para estos compuestos o derivados de paredes celulares de levaduras de *S. cerevisiae* adicionados a las dietas, incluyen efectos de exclusión

de patógenos digestivos como *Salmonella spp* y otros así como la estimulación del sistema inmunitario (Iji *et al.*, 2001), siendo los beneficios observados ser similares a los obtenidos con APC; esta situación podría sugerir que este tipo de aditivos pueden representar una buena herramienta para incrementar la eficiencia productiva del ave cuando los APC no estén presentes en el alimento (Ferket *et al.*, 2002). Hooge, (2004) evaluó conjuntamente 29 pruebas realizadas con la utilización de mánanos y glúcános en dietas de pollos de engorde, encontrando mejoras en los índices productivos, mayor resistencia ante infecciones bacterianas y coccidias, menores mortalidades y modificación de la deposición de grasa abdominal. En el presente estudio la adición de las paredes celulares del *S. Cerevisae* en dosis de 0.5 gr/tonelada de alimento, no mostraron efectos significativos ($p \geq 0.05$) al final de la prueba (42 días de edad) con relación al control, tampoco se mostraron efectos en los índices económicos. Sin embargo, las paredes mostraron efectos significativos ($p \leq 0.01$), en el peso corporal a la quinta semana con relación al control, lo que numéricamente disminuyó los índices económicos 0.394%, lo que hace atractivo su uso en algunas explotaciones en donde el ave se comercializa a los 35 días de edad.

II.17 Conclusiones

La adición de paredes celulares del *S. cerevisae* únicamente mostró efectos significativos ($p \leq 0.01$), en el peso corporal a la quinta semana con relación al control, lo que numéricamente disminuyó a los 35 días de edad los índices económicos en 0.394% lo que hace atractivo su uso en algunas explotaciones en donde el ave se comercializa a los 35 días de edad.

II.18 LITERATURA CITADA

- Abel, G. And J. K. Czop. Simulation of human monocyte B-glucan receptors by glucan particles induces production of TNF-alpha and IL-1. *Int. J. Immunopharmacol.* 1992. 14: 1363- 1373.
- Adams, C. A. 2004. Nutricines in poultry production: focus on bioactive feed ingredients. *Nutrition Abstracts and Reviews: Series B.* 74: 1N-12N.
- Auclair, E. Las levaduras como un ejemplo del modo de acción de los probióticos en especies monogástricas y en rumiantes. *Prod. Animal.* Febrero 2003. (185): 32-42.
- Aguilar-Uscanga, B., and J. M. Francois. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. *Lett. Appl. Microbiol.* 2003. 37: 268-274.
- Acevedo, A.M., y M. Pedroso. Efecto del tratamiento con b1-3 glucano particulado lineal por via oral sobre la respuesta humoral a la vacuna de newcastle en pollos. *Rev. Cub. Cie.Avi.* 2001a: 25: 101-106.
- Bradley, L. G., F. T. Savage, and I. K. Timm. 1994. The effect of supplementation diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poult performance and ileal morphology. *Poult. Sci.* 73: 1766-1770.
- Brown, G.D., P.R. Taylor, D.M. Reid, J.A. Willment, D.L. Williams, L. Martinez-Pomares, S.Y.C. Wong, and S. Gordon. Dectin-1 is a major beta-glucan receptor on macrophages. *J. Exp. Med.* 2002. 296:407-412.
- Cabib, E; Drgon, T., Drgonva, J., Ford, R.A y Collar, R. 1997. The yeast cell wall, a dynamic structure engaged in growth and morphogenesis. *Biochem Soc. Trans.*, 25, 200-204
- Cuaron, I. J. A. La influencia de las levaduras en la dieta, respuesta microbiológica antagonista. *Proc. Anais do Simposio sobre Aditivos Alternativos na Nutricao Animal.* 16-17 agosto, 2000. Campinas. SP. 2000.
- Chaucheyras, F., G. Fonty, G. Bertin, and P. Gouet. Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cell on zoospore germination, growth and cellulolytic activity of the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis* MCH3. *Curr. Microbiol.* 1995. 31: 201-205.
- Dawson, K.A., and I.D. Girard. Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preperations on ruminal bacteria. In: *Biotechnology in*

the Feed Industry, ed T.P. Lyons and K.A. Jacques. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 1997. p 293.

Ferket, P.R., C.W. Parks and J.L. Grimes. Benefits of dietary antibiotic and mannanoligosaccharide supplementation for poultry. 22 Pages. In: Proc. Multi-State Poult. Feeding and Nutr. Conf., Indianapolis, Indiana USA May 14-16. 2002. http://etd.fcla.edu/UF/UFE0004720/spearman_k.pdf.

Fleet, G.H.; Rose A.H.; Harrison JS. 1991. The yeasts. Vol 4, Ac press, London, pp 199-277.

Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66:365–378.

Gibson GR & Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotic. Journal of Nutrition 125:1401-1412.

Gonzalez, A. y L. Valenzuela. *Saccharomyces cerevisiae*. 2006. http://www.microbiología.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO_20/Capitulo20.pdf. Accessed Aug. 2006.

Guo, Y., R. A. Ali, and A. M. Qureshi. The influence of β -glucan on immune response in broiler chicks. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* 2003. 25:461-472.

Hooge DM, Sims MD, Sefton AE, Connolly A, Spring PS. Effect of dietary mannan oligosaccharide, with or without bacitracin or virginiamycin, on live performance of broiler chickens at relatively high stocking density on new litter. J Appl Poult Res 2003; 12:461–467.

Hooge, D. Los Oligosacáridos Mananos mejoran el rendimiento en broilers. En: *Avicultura Profesional Volumen*; 2004: 22, Nº. 2.

Iji, P. A., A. S. Ali, and D. R. Tivey. (2001d). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. J. Sci. Food. Agric. 81: 1186-1192.

Jonvel, S. Use of Yeast in monogastrics. Feed Mix. 1993. 1 4.

Klis FM. Review: cell wall assembly in yeast. Yeast 1994;(10):851-869.

Klis, F. M., A. Boorsma, and P. W. J. De Groot. Cell wall construction in *Saccharomyces cerevisiae*. Yeast. 2006. 23:185-2002.

Kocher, A. Glycomics-The new frontier in poultry nutrition. Pages 53-56 in Proc. 17th Annual Australian Poultry Science Symposium. The Poultry Research Foundation U. Sydney, World's Poultry Science Association Australian Branch. 7-9 february, 2005. Sydney, New South Wales.

Kollar R. Reinhold BB, Petrakova E, Yeh HJC, Ashwell G, Drgonova J, Kapteyn JC, Klis FM, Cabib E. Architecture of the yeast cell wal -1,6 glucan interconnects mannoprotein, -1,3-glucan and chitin. *J.Biol.Chenm* 1997;(272):17762-17775.

Kollar, R; Petrakova, E.; Ashwell, G.; Robgbins, P.W.C.; Cabib, E. 1995. Architecture of the yeast cell wall. The linkage between chitin an BI-3 glucose. *J. Biol.. Chem.*, 270. 1170-1178.

Machado-Caetano, J. A., M. T. Paramés, M. J. Babo, A. Santos, A. Bandeira-Ferreira, A. A. Freitas, M. R. Clemente-Coelho, and A. Matthioli-Mateus. Immunopharmacological effects of *Saccharomyces boulardii* in healthy human volunteers. *Int. J. Immunopharmacol.* 1986. 8: 245-259.

Manual Técnico. 1995. Procreatin 7 y Biosaf 47. Safmex. División Agropecuaria. 1-45.

Mewes, H. W., K. Alberman, M. Bahr, D. Frishmann, A. Gleissner, J. Hani, K. Heumann, K. Kleine, A. Maieri, S. G. Oliver, F. Pfeifer, and A. Zollner. Overview of the yeast genome. *Nature.* 1997. 387: 7-9.

Morris, G.J., L. Winters, G. E. Coulson, and K. J. Clarke. Effect of osmotic stress on the ultrastructure and viability of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Gen. Microbiol.* 1986. 132: 2023-2034.

Newbold, C.J. Probiotics for ruminants. *Ann. Zootech.* 1996. 45, Suppl.: 329-335.

Nitta, K., and F. Kobayashi. Brewer's yeast as health foodstuff. *New Food Ind. (Japan).* 1999. 41: 17-23.

Ngyuen TH, Fleet GH, Rogers PL. Composition of the cell walls of several yeast species. *Appl Microbiol Biotechnol* 1998;(50):206-212.

Oriol, E. SAF-Mannan: Origen, Producción y análisis. CD in VI Seminario Internacional (Microbiología aplicada a Nutrición Animal). Lesaffre Feed Additives/Saf Agri. 2004. Nov. 4, Veracruz, México.

Perry, F. G. Biotechnology in animal feeds and feeding, an avertisement. Pages 1-15 in biotechnology in animal feeds and feeding. R. J. Wallace and A. Chesson, eds. VCH Verlagsgesellschaft, Wienheim and New York. 1995.

Pillemer, L., and E. E. Ecker Anticomplementary factor in fresh yeast. *J. Biol. Chem.* 1941. 137:139-142.

Pettigrew, J. E. Mannanologosaccharides effects on performance reviewed. *Feedstuffs*. 2000. 25: 12-14.

Raa, J. The use of immune-stimulant to enhance disease resistance and growth performance of fish and shrimp. Pages 67-75 in XI Congreso nacional de AMENA y I Congreso Latino-Americano de nutrición animal. Cancún, Qroo (México). 2003.

Rene M.L. Las paredes celulares de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorda [tesis de doctorado]. 2007; Universidad autónoma de Barcelona.

Rosen, G. D. Halo-analysis of the effects of genetic, managemental, chronological and dietary variables on the efficacy of a pronutrient mannanologosaccharide in broilers. *Br. Poult. Sci. Abstracts*. 2005. 1:27-29.

Rossi, F., A. Di Luccia, D. Vincenti, P. and S. Cocconcelli. Effects of peptidic fractions from *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and metabolism of the ruminal bacteria *Megasphaera elsdenii*. *Anim. Res*. 2004. 53: 177-186.

Santin, E., A. Maiorka, M. Macari. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broilers chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *J. Appl. Poult. Res*. 10:236-244.

Santin E, Paulillo AC, Krabbe EL, Maiorka A, Macari M. Humoral inmunity against newcastle disease virus in broilers feed *S. Cerevisiae* cell wall and aflatoxin. *J Anim Sci* 1999; (Suppl 79):1- 301.

Sun, K., A. McElroy, K. E. Webb, Jr., A. E. Sefton, and C. Novak. Broiler performance and intestinal Alterations when fed Drug-Free Diets. *Poult. Sci*. 2005. 84:1294-1302.

Stewart, G, G, and I. Russell. An Introduction to brewery science & technology. Series III. Brewer's yeast. The institute of brewing, 33 1998. Clarges street, London W1Y 8EE, England.

Stanley, V. G., M. Winsman, C. Dunkley, T. Ogunleye, M. Daley, W. F. Krueger, A. E. Sefton, and Jr. A. Hilton. The impact of yeast culture residue on the suppression of dietary aflatoxin on the performance of broiler breeder hens. *J. Appl. Poul. Res*. 2004. 13:533-539.

Van Vuuren, A. M. Effect of live yeast on the performance of dairy cows. Pages 41-48 in Role of probiotics and their link to the demands of European consumers. 11 February 2003, ID-Lelistad report 2003. 03/0002713.

Waldroup, P. W., C. A. Fritts, and F. Yan. Utilization of Bio-Mos® Mannan Oligosaccharide and Bioplex® Copper in Broiler diets. *Int. J. Poult. Sci.* 2: 2003a. 2: 44-52.

Waldroup, P. W., E. O. Oviedo-Randon and C.A. Fritts. Comparison of Bio-Mos® and Antibiotic feeding program in broiler diets containing copper sulphate. *Int. J. Poult. Sci.* 2003b. 2: 28-31.

Zhang, A. W., B. D. Lee, S. K. Lee, K. W. Lee, G. H. An, K. B. Song, C. H. Lee. 2005. Effects of yeast *Saccharomyces cerevisiae* cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broilers chicks. *Poult. Sci.* 84: 1015-1021.

II.19 ANEXOS

Cuadro 4. Dieta utilizada en el desarrollo trabajo

Ingredientes	1 a 21 días	22 a 35 días	35 a 42 días
	Kg		
Sorgo (8.5%)	552.161	575.900	614.620
P. Soya (46%)	358	315	274
Aceite de soya	39	62	23
Aceite acidulado	0	0	23
Grasa Amarilla	0	0	21
Ortofosfato 18/21	18.6	15.9	14.1
Calcio (38%)	15.1	12.9	12.4
Sal Refinada	3.2	2.9	2.7
MHA Novus (84%)	3.889	4	3
L-Lisina HCL	2.4	1.3	1.2
Bicarbonato de Sodio	2.2	2	2
Vitaminas + Min + Colina	4	4	4
Nicarbazina	0.5	0.5	0.5
L-Treonina	0.3	0.4	0
Antioxidante	0.15	0.18	0.18
Pigmento amarillo 20 gr	0	3	4
Pigmento Rojo	0	0.02	0.3
TOTAL	1000	1000	1000

Cuadro 5. Análisis calculado de la dieta

Nutrientes	1-21 días	22-35 días	36-42 días
Proteína Cruda (%)	21.50	20.000	18.500
Calcio (%)	1.00	0.850	0.800
Fosforo Disponible (%)	0.45	0.410	0.390
EM. Kcal./Kg.	3.00	3.147	3.227
Sodio (%)	0.19	0.190	0.180
Cloro (%)	0.30	0.228	0.258
Na+K-Cl	220.06	220.055	192.715
Metionina Digestible (%)	0.48	0.456	0.434
Met + Cistina Digestible (%)	0.79	0.750	0.710
Lisina Digestible (%)	1.10	1.000	0.950
Treonina Digestible (%)	0.70	0.660	0.630

Cuadro 6. Valores ambientales internos registrados en la caseta

Semanas	1	2	3	4	5	6
T. Media (°C)	25.6	26.1	24.9	24.1	24.1	22.4
T. Máxima (°C)	36.0	34.7	31.5	33.0	31.2	31.9
T. Mínima (°C)	17.8	21.2	19.9	19.9	18.7	13.9
Des. Estándar	3.67	3.15	2.30	3.20	3.11	4.05
Coef. Variación (%)	14.36	12.05	9.26	13.27	12.93	18.06
T. Operativa (°C)	29.9	30.1	27.6	28.6	27.0	25.9

Cuadro 7. Parámetros productivos y mortalidad con pared celular del *sacharomyces cerevisiae* en el pollo de engorda

	1	2	3	4	5	6
	Semanas					
Peso Corporal Kg						
Sin pared	0.118	0.310	0.675	1.239	1.790 b	2.496
Con pared	0.120	0.313	0.684	1.214	1.838 a	2.498
Probabilidad	NS	NS	NS	NS	(P<0.01)	NS
EEM	0.002	0.003	0.005	0.006	0.010	0.006
Consumo de alimento Kg						
Sin pared	0.104	0.381	0.908	1.742 a	2.831 a	4.166 a
Con pared	0.114	0.395	0.933	1.791 b	2.899 b	4.248 b
Probabilidad	NS	NS	NS	(P<0.01)	(P<0.02)	(P<0.04)
EEM	0.004	0.004	0.007	0.011	0.016	0.021
Conversión de alimento kg/kg						
Sin pared	1.368	1.422	1.435	1.455	1.619	1.697
Con pared	1.473	1.457	1.453	1.528	1.614	1.730
Probabilidad	NS	NS	NS	NS	NS	NS
EEM	0.051	0.011	0.007	0.014	0.007	0.008
Consumo de Agua ml						
Sin pared	0.221	0.863	2.089	3.699	5.770	8.232
Con pared	0.329	0.960	2.224	3.972	6.108	8.716
Probabilidad	NS	NS	NS	NS	NS	NS
EEM	0.046	0.047	0.056	0.083	0.104	0.136
Mortalidad %						
Sin pared	0.6	0.9	0.9	1.4	2.7	4.1
Con pared	1.1	1.1	1.4	2.0	3.0	3.7
Probabilidad	NS	NS	NS	NS	NS	NS
EEM	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6

NS = No existen diferencias significativas ($p \geq 0.05$)

EEM = Error estándar de la media

Cuadro 8. Costos por kilogramo de carne producidos por semana por concepto de alimento y ave (Moneda Nacional)

Semanas		1	2	3	4	5	6
Costo por concepto de alimento							
Sin pared	6.663 /k	9.1151	9.4733	9.5605	9.692	10.790	11.310
Con pared	6.701/k	9.8694	9.7608	9.7346	10.241	10.818	11.593
probabilidad		NS	NS	NS	NS	NS	NS
EMM		0.34	0.07	0.05	0.10	0.04	0.05
Costo por concepto de ave							
Sin pared		55.54	21.19	9.726	5.322	3.733	2.719
Con pared		54.96	21.01	9.640	5.464	3.648	2.704
Probabilidad		NS	NS	NS	NS	NS	NS
EEM		0.861	0.199	0.077	0.032	0.031	0.021
Costo por concepto de alimento + ave							
Sin pared		64.651	30.665	19.286	15.015	14.523	14.029
Con pared		64.833	30.771	19.375	15.705	14.466	14.297
Probabilidad		NS	NS	NS	NS	NS	NS
EEM		1.02	0.225	0.100	0.123	0.066	0.057

Costo del pollito 1 día de edad \$ 6.50 MN