

Agregado de valor a la dieta de pollos parrilleros mediante la incorporación de un antioxidante y una fuente de ácidos grasos omega-3. Viabilidad económica

10-7-2019

Categoría: Trabajo de investigación

Área temática: 3.2. Evaluación económica de técnicas y prácticas

Torraca Argüelles, Rocio¹

rocio.torraca@uns.edu.ar

Piñeiro, Verónica²

veronica.pineiro@uns.edu.ar

Fernández, Hebe²

hfernan@criba.edu.ar

¹Becaria Universidad Nacional del Sur – SGCYT. Depto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. San Andrés 800.

² Depto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. San Andrés 800. 0291-4595102 int.4342

Agregado de valor a la dieta de pollos parrilleros mediante la incorporación de un antioxidante y una fuente de ácidos grasos omega-3. Viabilidad económica

Resumen

El presente estudio evalúa la factibilidad económica de la inclusión de un antioxidante natural (hidroxitirosol) y una fuente de omega n-3 (harina de chía: *Salvia hispánica*) en la dieta de pollos parrilleros. Los datos fueron obtenidos en la Unidad de Experimentación Avícola del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Mediante el estudio de estos componentes dietarios, o el uso combinado de los mismos, se busca una mejora productiva y un alimento funcional con valor agregado, que genere un impacto favorable sobre la salud del consumidor. El trabajo compara la productividad obtenida en las dietas suministradas y la determinación de los ingresos y costos resultantes de las mismas, con el fin de determinar la viabilidad económica de la incorporación de la tecnología. El estudio económico se complementa con análisis de sensibilidad frente a la modificación de las variables más importantes. En segunda instancia, se identifican atributos en la mejora de la calidad de la carne que puedan ser utilizados en la comercialización a partir de la evaluación de parámetros productivos y nutricionales entre los diferentes tratamientos. Las aves que consumieron la dieta con hidroxitirosol obtuvieron mayor peso de faena, rendimiento de la canal, tamaño de pechuga y menor porcentaje de grasa que el resto de los tratamientos. Sin embargo, la inclusión de hidroxitirosol y omega n-3 no parecería ser factible económicamente. Para los actuales valores de los insumos se debería reflejar un precio del producto diferencial basado en la obtención de un producto más magro, con mayor tamaño de pechuga y mejor calidad nutricional. Los resultados se podrán extrapolar a nivel productor en un sistema de cría intensivo.

Palabras clave: pollos parrilleros, evaluación económica, valor agregado.

INTRODUCCIÓN

La producción avícola en Argentina se fortalece en la década del '50 con la aparición de líneas híbridas y el cambio de paradigma productivo, de actividad meramente extensiva a netamente intensiva en recintos cerrados y mano de obra dependiente. La selección genética ha sido el factor determinante para la evolución obtenida en ganancia diaria de peso, eficiencia de conversión alimentaria y rendimiento de pechuga, entre otras cualidades (Mussini, 2013). Sumado a esto, deben destacarse los avances en nutrición, manejo y sanidad principalmente. Argentina es considerada país libre de Influenza Aviar (sin vacunación) y de Newcastle (con vacunación) por la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE) (SENASA, 2009 y 2010). Estas enfermedades afectan a la avicultura en diferentes partes del mundo y representan importantes barreras para el comercio.

La producción nacional de carne aviar aumentó un 24% entre los años 2010 y 2018, llegando a los 2.068 miles de toneladas. Por su parte, el consumo per cápita aumentó de 34,9 kg/persona/año en 2010 a 42,32 kg/persona/año en 2018 (MINAGRI, 2018). Se espera que estos números sigan aumentando, dado que la carne de pollo cubre las exigencias actuales del consumidor en cuanto a baja concentración de grasas con alto nivel de insaturación y bajos niveles de colesterol y sodio (Cavani *et al.*, 2009).

La dieta de los pollos parrilleros, representa un gran porcentaje del total de costos de la actividad. Por lo tanto, es de suma importancia lograr una adecuada composición nutricional de la misma con el menor costo posible. El alto grado de organización empresarial del país en este sector, es

fundamental en el negocio de la avicultura. El mismo se rige por un modelo de integración vertical en el cual se relacionan las empresas de alimentos balanceados, las incubadoras, las granjas productoras, las reproductoras y las plantas de faena (MINAGRI, 2016).

En la actualidad, existe un creciente interés por la alimentación saludable lo que se traduce en una fuerte demanda de productos diferenciados y de calidad por parte de los consumidores. Esto obliga al productor a una búsqueda de alternativas en la composición dietaria de pollos parrilleros (antioxidantes, probióticos, fuentes de omega n-3), que cubran las necesidades del consumidor y que conduzcan a mayores beneficios en la salud. Se considera a un alimento “funcional” cuando ejerce un efecto favorable sobre una o más funciones del organismo, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar y/o reducir el riesgo de enfermedad (Roberfroid, 1999). Este mismo autor considera que para que un alimento sea considerado funcional debe reunir alguna de las siguientes condiciones: 1) un alimento natural en el que uno de sus componentes ha sido mejorado mediante condiciones especiales de cultivo o producción; 2) un alimento al que se ha añadido un componente para que produzca beneficios, y 3) un alimento en el cual se ha modificado un componente nocivo o potencialmente perjudicial para la salud.

En la Unidad de experimentación Avícola (UEA) de la UNS, se han realizado varios ensayos para estudiar los efectos del hidroxitirosol y la harina de chía sobre la dieta de pollos parrilleros y su performance productiva: Amela, Arreghi, Fernández, Salerno, y Hid, (2014); Fernández, Arreghi, Amela, Salerno, y Couto, (2014).

Con el objetivo de evaluar la factibilidad económica de la inclusión de un antioxidante (hidroxitirosol) y una fuente de omega n-3 (harina de chía: *Salvia hispánica*) combinados o de forma aislada en la dieta de pollos parrilleros, se busca obtener una mayor performance productiva del animal, una mejora en los índices de calidad nutricional de la carne y, por consiguiente, un aumento en la relación costo beneficio de la incorporación de esta tecnología.

La ponencia se estructura de la siguiente manera, en primera instancia se introduce brevemente en las propiedades individuales y el efecto sinérgico del hidroxitirosol y/o la harina de chía sobre el animal, así como los beneficios en la salud del hombre. Luego, se presentan los resultados obtenidos a través del análisis de las propiedades nutricionales y productivas en las que interviene la incorporación de estos nuevos ingredientes dietarios. Posteriormente, se exponen los costos de la implementación y la posibilidad en materia económica de su incorporación a la dieta, a través de un análisis de costo- beneficio y de sensibilidad frente a las variables más importantes. Por último, se exponen los resultados obtenidos y las conclusiones inferidas al respecto.

MARCO TEÓRICO

1. Alternativas en la alimentación de pollos parrilleros

En Argentina se ha incrementado la búsqueda de agentes naturales que aumenten la eficiencia y utilización de los alimentos, con el objetivo de lograr mayores índices productivos en los animales (De Franceschi *et al.*, 2011). Esto demanda una constante búsqueda de alternativas a los compuestos sintéticos que no posean efectos secundarios o riesgos, y sean inocuos para la salud pública. Darby & Karni, (1973) realizan una clasificación de los atributos de los productos presentes en el mercado en términos de tres propiedades: búsqueda, experiencia y confianza. Los bienes de “búsqueda” tienen características que son identificables a través de la inspección previa a la compra, los de “experiencia” tienen propiedades que se revelan solo a través del consumo.

Finalmente, los “bienes de crédito/confianza³” se describen como productos nuevos con aspectos de calidad y/o seguridad que los consumidores no pueden conocer a través del aspecto sensorial u observación durante su consumo (Reardon *et al.*, 2001).

En las primeras etapas de la crianza, la dieta suministrada a pollos parrilleros es un pilar fundamental para lograr un adecuado crecimiento y desarrollo del animal, así como la obtención de productos de mayor calidad nutricional e higiénicamente seguros desde el punto de vista de la salud pública. El hidroxitirosol y la harina de chía deberían ser estudiados e incorporados en alimentación animal como posibles fuentes de antioxidante y de ácidos grasos omega n-3, con el fin de evaluar su posible efecto sobre la salud del hombre. Es preciso destacar que, a diferencia de la harina de chía⁴, durante el proceso de investigación no se ha logrado encontrar hidroxitirosol de industria nacional aprobado por SENASA para su uso en alimentación animal. Es por ello, que el producto utilizado para este experimento ha sido importado de España⁵.

Ácidos grasos n-3 y sus propiedades

Los ácidos grasos omega n-3 se caracterizan por tener tres dobles enlaces en su estructura, siendo las principales fuentes los aceites vegetales y el pescado. Se destacan varias propiedades que poseen estos ácidos grasos cuando intervienen en la dieta de los humanos, entre ellas la prevención de la ocurrencia de enfermedades cardiovasculares, depresión, cáncer y otras patologías (Ayerza *et al.*, 2002). No solo el contenido de omega n-3 es importante, sino también la relación omega n-3/omega n-6. Las recomendaciones nutricionales sugieren que esta relación de ácidos grasos no sea mayor a 5:1 (FAO, 1994). Una tasa muy baja de omega n-3 promueve la patogénesis de muchas enfermedades, incluyendo cáncer, osteoporosis, así como enfermedades cardiovasculares, inflamatorias y autoinmunes. Un aumento en los niveles de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega n-3 ejercería efectos supresores para estos trastornos (Jaramillo Garcés, 2013). Con el fin de obtener beneficios en la salud del hombre se han llevado a cabo numerosos experimentos en los componentes de la dieta animal, que demostraron que el tipo de grasa utilizada en la dieta de pollos determina la composición de ácidos grasos en la carne del mismo. Por lo tanto, el enriquecimiento con ácidos grasos omega n-3 en la dieta de pollos parrilleros permitirá obtener un alimento funcional con un impacto favorable directo sobre la salud humana (Connor, 2000).

Una fuente de interés en la Argentina con alto contenido de ácidos grasos omega n-3 es la chía (*Salvia hispánica*. L), como semilla entera o harina. Es una fuente natural de origen vegetal con alto contenido en ácidos grasos α -linolénico y linoleico, fibra alimentaria, proteína, antioxidantes, vitaminas del grupo B y minerales como el Calcio, Zinc y Manganeseo (Ayerza & Coates, 2006; Craig, 1997). La harina de chía es un subproducto de la agroindustria obtenido luego de la extracción del aceite de las semillas. Estudios realizados demostraron un aumento en la eficiencia de conversión alimenticia en animales alimentados con harina integral de chía, sin cambios en el peso vivo de las aves (Salazar-Vega *et al.*, 2009).

³ ... “Las características de calidad y seguridad que constituyen los atributos de confianza incluyen: seguridad alimentaria, alimentos más saludables y más nutritivos (bajos en grasa, bajos en sal, etc), autenticidad, procesos de producción que promueven un ambiente seguro y agricultura sostenible, y atributos de “comercio justo” (por ejemplo, condiciones de trabajo)” (Reardon *et al.*, 2001).

⁴La harina de chía utilizada es un producto que comercializa DESUS S.A.

⁵El hidroxitirosol utilizado es el producto Hytolive® desarrollado y comercializado por la empresa Genosa I+D.

Hidroxitirosol y su propiedad antioxidante

El hidroxitirosol es un compuesto polifenólico que se encuentra presente tanto en la hoja, como en el fruto del olivo en forma libre y esterificada y se destaca del resto de los polifenoles por sus múltiples actividades biológicas, siendo la más importante su actividad antioxidante sumamente elevada, incluso superior a la de la vitamina E (De la Fuente *et al.*, 2004). Este compuesto en dosis adecuada es capaz de disminuir los factores de riesgo de un gran número de enfermedades como la hipertensión arterial, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares y degenerativas (Pedreño López, 2012). Además de su capacidad antioxidante, hay que destacar su actividad antiesclerótica, antimicrobiana e inductora de apoptosis (muerte celular programada) (Ferran Font & Dolores, 2015). Sumado a las propiedades anteriores (Vogel *et al.*, 2015) destacan su poder hipoglucemiante, hipocolesterolémico, cardioprotector, antiinflamatorio y como coadyuvante en el tratamiento de obesidad. Debido a las ventajas mencionadas de este polifenol, surge un gran interés por incluirlo dentro de la dieta del hombre con el fin de prevenir diversas patologías de alto impacto (De la Fuente *et al.*, 2004). Estudios realizados, demuestran que aves suplementadas con aceite de oliva registraron mayores contenidos de enzimas antioxidantes (Mahmoud *et al.*, 2013). Sin embargo, una desventaja que presenta este compuesto es su inestabilidad química si no se lo conserva seco en ausencia de aire y luz. Por lo tanto, es de vital importancia tener en cuenta la correcta preservación para asegurar la eficacia de sus efectos.

Hidroxitirosol + Harina de chía: una propuesta novedosa

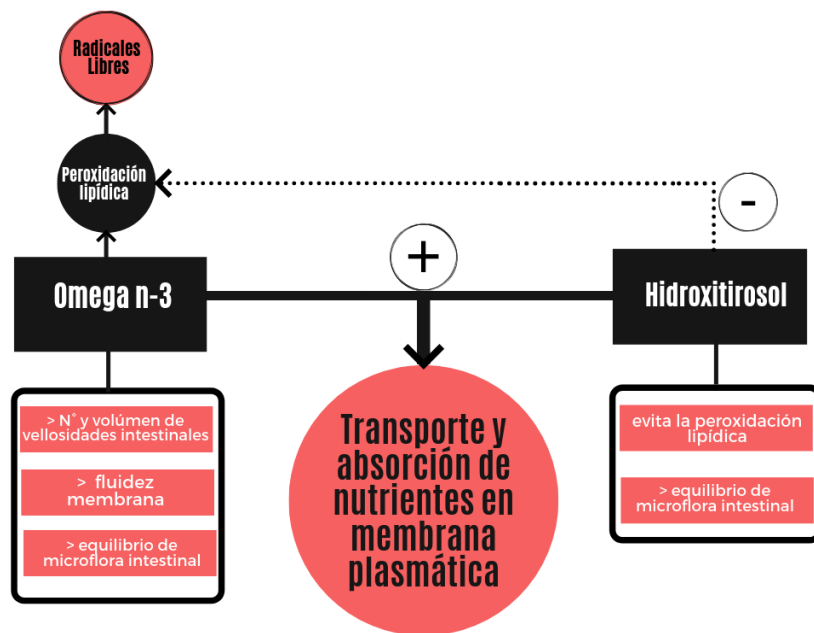
En los últimos años el agregado de chía en la dieta de pollos parrilleros ha cobrado importancia con el fin de mejorar el crecimiento, la salud animal y el contenido de omega n-3 en la carne (Ayerza *et al.*, 2002; Azcona *et al.*, 2008). A nivel intestinal, los ácidos grasos poliinsaturados (omega n-3) incrementan el número y volumen de las vellosidades intestinales (López-Pedroza *et al.*, 1999) favoreciendo a su vez la capacidad de absorción de nutrientes (Sklan, 2001) y la ganancia de peso de los animales. Por un lado, los AGPI favorecen la fluidez de la membrana que depende fundamentalmente de la longitud y del nivel de insaturación de los ácidos grasos. En efecto, cuánto más cortos y más insaturados son los lípidos de membrana, más fluida es esta última y presentará mayor capacidad de absorción. Por otro lado, a través del agregado de estas semillas o harina a la dieta es posible modificar el perfil lipídico de la carne (aumentar los niveles de AGPI, disminuir los ácidos grasos saturados) (Mohd Ali *et al.*, 2012). Sin embargo, al aumentar el grado de insaturación se incrementa fuertemente la susceptibilidad a la peroxidación lipídica afectando la permeabilidad, fluidez de membranas, el funcionamiento de proteínas de membrana y la función metabólica (Yu, 1994). La oxidación es un proceso que conduce a la formación de radicales libres que ocasionan efectos negativos para la salud por su potencialidad de alteración de lípidos y proteínas generando estrés oxidativo (Rodríguez Perón *et al.*, 2001). Los procesos oxidativos de la carne inciden en el deterioro de su calidad, siendo la oxidación de lípidos el principal factor de pérdida de calidad (Campo *et al.*, 2006). Los antioxidantes, en nuestro caso el hidroxitirosol, son sustancias que protegen a la célula de la acción de los oxidantes o radicales libres, contrarrestando su efecto nocivo.

El agregado de harina de chía y de hidroxitirosol de manera combinada en la dieta podría ejercer una actividad complementaria. El antioxidante preservaría a los AGPI aportados por el omega n-3 de los procesos de oxidación permitiendo que realicen la función a la que están destinados. Además, el efecto antiinflamatorio y bacteriostático que presenta el hidroxitirosol reduciría la

población de bacterias perjudiciales mejorando la salud y el correcto funcionamiento del intestino e induciría una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes (Granados-Principal *et al.*, 2010). Este efecto se potenciaría cuando la dieta promueve un mayor contenido de ácidos grasos omega n-3 en la carne, aumentando el consumo de estos por parte de los humanos.

Por lo tanto, se considera que la inclusión de hidroxitirosol en conjunto con harina de chía mejoraría el desarrollo del epitelio intestinal, la microflora, la absorción de nutrientes y, por consiguiente, la ganancia de peso animal. Es decir, se esperaría un efecto potenciado al utilizar la combinación, sumamente novedosa, de estos dos componentes. En la Figura 1, se representa en forma esquemática los efectos producidos por el hidroxitirosol sobre la peroxidación lipídica de los ácidos grasos omega n-3.

Figura 1 Efectos del hidroxitirosol sobre la peroxidación lipídica de los ácidos grasos omega n-3.



Fuente: elaboración propia.

2.Económico

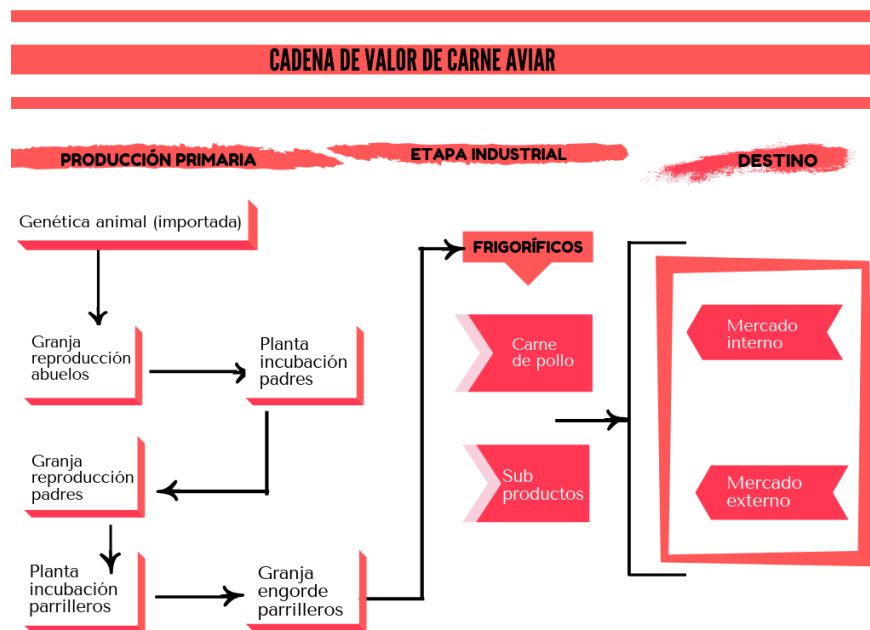
Cadena de valor avícola

La producción avícola en nuestro país está conformada por dos cadenas productivas, por un lado, la especializada en producción de carne, y por otro, aquella destinada a la producción de huevo. A pesar que entre ellas comparten ciertos eslabones, presentan diferencias productivas y de procesos que no serán abordadas en el presente trabajo, por lo tanto, tomaremos en consideración únicamente el análisis de la cadena carnicera.

El ciclo productivo comienza con la cría de abuelos importados de Europa, EEUU y Brasil, a partir de los cuales se obtienen los padres de los futuros pollitos BB destinados a engorde. El proceso de engorde es un eslabón de la cadena con una marcada heterogeneidad en su estructura productiva, pudiendo ser llevado a cabo por granjas de tipo familiar, como galpones de engorde. La secuencia

culmina en la planta de faena donde, inmediatamente luego de ésta, comienza el procesamiento industrial, obteniéndose pollo entero, deshuesado, trozado o alimentos congelados pre-cocidos con agregado de valor. A partir de los desechos de faena, se producen subproductos como harinas y aceites adquiridos a través de plumas, vísceras, sangre, grasa, etc. por ende, los desperdicios producidos durante este proceso son prácticamente nulos. El destino final de la carne y subproductos puede ser el mercado interno, externo, o la industria. La exportación de productos comestibles (carne fresca, congelada y subproductos, como patitas, etc.) es un 75% del total realizada, relación que se mantiene constante a lo largo de los años. El 25% restante está compuesto por huevo y derivados, menudencias y vísceras, harinas animales, entre otros (SENASA, 2018). En la Figura 2 se detalla de forma gráfica la producción primaria, etapa industrial y posibles destinos de los productos y subproductos avícolas obtenidos en la cadena de valor de carne aviar.

Figura 2 Cadena de valor de carne aviar.



Fuente: elaboración propia

Costos. Definición: fijos, variables, e incrementales

Puede definirse al costo, como el sacrificio económico inherente a una acción con vistas a lograr un objetivo. Esta definición incluye, además de las erogaciones de dinero, la transferencia de bienes, la asunción de obligaciones y la resignación de ingresos, todas como manifestaciones de costos (Bottaro, Rodríguez Jauregui & Yardin, 2004). A través de la vinculación de los costos con el nivel de actividad surge su clasificación en costos fijos y variables. Los costos variables son aquellos cuya magnitud en valores totales varía con el nivel de actividad, mientras que los costos fijos no guardan relación con el mismo, por lo que permanecen invariables dentro de una escala de volumen determinada (Espósito, 1995; Bottaro *et al.*, 2004; Yardín, 2010).

Siguiendo el modelo de costeo variable, la contribución marginal unitaria está dada por el precio de venta de una unidad y el costo variable de la misma. Para este modelo, cada unidad producida

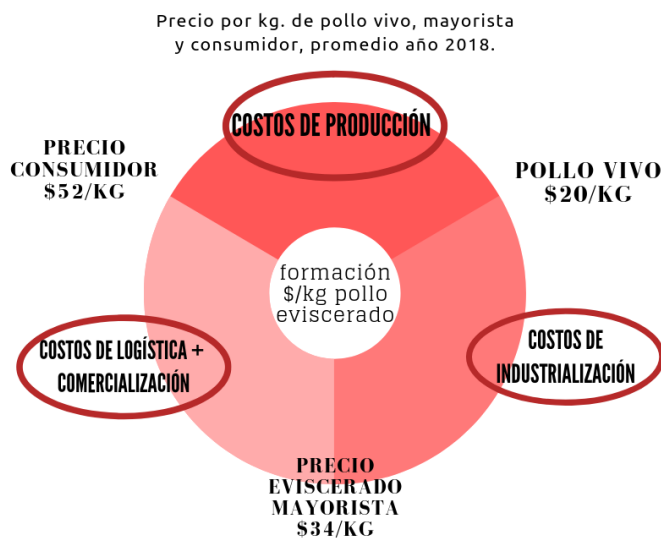
genera una contribución marginal cuyo destino es en primer lugar cubrir los costos fijos totales y, en segundo término, generar un beneficio (Yardín, 2010).

Siguiendo a Backer y Jacobsen (1970), los costos incrementales son costos adicionales en los que no se incurriría si no se emprende un determinado proyecto. Al comparar los costos incrementales con los ingresos incrementales, es decir con los ingresos adicionales que causaría el cambio, se obtiene el beneficio incremental (Bi).

Formación del precio del kg de pollo

La formación del precio del kilo de pollo eviscerado está compuesta por costos de producción, costos de industrialización, y de logística y comercialización. En el caso particular de la producción avícola, los costos de producción están constituidos por la adquisición de los pollitos BB, la alimentación, la sanidad, los servicios veterinarios, y la estructura incluida la mano de obra. Los costos industriales están representados por la faena, los procesos de transformación primarios (trozado, deshuesado, congelado), y la obtención de subproductos (harinas, aceites). Por último, los costos de logística y comercialización están conformados por el transporte y movilización de productos y subproductos a mercado tanto interno como externo. Según el informe del promedio anual de precios (CAPIA, 2018; MINAGRI, 2018) es posible determinar la participación de cada sector en la formación del precio del kilo de pollo eviscerado en góndola. Un 38% de su composición corresponde a costos de producción, los costos industriales se estiman en un 27%, mientras el 35% restante recae sobre la logística y comercialización. A continuación, en la Figura 3 se representa en forma de diagrama la formación del precio del kilo de pollo.

Figura 3 Formación del precio del kilo de pollo.



Fuente: elaboración propia en base a MINAGRI y Capia

METODOLOGÍA

Protocolo experimental

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la UEA, del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Se utilizaron noventa y seis pollos parrilleros línea Cobb, distribuidos en 16 grupos de 6 animales cada uno (3 machos y 3 hembras) que fueron colocados al azar en 4 bloques. Durante las primeras 3 semanas, los animales consumieron ad libitum un alimento “iniciador” con PB: 19,6% y EM: 3035 Kcal/Kg. A partir del día 22 y hasta los 46 días de edad fueron sometidos a los siguientes tratamientos: C: control; W₃: dieta con 10% de harina de chía; W₃ + H: dieta con 10% de harina de chía + hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol. En todos los tratamientos el consumo de alimento fue ad libitum asegurando un rechazo del 10%. El hidroxitirosol fue suministrado a razón de 7mg/kg PV/d. La dosis fue ajustada semanalmente de acuerdo al aumento de peso de los animales y agregado a la dieta antes de ser ofrecidas a los animales. La Tabla 1 detalla los ingredientes y la composición química de las cuatro dietas experimentales.

Se llevaron registros diarios de mortalidad y observaciones sobre comportamiento y estado general de los animales. Las prácticas de manejo y los protocolos experimentales respetaron las normas de bioseguridad establecidas para investigación por la Universidad Nacional del Sur, que se adhiere a las establecidas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para la crianza de pollos parrilleros.

Tabla 1 Ingredientes y composición química de las dietas experimentales (22-42 días).

Terminador	C	W ₃	W ₃ +H	H
Ingredientes (%)				
Maíz	69,00	69,00	69,00	69,00
Harina de Soja	23,50	16,65	16,65	23,50
Harina de Carne	6,30	6,30	6,30	6,30
Harina de Chía	-	10,00	10,00	-
Conchilla	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina	0,20	-	-	0,20
Sal	0,25	0,25	0,25	0,25
Núcleo Vitamínico Mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,12	0,12	0,12	0,12
Hidroxitirosol	-	-	SÍ	SÍ
Composición química				
EM (Kcal.kg ⁻¹)	3.128	3.169	3.169	3.128
PB (%)	18,52	18,48	18,48	18,52
Calcio (%)	0,92	1,00	1,00	0,92
Fósforo total (%)	0,70	0,84	0,84	0,70
Metionina + Cistina (%)	0,74	0,74	0,74	0,74
Lisina (%)	1,11	1,18	1,18	1,11
Lípidos (%)	4,34	6,00	6,00	4,34
Fibra (%)	2,59	4,76	4,76	2,59

C: control; W₃: dieta con 10% de harina de chía; W₃ +H: dieta con 10% de harina de chía e hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol (7 mg/kg PV/d).

¹ Vitamina A: 8.000.000 UI; vitamina D₃: 1.500.000 UI; vitamina E: 30.000 UI; vitamina B₂: 3.800 mg; vitamina B₆: 1.800 mg; vitamina B₁: 1.200 mg; vitamina K₃: 1.500 mg; ácido nicotínico: 26.000 mg; ácido pantoténico: 9.000 mg; ácido fólico: 600 mg; Biotina: 40 mg; Colina: 180 g; vitamina B₁₂: 10.000 µg; Cobre 8.500 mg; Hierro: 50.000 mg; Iodo: 1000 mg; Manganeso: 70.000 mg; Selenio: 250 mg; Cobalto: 200 mg; Zinc: 60.000 mg; Antioxidante: 125 mg; Excipiente C.S.P.: 1000 g.

Semanalmente los animales fueron pesados y se registró el consumo de alimento para la determinación de ganancia de peso (GSP) y de eficiencia de conversión alimentaria (ECA).

A los 46 días de edad dos machos/bloque/tratamiento elegidos al azar fueron sacrificados y desangrados, previa determinación del peso vivo a faena (PVF). Al día siguiente, se registró el peso de las carcasas y se obtuvieron los pesos por separado de patas (PA), muslos (MU), pechugas (PE), grasa abdominal (GA) y piel (PI). Por otro lado, se evaluó el rendimiento de la canal(RC) que fue determinado mediante el cociente entre peso canal/peso vivo faena. Los análisis de estabilidad oxidativa y perfil de ácidos grasos se realizaron en la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA). Finalmente, las determinaciones de contenido de materia seca, proteína y lípidos, fueron llevadas a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Agronomía-UNS. La tabla 2 detalla las técnicas utilizadas en las determinaciones de los parámetros nutricionales medidos.

Tabla 2 Parámetros medidos y técnicas utilizadas.

Parámetro	Técnica
Proteína	Método de Kjeldhal (AOAC 976.05)
Grasa	Técnica de extracción tipo Soxhlet (AOAC 991.36)
Estabilidad oxidativa	Metodología de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (test de TBARS)
Perfil de ácidos grasos	Técnica de Folch (1957, modificado)
Materia seca	Método gravimétrico con utilización de estufa a 105°C (AOAC 950.46)

Análisis económicos

Análisis de costos

La evaluación económica se realizó mediante técnicas de costo-beneficio adaptadas para los cambios en la magnitud de los costos variables como lo es el costo de alimentación.

Con el fin de evaluar la factibilidad económica de la incorporación de harina de chía e hidroxitirosol a la dieta de pollos parrilleros, se determinó el costo por kilo de alimento de cada una de las dietas evaluadas, el costo por kilo de peso vivo resultante y la eficiencia de conversión para cada tratamiento. Se utilizaron precios corrientes a la primera semana de septiembre de 2019.

Para la estimación del costo por kilo de alimento se tuvieron en cuenta los precios de los insumos que componen cada dieta dado que el resto de los costos se mantiene constante al variar la composición de la misma.

El costo por kilogramo de peso vivo del animal se calculó multiplicando la eficiencia de conversión por el costo de producción por kilo de cada dieta.

La eficiencia de conversión alimenticia se obtuvo a través del cálculo de la cantidad de alimento consumido por unidad de peso animal producido, expresado en este caso en kilogramos.

Se determinaron las contribuciones marginales de cada dieta, siguiendo el criterio del costeo variable, mediante la ecuación (Yardin, 2010):

$$cm = pv - cv$$

dónde: cm=contribución marginal unitaria; pv= precio de venta unitario y cv= costo variable unitario.

Los costos variables están constituidos en este caso solo por el costo de alimentación. No se tuvo en cuenta para el análisis el costo de oportunidad del capital. El precio de venta es el precio de referencia del pollo parrillero en granja de la Cámara Argentina de Productores Avícolas (CAPIA) para la primera semana de septiembre de 2019 (CAPIA, s.f.).

Análisis de sensibilidad

Por medio del análisis de sensibilidad se pretende determinar las variables críticas que afectan la conveniencia de incorporar la técnica. Este análisis se utiliza para encontrar el grado en que cada variable del modelo afecta los resultados. Mediante la *función buscar objetivo* de Excel se estimó cuánto deberían disminuir los costos de las dietas evaluadas para obtener la misma contribución marginal (cm) que con la dieta C. En el caso de las dietas que incluyen hidroxitirosol en su composición, se determinó el precio máximo de este aditivo con el que se iguala la cm de la dieta C.

En una segunda instancia se determinó el aumento necesario en el precio del kilo vivo de pollo para que se justifique la incorporación de la mejora en la dieta.

RESULTADOS

Calidad nutricional

La Tabla 3 contiene los resultados obtenidos en materia de calidad nutricional. Se representa con flechas el resultado esperado en relación a la dieta C, y el obtenido de las dietas restantes en función de esta última. Mediante el uso de esta simbología, se pretende exponer de forma gráfica la existencia de diferencias significativas en los valores resultantes. Las dietas W_3 y $W_3 + H$ presentaron un aumento del contenido de omega n-3 y una mayor relación omega n-3/omega n-6 con respecto a la dieta C, lo que demuestra que la incorporación de la harina de chíá incrementa la concentración de omega n-3 en la carne. En cuanto a contenido de proteína y materia seca, no se encontraron diferencias significativas con la dieta C, coincidiendo con la respuesta esperada. Con respecto a estabilidad oxidativa, la dieta W_3 presentó menor estabilidad que la dieta C, mientras que $W_3 + H$ presentó mayores valores que W_3 sin alcanzar a superar los valores de la dieta C. Esto podría evidenciar que el hidroxitirosol actuó positivamente y desarrolló en cierta medida el efecto deseado, pero no logró alcanzar su potencial antioxidante y arrojar los valores buscados. Los resultados obtenidos confirman un aumento en la calidad nutricional de las carnes de pollos alimentados con dietas enriquecidas con harina de chíá e hidroxitirosol, lo que se traduce en carnes con valor agregado y mayores beneficios en la salud del consumidor. Estos atributos pueden ser identificados como bienes de confianza según Darby & Karni, (1973).

Por su parte, la dieta H no presentó diferencias significativas en contenido de omega n-3, proteína, materia seca y estabilidad oxidativa con respecto a C, pero se observó un leve aumento en el contenido de grasa y una menor relación omega n-3/omega n-6 debido a la ausencia de incorporación extra de omega n-3 en su formulación. La diferencia registrada en el contenido de grasa entre H y el resto de las dietas sería atribuible a la menor recuperación de grasas oxidadas en C, W_3 y W_3+H .

Tabla 3 Análisis de parámetros nutricionales.

Item	Esperado en relación a C	Obtenido		
		W ₃	W ₃ + H	H
Contenido de omega n-3 (perfil de ác.grasos)	↑	↑	↑	=
Relación n-3/n-6	↑	↑	↑	↓
Estabilidad oxidativa	↑	↓	↑	=
Contenido de grasa	↓ ó =	=	=	↑
Contenido de proteína	=	=	=	=
Materia seca	=	=	=	=

C: control; W₃: dieta con harina de chía; W₃ + H: dieta con harina de chía e hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol.

Las flechas ↓ y ↑ corresponden a menores y mayores valores, respectivamente; y el símbolo = demuestra que no hubo diferencias significativas.

Parámetros productivos

La Tabla 4 expone los resultados obtenidos en base al análisis de los parámetros productivos medidos. La simbología utilizada es la misma que para los parámetros nutricionales detallados anteriormente. Los tratamientos W₃ y W₃ + H presentaron resultados similares en cuanto al análisis de los parámetros productivos con respecto a la dieta C. No se encontraron diferencias en RC, EC, PVF, peso de PA, MU, PE y PI. Los niveles de GA fueron menores, respondiendo a la incorporación del omega n-3 presente en la harina de chía, que aumentó el contenido de ácidos grasos poliinsaturados.

En cuanto a la dieta H, los resultados obtenidos fueron propicios para PVF, RC, peso de PE y GA, los que pueden identificarse como atributos de búsqueda por parte del consumidor (Darby & Karni, 1973). No se encontraron diferencias significativas para los parámetros peso de PA, MU, PI y EC. La adición de hidroxitirosol efectuó los mayores beneficios productivos, lo que podría sugerir un efecto favorable sobre la microflora intestinal, y en consecuencia una mayor absorción de nutrientes y ganancia de peso. Estas mejoras en las propiedades productivas no lograron verse en la dieta W₃ + H, evidenciando que no existió el sinergismo deseado entre la harina de chía y el hidroxitirosol.

Tabla 4 Análisis de parámetros productivos.

Item	Esperado en relación a C	Obtenido		
		W ₃	W ₃ + H	H
Peso vivo a faena (PVF)	↑	=	=	↑
Rendimiento de la canal (RC)	↑	=	=	↑
Peso de pata (PA)	↑	=	=	=
Peso de muslo (MU)	↑	=	=	=
Peso de pechuga (PE)	↑	=	=	↑
Peso de piel (PI)	↓	=	=	=
Grasa abdominal (GA)	↓	↓	↓	↓
Eficiencia de conversión (EC)	↑	=	=	=

C: control; W₃: dieta con harina de chía; W₃ + H: dieta con harina de chía e hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol.

Las flechas ↓ y ↑ corresponden a menores y mayores valores, respectivamente; y el símbolo = demuestra que no hubo diferencias significativas.

Análisis económico

Análisis de costos

Se determinaron como variables más importantes el costo del kg de alimento y el precio de venta del kg vivo de pollo parrillero. En el cálculo del costo de las dietas se identificaron como costos evitables la lisina y la harina de soja, para los tratamientos a los que se les incluyó harina de chíá, debido a que la misma provee los aminoácidos y ácidos grasos necesarios en la formulación. Mientras que los costos incrementales en las dietas W₃, W₃ + H y H están representados por la harina de chíá y el hidroxitirosol. El aumento del kg de peso vivo y la mejora en la eficiencia de conversión observada en la dieta H reflejan ingresos incrementales. En ninguna de las dietas evaluadas se observaron beneficios incrementales respecto al control.

Los resultados representados en la Tabla 5 demuestran que la mayor eficiencia de conversión fue obtenida en la dieta H, mientras que los mayores costos por kilogramo de alimento están representados por las dietas W₃ + H y H, siendo ambas conformadas en su composición por el aditivo hidroxitirosol. En cuanto al costo por kilo de peso vivo, se observa que las dietas que contienen harina de chíá en su formulación, W₃ y W₃ + H, fueron las de mayor valor, debido a su menor eficiencia de conversión. La mayor EC en la dieta H evidencia que la adición del antioxidante mejoró los parámetros productivos, demostrando que los mayores PVF y RC obtenidos se correlacionan con el menor consumo de alimento por parte de esos animales, lo que se traduce, además, en menores costos por kg de peso vivo.

Tabla 5 Eficiencia de conversión, costo por kg de alimento y precio de venta por kg PV

Tabla 5 Eficiencia de conversión, costo por kilogramo de alimento y precio de venta por kg PV.

Item	C	W ₃	W ₃ + H	H
Eficiencia conversión	1,68	2,02	1,66	1,58
Costo por kg alimento \$	28,05	31,88	37,08	33,25
Costo por kg peso vivo \$	47,20	64,30	61,72	52,69

C: control; W₃: dieta con harina de chíá; W₃ + H: dieta con harina de chíá e hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol

Solo se observa contribución marginal positiva en la dieta control (Tabla 6), por lo que se puede inferir que los actuales precios del kilo vivo de pollo parrillero no cubrirían los costos variables de alimentación.

Tabla 6 Contribución marginal por kg de peso vivo de las dietas evaluadas

Item	C	W ₃	W ₃ + H	H
pv	51,65	51,65	51,65	51,65
cv	47,20	64,30	61,72	52,69
cm	4,45	-12,65	-10,07	-1,04

W₃: dieta con harina de chíá; W₃ + H: dieta con harina de chíá e hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol.

pv: precio unitario de venta; cv: costo variable unitario; cm: contribución marginal

Análisis de sensibilidad

Para igualar la contribución marginal que se obtiene con la dieta C el costo por kg de alimento deberá disminuir de 31,88 \$/kg a 23, 35\$/kg en la dieta W₃, de 37,08 \$/kg a 28,01 \$/kg para el tratamiento W₃ + H y de 33,25 \$/kg a 30,04 \$/kg en H (Tabla 7).

Se realiza el mismo análisis para determinar a qué precio por kg de peso vivo del pollo parrillero se iguala la contribución marginal de la dieta C. Los resultados, expresados en porcentaje en la Tabla 7, muestran que el precio por kilo debería ser de \$68,85 para el tratamiento W₃, \$66,42 para W₃ + H y de \$56,74 para H. El precio de referencia del kilo vivo de pollo parrillero, para la primera semana de septiembre de 2019, es de \$51,65 (CAPIA, s.f.).

Tabla 7 Análisis de sensibilidad de las variables costo kg alimento y precio kg PV

Item	%		
	W ₃	W ₃ + H	H
disminución en el costo por kg	26,77	23,92	9,65
aumento en el precio por kg vivo	33,30	28,60	9,85

W₃: dieta con harina de chía; W₃ + H: dieta con harina de chía e hidroxitirosol y H: dieta con hidroxitirosol

Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento H es el que más se acerca a la contribución marginal de la dieta C y, coincidentemente, arrojó los mejores resultados en materia productiva mediante las determinaciones de PVF, RC, peso de PE y GA. Esto se traduce en mejores propiedades tanto productivas como económicas en relación a las dietas que contienen harina de chía.

CONCLUSIÓN

El uso de harina de chía e hidroxitirosol, en la alimentación de pollos parrilleros, permite obtener un producto con características funcionales, que presenta mayor contenido de ácidos grasos omega n-3 y una mejor relación omega n-6/omega n-3. Este perfil lipídico le otorgaría beneficios potenciales a la salud del consumidor y posicionaría a la carne de pollo como un producto con valor agregado.

Sin embargo, los ácidos grasos omega n-3 presentes en la harina de chía sufren procesos de oxidación que repercuten negativamente en las variables nutricionales y productivas medidas en esta investigación. La combinación del hidroxitirosol como protector de estos ácidos grasos no arrojó los resultados productivos esperados, lo que podría deberse a la presencia de mucílago intestinal generado por la harina de chía que afectaría los procesos digestivos, la absorción de nutrientes y, en consecuencia, el crecimiento animal. Es preciso destacar, que el suministro del hidroxitirosol fue limitado a la última etapa de cría, por lo que se cree que el efecto esperado sobre parámetros productivos y estabilidad oxidativa no haya podido evidenciarse debido a falta de tiempo y/o dosis de exposición.

La dieta enriquecida con hidroxitirosol evidenció un aumento en el peso vivo de faena, rendimiento de la canal, peso de pechuga y disminución de grasa abdominal, lo que conlleva una clara mejora

en los parámetros productivos. Estos atributos se traducen en bienes de búsqueda por parte de los consumidores y son tangibles al momento de la elección en góndola.

En cuanto al análisis de costos, la modificación en los ingredientes dietarios y la incorporación del aditivo aumenta los costos de producción, lo que tiene un impacto directo en la contribución marginal por kilogramo de pollo producido.

Con respecto al análisis de sensibilidad, para igualar la contribución marginal de la dieta H con la C sería necesario un aumento cercano al 10% en el precio del kg vivo del pollo parrillero. El mismo resultado se obtendría con una disminución del costo por kg de alimento también próxima al 10%.

CONSIDERACIONES FINALES

Debido a la falta de evidencia de un efecto positivo en la combinación de la harina de chía con el hidroxitirosol sobre los parámetros productivos y de estabilidad evaluados en la presente experiencia, se recomienda realizar futuras investigaciones en la prueba de dosis, tiempos de exposición del antioxidante, como así también el uso de diferentes enzimas que promuevan el desmucilaginado y/o la degradación de la fibra soluble. Podría avocarse también, a la exploración de otras fuentes de omega n-3 diferentes a las ya conocidas y probadas.

Sería necesario evaluar si mediante la señalización de los atributos de búsqueda y confianza, representados por el aumento en la calidad productiva y nutricional, el consumidor estaría dispuesto a pagar un adicional por este producto.

Por su parte, el hidroxitirosol arrojó resultados positivos en cuanto a los parámetros productivos determinados, esto conlleva a pensar en nuevas vías de investigación que podrían conducirse a la obtención de hidroxitirosol como subproducto de la industria olivícola Argentina. Su alto valor en el mercado por ser importado, determina que la elección de su uso sea limitante en materia económica. En nuestro país y, específicamente en la zona donde se realizó esta investigación, existe gran cantidad de productores olivícolas que podrían estar interesados en diversificar el proceso de industrialización de sus productos, obteniéndose de esta forma un bien sumamente novedoso, local y, por ende, de industria nacional, con todos los beneficios que ello implica.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen a DESUS S.A (Argentina) y GENOSA I+D (España) por la donación de harina de chía e hidroxitirosol, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA:

- Amela, M.I.; Arreghi, A.; Fernández, H.; Salerno, C.M. y Hid, I. (2014). Efectos de la adición de hidroxitirosol y harina de chía en la dieta de pollos parrilleros. II. Peso de faena y cortes comerciales. *En Actas 41° Congreso Argentino de Producción Animal*. Mar del Plata 16-19 octubre 2018.
- Ayerza, R., Coates, W., & Lauria, M. (2002). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an omega-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. *Poultry Science*, 81(6), 826-837.

- Azcona, J. O., Schang, M. J., Garcia, P. T., Gallinger, C., Ayerza Jr, R., & Coates, W. (2008). Omega-3 enriched broiler meat: The influence of dietary α -linolenic- ω -3 fatty acid sources on growth, performance and meat fatty acid composition. *Canadian journal of animal science*, 88(2), 257-269.
- Backer, M., & Jacobsen, L. (1970). *Contabilidad de costos: un enfoque administrativo y de gerencia* (No. 657.47). McGraw-Hill.
- Bottaro, O., Rodríguez Jáuregui, H., & Yardin, A. (2004). *El comportamiento de los costos y la gestión de la empresa*. La Ley. Buenos Aires.
- Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311.
- CAPIA. Cámara Argentina de Productores Avícolas. (s. f.). Noticias- Precio huevo. Disponible en: <https://www.capia.com.ar/noticias/preciohuevo>. Fecha de acceso 12 de septiembre de 2019.
- CAPIA. Cámara Argentina de Productores Avícolas. 2018. Estadísticas anuales- Precio pollo. Disponible en: <https://www.capia.com.ar/estadisticas>
- Cavani, C., Petracci, M., Trocino, A., & Xiccato, G. (2009). Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup2), 741-750.
- Connor, W. E. (2000). Importance of n- 3 fatty acids in health and disease. *The American journal of clinical nutrition*, 71(1), 171S-175S.
- Craig R. (1997). *Application for Ap-proval of Whole Chia (Salvia hispanica L), Seed and Ground Whole, Chia as Novel Food Ingredients*. Disponible en: www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/chiaapplication.
- Darby, M. R., & Karni, E. (1973). Free competition and the optimal amount of fraud. *The Journal of law and economics*, 16(1), 67-88.
- De Franceschi, L., Cappellini, M. D., & Olivieri, O. (2011, April). Thrombosis and sickle cell disease. In *Seminars in thrombosis and hemostasis* (Vol. 37, No. 03, pp. 226-236). © Thieme Medical Publishers.
- Poza, M. A., de la Fuente, P., Chamorro, P., & Moreno, M. (2004). Propiedades antioxidantes del hidroxitirosol procedente de la hoja de olico (*olea europaea L.*). *Revista de fitoterapia*, 4(2), 139-147.
- Esposito, W. (1995). Introducción al estudio de la Contabilidad de costos. CM Giménez, Costos para empresarios, 3-59.
- FAO, F. agriculture organization. (1994). Fats and oils in human nutrition. Report of a joint expert consultation (WHO/FAO). *FAO Food and Nutrition Paper*, 57, 1-2.
- Fernández, H.T.; Arregghi, A.; Amela, M.I.; Salerno, C.M. y Couto, A. (2014). *Efectos de la adición de hidroxitirosol y harina de chía en la dieta de pollos parrilleros. I. Performance productiva*. En Actas 41° Congreso Argentino de Producción Animal. Mar del Plata 16-19 octubre 2018.
- Font, F., & Dolores, M. (2015) *Hidroxitirosol, el mejor antioxidante natural y el más desconocido: Estudio comparativo con otros antioxidantes*.

- Granados-Principal, S., Quiles, J. L., Ramirez-Tortosa, C. L., Sanchez-Rovira, P., & Ramirez-Tortosa, M. C. (2010). Hydroxytyrosol: from laboratory investigations to future clinical trials. *Nutrition reviews*, 68(4), 191-206.
- Jaramillo Garcés, Y. (2013). *La chía (salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Lopez-Pedrosa, J. M., Ramírez, M., Torres, M. I., & Gil, A. (1999). Dietary phospholipids rich in long-chain polyunsaturated fatty acids improve the repair of small intestine in previously malnourished piglets. *The Journal of nutrition*, 129(6), 1149-1155.
- Mahmoud, R., Ibrahim, D., & Badawi, M. (2013). Effect of supplementation of broiler diets with guava leaves and/or olive oil on growth, meat composition, blood metabolites and immune response. *Benha Vet. Med. J*, 25, 23-32.
- MINAGRI. Ministerio de Agroindustria. (2016). Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadena_Valor_Aviar.pdf
- MINAGRI. Ministerio de Agroindustria. (2018). Disponible en: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/boletines/_archivos//000081_Nro%2081%20Abril%202019%20\(Anuario%202018\).pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/boletines/_archivos//000081_Nro%2081%20Abril%202019%20(Anuario%202018).pdf)
- Mohd Ali, N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica L.* *BioMed Research International*, 2012.
- Mussini, F. J. (2013). Cambios anatómicos y en respuesta a niveles nutricionales dietarios en diferentes genotipos de pollos parrilleros. In *Resumen presentado en el IV Congreso Argentino de Nutrición Animal Argentina* (pp. 19-20).
- Pedreño López, Y. (2012). Los antioxidantes polifenólicos, un complemento alimenticio saludable. *Eubacteria*, n° 28 (2012).
- Reardon, T., Codron, J. M., Busch, L., Bingen, J., & Harris, C. (1999). Global change in agrifood grades and standards: agribusiness strategic responses in developing countries. *The International Food and Agribusiness Management Review*, 2(3-4), 421-435.
- Roberfroid, M. B. (1999). What is beneficial for health? The concept of functional food. *Food and Chemical Toxicology*, 37(9-10), 1039-1041.
- Rodríguez Perón, J. M., Menéndez López, J. R., & Trujillo López, Y. (2001). Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo. *Revista cubana de medicina militar*, 30(1), 15-20.
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2009).
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2010).
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2018).
- Sklan, D. (2001). Development of the digestive tract of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 57(4), 415-428.
- Vogel, P., Machado, I. K., Garavaglia, J., Zani, V. T., de Souza, D., & Dal Bosco, S. M. (2015). Polyphenols benefits of olive leaf (*Olea europaea L*) to human health. *Nutrición hospitalaria*, 31(3), 1427-1433.

- Yardín, A. R., Demonte, N. G., García, L., & Soriano, D. (2010). *El análisis marginal: la mejor herramienta para tomar decisiones sobre costos y precios* (No. 657.47). Osmar D. Buyatti:.
- Yu, B. P. (1994). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiological reviews*, 74(1), 139-162.