

**Efecto del prebiótico scFOS (cadenas cortas
de fructooligosacáridos) en la microflora
gastrointestinal y el desempeño en el
crecimiento de broilers a los 42 días de edad**

**Luis Hernando Calderón Hernandez
Francis Rodemiro Córdova Figueroa
Carlos Gustavo Narváez Herrería
Angel Osmany Soto Núñez**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto del prebiótico scFOS (cadenas cortas de fructooligosacáridos) en la microflora gastrointestinal y el desempeño en el crecimiento de broilers a los 42 días de edad

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Luis Hernando Calderón Hernandez
Francis Rodemiro Córdova Figueroa
Carlos Gustavo Narváez Herrería
Angel Osmany Soto Núñez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Efecto del prebiótico scFOS (cadenas cortas de fructooligosacáridos) en la microflora gastrointestinal y el desempeño en el crecimiento de broilers a los 42 días de edad

Presentado por:

Luis Hernando Calderón Hernandez
Francis Rodemiro Córdova Figueroa
Carlos Gustavo Narváez Herrería
Angel Osmany Soto Núñez

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Gerardo Murillo, Ing.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John J. Hincapié, Ph.D.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

John J. Hincapié, Ph.D.
Coordinador del Área de
Zootecnia

RESUMEN

Calderón, L., Córdova, F., Narváez, C., y Soto, A. 2010. Efecto del prebiótico scFOS (cadenas cortas de fructooligosacáridos) en la microflora gastrointestinal y el desempeño en el crecimiento de broilers a los 42 días de edad. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 25 p.

El desempeño de los pollos de engorde es fuertemente afectado por bacterias y otros microorganismos patógenos que colonizan el sistema digestivo. El principal método de control en la actualidad es el uso de antibióticos, los cuales no son muy aceptados en el mercado actual. El objetivo fue determinar el efecto del prebiótico scFOS (cadenas cortas de fructooligosacáridos) en la microflora gastrointestinal y el desempeño en el crecimiento de broilers a los 42 días de edad. El ensayo se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana. Se evaluaron 3,312 broilers machos de la línea Arbor Acres Plus[®] × Ross[®], distribuidos en 48 corrales (1.50 × 3.75 m) a una densidad de 12 aves/m². El periodo de engorde duró 42 días. El estudio contó con 6 tratamientos, dieta control más antibiótico Virginiamicina, dieta control sin antibiótico, dos tratamientos con 600 g y 1000 g de scFOS por tonelada de alimento y dos tratamientos con 300 g y 600 g de scFOS por tonelada de alimento más 10 g de probiótico por cada 208 litros de agua. Los parámetros de desempeño medidos fueron peso corporal, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, peso y rendimiento de la canal caliente, rendimiento de pectorales mayores sin piel, rendimiento de pectorales menores y contenido porcentual de grasa abdominal. Además, se realizaron conteos de la microflora gastrointestinal en el buche, íleon y ciegos. Únicamente existió diferencia significativa en el consumo de alimento al día 7, 21, 28 y 35, donde el tratamiento dieta básica sin antibiótico obtuvo los menores consumos. Ningún tratamiento presentó diferencia significativa en el resto de parámetros de desempeño en el crecimiento de broilers a los 42 días de edad. En la evaluación microbiológica del sistema gastrointestinal, no se encontró *Salmonella* spp., sin embargo, se encontraron poblaciones de *E. coli*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus reuterii* y *Pediococcus acidilactici*, siendo las últimas tres, bacterias benéficas. En forma general, en todos los tratamientos, las poblaciones de *E. coli* disminuyeron del día 7 al 42, de igual manera, las poblaciones de bacterias benéficas aumentaron del día 7 al 42.

Palabras clave: Antibiótico, consumo de alimento, fructooligosacáridos, peso corporal, probiótico.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES	21
5. RECOMENDACIONES	22
6. LITERATURA CITADA.....	23

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	3
2. Composición de las dietas experimentales para la etapa de inicio, 0-14 días de edad.....	5
3. Composición de las dietas experimentales para la etapa de crecimiento, 15-28 días de edad.....	6
4. Composición de las dietas experimentales para la etapa de finalización, 29-35 días de edad.	7
5. Composición de las dietas experimentales para la etapa de retiro, 36-42 días de edad.....	8
6. Efecto de scFOS en el peso corporal de broilers (g/ave).....	9
7. Efecto de scFOS en el consumo en broilers (g/ave).....	10
8. Efecto de scFOS en la conversión alimenticia en broilers (g:g)	11
9. Efecto de scFOS en la ganancia de peso en broilers (g/ave).....	12
10. Efecto de scFOS en la mortalidad en broilers (%)	13
11. Efecto de scFOS en el proceso de broilers	14
12. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora del buche en broilers machos en el día 7 y 42.	5
13. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora del íleon en broilers machos en el día 7 y 42.	17
14. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora de los ciegos en broilers machos en el día 7 y 42.	19
Figura	Página
1. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en <i>E. Coli</i> del buche en broilers machos en el día 7 y 42	16
2. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en <i>E. Coli</i> del íleon en broilers machos en el día 7 y 42	18
3. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora benéfica (<i>Lactobacillus reuterii</i> , <i>L. salivarius</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>) del íleon en broilers machos en el día 7 y 42	18
4. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en <i>E. coli</i> de los ciegos en broilers machos en el día 7 y 42	20
5. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en en la microflora benéfica (<i>Lactobacillus reuterii</i> , <i>L. salivarius</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i>) de los ciegos en broilers machos en el día 7 y 42	20

1. INTRODUCCIÓN

La producción de pollos de engorde se ha convertido en una de las actividades más dinámicas y eficientes en la producción de proteína animal. Esta actividad ha evolucionado por el gran reto de ser cada día más competitivo en un mercado globalizado y por el compromiso de proveer alimento a millones de personas en el mundo. Además, para alcanzar los mejores parámetros productivos cada día se incrementan los desafíos de enfermedades obligando al productor a prestar mucha atención para amortiguar o erradicar sus efectos.

El prebiótico scFOS, cadenas cortas de fructooligosacáridos, son fibras solubles utilizadas para la suplementación alimenticia debido a sus beneficios nutricionales y de salud. Estas fibras se encuentran naturalmente en muchos vegetales como la cebolla, el ajo, trigo, etc., pero también pueden ser producidas a partir de sacarosa. La suplementación de compuestos prebióticos, como fructooligosacáridos de cadena corta (scFOS) ha demostrado ofrecer una ventaja en la utilización de nutrientes, el crecimiento y resistencia a enfermedades de diversas especies animales mediante la mejora gastrointestinal (GI) microbiana (Peng *et al.* 2007).

Los fructooligosacáridos ejercen un efecto estimulador preferencial en varias bacterias de los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, mientras que el mantenimiento de poblaciones de patógenos potenciales (*E. coli* y *Salmonella* spp.) son mantenidos en niveles relativamente bajos en la digesta del intestino delgado y ciego (Xu *et al.* 2003).

Los probióticos compuestos por: *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus animalis* y *Pediococcus acidilactici* generan beneficio en el tracto gastrointestinal del animal por la exclusión competitiva. El *Lactobacillus acidophilus* produce ácido láctico y peróxido de hidrógeno creando un medio hostil para el desarrollo de microorganismos patógenos, traducándose en un incremento del peso vivo y una mejor conversión alimenticia (Ramlah y Tan 1995). La bacteria *Bacillus subtilis* disminuye los metabolitos patogénicos que interfieren con la absorción de nutrientes aumentando el consumo de alimento, mejorando las ganancias diarias de peso y la conversión alimenticia (Opalinski *et al.* 2007). También tiene el efecto de disminuir la cantidad de bacterias entéricas en la canal, siendo posibles patógenos para los consumidores (Maruta *et al.* 1996).

Los *Lactobacillus* son importantes para la protección de la microflora gastrointestinal pues limitan del desarrollo de *E. coli* en el intestino y al mismo tiempo ofrecen una protección leve contra *Salmonella* spp. (Soerjadi *et al.* 1981). Las bacterias *Lactobacillus* spp. propias del intestino han disminuido los contenidos de *Salmonella* spp., *E. coli* y

Staphylococcus spp. (Juven *et al.* 1991). El uso de *Lactobacillus salivarius* aplicado directamente en el proventrículo con sonda oral en gallinas Leghorn de 1 día de edad, logró una eliminación por completo de la *Salmonella* en las aves después de 21 días (Pascual *et al.* 1999).

Lactobacillus reuteri reside en el tracto gastrointestinal de los seres humanos, cerdos, aves de corral y otros animales. Las células en reposo de esta especie pueden convertir el glicerol en una potente sustancia antimicrobiana y de amplio espectro llamada reuterina. La reuterina es capaz de inhibir el crecimiento de especies que representan todos los géneros bacterianos probados hasta el momento, incluyendo: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* y *Staphylococcus* (Axelsson *et al.* 1989). La pediocina es una bacteriocina (sustancia antimicrobiana) producida por *Pediococcus acidilactici*, es utilizada como conservador en productos vegetales y cárnicos, y se ha observado una elevada actividad contra especies de *Listeria* (Gonzales-Martínez *et al.* 2003).

En general, los probióticos y prebióticos mejoran el equilibrio de los microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal del ave, ya sea por exclusión competitiva o generando ambientes adversos a la colonización de patógenos. Esto se traduce en reducción de los efectos negativos causados por los patógenos permitiendo una mejor absorción de los nutrientes (Edens 2003).

El objetivo general del estudio fue evaluar el efecto del prebiótico scFOS (cadenas cortas de fructooligosacáridos) en la microflora gastrointestinal y el desempeño en el crecimiento de broilers a los 42 días de edad. Los objetivos específicos fueron: determinar el desempeño en ganancia de peso semanal y acumulada; determinar el consumo, conversión alimenticia y mortalidad acumulada; determinar los parámetros de desempeño: peso de la canal, rendimiento de la canal, rendimiento de pectorales mayores sin piel, rendimiento de pectorales menores y contenido porcentual de grasa abdominal en la canal, además evaluar los niveles de *E. Coli*, *Salmonella* y bacterias ácido-lácticas en el buche, íleon y ciegos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre agosto y octubre del 2010, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1,100 mm.

El área experimental contó con 3,312 aves distribuidas en 48 corrales (1.50 × 3.75 m) donde cada corral albergó 69 broilers machos (Arbor Acres Plus® × Ross®) de un día de edad, adquiridos en un criadero comercial y establecidos en un galpón a una densidad de 12 aves por metro cuadrado. El material de cama fue de primer reuso luego del levante de un lote de pollonas durante 18 semanas; el galpón y equipo no recibieron desinfección con el propósito de aumentar el estrés en la parvada. Las aves recibieron 23 horas luz y una hora de oscuridad. Para proveer una temperatura adecuada, durante los primeros días de vida del pollo, se utilizaron calentadores a base de gas. Cada corral se equipó con bebederos tipo campana y comederos tubulares. Además, se utilizó una franja de plástico entre cada corral para evitar la contaminación cruzada. El agua y el alimento se proporcionó *ad libitum*.

Los tratamientos fueron los siguientes: tratamiento 1, dieta control más 60 g de virginiamicina por tonelada de alimento; tratamiento 2, dieta control sin virginiamicina; tratamiento 3, dieta control más 600 g de prebiótico por tonelada de alimento; tratamiento 4, dieta control más 1000 g de prebiótico por tonelada de alimento; tratamiento 5, dieta control más 300 g de prebiótico por tonelada de alimento más 10 g de probiótico por cada 208 litros de agua por día; tratamiento 6, dieta control más 600 g de prebiótico por tonelada de alimento más 10 g de probiótico por cada 208 litros de agua por día (Cuadro 1). La composición de las dietas se presenta en los cuadros 2, 3, 4 y 5.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
1	Dieta control/antibiótico (60 g de Virginiamicina/tonelada de alimento)
2	Dieta control/sin antibiótico
3	scFOS ¹ 600 g/tonelada de alimento
4	scFOS 1000 g/tonelada de alimento
5	scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g de probiótico/208 L de agua/día
6	scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g de probiótico/208 L de agua/día

¹scFOS es una fibra natural prebiótica de cadenas cortas de fructooligosacáridos que ayuda a promover el crecimiento de bacterias benéficas del tracto digestivo mejorando la absorción de los nutrientes contenidos en los alimentos.

Las variables analizadas fueron: peso corporal (g), se midió desde el día 1 y cada 7 días hasta los 42 días de edad, tomando muestras de 20 pollos por corral; el consumo de alimento (g) se midió semanalmente determinando la diferencia del alimento ofrecido menos el alimento consumido; el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) se calculó semanalmente relacionando el consumo alimenticio acumulado entre el peso corporal; la ganancia de peso (g) resultó de la diferencia del peso de los pollos al inicio y final de cada semana; se tomaron registros de mortalidad diarios y se determinó el porcentaje de mortalidad semanal y acumulado. Se midió el peso de la canal, rendimientos porcentuales de: canal (sin menudos), pectorales mayores (sin piel), pectorales menores y grasa abdominal.

En el laboratorio se realizó los conteos bacteriológicos de *E. coli*, *Salmonella* y bacterias ácido lácticas se extrajeron el buche, íleon y ciegos a los 7 y 42 días de edad y se colocaron en bolsas ziplog esterilizadas. Se cortaron los órganos para liberar su contenido y posteriormente diluirlo con solución LB (Luria Bertani) a 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} . Se colocaron 100 μ L de las diluciones en cada medio de crecimiento (MacConkey para *E.coli*, MRS para *Lactobacillus* y BGS para *Salmonella*). Se incubaron a 36.5°C durante 24 horas los medios MacConkey y BGS mientras el MRS se incubó durante 48 horas sin presencia de oxígeno. Seguidamente se contabilizó las colonias de bacterias encontradas.

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 6 tratamientos, 8 repeticiones por tratamiento para un total de 48 unidades experimentales. Los parámetros obtenidos fueron analizados por medio del ANDEVA (Análisis de Varianza), utilizando el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS 2007). Se utilizó SNK para la prueba de diferencia mínima significativa con una probabilidad de $P \leq 0.05$.

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales para la etapa de inicio, 0-14 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Maíz	53.96	54.09	53.93	53.83	54.01	53.93
H. de Soya	37.88	37.86	37.88	37.90	37.87	37.88
Carbonato Ca	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
Biofos ^{®1}	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Prem. Vit+Min ²	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Virginiamicina ³	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Monensin ⁴	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	4.01	3.96	4.03	4.07	3.99	4.03
DL-Metionina	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
L-Lisina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Treonina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de Colina	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
scFOS ⁵	0.00	0.00	0.07	0.11	0.03	0.07
Probiótico ⁶	0.00	0.00	0.00	0.00	H ₂ O ⁸	H ₂ O
Análisis Calculado:						
Proteína Cruda	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
ME Kcal/kg	3042.00	3042.00	3042.00	3042.00	3042.00	3042.00
Ca	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P Disponible	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DMetionina	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
DLisina	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
DMet + Cis ⁷	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
DArginina	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
DTreonina	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
DTriptófano	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
DIsoleucina	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
DValina	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92

¹Fosfato Di-cálcico.²Vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K₃, 2.0 mg; Vitamina B₁, 1.0 mg; Vitamina B₂, 6.0 mg; Vitamina B₆, 3.5 mg; Vitamina B₁₂, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido Pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeseo, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.³Complejo antibiótico polipéptido cíclico de *Streptomyces* spp.⁴Poliéter ionóforo antibiótico producido por fermentación de *Streptomyces cinnamonensis*.⁵Fibra natural prebiótica de cadenas cortas de fructooligosacáridos que mejora las condiciones del sistema digestivo para el establecimiento de bacterias benéficas.⁶Microorganismos benéficos que se establecen en el sistema digestivo.⁷Metionina y Cisteína digeribles.⁸Probiótico aplicado en el agua.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales para la etapa de crecimiento, 15-28 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Maíz	58.09	58.22	58.07	57.96	58.15	58.07
H. de Soya	33.09	33.07	33.09	33.11	33.08	33.09
Carbonato Ca	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
Biofos ^{®1}	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Prem. Vit + Min ²	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Virginiamicina ³	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Monensin ⁴	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	5.11	5.05	5.12	5.17	5.09	5.12
DL-Metionina	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
L-Lisina	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
L-Treonina	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Cloruro de Colina	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
scFOS ⁵	0.00	0.00	0.07	0.11	0.03	0.07
Probiótico ⁶	0.00	0.00	0.00	0.00	H ₂ O ⁸	H ₂ O
Análisis Calculado:						
Proteína Cruda	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ME Kcal/kg	3141.00	3141.00	3141.00	3141.00	3141.00	3141.00
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
P Disponible	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
DMetionina	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
DLisina	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
DMet + Cis ⁷	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
DArginina	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
DTreonina	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
DTriptófano	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
DIsoleucina	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
DValina	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83

¹Fosfato Di-cálcico.²Vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K₃, 2.0 mg; Vitamina B₁, 1.0 mg; Vitamina B₂, 6.0 mg; Vitamina B₆, 3.5 mg; Vitamina B₁₂, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido Pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeseo, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.³Complejo antibiótico polipéptido cíclico de *Streptomyces* spp.⁴Poliéter ionóforo antibiótico producido por fermentación de *Streptomyces cinnamonensis*.⁵Fibra natural prebiótica de cadenas cortas de fructooligosacáridos que mejora las condiciones del sistema digestivo para el establecimiento de bacterias benéficas.⁶Microorganismos benéficos que se establecen en el sistema digestivo.⁷Metionina y Cisteína digeribles.⁸Probiótico aplicado en el agua.

Cuadro 4. Composición de las dietas experimentales para la etapa de finalización, 29-35 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Maíz	62.76	62.89	62.73	62.63	62.81	62.73
H. de Soya	28.22	28.20	28.22	28.24	28.21	28.22
Carbonato Ca	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Biofos ^{®1}	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Prem. Vit + Min ²	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Virginiamicina ³	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Monensin ⁴	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	5.35	5.29	5.36	5.40	5.32	5.36
DL-Metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Lisina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Treonina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de Colina	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
scFOS ⁵	0.00	0.00	0.07	0.11	0.03	0.07
Probiótico ⁶	0.00	0.00	0.00	0.00	H ₂ O ⁸	H ₂ O
Análisis Calculado:						
Proteína Cruda	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
ME Kcal/kg	3196.00	3196.00	3196.00	3196.00	3196.00	3196.00
Ca	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
P Disponible	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
DMetionina	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
DLisina	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
DMet + Cis ⁷	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
DArginina	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
DTreonina	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
DTriptófano	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
DIsoleucina	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
DValina	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

¹Fosfato Di-cálcico.²Vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K₃, 2.0 mg; Vitamina B₁, 1.0 mg; Vitamina B₂, 6.0 mg; Vitamina B₆, 3.5 mg; Vitamina B₁₂, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido Pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeseo, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.³Complejo antibiótico polipéptido cíclico de *Streptomyces* spp.⁴Poliéter ionóforo antibiótico producido por fermentación de *Streptomyces cinnamonensis*.⁵Fibra natural prebiótica de cadenas cortas de fructooligosacáridos que mejora las condiciones del sistema digestivo para el establecimiento de bacterias benéficas.⁶Microorganismos benéficos que se establecen en el sistema digestivo.⁷Metionina y Cisteína digeribles.⁸Probiótico aplicado en el agua

Cuadro 5. Composición de las dietas experimentales para la etapa de retiro, 36-42 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Maíz	65.88	66.01	65.85	65.75	65.93	65.85
H. de Soya	25.66	25.65	25.67	25.68	25.66	25.67
Carbonato Ca	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Biofos ^{®1}	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Prem. Vit + Min ²	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Virginiamicina ³	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Monensin ⁴	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	5.05	4.99	5.06	5.10	5.02	5.06
DL-Metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Lisina	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L-Treonina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Cloruro de Colina	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
scFOS ⁵	0.00	0.00	0.07	0.11	0.03	0.07
Probiótico ⁶	0.00	0.00	0.00	0.00	H ₂ O ⁸	H ₂ O
Análisis Calculado:						
Proteína Cruda	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
ME Kcal/kg	3218.00	3218.00	3218.00	3218.00	3218.00	3218.00
Ca	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
P Disponible	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
DMetionina	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
DLisina	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
DMet + Cis ⁷	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
DArginina	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
DTreonina	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
DTriptófano	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
DIsoleucina	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
DValina	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71

¹Fosfato Di-cálcico.²Vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K₃, 2.0 mg; Vitamina B₁, 1.0 mg; Vitamina B₂, 6.0 mg; Vitamina B₆, 3.5 mg; Vitamina B₁₂, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido Pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.³Complejo antibiótico polipéptido cíclico de *Streptomyces* spp.⁴Poliéter ionóforo antibiótico producido por fermentación de *Streptomyces cinnamonensis*.⁵Fibra natural prebiótica de cadenas cortas de fructooligosacáridos que mejora las condiciones del sistema digestivo para el establecimiento de bacterias benéficas.⁶Microorganismos benéficos que se establecen en el sistema digestivo.⁷Metionina y Cisteína digeribles.⁸Probiótico aplicado en el agua.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PESO CORPORAL

Durante los 42 días de la investigación no hubo diferencias significativas en la variable peso corporal (Cuadro 6). Los resultados concuerdan con Ammerman *et al.* (1988) e Izat *et al.* (1990) quienes no encontraron diferencia significativa en el peso corporal de los pollos utilizando fructooligosacáridos. Además, estos resultados concuerdan con Zhou *et al.* (2007) quienes no encontraron diferencias significativas en el peso corporal en *Litopenaeus vannamei*.

Cuadro 6. Efecto de scFOS en el peso corporal de broilers (g/ave)

Tratamiento	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	152.0	416.1	832.4	1454.8	2061.9	2679.8
T2	154.1	407.1	812.0	1417.2	2017.1	2613.7
T3	156.2	421.6	839.1	1446.6	2050.3	2630.3
T4	155.8	420.0	844.6	1446.9	2054.2	2660.9
T5	152.0	413.3	832.3	1453.3	2027.2	2678.9
T6	146.9	416.4	836.0	1434.9	2045.0	2653.5
P ¹	0.0641	0.3950	0.4148	0.5461	0.6092	0.2543
CV ²	4.14	3.42	3.73	3.08	2.78	2.40

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹ Probabilidad

² Coeficiente de Variación

CONSUMO DE ALIMENTO

En los días 14 y 42 no existió diferencia significativa entre los tratamientos. Durante los días 7, 21, 28 y 35 hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, donde el T2 presentó menores consumos de alimento, mientras los otros tratamientos presentaron iguales consumos (Cuadro 7). Estas diferencias de consumos en el T2 se reflejan en su menor peso corporal aunque la diferencia no haya sido significativa. Los resultados concuerdan a los encontrados por Izat *et al.* (1990) quienes no observaron diferencias significativas en el consumo de alimento al finalizar el ciclo productivo, sin embargo los resultados de Williams *et al.* (2008) difieren a los resultados obtenidos hasta el día 42, encontrando menor consumo en los pollos alimentados con 0.6 gramos de FOS por kilogramo de alimento.

Cuadro 7. Efecto de scFOS en el consumo en broilers (g/ave)

Tratamiento	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	136.2 ^{abc}	520.7	1157.9 ^a	2179.1 ^a	3393.1 ^a	4623.0
T2	135.7 ^{bc}	489.6	1108.1 ^b	2128.0 ^b	3290.9 ^b	4548.0
T3	143.7 ^a	514.9	1164.6 ^a	2193.3 ^a	3417.9 ^a	4617.1
T4	141.5 ^{ab}	518.0	1165.8 ^a	2207.6 ^a	3404.2 ^a	4670.4
T5	132.2 ^c	506.6	1159.9 ^a	2202.6 ^a	3420.4 ^a	4701.9
T6	133.6 ^c	511.8	1147.0 ^a	2172.5 ^{ab}	3380.6 ^a	4594.0
P ¹	0.0344	0.1639	0.0165	0.0186	0.0416	0.3044
CV ²	5.64	4.80	2.99	2.12	2.50	2.98

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹Probabilidad

²Coefficiente de Variación

ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)

Ningún tratamiento presentó diferencia significativa durante los 42 días (Cuadro 8). Los resultados difieren a los encontrados por Ammerman *et al.* (1988) y Xu *et al.* (2003) quienes encontraron diferencias en la conversión alimenticia utilizando niveles de fructooligosacáridos entre 0.2 y 0.8% de la dieta.

Cuadro 8. Efecto de scFOS en la conversión alimenticia en broilers (g:g)

Tratamiento	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	0.91	1.25	1.39	1.50	1.65	1.73
T2	0.88	1.21	1.37	1.50	1.63	1.74
T3	0.92	1.22	1.39	1.52	1.67	1.75
T4	0.91	1.24	1.38	1.53	1.66	1.76
T5	0.87	1.23	1.40	1.52	1.69	1.76
T6	0.91	1.23	1.37	1.51	1.65	1.73
P ¹	0.4301	0.8870	0.8812	0.7379	0.1128	0.8382
CV ²	6.26	6.01	3.84	2.74	2.35	3.39

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹ Probabilidad

² Coeficiente de Variación

GANANCIA DE PESO

No existió diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 9). Estos resultados no concuerdan a los obtenidos por Catalá-Gregori *et al.* (2008) y Williams *et al.* (2008) quienes encontraron menores ganancias de peso en tratamientos con FOS comparados con los tratamientos con antibióticos usando 0.6 g de FOS por kilogramo de alimento.

Cuadro 9. Efecto de scFOS en la ganancia de peso en broilers (g/ave)

Tratamiento	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	106.0	264.1	416.3	622.4	607.2	617.9
T2	108.5	253.0	404.9	605.2	600.0	596.6
T3	110.7	265.4	417.5	607.5	603.7	580.0
T4	110.3	264.2	424.6	602.3	607.3	606.7
T5	106.2	261.2	419.1	621.0	573.9	651.7
T6	101.8	269.5	419.6	598.9	610.1	608.5
P ¹	0.0682	0.2521	0.8803	0.8835	0.8671	0.4390
CV ²	5.79	5.05	7.54	7.80	10.43	11.22

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹ Probabilidad

² Coeficiente de Variación

MORTALIDAD

A pesar de las condiciones adversas en que se levantaron los pollos no existió diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 10). Los resultados concuerdan con Ammerman *et al.* (1988) e Izat *et al.* (1990) quienes no encontraron diferencias significativas en mortalidad.

Cuadro 10. Efecto de scFOS en la mortalidad en broilers (%)

Tratamiento	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	0.18	0.36	0.54	0.91	1.27	1.27
T2	0.54	0.72	0.91	1.09	1.27	1.46
T3	0.36	1.28	2.00	2.55	2.55	2.93
T4	0.72	1.27	1.82	2.01	2.01	2.01
T5	1.09	1.63	2.38	2.38	2.56	2.56
T6	0.18	1.09	2.00	2.57	2.57	2.57
P ¹	0.2609	0.3498	0.1292	0.3017	0.5647	0.4477
CV ²	154.77	95.07	73.12	68.01	64.30	63.34

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹ Probabilidad

² Coeficiente de Variación

PARÁMETROS DE PROCESO

No se presentó diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de scFOS en el proceso de broilers

Tratamiento	Parámetro				
	Pc ¹ (g)	Rc ² (%)	RpM ³ (%)	Rpm ⁴ (%)	Ga ⁵ (%)
T1	1887.6	69.75	20.77	5.33	2.11
T2	1853.4	70.58	20.37	5.26	2.15
T3	1843.9	70.38	20.29	5.33	2.21
T4	1870.2	70.52	20.39	5.22	1.88
T5	1846.4	70.04	21.22	5.38	2.15
T6	1864.0	69.93	20.67	5.05	2.07
P ⁶	0.9431	0.8569	0.7353	0.7266	0.5900
CV ⁷	5.14	1.73	3.54	4.30	8.92

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹ Peso de la canal

² Rendimiento en canal

³ Rendimiento de pectorales mayores

⁴ Rendimiento de pectorales menores

⁵ Grasa abdominal

⁶ Probabilidad

⁷ Coeficiente de Variación

MICROFLORA GASTROINTESTINAL DEL BUCHE

La principal bacteria patógena identificada en el buche es la *Escherichia coli*. No se encontró *Salmonella* spp. Las principales bacterias benéficas encontradas son *Lactobacillus reuterii*, *Lactobacillus salivarius* y *Pediococcus acidilactici*. Las poblaciones más elevadas de bacterias benéficas se encontraron en el T4 y T5, sin embargo, estos mismos tratamientos presentaron un incremento en la población de *E. coli* del día 7 al 42. El comportamiento de las poblaciones de la bacteria *E. coli* del día 7 al 42 en T1 y T6 se redujo, mientras que en T3, T4 y T5 aumentó y solamente en el T2 no existió ningún cambio (Cuadro 12; Figura 1). Los resultados no tienen una tendencia, ya que el buche es una zona de paso del alimento y su contenido bacteriológico depende de su ingesta diaria. Huist in 't Veld y Havenaar. (1993) determinaron que en los pollos, al ser sometidos a estrés, incrementan las poblaciones de la microflora patógena y disminuyen las de la microflora benéfica.

Cuadro 12. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora del buche en broilers machos en el día 7 y 42

TRT ¹	<i>E. Coli</i>		<i>L. reuterii</i>		<i>L. salivarius</i>		<i>P. acidilactici</i>	
	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42
T1	0.10	0.00	TNTC	32.00	TNTC	37.00	TNTC	7.00
T2	0.01	0.01	TNTC	63.00	TNTC	50.00	TNTC	34.00
T3	0.01	0.02	TNTC	32.00	TNTC	53.00	TNTC	4.00
T4	0.00	0.01	TNTC	315.00	TNTC	211.00	TNTC	49.00
T5	0.01	0.02	TNTC	113.00	TNTC	223.00	TNTC	37.00
T6	0.12	0.00	TNTC	80.00	TNTC	160.00	TNTC	42.00

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

TNTC = Poblaciones de bacterias que presentaron dificultad para el conteo

¹Tratamiento

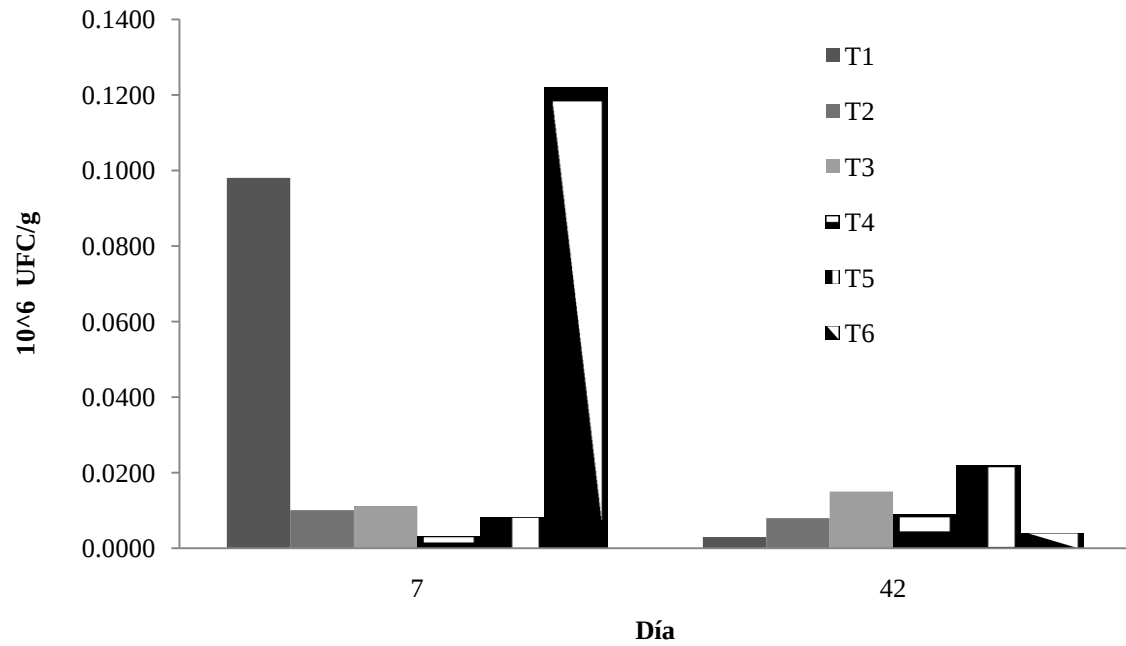


Figura 1. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en *E. Coli* del buche en broilers machos en el día 7 y 42

MICROFLORA GASTROINTESTINAL DEL ÍLEON

Al igual que en el buche, tampoco en el íleon se encontró *Salmonella* spp., mientras que poblaciones de *Escherichia coli* sí fueron encontradas. Las poblaciones de *E. coli* redujeron en todos los tratamientos a la edad de los 7 a los 42 días, este cambio, debido probablemente a que la tendencia de las poblaciones de la microflora benéfica presentó un aumento en la mayoría de los tratamientos. El T5 tuvo la mayor disminución de *E. coli*, pasando de 21.2×10^6 a 0.05×10^6 de UFC/g y también el mayor aumento de población de microflora benéfica (*Lactobacillus reuterii*, *L. salivarius* y *Pediococcus acidilactici*). La bacteria *L. reuterii* solamente en el T6 reflejó una disminución de su población, mientras que, las poblaciones de *L. salivarius* en los T3 y T5 tuvieron un descenso. Además, el T6 disminuyó la población de *P. acidilactici* del día 7 al 42 (Cuadro 13; Figura 2 y 3).

Los resultados encontrados coinciden con el estudio de Campbell *et al.* (1997) y Orban *et al.* (1997) quienes obtuvieron mayor cantidad de bacterias benéficas con el uso del prebiótico FOS en comparación con el control, esto se atribuye a que las bacterias benéficas reducen el pH del intestino delgado inhibiendo el crecimiento de *E. coli*. Mitsuoka *et al.* (1987) y Bailey *et al.* (1991) determinaron que la adición de FOS en la dieta promueve el desarrollo de bacterias benéficas más no el desarrollo de bacterias patógenas como *Clostridium perfringens*, *E. coli* y *Salmonella* spp.

Cuadro 13. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora del íleon en broilers machos en el día 7 y 42

TRT ¹	<i>E. Coli</i>		<i>L. reuterii</i>		<i>L. salivarius</i>		<i>P. acidilactici</i>	
	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42
T1	0.93	0.36	6.50	14.70	6.60	6.90	6.60	22.10
T2	0.20	0.11	1.73	4.10	0.79	3.70	0.79	16.10
T3	1.24	0.09	0.93	12.50	4.40	3.80	4.40	16.50
T4	0.26	0.08	4.10	7.60	4.90	6.50	4.90	12.30
T5	21.20	0.05	0.83	28.00	6.90	2.00	6.90	25.60
T6	3.30	0.71	6.90	3.60	84.00	6.60	84.00	2.80

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹ Tratamiento

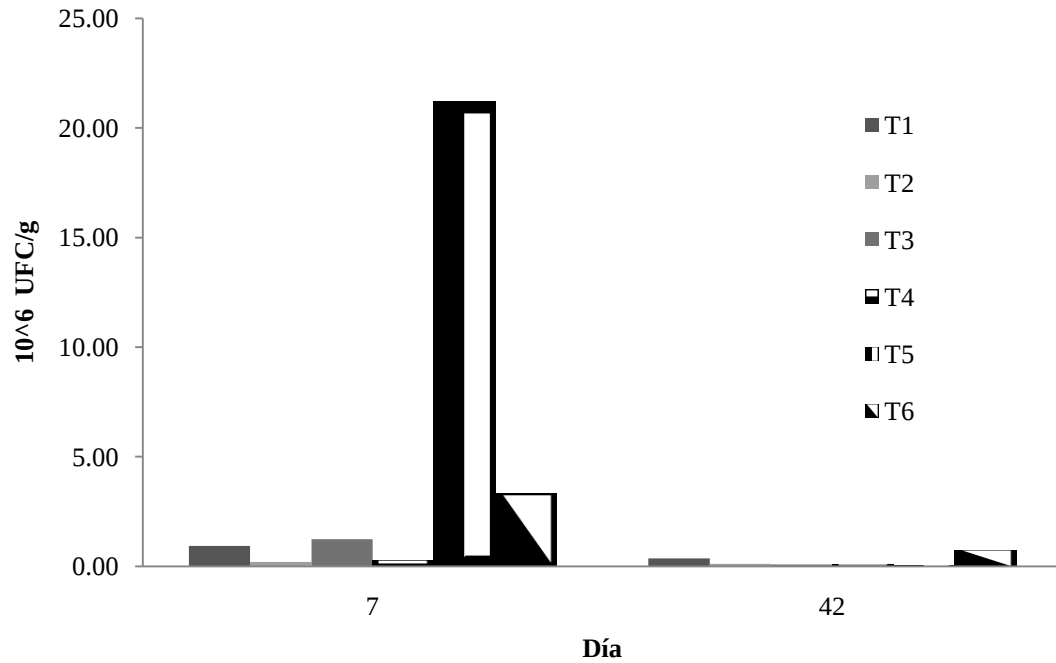


Figura 2. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en *E. Coli* del íleon en broilers machos en el día 7 y 42

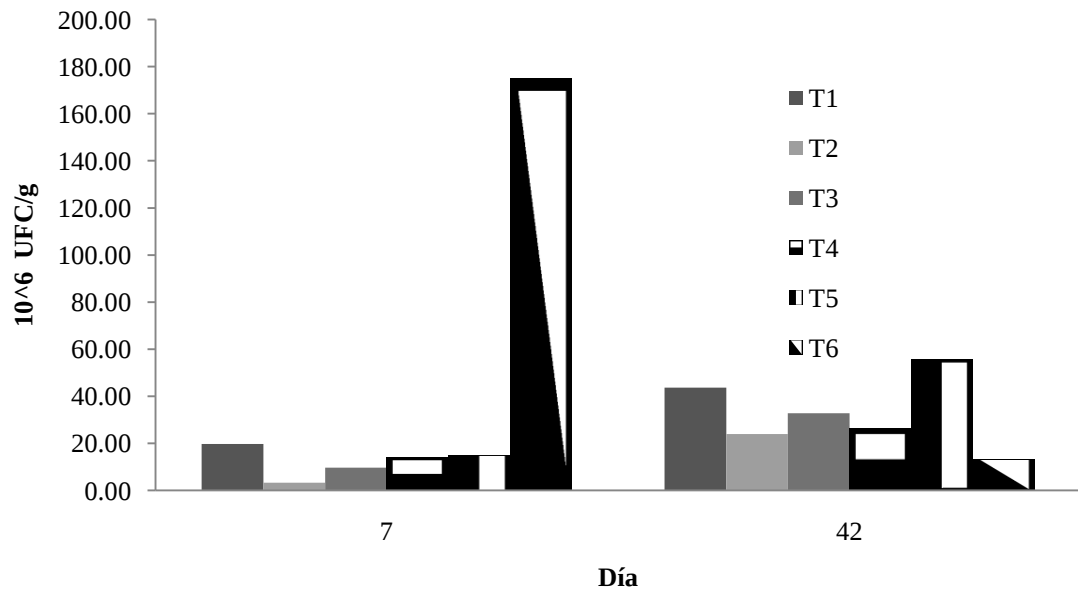


Figura 3. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora benéfica (*Lactobacillus reuterii*, *L. salivarius* y *Pediococcus acidilactici*) del íleon en broilers machos en el día 7 y 42

MICROFLORA GASTROINTESTINAL DE LOS CIEGOS

Los ciegos es la parte evaluada que presentó poblaciones más elevadas de *E. coli* en todos los tratamientos al día 7. Al día 42 hubo una reducción de *E. coli* y un aumento de bacterias benéficas similar en todos los tratamientos por lo que no puede atribuirse como mejor a ningún tratamiento (Cuadro 14; Figura 4 y 5). Los resultados concuerdan con Swanson *et al.* (2002) y Barry *et al.* (2009) quienes no encontraron cambios en la población microbiológica en los ciegos de perros. Sin embargo, los resultados no concuerdan con los encontrados por Xu *et al.* (2003) quienes utilizando 2 g de FOS por kilogramo de alimento encontraron un aumento de *Lactobacillus* spp. y una reducción de *E. coli* en los ciegos de los pollos.

Cuadro 14. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora de los ciegos en broilers machos en el día 7 y 42

TRT ¹	<i>E. Coli</i>		<i>L. reuterii</i>		<i>L. salivarius</i>		<i>P. acidilactici</i>	
	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42	Día 7	Día 42
T1	38.00	1.00	10.00	66.00	0.00	15.00	0.00	190.00
T2	97.00	2.50	42.00	143.00	0.00	24.00	0.00	258.00
T3	56.00	6.30	48.00	73.00	0.00	340.00	0.00	30.00
T4	6.00	3.60	34.00	98.00	0.00	44.00	0.00	72.00
T5	52.00	1.80	57.00	110.00	0.00	37.00	0.00	143.00
T6	21.00	10.20	20.00	101.00	0.00	7.00	0.00	242.00

T 1 = Dieta control/60 g Virginiamicina por tonelada de alimento

T 2 = Dieta control/sin antibiótico

T 3 = scFOS 600 g/tonelada de alimento

T 4 = scFOS 1000 g/tonelada de alimento

T 5 = scFOS 300 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

T 6 = scFOS 600 g/tonelada de alimento + 10 g probiótico/208 L de agua/día

¹Tratamiento

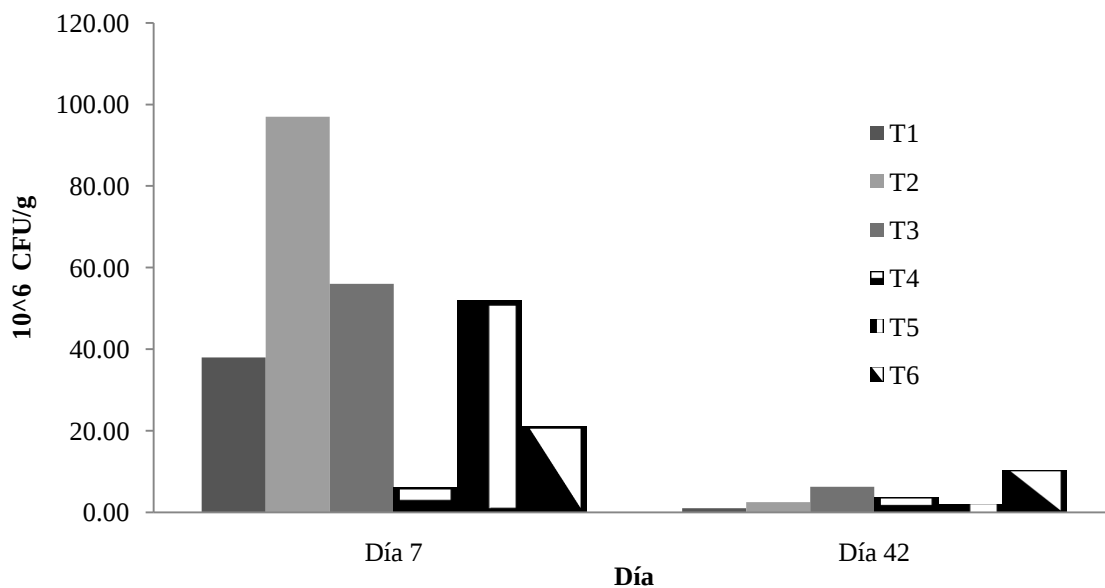


Figura 4. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en *E. coli* de los ciegos en broilers machos en el día 7 y 42

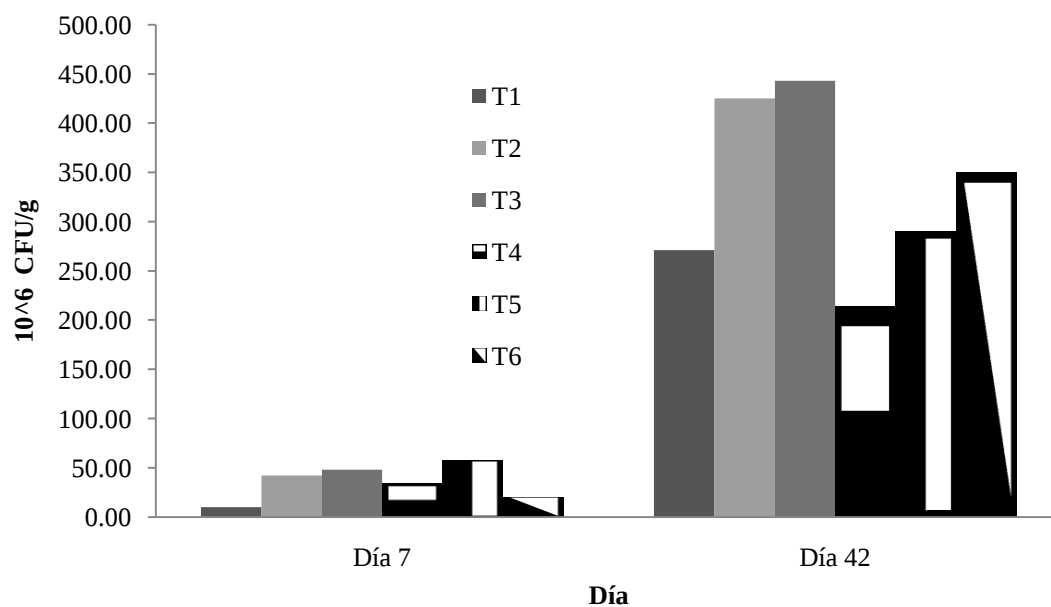


Figura 5. Efecto de scFOS (10^6 UFC/g) en la microflora benéfica (*Lactobacillus reuterii*, *L. salivarius* y *Pediococcus acidilactici*) de los ciegos en broilers machos en el día 7 y 42

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de este estudio, la adición de scFOS en la dieta, solamente afectó el consumo de alimento, encontrando diferencia significativa al día 7, 21, 28 y 35, sin embargo, no afectó el peso corporal, conversión alimenticia, mortalidad y ganancia de peso, tampoco hubo un efecto en el peso de la canal caliente, rendimientos porcentuales de: canal (sin menudos), pectorales mayores (sin piel), pectorales menores y grasa abdominal a los 42 días de edad.
- El mejor efecto encontrado en la microflora gastrointestinal lo presentó el T5 (scFOS 300 g/tonelada de alimento + probiótico en el agua) en el íleon, logrando la mayor disminución de *E. coli* del día 7 al 42 (de 21.2×10^6 a 0.05×10^6 de UFC/g) y el mayor aumento de la población de microflora benéfica como *Lactobacillus reuterii*, *L. salivarius* y *Pediococcus acidilactici*. Tanto en el buche y ciegos no se observó mejor efecto de algún tratamiento en específico ya que todos obtuvieron disminuciones similares de *E. coli* y aumentos de bacterias benéficas del día 7 al 42.

5. RECOMENDACIONES

- En futuros estudios incrementar los niveles del prebiótico scFOS debido a que estudios anteriores han logrado diferencias significativas con concentraciones mayores de fructooligosacáridos.
- Realizar estudios donde se registren problemas de *Salmonella* spp., para comprobar el efecto del prebiótico scFOS en el desempeño productivo y microflora gastrointestinal en broilers.
- En estudios posteriores evitar la presencia del escarabajo de la cama de pollos (*Alphitobius diaperinus*) como medida preventiva de la contaminación cruzada entre tratamientos.
- En futuros estudios de prebióticos y probióticos implementar el uso de pediluvios en cada corral para evitar contaminación cruzada.

6. LITERATURA CITADA

Ammerman, E., Quarles, C., and Twining, P. 1988. Broiler response to the addition of dietary fructooligosaccharides. *Journal of Poultry Science*. 67(suppl. 1): 46.(Abstr).

Axelsson, L.T., Chung, T.C., Dobrogosz, W.J., and Lindgren, S.E. 1989. Production of a broad spectrum antimicrobial substance by *Lactobacillus reuterii*. *Journal of Microbial Ecology in Health Disease*. 2: 131-136.

Bailey, J.S., Blankenship, L.C., and Cox, N.A. 1991. Effect of fructooligosaccharides on *Salmonella* colonization of the chicken intestine. *Journal of Poultry Science*. 70: 2433-2438.

Barry, K., Hernot, D., Middelbos, I., Francis, C., Dunsford, B., Swanson, K., and Fahey, C., 2009. Low-level fructan supplementation of dogs enhances nutrient digestion and modifies stool metabolites concentrations, but does not alter fecal microbiota populations. *Journal of Animal Science* 87: 3244-3252.

Campbell, J., Fahey, G., Wolf, Jr., and Wolf, B. 1997. Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-chain fatty acids, pH and microflora in rats. University of Illinois. Estados Unidos de América. *Journal of Nutrition*. 127: 130-136.

Catalá-Gregori, P., Mallet, S., Travel, A., Orengo, J., and Lessire, M. 2008. Efficiency of a prebiotic and a plant extract alone or in combination on broiler performance and intestinal physiology. *Canadian Journal of Animal Science* 88(4): 623-629.

Edens, FW. 2003. An alternative for antibiotic use in poultry: Probiotics. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 5: 75-97.

Gonzales-Martínez, B.E., Gómez-Treviño, M., y Jiménez-Salas, Z. 2003. Bacteriocinas de probióticos. Nuevo León. México. *Revista Salud Pública y Nutrición* 4(2): 14-19.

Huist in 't Veld, J.H.J. y Havenaar, R. 1993. Selection criteria for microorganisms for probiotic use. Beekbergen, Holanda. *Probiotic and Pathogenicity* (Jensen, J.F., Hinton M., y Mulder H., eds) p.11-19.

Izat, A.L., Skinner, J.T., Hierholzer, R.E., Kopek, J.M., Adams, M.H., and Waldroup, P.W. 1990. An evaluation of fructooligosaccharides in diets for growing broilers and its effects on *Salmonella* contamination of broiler carcasses. Kansas, Estados Unidos de América. *Journal of Poultry Science* 69.12: 2244-2247.

- Juven, B.J., Meinersmann, R.J., and Stern, N.J. 1991. Antagonistic effects of lactobacilli and pediococci to control intestinal colonization by human entero-pathogens in live poultry. *Journal of Applied Bacteriology*. 70: 95-103.
- Maruta, K., Miyazaki, H., Masuda, S., Takahashi, M., Marubashi, T., Tadano, Y., and Takahashi, H. 1996. Exclusion of intestinal pathogens by continuous feeding with *Bacillus subtilis* C-3102 and its influence on the intestinal microflora in broilers. *Animal Science and Technology. Journal of Animal Science and Technology* 67(1-2): 273-280.
- Mitsuoka, T., Hidaka, H., and Elida, T. 1987. Effect of fructooligosaccharides on intestinal microflora. *Die Nahrung* 31: 427-436.
- Opalinski, M., Maiorka, A., Dahlke, F., Cunha, F., Vargas, F., and Cardozo, E. 2007. On the use of a probiotic (*Bacillus subtilis*-strain Dsm 17299) as growth promote in broiler diets. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola*. 9(2): 99-103.
- Orban J., Patterson J., Sutton, A., and Richards, G. 1997. Effect of sucrose thermal oligosaccharide caramel, dietary vitamin-mineral level, and brooding temperature on growth and intestinal bacterial populations of broiler chickens. *Journal of Poultry Science*. 76: 482-490.
- Pascual, M., Hugas, M., Bandiola, J.I., Monfort, J.M., and Garriga, M. 1999. *Lactobacillus salivarius* CTC2197 prevents *Salmonella enteritidis* colonization in chickens. Barcelona. España. *American Society for Microbiology*. 65: 4981-4986.
- Peng, L., Gary, S., Delbert, M., Michael, E., Susmita, P., Frank, L., and Addison, L. 2007. Dietary supplementation of short-chain fructooligosaccharides influences gastrointestinal microbiota composition and immunity characteristics of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Cultured in a Recirculating System. *Journal of Nutrition*. 137: 2763-2768.
- Ramlah, A.H., and Tan, C.K. 1995. Effects of probiotics supplementation on broiler performance. Selengor D.F, Malaysia, University Pertanian. *Pertanika. Journal of Tropical Agricultural Science* 18(2): 109-112.
- SAS[®]. 2007. User's Guide. Statistical Analysis System Inc., Carry, NC, USA. Version 9.01.
- Soerjadi, A.S., Susan, M.S., Snoeyenbos, G.H., Olga, M.W., and Smyser, C.F. 1981. The influence of Lactobacilli on the competitive exclusion of *Paratyphoid salmonellae* in chickens. Massachusetts. Estados Unidos de América. *Avian Diseases*. 25(4): 1027-1033.
- Swanson, K., Grieshop, C., Flickinger, E., Bauer, L., Healy, H., Dawson, K., Merchen, N., and Fahey, G. 2002. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune fuction, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentration of protein catabolites in the lage bowel of dogs. University of Illinois. Estados Unidos de América. *Journal of Nutrition*. 132: 980-989.

Williams, J., Mallet, S., Leconte, M., Lessire, M., and Gabriel, I. 2008. The effects of fructo-oligosaccharides of whole wheat on the performance and digestive tract of broiler chickens. Nouzilly, France British Poultry Science 49(3): 329-339.

Xu, Z.R., Hu, C.H., Xia, M.S., Zhan, X.A., and Wang, M.Q. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. China. Journal of Poultry Science 82: 1030-1036.

Zhou, Z., Ding, Z., and Huiyuan, L.V. 2007. Effects of dietary short-chain fructooligosaccharides on intestinal microflora, survival, and growth performance of juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. China. Journal of the World Aquaculture Society 38: 296–301.