

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Evaluation of three native Colombian yeasts as feed additives for broilers

ABSTRACT

A strategy to improve the health of the gastrointestinal tract in broilers is to include novel products such as functional feed additives. Among these, yeasts have been recently reported to play a beneficial role as a feed additive. The objective of this study was to evaluate the nutritional value of three strains of yeasts, isolated from native fruits in Colombia. A total of 240 male broilers were used, and the effects of yeasts on performance, carcass quality, blood and heart parameters were evaluated. Chicks were randomly distributed in six treatments: three different native yeasts (0.5% of inclusion in the diet), two positive controls added with commercial yeasts and a negative control group without yeasts. Chicks fed with yeasts commercial had lower total feed intake (-73.7 g) compared with the native yeast groups. Therefore, final body weight was higher for the native yeast groups compared with the commercial yeasts (98.9 g/bird, $p < 0.01$). Chicks fed native yeasts tended to have better feed conversion ratio (intake/gain) compared with the control group. Carcass and breast weights were higher for the yeasts groups ($p < 0.05$). It is concluded that native yeasts can have a beneficial effect on broiler performance, and some native yeasts could also improve meat quality traits such as shear force. Although more research is required, native yeasts should be regarded as relevant and promising functional additives for broilers.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, carcass quality, ascites, nutritive value, animal performance.

Radicado: 19 de diciembre de 2008
Aceptado: 30 de abril de 2009

¹ Z. MSc. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. nlopezh@unal.edu.co

² MV.Z. Ph.D. Coordinador Nacional Pecuario, Corpoica, Mosquera, Cundinamarca. gafanador@corpoica.org.co

³ Z. Ph.D. Coordinadora Laboratorio Nutrición, CBB, Corpoica, Mosquera, Cundinamarca. cariza@corpoica.org.co

Evaluación de tres levaduras provenientes de ecosistemas colombianos en la alimentación de pollos de engorde

Natalia López Hernández¹, Germán Afanador Téllez²,
Claudia Janeth Ariza Nieto³

RESUMEN

Una estrategia para mejorar la salud del tracto gastrointestinal en pollos de engorde es incluir productos novedosos como los aditivos funcionales entre los que se encuentran las levaduras, caracterizadas por su papel beneficioso en la salud animal. En este estudio se evaluó el valor nutricional de tres cepas nativas de levaduras, aisladas de frutales de Colombia. Se utilizaron 240 pollos machos para evaluar los efectos de levaduras en el desempeño, calidad de la canal, parámetros hematológicos y del corazón. Los pollos se distribuyeron al azar en seis tratamientos: tres diferentes levaduras nativas (0,5% inclusión en la dieta), dos controles positivos (inclusión de dos levaduras comerciales) y un grupo control negativo sin levaduras. Las aves que fueron alimentadas con las levaduras comerciales presentaron menor consumo de alimento total (-73,7 g) comparado con los grupos a los que se les suministró levaduras nativas. Por consiguiente, el peso corporal final fue más alto para los grupos de levaduras nativas comparado con las levaduras comerciales (98,9 g/ave, $p < 0,01$). Los pollos alimentados con levaduras presentaron mejor conversión comparados con el grupo control. El peso de la canal y la pechuga fueron más altos para los grupos alimentados con levaduras ($p < 0,05$). Se concluye que las levaduras nativas pueden tener un efecto beneficioso en el desempeño de pollos de engorde, y algunas levaduras nativas podrían mejorar las características de calidad de carne como la terneza. Aunque se requiere mayor investigación, pueden considerarse las levaduras nativas como aditivos funcionales prometedores para los pollos de engorde.

Palabras clave: *Saccharomyces cerevisiae*, calidad de la canal, ascitis, valor nutritivo, desempeño animal.

INTRODUCCIÓN

EL USO DE ANTIBIÓTICOS promotores de crecimiento (APC) en dietas para pollos de engorde actualmente está bajo examen por parte de diferentes actores sociales, debido a que han sido implicados en mecanismos de resistencia microbiana. Frente a esta problemática se han desarrollado alternativas tecnológicas que cubren diferentes aspectos entre los que se encuentran las normas de

bioseguridad y manejo, vacunación, selección genética, exclusión competitiva, y el desarrollo de productos multifuncionales como probióticos, prebióticos, oligosacáridos (mananoligosacáridos y fructooligosacáridos), ácidos orgánicos (fumárico) y extractos vegetales (aceites esenciales de orégano), entre otros.

Los oligosacáridos son considerados las alternativas más promisorias al uso de los APC, pues facilitan y apoyan la relación simbiótica entre el hospedero y su microflora. Los mananoligosacáridos son derivados de la superficie celular de las levaduras, específicamente de su pared celular, y tienen alta afinidad ligante, lo que permite proteger al hospedero contra un determinado tipo de bacterias patógenas (Santin *et al.*, 2001).

En el campo de la nutrición aviar, antes del descubrimiento de las vitaminas del complejo B, las levaduras, específicamente la de cerveza, se utilizaban como complemento alimenticio. Posteriormente se desarrollaron diversas investigaciones sobre el uso de levaduras y su incidencia en la salud y productividad animal (Bradley *et al.*, 1994; Santin *et al.*, 2001; Morales, 2007).

Dentro de las levaduras más usadas se encuentran *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardii*, *Cryptococcus curvatus*, *Candida utilis* y *Torula utilis*. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* Sc7 es una de las especies que ha sido aprobada como un microorganismo seguro en alimentación animal por la Unión Europea y por otros países como Japón (Nitta y Kobayashi, 1999) y Estados Unidos de América, donde la FDA (Food and Drug Administration) le ha otorgado el grado GRAS (generally recognised as safe).

Saccharomyces cerevisiae es la levadura con mayor número de estudios científicos como aditivo natural (NRC, 1994; Miazzo y Kraft, 1998; Miazzo *et al.*, 2001; Cruickshank, 2002). En estudios realizados por Miazzo y colaboradores (1995, 1997, 1998 y 2005) los niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde variaron entre 0,5% y 1,5%; en los de Churchil y colaboradores (2000) y Upendra y Yathiaray (2003) variaron entre 0,2% y 1%; en general, estos porcentajes de inclusión no afectaron el comportamiento productivo de los pollos de engorde. Otros estudios también señalan los beneficios de la inclusión de levaduras en aves (Murakami *et al.*, 1993; Ergül, 1994; Kumprechtová *et al.*, 2000; Spring *et al.*, 2000; Santin *et al.*, 2001; Grangeiro *et al.*, 2001). Adicionalmente, se ha mejorado el rendimiento y la calidad de la canal, y la producción de carne con altos niveles proteicos y bajos niveles de grasa, agregando levaduras a las dietas de los pollos de engorde (Onifade *et al.*, 1999; Gagic *et al.*, 2003; Modirsaneí, *et al.*, 2003; Miazzo *et al.*, 2005).

En general, en la búsqueda de una máxima velocidad de crecimiento, mayores ganancias de peso corporal, alta eficiencia alimenticia y viabilidad, mayor rendimiento en canal y menores deposiciones de grasa, los programas de mejoramiento genético de los pollos de engorde han desencadenado predisposición a síndromes fisiológicos como el estrés calórico, la muerte súbita y la ascitis (Fernández *et al.*, 2004). En particular, el síndrome ascítico aviar se basa en la premisa de que un déficit de oxígeno aumenta la concentración de hemoglobina, el hematocrito y el número del eritrocitos, con el aumento consecuente de la viscosidad sanguínea.

En el contexto de los planteamientos presentados, el objetivo general de este estudio fue evaluar el potencial nutricional de tres diferentes cepas de levaduras aisladas de frutales colombianos y de dos levaduras comerciales. Además, debido a la importancia de la ascitis aviar en el área de influencia del estudio, en esta investigación se evaluó el efecto de la inclusión de levaduras (0,5% de la dieta) sobre la presencia del síndrome ascítico en pollos de engorde machos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Tibaitatá de Corpoica, Mosquera, Cundinamarca, Colombia, ubicado a 2.547 msnm, con temperatura media de 13°C, precipitación anual de 621 mm y humedad relativa de 73% (Moreno *et al.*, 2006).

Instalaciones y equipos

Las aves se alojaron aleatoriamente en tres baterías verticales de cría provistas de los elementos necesarios para efectuar todas las mediciones requeridas tales como: comederos de canal para el suministro de las dietas experimentales, bebederos automáticos con copa, fuente eléctrica de calor, rejilla y bandeja de recolección de heces. La densidad máxima manejada fue de 10 aves/corral. La temperatura se mantuvo a partir de la segunda semana de edad, en 24°C.

Aves

Se utilizaron 240 pollos machos de la estirpe Hybro de un día de edad, provenientes de una incubadora comercial. Los pollos se preseleccionaron buscando una homogeneidad en el peso corporal promedio de 130 g (se eliminaron pesos atípicos de más de una desviación estándar de la mediana) y de acuerdo con el tamaño, características fenotípicas y estado sanitario.

Dietas experimentales

Se evaluaron seis dietas en harina formuladas en un ámbito comercial con y sin la adición de levaduras (nivel de inclusión 0,5% a expensas del contenido de maíz) y de acuerdo con un sistema de alimentación por fases: preiniciación (1-7 días de edad), iniciación (8-24 días de edad) y crecimiento (25-35 días de edad). La composición de cada dieta fue de 22%, 21% y 20% de proteína cruda y 3000, 3050 y 3100 Kcal/kg de energía metabolizable aparente para cada fase de alimentación, respectivamente. La formulación de las dietas experimentales se realizó utilizando el programa UFFDA (User-Friendly Feed Formulation, Done Again) y se utilizaron los valores composicionales de ingredientes reportados en el National Research Council (NRC, 1994), y ajustadas a la composición de estos recursos alimenticios en Colombia (tabla 1).

Los grupos experimentales fueron los siguientes: tratamiento 1: dieta control sin inclusión de levadura; tratamiento 2: dieta con inclusión de levadura comercial Levanpan® presentación seca; tratamiento 3: dieta con inclusión de levadura comercial ab vista®; tratamiento 4: dieta con inclusión de levadura nativa 1; tratamiento 5: dieta con inclusión de levadura nativa 2; tratamiento 6: dieta con inclusión de levadura nativa 3.

Las levaduras nativas colombianas 1, 2 y 3 corresponden respectivamente a los géneros: *Cryptococcus humicola*, aislada de manzanas (*Pyrus mulas*) cultivadas en Nuevo Colón, Boyacá; *Cryptococcus laurentii*, aislada

de granadillas (*Pasiflora lingularis*) cultivadas en Río Negro, Antioquia, y *Cryptococcus humicola*, aislada de lulo (*Solanum quitoense*) cultivados en Río Negro, Antioquia. Dichas levaduras forman parte del Banco de Germoplasma del Centro de Biotecnología y Bioindustria (CBB) de Corpoica. La identificación de estas levaduras la realizó el Laboratorio de Control Biológico y el Centro de Biotecnología y Bioindustrias de Corpoica (Cotes, 2006).

METODOLOGÍA

El estudio se realizó durante un período de 36 días. El alimento junto con el agua de bebida se proporcionó a voluntad. Las aves se identificaron individualmente y se pesaron los días 1, 3, 8, 11, 15, 18, 22, 26, 29 y 36 del estudio. Se registró periódicamente la cantidad de alimento consumido descontándolo de la cantidad suministrada al inicio de cada fase de alimentación. Con estos datos se calculó el consumo de alimento y la conversión alimenticia por fase de producción. Diariamente se registró el número y peso corporal de las aves muertas por corral para calcular la conversión de alimento ajustada.

Al finalizar el experimento, el día 36, se pesó el total de los pollos por corral, después de un período de 24 horas de ayuno. Cuatro pollos de cada grupo experimental se sacrificaron manualmente por sangrado de la vena yugular y la arteria carótida, dejando un tiempo aproximado de sangría de 2 minutos y medio antes de entrar a la escaldadora, donde fueron sumergidos en

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales

Materia prima	Preiniciación (1-7)	Iniciación (8-24)	Crecimiento (25-35)
	Inclusión (%)		
Maíz	48,67	52,20	55,82
Harina arroz	8,00	8,00	8,00
Torta soya 49	25,43	22,08	18,65
Soya extruida	10,00	10,00	10,00
Harina pescado 64	1,50	1,50	1,50
Aceite de palma	1,63	1,81	1,89
Carbonato Ca	1,25	1,19	1,10
Fosfato dicálcico	1,49	1,36	1,19
Sal	0,35	0,35	0,35
Bicarbonato de Na	0,30	0,30	0,30
DL- metionina	0,22	0,16	0,15
L- lisina HCl	0,27	0,20	0,21
L- treonina	0,12	0,08	0,08
Cloruro de colina 60%	0,07	0,07	0,07
Premezcla minerales y vitaminas	0,70	0,70	0,70

Las levaduras fueron incluidas a un nivel de 0,5% en la dieta a expensas del maíz.

agua caliente de 58°C a 60°C durante 100 segundos, desplumados, separadas las patas, cabeza, cuello y eviscerados. Las canales fueron sumergidas en agua con hielo a 4°C, durante 40 minutos. Se tomaron los pesos de las fracciones y la canal para determinar el rendimiento. Estos procedimientos fueron realizados siguiendo los protocolos establecidos en la planta de sacrificio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia.

Pérdida de agua por goteo

Se tomó una muestra post mórtem del músculo tríceps femoral fresco de cuatro pollos por réplica por grupo experimental. La base de la determinación de la pérdida por goteo fue el método de Honikel y Hamm (1994). A este método se le realizó la siguiente modificación propuesta por Moron y colaboradores (2003): se cortaron longitudinalmente a la fibra muscular trozos de 0,5 cm de ancho x 0,5 cm de alto x 3,0 cm de largo. Las muestras de carne se pesaron (5,7 g promedio) en una balanza analítica Ohaus® sensibilidad 0,1 mg y posteriormente fueron colocadas en vasos de plástico suspendidas con hilo, evitando que el trozo de músculo tocara las paredes o tapa del vaso. El procesamiento de las muestras se realizó a 4°C realizando pesajes cada 24 horas (24, 48 y 72 horas). El porcentaje de pérdida por goteo se calculó en función de la diferencia de peso inicial menos el peso final por 100.

Pérdida de agua por cocción

Se colocaron las pechugas de cuatro pollos por tratamiento, en un recipiente cubierto con papel de aluminio y se cocinaron en un horno convencional a 177°C hasta que la carne alcanzó una temperatura interna de 77°C. El líquido liberado se eliminó y se pesaron las muestras para determinar la pérdida de agua por cocción (Ramos, 2005).

Terneza

La terneza se evaluó aplicando el método de Warner-Bratzler a una sección de la carne cocida como se indicó en la sección anterior. Los segmentos (en promedio 8 cortes) de carne se obtuvieron cortando una franja de la pechuga y del pernil cocinados de un centímetro de alto, un centímetro de ancho y tres centímetros de largo. El eje más largo del segmento se ubicó paralelamente a la fibra muscular. Los segmentos de carne se colocaron perpendicularmente a la cuchilla triangular del equipo Warner-Bratzler Shimadzu® - Modelo EZ Test; la cuchilla metálica era de 1 mm de espesor y el orificio triangular, de un ángulo de 60°; el equipo fue configurado con una velocidad de corte de 200 mm por minuto

para determinar la fuerza requerida para hacer el corte (Ramos, 2005). Estos análisis se realizaron en el Centro de Investigaciones de Corpoica, Tibaitatá.

Parámetros hematológicos

Al final del período experimental se tomaron muestras de sangre de cuatro aves seleccionadas al azar de cada réplica; se coleccionaron 5 ml de sangre de cada pollo en tubos Vacutainer® para análisis hematológicos en el laboratorio clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia y en el Centro de Investigación en Salud Animal (Ceisa) de Corpoica. Se colectaron y pesaron los corazones de cuatro pollos de cada repetición, determinado el peso del ventrículo derecho (VD) y del ventrículo izquierdo (VI). Cuando está relación presentó valor entre 0,250 y 0,299 se consideró como una hipertrofia moderada; severa, cuando superó 0,299 y normal, por debajo de 0,25 (Julian, 1987). El diagnóstico cualitativo de ascitis se basó en la cantidad aumentada de líquido abdominal y presencia de coágulos de fibrina en el abdomen, así como por la dilatación y congestión del ventrículo derecho y un hígado aumentado, congestionado o irregular.

Análisis económico de presupuestos parciales

El análisis económico comparativo se realizó a través de la técnica de presupuestos parciales, basado en los costos e ingresos por tratamiento o grupo experimental. Para estimar el costo por kilogramo de pollo en pie por tratamiento se utilizó el modelo descrito por Reyes (2001).

Análisis estadístico

Los pollos fueron distribuidos al azar en seis tratamientos, cuatro réplicas y 10 aves por réplica. Cada piso de cada batería se dividió en dos corrales (de 10 aves), el corral fue considerado como la unidad experimental. Las variables respuesta se analizaron bajo un diseño completamente al azar con muestreo en las unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza (Anova) y una prueba de comparación no planeada para ver las diferencias de los tratamientos en los promedios de los parámetros productivos, rendimiento y calidad de la canal, parámetros hematológicos, costos e ingresos parciales. Adicionalmente, se realizó una comparación de la estimación de medias de los siguientes contrastes: control *versus* levaduras y levaduras comerciales *versus* levaduras nativas mediante el programa SAS versión 9 (SAS, Inst. Inc. Cary, NC). Las diferencias fueron consideradas significativas $p < 0,05$, y valores de probabilidad $p < 0,10$ fueron analizadas como una tendencia.

RESULTADOS

Desempeño productivo del pollo de engorde

Consumo de alimento por fase y total (g/ave)

En la tabla 2 se muestra el efecto promedio de la inclusión de levaduras en dietas de pollos de engorde machos durante las fases de alimentación: preiniciación (1-7 días de edad), iniciación (8-24 días de edad) y crecimiento (25-35 días de edad) sobre el consumo de alimento total. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) durante el período de iniciación para los pollos que recibieron el tratamiento levadura nativa 2, los cuales consumieron más alimento (1457 g) comparado con los pollos que recibieron el tratamiento levadura nativa 1 (1309 g). En contraste, los pollos que recibieron levaduras comerciales (Levapan® presentación seca y AB vista®) comparados con los pollos que recibieron levaduras nativas (1, 2 y 3), ($p < 0,02$) en promedio consumieron menos alimento (-73,68 g).

Ganancia de peso corporal (g/ave)

En la tabla 3 se muestra el efecto promedio de la inclusión de levaduras en dietas de pollos de engorde machos durante las fases de alimentación: preiniciación (1-7 días de edad), iniciación (8-24 días de edad) y crecimiento (25-35 días de edad) sobre la ganancia de peso corporal por fase y acumulada. Durante la fase de crecimiento se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Los valores promedio más altos para la ganancia de peso corporal se presentaron en los grupos con levadura nativa 2 y levadura nativa 3 (656 y 638 g/ave res-

pectivamente) y el valor promedio más bajo se observó en el grupo control (472 g/ave).

Los pollos que recibieron la dieta control durante la fase de crecimiento, comparados con los que recibieron levaduras, presentaron menor ganancia de peso corporal, con una diferencia estimada de 106,72 g/ave/fase ($p < 0,015$). Esta diferencia se mantuvo en las aves que recibieron las dietas con inclusión de levaduras comerciales (Levapan® y AB vista®), comparadas con la inclusión de levaduras nativas (1, 2 y 3), con una diferencia estimada de 102,95 g/ave, a favor de las levaduras nativas ($p < 0,006$) (tabla 3).

La ganancia de peso corporal acumulada (g/ave) durante el estudio fue afectada por la inclusión del tipo de levaduras ($p < 0,01$). Los promedios más altos se presentaron en los grupos que recibieron la levadura nativa 2 y levadura nativa 3 (1654 y 1654 g respectivamente) y el valor promedio más bajo fue para el grupo control (1460 g). Los promedios en los tratamientos Levapan®, AB vista® y levadura nativa 1 fueron similares entre sí y con respecto a los presentados para el tratamiento control, levadura nativa 2 y levadura nativa 3. En resumen, a los 35 días de edad se mantuvo la tendencia observada durante la fase de crecimiento, en el sentido que el grupo control presentó un menor peso corporal en comparación con los pollos suplementados con levaduras nativas 1 y 2 ($p < 0,05$).

Los pollos que recibieron las levaduras comerciales (Levapan® y AB vista®), comparados con los que reci-

Tabla 2. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre el consumo de alimento total de pollos de engorde machos en un sistema de alimentación por fases (preiniciación, iniciación y crecimiento)

Tratamiento	Consumo de alimento /fase (g/ave)			Consumo total
	Preiniciación (0-7)	Iniciación (8-24)	Crecimiento (25-35)	
Control	101	1348 ab	1103	2552
Levapan®	105	1325 ab	1124	2554
AB vista®	104	1333 ab	1034	2470
Levadura nativa 1	103	1309 b	1193	2604
Levadura nativa 2	110	1454 a	1135	2699
Levadura nativa 3	106	1445 ab	1191	2742
Significancia	ns	**	ns	ns
Error estándar de la media	7,64	67,10	141,20	160,52
Contrastes		Probabilidad		
Control vs. levaduras	0,381	0,500	0,675	0,490
Comerciales vs. nativas	0,579	0,027	0,163	0,033
Parámetro		Diferencia estimada		
Control vs. levaduras	-3,76	-25,25	-33,00	-62,00
Comerciales vs. nativas	-1,97	-73,68	-93,73	-169,37

a, b, c, d: en una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente ($p < 0,05$).
 * = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).

Tabla 3. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre la ganancia de peso corporal por fase y acumulado de pollos de engorde machos en un sistema de alimentación por fases (preiniciación, iniciación y crecimiento)

Tratamiento	Ganancia peso /fase (g/ave)			Total
	Preiniciación (0-7)	Iniciación (8-24)	Crecimiento (25-35)	
Control	102	886	472 b	1460 b
Levapan®	112	909	526 ab	1547 ab
AB vista®	106	914	507 ab	1527 ab
Levadura nativa 1	109	926	566 ab	1600 ab
Levadura nativa 2	110	888	656 a	1654 a
Levadura nativa 3	113	904	638 a	1654 a
Significancia	ns	ns	**	**
Error estándar de la media	7,64	46,07	72,80	90,91
Contrastes		Probabilidad		
Control vs. levaduras	0,078	0,393	0,015	0,013
Comerciales vs. nativas	0,658	0,794	0,006	0,028
Parámetro	Diferencia estimada			
Control vs. levaduras	-7,83	-22,10	-106,72	-136,65
Comerciales vs. nativas	-1,57	5,59	-102,95	-98,93

a, b, c, d: en una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente ($p < 0,05$).
 * = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).
 ns = $p > 0,05$.

bieron levaduras nativas (1, 2 y 3), ganaron menos peso corporal durante el período experimental (98,93 g/ave) ($p < 0,013$); esta diferencia se mantuvo en las aves que recibieron la dieta control comparadas con la inclusión de levaduras, con una diferencia estimada de (136,65 g) a favor de las levaduras nativas (tabla 3).

Conversión alimenticia por fase y acumulada

En la tabla 4 se muestra la inclusión de levaduras en dietas para pollos de engorde machos durante las fases de alimentación, preiniciación (1-7 días de edad), iniciación (8-24 días de edad) y crecimiento (25-35 días de edad), con respecto a la conversión alimenticia. Se encontraron

Tabla 4. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre la conversión alimenticia por fase y acumulada de pollos de engorde machos en un sistema de alimentación por fases (preiniciación, iniciación y crecimiento)

Tratamiento	Conversión alimenticia / fase			Conversión alimenticia total
	Preiniciación (0-7)	Iniciación (8-24)	Crecimiento (25-35)	
Control	0,10	1,52 ab	2,38 b	1,75
Levapan®	0,93	1,46 a	2,13 ab	1,65
AB vista®	0,98	1,46 a	2,04 ab	1,62
Levadura nativa 1	0,95	1,41 a	2,11 ab	1,63
Levadura nativa 2	0,10	1,64 b	1,74 a	1,63
Levadura nativa 3	0,94	1,60 b	1,89 ab	1,66
Significancia	ns	***	**	ns
Error estándar de la media	0,06	0,07	0,23	0,08
Contrastes		Probabilidad		
Control vs. Levaduras	0,254	0,812	0,006	0,018
Comerciales vs. nativas	0,892	0,008	0,127	0,883
Parámetro	Diferencia estimada			
Control vs. Levaduras	0,04	0,01	0,40	0,11
Comerciales vs. nativas	0,00	-0,09	0,17	-0,01

a, b, c, d. Dentro de una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente $p < 0,05$.
 * = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).
 ns = $p > 0,05$.

diferencias significativas durante la fase de iniciación y la de crecimiento ($p < 0,05$). Durante la fase de iniciación, los pollos que recibieron los tratamientos Levapan®, AB vista® y levadura nativa 1 presentaron menor conversión alimenticia (1,46, 1,46 y 1,41 respectivamente) en comparación con los pollos que recibieron los tratamientos levadura nativa 2 y levadura nativa 3 (1,64 y 1,60 respectivamente) ($p < 0,05$). Los pollos que recibieron levaduras comerciales (Levapan® y AB vista®), comparados con los pollos que recibieron levaduras nativas (1, 2 y 3), presentaron menor conversión alimenticia, con una diferencia estimada de 0,09 a favor de las levaduras comerciales ($p < 0,008$) (tabla 4).

Durante la fase de crecimiento, los pollos del grupo control comparados con los del grupo de levaduras presentaron mayor conversión alimenticia con una diferencia estimada de (0,40) a favor de la inclusión de levaduras ($p < 0,018$). La conversión alimenticia durante el ciclo completo no fue afectada por la inclusión de levaduras ($p > 0,05$). Sin embargo, los pollos que recibieron la dieta control, comparados con los que recibieron las dietas con inclusión de levaduras, presentaron mayor conversión alimenticia, con una diferencia estimada de 0,11 a favor de la inclusión de levaduras (tabla 4).

Rendimiento de las fracciones de la canal

En la tabla 5 se observa el efecto de la inclusión de levaduras en dietas de pollos de engorde machos a los 36 días de edad, sobre el peso en pie, peso en canal, rendimiento en canal, cantidad relativa de pechuga, pierna pernil, alas-costillar y rabadilla de pollos de engorde machos

alas-costillar y rabadilla. Diferencias significativas en el peso en pie, peso en canal, cantidad relativa de pechuga, alas-costillar y rabadilla fueron observadas en los pollos que recibieron la dieta control comparados con los que recibieron levaduras ($p < 0,05$); estos mostraron menor peso en pie y peso en canal, con una diferencia estimada de 247 y 159 g/ave, respectivamente. Este comportamiento se mantuvo para la cantidad relativa de rabadilla con una diferencia estimada de 1,5% a favor de las aves que recibieron las dietas con levaduras ($p < 0,004$) (tabla 5).

En relación a la cantidad relativa de pechuga, los promedios más altos se presentaron en los grupos que recibieron Levapan® (34%) y el valor promedio más bajo fue para el grupo que recibió levadura nativa 1 (31%). Sin embargo, este grupo de pollos fue el que mostró los valores más altos para la cantidad relativa de la fracción alas-costilla (28%) (tabla 5).

Terneza y pérdida de agua por goteo y por cocción

En la tabla 6 se muestra el efecto de la inclusión de levaduras en dietas de pollos de engorde machos a los 36 días de edad, sobre la fuerza de corte de la pechuga y la pierna, la pérdida de agua por goteo y por cocción de pechuga y pierna. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la fuerza de corte de la pechuga o terneza de la carne, entre los pollos que recibieron levadura nativa 3, los cuales presentaron una carne más dura (3,72 kg F) y los pollos con levadura nativa 2 (2,29 kg F). No se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las demás variables evaluadas. Sin embargo, los pollos que recibieron levaduras

Tabla 5. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre el peso en pie, peso en canal, rendimiento en canal, cantidad relativa de pechuga, pierna pernil, alas-costillar y rabadilla de pollos de engorde machos

Tratamiento	Peso en pie kg	Peso canal kg	Rendimiento canal %	Pechuga %	Pierna-pernil %	Alas-costilla %	Rabadilla %
Control	1392 b	894 b	64	32 ab	30	24 b	14 a
Levapan®	1591 ab	1046 ab	66	34 a	31	23 b	12 ab
AB vista®	1591 a	987 ab	62	33 ab	30	24 b	13 a
Levadura nativa 1	1640 a	1088 a	66	31 b	31	28 a	11 b
Levadura nativa 2	1666 a	1064 a	64	33 ab	32	23 b	12 ab
Levadura nativa 3	1704 a	1081 a	63	33 ab	31	23 b	13 a
Significancia	***	**	ns	**	ns	***	***
Error estándar de la media	85,06	72,57	2,65	1,19	1,10	1,05	0,82
Contrastes				Probabilidad			
Control vs. levaduras	<.0001	0,001	0,981	0,569	0,117	0,838	0,004
Comerciales vs. nativas	0,069	0,097	0,606	0,019	0,203	0,029	0,315
Parámetro				Diferencia estimada			
Control vs. levaduras	-246,88	-158,55	0,03	-0,38	-1,00	-0,12	1,50
Comerciales vs. nativas	-78,79	-60,96	-0,67	1,48	-0,70	-1,20	0,41

a, b, c, d: en una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente $p < 0,05$.

* = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).

ns = $p > 0,05$.

Tabla 6. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre la fuerza de corte de pechuga y pierna, pérdida de agua por goteo, pérdida de agua por cocción de pechuga y pierna de pollos de engorde machos

Tratamiento	Máxima fuerza de corte pechuga (kg F)	Máxima fuerza de corte pernil (kg F)	Pérdida de agua por goteo (%)	Pérdida de agua por cocción pechuga (%)	Pérdida de agua por cocción pierna (%)
Control	3,07 ab	1,77	10,85	23,22	32,54
Levapan®	3,17 ab	1,63	12,97	21,59	34,08
AB vista®	3,09 ab	1,86	14,64	18,59	41,72
Levadura nativa 1	2,55 bc	1,7	11,14	20,61	33,08
Levadura nativa 2	2,29 c	1,97	16,01	24,67	30,77
Levadura nativa 3	3,72 a	1,7	10,61	18,77	23,48
Significancia	***	ns	ns	ns	ns
Error estándar de la media	1,15	0,57	2,79	4,68	7,38
Contrastes			Probabilidad		
Control vs. levaduras	0,629	0,998	0,233	0,419	0,986
Comerciales vs. nativas	0,110	0,814	0,425	0,663	0,043

a, b, c, d: en una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente $p < 0,05$.
 * = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).
 ns = $p > 0,05$.

comerciales (Levapan® y AB vista®), comparados con los que recibieron levaduras nativas (1, 2 y 3), en la fracción de la pierna mayor presentaron pérdida de agua por cocción (diferencia estimada de 8,79%) ($p < 0,043$) (tabla 6).

Parámetros hematológicos y cardíacos

No se presentaron diferencias significativas en las variables evaluadas: hematocrito, proteína plasmática total, recuento de glóbulos rojos y glóbulos blancos ($p > 0,05$). En la tabla 7 se muestra el efecto de la inclusión de levaduras en dietas de pollos de engorde machos a los 36 días de edad, sobre el recuento de heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos y la relación heterófilos/linfocitos. Se presentaron diferencias significativas en el

recuento de heterófilos, cantidad relativa de linfocitos y en la relación heterófilos/linfocitos ($p < 0,05$). Las levaduras nativas 2 y 3 fueron diferentes del control en el número de células por μl ($p < 0,05$), mientras que las levaduras comerciales y la levadura nativa 1 no fueron diferentes del control ($p > 0,05$). Los pollos que recibieron levaduras comerciales (Levapan® y AB vista®), comparados con los que recibieron levaduras nativas (1, 2 y 3), presentaron mayor número de heterófilos/ μl , con una diferencia estimada de 9,6 (cel/ μl) ($p < 0,0316$) (tabla 7).

En relación con la cantidad relativa de linfocitos, los valores promedio más altos se presentaron en los grupos que recibieron levadura nativa 2 y levadura nativa 3 (67%

Tabla 7. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre parámetros hematológicos y la relación heterófilos/linfocitos en pollos de engorde machos a los 36 días de edad

Tratamiento	Heterófilos (cel/ul)	Linfocitos %	Relación H/L	Monocitos %	Eosinófilos %	Basófilos %
Control	40,43	57,60 ab	0,73 ab	0	1	0
Levapan®	40,75	57,46 ab	0,72 ab	1	0	1
AB vista®	43,25	54,10 ab	0,84 ab	1	0	3
Levadura nativa 1	42,74	41,93 b	1,07 a	0	1	2
Levadura nativa 2	28,18	67,24 a	0,47 b	1	0	7
Levadura nativa 3	26,30	69,95 a	0,41 b	1	1	1
Significancia	**	***	***	ns	ns	ns
Error estándar de la media	11,76	11,09	0,32	1,49	1,03	3,01
Contrastes			Probabilidad			
Control vs. levaduras	0,4282	0,9139	0,8841	0,4275	0,2343	0,2205
Comerciales vs. nativas	0,0316	0,3365	0,2972	0,8685	0,0583	0,4089

a, b, c, d: en una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente $p < 0,05$.
 * = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).
 ns = $p > 0,05$.

y 70%, respectivamente) y el promedio más bajo fue para el grupo que recibió levadura nativa 1 (42%). Sin embargo, este efecto es contrario para la relación heterófilos/linfocitos, cuyos valores promedio más bajos se presentaron en los grupos que recibieron levadura nativa 2 y levadura nativa 3 (0,47 y 0,41 respectivamente), mientras que el valor promedio más alto fue para el grupo de levadura nativa 1 (1,07) ($p < 0,05$) (tabla 7).

Hipertrofia ventricular

El efecto de la inclusión de levaduras en dietas de pollos de engorde machos a los 36 días de edad, sobre la relación ventrículo derecho/ventrículo total VD/VT, se muestra en la tabla 8. Se presentaron diferencias significativas entre los pollos que recibieron la dieta control y los que recibieron Levaduras, con una diferencia estimada de 0,06, a favor del tratamiento control ($p < 0,05$). Los valores promedio más altos fueron observados en los grupos que recibieron levadura nativa 1 y Levadura nativa 3 (0,37 y 0,38 respectivamente) ($p < 0,05$) (tabla 8). La relación VD/VT fue mayor para las levaduras comparadas con el control ($p < 0,0377$); las levaduras nativas presentaron mayor relación en comparación con las levaduras comerciales ($p < 0,0517$).

Análisis económico de presupuestos parciales

El análisis económico comparativo para valorar la inclusión de levaduras en un sistema de alimentación de pollos de engorde de 36 días tuvo en consideración la infraestructura de costos e ingresos estipulados comercialmente, en el área de influencia del proyecto. La inferencia eco-

nómica en este escenario comercial muestra que el costo de pollo en pie, el ingreso neto parcial por pollo en pie (INPP), el ingreso parcial por pollo en canal (IPPC) y el ingreso parcial por pollo fraccionado (IPPF) presentaron diferencias significativas, por efecto de la inclusión de levaduras ($p < 0,01$) (Tabla 9). El costo del kilogramo de pollo en pie del grupo control fue \$1.550 más que el costo

Tabla 8. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre la relación en pollos de engorde machos a los 36 días de edad

Tratamiento	Relación ventrículo derecho/ ventrículo total
Control	0,28 b
Levapan®	0,27 b
AB vista®	0,36 ab
Levadura nativa 1	0,37 a
Levadura nativa 2	0,31 ab
Levadura nativa 3	0,38 a
Significancia	***
Error estándar de la media	0,08
Contrastes	Probabilidad
Control vs. levaduras	0,0377
Comerciales vs. nativas	0,0517
Parámetro	Diferencia estimada
Control vs. levaduras	-0,06
Comerciales vs. nativas	-0,04

a, b, c, d: promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente $p < 0,05$
* = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).

Tabla 9. Efecto de la inclusión de levaduras comerciales y nativas sobre los costos e ingresos parciales en pollos de engorde machos a los 36 días de edad

Tratamiento	Costo kg pollo en pie \$	INPP ^{1/} \$	IPPC ^{2/} \$	IPPF ^{3/} \$
Control	10186 a	2096 b	3967 b	3046 b
Levapan®	8804 b	2558 ab	4673 a	3695 a
AB vista®	8718 b	2647 a	4411 ab	3381 ab
Levadura nativa 1	8599 b	2680 a	4839 a	3729 a
Levadura nativa 2	8610 b	2659 a	4733 a	3712 a
Levadura nativa 3	8446 b	2742 a	4814 a	3721 a
Significancia	***	***	***	***
Error estándar de la media	478,73	210,79	310,73	254,75
Contrastes	Probabilidad			
Control vs. levaduras	0,0001	0,0001	0,0005	0,0004
Comerciales vs. nativas	0,352	0,355	0,091	0,133
Parámetro	Diferencia estimada			
Control vs. levaduras	1550,05	-561,72	-726,82	-601,66
Comerciales vs. nativas	208,68	-91,17	-253,30	-182,62

1/: Ingreso neto parcial por pollo en pie (INPP).

2/: Ingreso parcial por pollo en canal (IPPC).

3/: Ingreso parcial por pollo fraccionado (IPPF).

a, b, c, d: en una misma columna, promedios con distinta letra son diferentes estadísticamente $p < 0,05$.

* = efecto poco significativo ($p < 0,1$), ** = efecto significativo ($p < 0,05$), *** efecto muy significativo ($p < 0,01$).

del kilogramo de pollo con levaduras ($p < 0,01$). Al calcular los INPP, IPPC e IPPF se encontró que fueron menores en los pollos control en relación con los de los pollos con inclusión de levaduras ($p < 0,01$), con diferencias estimadas de \$562 para el INPP, \$727 para el IPPC y \$602 para el IPPF a favor de la inclusión de levaduras. Los mejores balances promedios económicos fueron estimados para la levadura nativa 1.

DISCUSIÓN

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* se usa en dietas para pollos de engorde como un aditivo natural para proveer una proteína de alto valor biológico, sin un componente tóxico, alergénico o carcinogénico (Stone, 1998). Estas características también mejoran la digestibilidad y absorción de nutrientes y ayudan al control de patógenos entéricos. En conjunto, estas características naturales producen mejor comportamiento productivo de los pollos de engorde (Cruickshank, 2002).

Gran parte de la investigación realizada durante los últimos 15 años ha sido diseñada para evaluar diferentes niveles de inclusión de levadura de cerveza en diferentes edades de las aves. Miazza y colaboradores (1994, 1995) encontraron que añadir niveles de 0,3% - 0,5% de levadura a dietas de iniciación y finalización redundaba en mejor conversión alimenticia y peso corporal final de los pollos de engorde; posteriormente confirmaron (1997, 1998) mejor expresión productiva del pollo de engorde cuando la levadura se incluye en niveles de 0,6% - 0,9%.

En la presente investigación, los pollos que recibieron levaduras durante un ciclo completo de producción (0-35 días) presentaron, en comparación con el grupo control, mayor ganancia de peso corporal, mejor eficiencia y mejor conversión alimenticia (con diferencias estimadas de 137 g aproximadamente, 4% y 0,11, respectivamente). El peso de la canal y de la rabadilla fue superior (con diferencias estimadas de 158 g y 1,5%, respectivamente) cuando se añaden levaduras. Estos valores fueron soportados por una relación ventrículo derecho/ventrículo total (VD/VT) mayor, (con una diferencia estimada de 0,06), posiblemente por una alta exigencia de oxígeno para que los pollos alcanzaran su máximo potencial de crecimiento en condiciones de altitud.

Los pollos que recibieron levaduras nativas, comparados con los que recibieron levaduras comerciales, presentaron mayor ganancia de peso corporal y peso de la canal y mayor valor para la relación VD/VT. Este aspecto indica una reacción de adaptación a las condiciones ambientales, asociadas a hipoxia, similar a lo encontrado por Moreno y Hernández (1985) en las mismas condiciones experi-

mentales. La levadura nativa 1 mostró los valores más altos en la relación de heterófilos/linfocitos (H/L), lo cual está asociado a cuadros agudos de estrés. Para Davis y colaboradores (2000) los incrementos en la relación H/L se asocian a cuadros agudos de estrés, con estresores que operan de manera intensa y durante breves lapsos de tiempo. En este estudio, los valores promedios de la relación H/L variaron entre 0,41 y 1,07, lo que sugiere que los pollos se encontraban sometidos a importantes desafíos ambientales en las condiciones experimentales.

La terneza es la suma de la fuerza mecánica del tejido muscular esquelético después del rígor mortis más el debilitamiento de la estructura durante el almacenamiento post mórtem (Takabashi, 1996). Para el consumidor es la característica más importante de la carne y es de gran influencia en sus preferencias. La terneza de la carne se estima midiendo la fuerza de corte; cuanto menor sea este valor mayor es la terneza de la carne. En este estudio, se encontraron diferencias significativas en los valores de la terneza de pechuga cocinada, de los pollos que recibieron la levadura nativa 2 comparados con los que recibieron la nativa 3, con valores promedio de 2,29 y 3,72 kg fuerza, respectivamente. Zhang y colaboradores (2005) compararon un grupo de pollos que recibió levadura completa frente al control, y encontraron que la fuerza de corte de pernil crudo disminuyó en el primero; tanto la inclusión de extracto de levadura como la de pared celular (MOS) tuvieron efecto intermedio. La fuerza de corte en pechugas y pernils cocinados disminuyó en los tratamientos de levadura completa y de pared celular en comparación con el grupo control. Los parámetros de crecimiento y comportamiento productivo de los pollos de engorde en ese estudio y en otros reportados muestran que el enriquecimiento de las dietas con levaduras mejoran la calidad de la carne de pollo, mediante un incremento en la terneza (Bonomi *et al.*, 1978 y capacidad de retención de agua (Lee *et al.*, 2002).

Los efectos de la inclusión de levaduras respecto al rendimiento de la canal y de sus fracciones en pollos de engorde han sido poco documentados. Karaoglu y Durdag (2005) en su estudio no encontraron efectos de la suplementación de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre la calidad de la canal; en el presente estudio se encontró un incremento en el rendimiento de la canal por la inclusión de levaduras comparadas con el control (con diferencia estimada de 158 g). Estas respuestas corresponden a pollos machos a los 36 días de edad. En cuanto al porcentaje de pernil, algunos investigadores observaron que aumentó con la suplementación de levaduras (0,3%) (Miazza *et al.*, 2005; Songsak *et al.*, 2008); mientras que Loddi y colaboradores (2000) no observaron diferencias.

En general, varias investigaciones revelan los efectos benéficos de la inclusión de levaduras en alimentos para pollos de engorde sobre el desempeño productivo, donde se mejora la ganancia de peso corporal y la conversión alimenticia (Onifade *et al.*, 1998; Miazza *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2005; Owens *et al.*, 2007 y Gao *et al.*, 2008). Estos hallazgos se corroboran en el presente estudio. Se argumenta además que la inclusión de levaduras influye en el crecimiento de pollos de engorde debido a la modulación de la salud intestinal; sin embargo, estos efectos beneficiosos de las levaduras no son consistentes con otras investigaciones. Al respecto, Gao y colaboradores (2008) sugieren que las diferencias en estas respuestas pueden estar relacionadas con las características particulares de los productos de levadura utilizados, ya que la presentación de éstas tiene varias posibilidades como levaduras secas, levaduras vivas, fermentados de levaduras, lo cual dificulta en este escenario las comparaciones entre los diferentes estudios.

Desde el punto de vista económico, los ingresos parciales fueron mayores en los pollos de engorde que recibieron levaduras. Los anteriores resultados reflejan la

importancia de la investigación en esta área y sugiere la posibilidad de futuros estudios a una escala mayor de las levaduras evaluadas, para ser utilizadas en la producción de carne libre de residuos de antibióticos.

CONCLUSIONES

La ganancia de peso corporal de los pollos de engorde se mejoró con la inclusión de 0,5% de levaduras en un sistema de alimentación por fases.

En general, la inclusión de levaduras nativas en las dietas de pollos de engorde tiene efectos beneficiosos en los parámetros zootécnicos, a pesar de las condiciones ambientales que incidieron negativamente en la respuesta al síndrome ascítico en los pollos suplementados.

Los efectos cualitativos y cuantitativos de la suplementación de levaduras nativas y comerciales y su papel como aditivo funcional encontrados en este estudio deben ser ampliados en un ciclo completo de producción, con sus valores agregados en el mercado de carne de pollo.

REFERENCIAS

- Bonomi A, Vassia G. 1978. Observations and remarks on the use of *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces fragilis*, in the form of living yeast, on the production and quantitative characteristics of broilers. Arch. Vet. Ital. 29(Suppl.): 3-15.
- Bradley GL, Savage TF, Timm KI. 1994. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poultry performance and ileal morphology. Poultry Science 73: 1766-1770.
- Churchill R, Mohan B, Viswanathan K. 2000. Effect of supplementation broilers rations with live yeast culture. Cheiron 29(1-2): 23-27.
- Cruickshank G. 2002. Gut microflora the key healthy broiler growing. Poultry World 156(7):14.
- Davis GS, Anderson KE, Carroll AS. 2000. The effects of long-term caging and molt of Single Comb White Leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. Poultry Science 79(4):514-8.
- Ergül M. 1994. Replacement of soybean by brewers' and molasses yeast in broiler diets in sunflower oil meal with and without fish meal. Landbau for chung volkenrode 44(3): 267-273. Turkey. En: Poultry Abstracts 21(4).
- Fernandes do Rosario M, Neves da Silva MA, Domingos CA, Savino VJ. 2004. Síndrome ascítica em frangos de corte: uma revisão sobre a fisiologia, avaliação e perspectivas. Ciencia Rural 34(6): 1987-1996.
- Gagic A, Kavasovic A, Alibegovic F, Residbegovic E. 2003. Application of probiotics in poultry. Veterinaria-Sarajevo 52 (1-4): 205-212.
- Gao J, Zhang HJ, Yu SH, Wu SG, Yoon I, Quigley J, Gao YP, Qi GH. 2008. Effects of Yeast Culture in Broiler Diets on Performance and Immunomodulatory Functions. Poultry Science 87: 1377-1384
- Grangeiro MG, Freire M, Rodríguez E, Barreto G, Militão F. 2001. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. Revista Sociedad Brasileira de Zootecnia 30(3): 766-773.
- Honikel KO, Hamm R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series, Ed. Pearson AM y Dutton TR. Vol. 9: 125-161.
- Julian RJ. 1987. The effect of increased sodium in the drinking water on right ventricular hypertrophy, right ventricular failure and ascites in broiler chickens. Avian Pathology 16(1):61-71
- Karaoglu M, Durdag H. 2005. The influence of dietary probiotic *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and different slaughter age on the performance, slaughter and carcass properties of broilers. International Journal of Poultry Science 4(5): 309-316.
- Kumprechtová D, Zobac P, Kumprecht I. 2000. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* sc47 on chicken broiler performance and nitrogen output. Czech Journal of Animal Science 45: 169-177
- Lee JI, Kim YD, Kim DY, Choi YI, Ahn JN, Chae HS, Choi JH. 2002. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance and meat quality of broiler chickens. Proc. Korean J. Anim. Sci. Technol. 34.
- Loddi MM, Gonzales E, Takita TS, Mendes AAM, Roca RO. 2000. Uso de probiótico e antibiótico sobre o rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, 29: 30-36.
- Miazzo RD, Kraft S. 1998. Yeast a growth promoter for broilers. 10th European Poultry Conference. Jerusalem, Israel, 94 p.
- Miazzo RD, Kraft S, Moschetti E. 1995. Dos niveles de levadura de cerveza (*S. cerevisiae*) como promotor natural de crecimiento en parrilleros. Revista Argentina de Producción Animal 15(2): 662-663.
- Miazzo RD, Kraft S, Picco M. 1997. Crecimiento mejorado de parrilleros al adicionar Levadura de Cerveza (*S. cerevisiae*) a sus dietas. Revista Argentina de Producción Animal 17 (Supl. 1): 71.
- Miazzo RD, Peralta MF, Picco M. 2005. Performance productiva y calidad de la canal en broilers que recibieron levadura de cerveza (*S. cerevisiae*). Revista Electrónica de Veterinaria. 6(12)
- Miazzo RD, Peralta MF, Reta S. 2001. Yeast (*S. cerevisiae*) as natural additive for broiler chicken diets. Proc. XV European Symposium on the quality of poultry meat. Turkey. WPSA- Turkey Branch: 175-177.
- Miazzo RD, Kraft S, Moschetti E, Picco M. 1994 Levadura de cerveza (*S. Cerevisiae*) como aditivo en una ración de parrilleros iniciador. Revista Argentina de Producción Animal 14 (Supl. 1): 1.
- Modirsanei M, Kiaei S, Peighambari S, Imam G. 2003. Effects of supplementing broilers ration with commercial probiotics on performance. J. of Faculty Veterinary Medicine, University of Theran, 58(3): 261-266.
- Morales LR. 2007. Las paredes celulares de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde, (tesis de maestría) Departament de Ciències Animals I Dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Moreno MJ, Hernández A. 1985. Variación cardiopulmonar y en los valores de hemoglobina y hematocrito durante la hipoxia en pollos comerciales y criollos. Revista Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 38(1)
- Moreno M, Cerón L, Zapata JL, Peña V. 2006. Corpoica-Mary: variedad de papa mejorada de alto rendimiento para consumo en fresco y procesamiento en hojuelas. Innovación y Cambio Tecnológico. 4(4)
- Morón FO, Zamorano GL. 2003. Pérdida por goteo en diferentes carnes crudas. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 11(2): 125-127
- Murakami A, Barbosa VM, Arika J, Junqueira OM, Kronka S. 1993. Levedura de vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte proteica na alimentação de frangos de corte. Revista Sociedad Brasileira de Zootecnia 22(5): 876-883.
- National Research Council (NRC). 1994. Nutrient requirements of Poultry. Ninth Revised edition, Washington, D. C. National Academy Press, 149 p.
- Nitta K, Kobayashi F. 1999. Brewers yeast as health foodstuff. New Food Ind. (Japan). 41: 17-23.
- Onifade AA, Babatunde GM, Afonja SA, Ademola SG, Adesina EA. 1998. The effect of a yeast culture addition to a low-protein diet on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. Poultry Science 77 (Suppl. 1): 44.
- Owens B, Mccracken KJ. 2007. A Comparison of the effects of different yeast products and antibiotic on broiler performance. British Poultry Science 48(1): 49-54
- Ramos HAJ. 2005. Efecto del Método de Congelamiento sobre las Características Fisicoquímicas y Organolépticas de la Carne de Pechuga de Pollo, (tesis de grado maestría) Universidad De Puerto Rico, ciencias Industria Pecuaria..
- Reyes HM. 2001. Análisis Económico De Experimentos Agrícolas Con Presupuestos Parciales: Re-Enseñando El Uso De Este Enfoque. Boletín Informativo, Centro de Información Agrosocioeconómica, Universidad San Carlos de Guatemala.
- Santin E, Maiorka A, Macari M, Grecco M, Sanchez JC, Okada TM, Myasaka AM. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. Journal of Applied Poultry Research 10: 236-244.
- SAS. 2002. Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT. Version 8. Cary. NC. Users guide statistical analysis system. Institute, Inc. Cary, WC.
- Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE. 2000. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentration

- of enteric bacteria in the ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. Poultry Science 79(2): 205-211.
- Stone C. 1998. Yeast products in the feed industry. Ed. By Mills, d. Inc. Cedar Rapids, Iowa, pp. 10-11.
- Takahashi K. 1996. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: The non-enzymatic mechanism of meat tenderization. Meat Science 43(1): 67-80.
- Upendra H, Yathiraj S. 2003. Effects of supplementing probiotics and mannan oligosaccharide on body weight feed conversion ratio and livability in broiler chicks. Indian Vet Journal, 80(10): 1075-1077.
- Zhang AW, Lee BD, Lee SK, Lee KW, An GH, Song KB, Lee CH. 2005. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance meat quality and ileal mucosa development of broiler chicks. Poultry science 84(7): 1015- 1021.