

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE ALGA ESPIRULINA
Arthrospira platensis EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDA**

Por:

JUAN SALVADOR HERNÁNDEZ SANDOVAL

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE ALGA ESPIRULINA
Arthrospira platensis EN DIETAS PARA POLLO DE ENGORDA

Por:

JUAN SALVADOR HERNÁNDEZ SANDOVAL

TESIS


QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA


Aprobada por:



Dr. José Eduardo García Martínez
Director

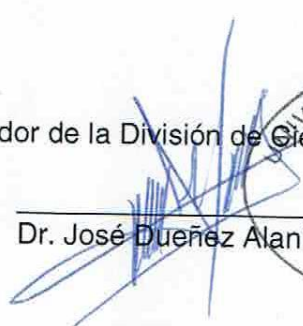


MC. Camelia Cruz Rodríguez
Asesor



Ing. Francisco Alonso Rodríguez Huerta
Asesor

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Dr. José Dueñez Alanís



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Febrero 2020

DEDICATORIA

A mi padre **Manuel Hernández Ceceñas**.

Por el inmenso amor hacia mí y mis ideas, por ser mi mejor amigo y darme granadés consejos. Gracias por su ejemplo de vida, perseverancia, honradez y por enseñarme que siempre tenemos que ser agradecidos en la vida y decirme, que uno nunca sabe cuándo vamos a ocupar de alguien. Por ser mi inspiración para ser un hombre de bien.

A mi madre **Nicolasa Sandoval Hernández**.

Por darme la vida, cuidarme y amarme siempre, por ser mi mejor amiga y por todos los momentos buenos y situaciones que pasamos. Por el inmenso amor y apoyo incondicional que me brida en todo lo que realizo, te amo y siempre estarás en mi corazón.

A mis hermanos **Nancy y Balta Hernández**.

Por siempre apoyar mis locuras, e ideas irrelevantes, por aguantar tanto mi espontaneidad. Por todo su apoyo, amor incondicional y por toda la unión que tenemos como familia.

A mis abuelos Paternos **Emma Ceceñas y Guadalupe Hernández**.

Por el motivo de fortaleza, nobleza, humildad y respeto en la vida. Por enseñarme que no hay nada más bello que amar la naturaleza y vivir rodeado de ella. En conciencia y agradecimiento. Por ser el primer nieto en realizar un proyecto de investigación de toda la familia.

A mi abuela **Herlinda Hernández Martínez (Ninita)**,

Por verme con grandes ojos y amarme siempre, por apoyarme y darme dinero cada vez que me venía a Saltillo, por acompañarme a la central y por ser el pilar de toda la familia Sandoval Hernández.

A mi abuelo **Carlos Sandoval Villa (Calito)**

Por enseñarme y decirme siempre “mijo aprender cualquier tipo de trabajo nunca estorba, porque uno nunca sabe en esta vida”. Por darme el gusto por el campo y enseñarme a trabajar con honradez. Agradezco a Dios por haberme permitido despedirme y ayudarlo en vida. Siempre estará en mi corazón y sé que siempre me cuidará desde el cielo.

A mi tía **Leonarda Sandoval**.

Por ser la mejor tía que he tenido, por cuidarme, amarme y apoyarme desde que era un niño. Leyito, créeme que siempre serás mi tía más querida y más especial, te mando un beso y un abrazo hasta el cielo, porque tú fuiste uno de mis grandes apoyos para salir adelante. Por ser mi influencia a ser una persona espiritual y buena con todo tipo de personas.

A mis tíos y tías **Ma. Félix, Velita, Rubén y Carlos**

Por siempre ayudarme cuando los necesite y por ser buenos conmigo en cada momento.

A mis tíos y tías de parte de mi Papa.

Por siempre apoyarme y brindarme su compañía, cariño y amor, cuando voy a **USA** y al **Rancho “Niño Artillero”** y porque les da mucho gusto tener un sobrino profesionalista. En especial a mi tío **Jacobo Hernández** Que siempre me mostro un ambiente de amabilidad, humildad y amor por la vida.

A todos mis primos de parte de mi Mamá.

Karla, Rubí, Luis, Judith, Jesús, José, Ángel, Ximena, Alex, Rubén, Endi, Cesar y Angelito. Ya que nos queremos como hermanos, porque prácticamente nos criamos juntos y eso es algo que siempre agradeceré a Dios. Porque forjamos una hermandad que durara para toda la vida.

A todos mis primos de parte de mi Papá.

Por quererme mucho y apoyarme en todo momento en USA y el TR. En especial a mi primo **Rafael Hernández**, por ser tan bueno conmigo y por apoyarme tanto con mi escuela, en verdad mi mayor cariño y agradecimiento para ti. De igual forma al primo **Rene Loera (Tololeo)** que siempre me hecha la mano donde sea que ande. **Alejandro Hernández** Gracias por tu gran ejemplo de vida y tu gran fortaleza y humildad como ser humano.

A la familia "**Godina Ramírez**", Doña **Máyela Ramírez Morales** y El Sr. **Crescencio Godina (Chaparrito).**

Por recibirme en su hogar con tanto amor y confianza, por darme el título de hijo y dejarme entrar en su familia. Por darme amor incondicional, ser mis amigos y soporte en Saltillo. De igual forma a toda la familia de Doña **Máyela Ramírez**, por todo el apoyo, confianza y amor que brindaron, **Doña Chita, Don José, Don Pilo y Doña Carmen**, Así como a toda la familia **Ramírez**. Personas sencillas, honradas, humildes y buenas. Espero en Dios que siempre los cuide y bendiga. Yo siempre agradeceré a Dios haberlos conocido.

A sus hijos mis **Hermanos, Roberto, Sandra y Antonio Godina.**

Porque siempre me ayudaron y me adoptaron como su hermano menor. Por enseñarme que en la vida se puede dar siempre más. Por ser un ejemplo de vida para mí, de perseverancia, coraje, responsabilidad y respeto en todo lo que se hace. Créanme que en verdad siempre estaré agradecido con Dios por haberlos tenido en mi vida.

A mi **Padre Dios.**

Por permitirme terminar mi carrera profesional que tanto anhelaba, pero sobre todo por cuidarme durante tanto tiempo. (mi vida entera). Por darme esta vida tan maravillosa y por siempre estar a mi lado en todo momento, Por regalarme personas tan maravillosas, experiencias, situaciones momentos. Por mantenerme sencillo, humilde y bueno con la vida, por ser el mejor amigo que he tenido y por amarme tanto como yo lo hago. Pero sabes a veces siento que yo no merezco tantas bendiciones que me has brindado, Creo que durante toda mi vida jamás terminare de agradecerte por todo. Sabes también otra cosa muchas gracias porque durante 7 años que estuve fuera siempre me cuidaste a mí y a toda mi familia, nos mantuviste sanos, libres, prósperos, unidos y llenos de felicidad. Te amo Dios por sobre todas las cosas, eres y serás siempre lo más importante de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A **San Juditas Tadeo, El Santo Niño de Atocha y La Virgen de Guadalupe**

Por ser mis grandes confesores, amigos y confidentes en todo, por acompañarme siempre para todos lados y brindarme su bendición en todo momento. Gracias por jamás dejarme solo y por amarme tanto como yo los he amado y por qué tengo la dicha de que siempre que necesite algo, fuera lo que fuera, Dios y ustedes siempre me ayudaron a conseguirlo. Enserio que no lo puedo entender.

A mi **Madrina Anita.**

Porque en vida siempre me dijo que soñara en grande y que fuera agradecido y bueno con todo lo que me rodea, para que Dios sienta dicha de mí y el astro bendito me llene de bendiciones siempre.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.**

Por darme la oportunidad de formarme como profesionista, por darme fortaleza como ser humano y por ser parte de mi vida. Gracias “Alma mater”.

A mi asesor principal **Dr. José Eduardo García Martínez.**

En primera por confiar en mí y darme la oportunidad de trabajar con usted, en el proyecto de investigación. Me siento muy feliz y orgulloso de que tuve la dicha de poder trabajar con una persona tan profesional y apasionada con la nutrición animal. Así como el respeto y amor a los animales. Gracias por su tiempo, dedicación, comprensión y amistad que me ha brindado siempre lo recordare con mucho amor y respeto.

A la **M.C. Camelia Cruz Rodríguez.**

Por regalarme un poco de su conocimiento, por haberme enseñado a ser profesional, dedicado y especial. Por despertar en mí, el tomarle amor a todo que se realiza en la vida. Gracias por darme su confianza y su valiosa amistad. Estaré infinitamente agradecido con la vida por ponerme personas como usted maestra.

A la **M.C. Ma. Elena Velázquez Arellano.**

Maestra gracias por su sincera amistad y confianza en tan poco tiempo, por confiar en mí para realizar este proyecto y por toda su atención, comprensión, y apoyo a mi persona.

A todos mis **Maestros desde Primero y hasta el Último semestre.**

Por compartir conmigo su conocimiento y darme demasiada confianza. En especial. Al Dr. **Mellado Bosque**, por siempre entenderme y ayudarme en todo momento, a la **Dra. Laura Padilla** por ser tan profesional y sencilla, al Ing. **Enrique Esquivel** por aconsejarme y darme su amistad, al Ing. **Lorenzo Castro**, al M.C. **Luis Pérez**, al ing. **Deyta**, por enseñarme a ser perseverante y a mirar más allá de lo que dice un libro. A la maestra **Teresa, Villaseñor, Nieto, Elena, Rodríguez, Reynaga, Idalia, El Camello, Sandino, Rojas**, y a todos los demás. A la Dra. **Iliana Hernández Javalera** por enseñarme que en la "vida es lo que es" y que el costo del éxito es el trabajo duro, la constancia y el agradecimiento. Que uno tiene que valorar hasta una gota de agua, así como cada una de tus células. Por eso y su valiosa amistad gracias. Al Dr. **Dueñez** por su confianza y todo el apoyo que me brindo siempre.

Al programa **Trato Digno Perruno UAAAN.**

Por todas las experiencias que vivimos y por la gran labor social que desempeñamos **Maestra Diana, Ale, Cesar, Dulce y Jorge**, muchas gracias.

Al Dr. **Juan Manuel Martínez Reyna** y a todo el **Equipo Internacional de Identificación de Plantas de Pastizales (EIIPP) 2016 – 2017.**

Dr. Reyna, gracias por la oportunidad de estar dentro del equipo, brindarme su confianza, darme su valioso conocimiento y por siempre apoyarme. Pero , sobre todo, por haberme dado la dicha de cumplir un gran sueño, el cual era conocer el majestuoso mar y todo lo que está dentro de él, Al mismo tiempo que participar en Corpus Christi Texas USA, en nombre de mi universidad, eso es algo por lo que siempre le estaré agradecido. Muchas gracias por todo su apoyo y amistad. De igual forma a mis amigos y compañeros, **Daly, Roman, Oscar, Carmela, Nacasima, Heteropogon, David, Julio** mi entrañable amigo **Heriberto, Jesús, Marcos y Mejy**, por todas las experiencias tan bonitas e inolvidables momentos que pasamos juntos.

Al taller de **Artes Plásticas UAAAN** y al Profesor **Francisco Esquivel.**

Por su valiosa amistad, por apoyarme siempre y enseñarme que el arte es una forma de expresión no verbal que proyecta sentimientos y genera conciencia en los demás. Infinitas gracias de igual forma a todos mis compañeros y amigos. **Edwin, Francisco, Eddaliz, Caludia, Sait, Diego, Iiz, Benja, Jaz, Gaby** y a todos los demás, por todos los increíbles momentos y por nuestras grandes aventuras, siempre los recordare.

Al equipo emprendedor **ENACTUS UAAAN**

Por enseñarme a tomarle amor al campo laborar, por enseñarme que con trabajo duro y unión se pueden hacer cambios radicales, así como por enseñarme a nunca rendirme y tener siempre sueños por un bien social, amor y respeto por la naturaleza. A todos los integrantes que fuimos a representar a la UAAAN en San Francisco Campeche una de las mejores experiencias de mi vida gracias infinitas.

Al Honorable Consejo Universitario UAAAN 2016, al. Ing. Vaquera.

Por su gran amistad y apoyo, así como a todos mis compañeros en especial a **Doriang, Lupita, Zavalin, Daniel, Devo, Fany** y todos los demás que trabajamos con tanto orgullo y empeño para nuestra universidad y por la bonita unión y amistad que formamos.

A mis Amigos Y Compañeros.

Lulu, Elena, Chely, Miguel, Yavin, Fredi, Eve , Anita, Zelma (Puntito), Sonia y Graciela, porque siempre estuvimos ahí cuando nos necesitamos y sé que siempre lo estaremos, A demás de que me enseñaron muchas cosas que se deben y que no se deben hacer en la vida. A **Todos y Cada Uno** de mis **Compañeros de Generación CXXIV**, porque de una u otra forma siempre me brindaron su ayuda incondicional, incluso, puedo decir que jamás vi un no de alguna persona hacia mí, así que eso siempre se los agradeceré. Además de que tuve la fortuna de tratarlos a todos y pude aprender mucho de ustedes. Ahora recuerdo a **Nalle, Enrique (El Patronzaso) Guadalupe (Mi vidita), Chuyin, Eli, Elij, Romis, Ramonsin, Aldo, Albert, Mau, Luis (El Consejerito), Roo , Adris, Caaamal, Gatito, Benitez, Carlitos Uribe, Alexander, Calachis, Roger, Tony**. Ellos son a los que les decía de forma diferente, pero igual los recuerdo a todos con mucho aprecio y les agradezco mucho su confianza y amistad. De igual forma a todos los demás compañeros de otras carreras que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme, recuerdo a **Ximena, Ivon, Lalo, Santos, Judith, Mikiz, Joel, Karen, Heriberto, Paola, Meli**. La verdad es que fueron bastantes pero créanme que siempre se los agradeceré a todos por igual y cuando los vuelvo a ver recuerdo la vez que me ayudaron. Creo que las personas solo se marcan porque o te hicieron daño o realizaron una buena acción, pero, yo agradezco ambas por que las dos te hacen crecer como persona, aunque las malas obras son las más importantes porque de ahí depende todo, para poder progresar y hacer que cambien las cosas.

A mis paisanos de **Zacatecas, Anselmo Quiroz, el (Chucky), Jasiel, fany, Ruben, Geronimo, Marcos, Ulises** y a todos los demás por todo su apoyo cuando ingrese a la UAAAN.

A mi gran amigo **Ramón González (Chiwas)**, a su novia **Diana** y su amiga **Dana**.

Por su apreciable amistad y valioso tiempo al ayudarme en todo momento a realizar este proyecto. Chiwas, la verdad es que "Gracias" no me alcanza para decirte cuanto agradezco que me ayudaras demasiado en esto. Y que me compartieras tanto conocimiento, en verdad que siempre agradeceré a Dios por tu inmensa humildad y amistad que me brindaste.

A **Jairo Jovani Hernández Canales** y a **HRR**.

Por ser una de las personas más buenas, humildes y sencillas que he conocido, por darme una de las mejores oportunidades de mi vida, por tu valiosa amistad y por siempre brindarme tu ayuda en todo momento infinitamente gracias "**Jairo**", igual a toda tu **Valiosa Familia** por ser maravillosas personas. Créeme que no me alcanzan las palabras para agradecerte por tantas cosas. Espero en Dios que siempre te bendiga y te ayude en todo lo que te propongas en tu vida. A HRR por todo el cotorreo las aventuras y todo lo que pasa en ese lugar que marco mucho mi vida. Los mencionaría pero son bien muchos y tendría que escribir toda una hoja para todos. Pero igual gracias por todo su cariño respeto y amistad. A ustedes les he aprendido bastante.

A **Monzon** y **Martita**, por siempre brindarme ayuda y darme su apoyo en toda la realización de mi proyecto. Así mismo a **Ing. Benedicto Torres Hernandez (Benedic)** y al **Ing. Francisco Alonso Rodríguez Huerta (Alonsin)** por darme sus concejos brindarme su amistad y ayuda siempre que la necesite.

A todo el equipo de la **Unidad Metabólica de la UAAAN, Carlitos, Don Chuy** y todos los demás por ayudarme de una u otra forma así como al **A.T. Carlitos**, a **Jesús** y a la **M.C Adriana** por apoyarme siempre en todo momento.

A **Grupo experiencias Xcaret.**

A **Todo el Equipo de Salud de Fauna en Xcaret**, por todo su apoyo confianza y amistad y por abrirme las puertas a esta gran empresa. En especial a la Dra. **Lorena Macias** a la Dra. **Gaby** , Dr. **Josue**, Dra. **Ana**, Dra. **Ime** y Dra. **Zoe**. De igual forma a todos mis amigos y compañeros. **Cesar** ¡Gracias! por todo tu apoyo incondicional cuando llegue a Cancún y por tu valiosa amistad. Por todas la aventuras que pasamos junto a todos los compañeros de Xcaret, **Iliana, Cuathil, Xenia, Kari Jose, Jack, Nalle, Ale, Magda, Miriam, Chiki, Meli** mi adorada **Camila, Flooor, Don Ricardo Juarez, Ramon Rojas**, y a todas las personas que conocí en estas tierras. infinitamente Gracias.

Un agradecimiento especial al **Ing. Cepeda** y la **Ing. Concepción Padilla**.

Por ser los primeros en compartirme acerca de la Universidad y la gran profesión de Ingeniero Agrónomo Zootecnista y por siempre estar al pendiente de mí. Así mismo a la **Ing. Concepción Padilla** y toda su familia por todo el apoyo cuando tome la mejor decisión de mi vida, que fue estudiar en la UAAAN.

Always remember you

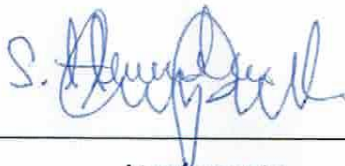
“Lo hecho, hecho está y aquí estoy”

RCQ.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA.

El suscrito **Juan Salvador Hernández** Sandoval estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula **41134305** y autor de presente Tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el Plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por la suscrita y redactada según su "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y el alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda la responsabilidad relacionado al plagio académico a mi comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.



Atentamente

Juan Salvador Hernández Sandoval

Tesista de Licenciatura UAAAN

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la suplementación de alga espirulina en la alimentación de pollos de engorda línea Ross 308. El estudio se realizó en la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buena vista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el periodo de mayo a junio del 2018. Se evaluó la dosis de 0.5% de alga espirulina en la dieta de iniciación y finalización y se comparó con la misma dieta sin alga espirulina. Los tratamientos se evaluaron en seis repeticiones con 10 pollos cada una. Se midió; Consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y el porcentaje proteico y de grasa en piezas comerciales como son pechuga y pierna + muslo. Los resultados muestran que la suplementación de alga espirulina al 0.5% en dietas para pollos de engorda disminuye el consumo de alimento en un 14.27% en la etapa de iniciación y en un 11.85% en la etapa de finalización, de igual forma se observaron mejores ganancias de peso con un incremento de 19.58% en iniciación y en un 7.51% en finalización. Se mostraron resultados destacados en la conversión alimenticia con eficiencias mejores en espirulina en general. Con valores altamente significativos en las dos etapas $P(<0.01)$. Con respecto a las piezas comerciales se incrementó en un 3.2% la proteína en pechuga y un incremento de 4.3 % en pierna más muslo. De igual manera se redujo en contenido de grasa en un 21% comparado con lo estandarizado y en un 28% comprado con el control en pechuga. Se disminuyó el contenido de grasa en un 64% comparado con lo estandarizado y en un 23.7% comparado con el control en pierna más muslo, por lo que el agregar espirulina al 0.5% de la dieta de pollos de engorda si difiere en el comportamiento productivo de los pollos y mejora en general las variables productivas zootécnicas. Desde el inicio y hasta el contenido nutricional de las piezas dirigidas al consumidor. Brindando así piezas de alta calidad nutricional y mejorando la rentabilidad de la industria avícola.

Palabras clave: Alga espirulina, Pollo de engorda, Comportamiento productivo.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTOS | 6 |
| MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. | |
| RESUMEN | 13 |
| INDICE DE FIGURAS | 16 |
| INDICE DE CUADROS. | 17 |
| | |
| INTRODUCCIÓN | 18 |
| Hipótesis 1 | 21 |
| Hipótesis 0 | 21 |
| Objetivo general. | 21 |
| | |
| REVISION DE LITERATURA | 22 |
| Situación Actual de la Avicultura en México..... | 22 |
| Producción Mundial..... | 24 |
| Producción Nacional | 26 |
| Comercio Internacional | 27 |
| Comercio Nacional..... | 30 |
| Consumo Mundial | 31 |
| Consumo Nacional..... | 32 |
| Precio Nivel Internacional | 34 |
| Precio a Nivel Nacional | 35 |
| Antecedentes..... | 37 |
| Clasificación Taxonómica | 39 |
| Propiedades del Alga Espirulina..... | 39 |
| | |
| Usos de Espirulina en la Alimentación Animal..... | 41 |
| Suplementación de Alga Espirulina en Pollos..... | 42 |
| Crecimiento..... | 42 |
| Calidad del producto | 43 |
| Salud..... | 44 |
| | |
| Suplementación de Alga Espirulina en Gallinas Ponedoras..... | 45 |
| Calidad del producto | 45 |
| Salud humana | 46 |
| | |
| Suplementación de alga espirulina en rumiantes. | 46 |
| | |
| Ganado Lechero | 47 |
| Productividad | 47 |
| Crecimiento..... | 48 |
| Calidad del producto | 48 |
| Fertilidad | 48 |
| | |
| Suplementación de Alga Espirulina en Ovejas..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| Gestación | 49 |
| Calidad del cordero | 49 |
| Suplementación de Alga Espirulina en Conejos | 50 |
| Crecimiento | 51 |
| Calidad del producto | 51 |
| Suplementación de Alga Espirulina en Cerdos | 51 |
| Crecimiento | 51 |
| Fertilidad | 52 |
| Sistemas de Producción de Pollos en México..... | 52 |
| Sistema tecnificado | 53 |
| Sistema semitecnificado | 54 |
| Sistema de traspatio | 54 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 56 |
| Ubicación | 56 |
| Condiciones Climáticas | 56 |
| Descripción de Tratamientos | 56 |
| Manejo de las aves | 57 |
| Variables Evaluadas | 59 |
| Consumo de alimento | 59 |
| Ganancia de peso | 59 |
| Conversión alimenticia | 59 |
| Proteína y grasa en piezas principales | 59 |
| Análisis de datos | 60 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 61 |
| CONCLUSIÓN | 71 |
| LITERATURA CITADA | 72 |
| APENDICE..... | 83 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| Figura 2.1 | Producción mundial de carne de pollo, 2008-2019..... | 24 |
| Figura 2.2 | Principales países productores de carne de pollo..... | 25 |
| Figura 2.3 | Producción de carne de pollo en México, 2008-2019..... | 26 |
| Figura 2.4 | Principales estados productores de carne en México, 2016-2018 (millones de toneladas)..... | 27 |
| Figura 2.5 | Exportaciones mundiales de carne de pollo 2008-2019 (millones de toneladas)..... | 28 |
| Figura 2.6 | Principales participantes en el comercio mundial de carne de pollo 2018 (porcentaje)..... | 29 |
| Figura 2.7 | Participación de Mercado en las importaciones mexicanas de carne de pollo, 2014-2018(millones de toneladas)..... | 30 |
| Figura 2.8 | Comercio exterior de carne de pollo en México, 2013-2019 (miles de toneladas)..... | 32 |
| Figura 2.9 | Consumo per cápita mundial de carne (Kilogramos por persona por año)..... | 32 |
| Figura 2.10 | Consumo de carne de pollo en México, 2013-2019 (Millones de toneladas)..... | 33 |
| Figura 2.11 | Consumo per-cápita de carne en Mexico,2017-2028 (Kilogramos por persona por año)..... | 34 |
| Figura 2.12 | Precio de la carne de pollo,2008-2019(Dólares por tonelada)..... | 35 |
| Figura 2.13 | Promedio mensual de carne de pollo en México, 2012-2019 (pesos por tonelada)..... | 36 |
| Figura 2.14 | Precio al productor de carne de pollo en México, 2013-2028 (Pesos por toneladas)..... | 37 |

INDICE DE CUADROS.

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Cuadro 2.1 | Composición nutricional comercial en polvo de espirulina seca (por 100g) adaptado por (A. Belay. et all.2008)..... | 40 |
| Cuadro 3.1 | Composición del Alimento o Dieta experimental Evaluada en la etapa de iniciación..... | 57 |
| Cuadro 3.2 | Composición del Alimento o dieta experimental evaluada durante la etapa de finalización..... | 58 |
| Cuadro 4.1 | Comportamiento productivo de pollos de engorda durante la etapa de iniciación suplementados con alga espirulina..... | 61 |
| Cuadro 4.2 | Comportamiento productivo de pollos de engorda durante la etapa de finalización suplementados con alga espirulina..... | 63 |
| Cuadro 4.3 | Comportamiento productivo de pollos de engorda durante todo el ciclo..... | 65 |
| Cuadro 4.4 | Variables de calidad de piezas comerciales de pollos Ross 308 adicionados con 0.05% de alga espirulina..... | 67 |

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de alimentación animal en esta época están en constante cambio, la tecnología, demanda de alimento, ideologías personales y la economía, son factores pioneros en la forma de alimentación. Por lo que la industria debe tomar decisiones importantes enfatizadas en implementar suplementos alimenticios, nutritivos e innovadores que puedan generar un cambio de perspectiva y visión de los consumidores. El presente trabajo está realizado pensando en la problemática actual con énfasis en la forma de alimentación animal, la nutrición de forma natural y el aprovechamiento de recursos nativos. De este modo se puede planificar el ofrecer productos de origen animal saludables para el ser humano.

Durante años se ha demostrado en diferentes estudios los beneficios en cuanto a la utilización de aditivos y prebióticos en la alimentación animal, con el propósito de tener mejores rendimientos y eficiencia de producción. Uno de los suplementos más utilizados en los últimos años para la nutrición humana y alimentación animal son las algas, en las que destaca espirulina *Arthrospira máxima*, organismo unicelular azul-verde que al observarse al microscopio aparece como hilos largos y delgados en forma de espiral, motivo por el cual es llamado de esa manera. En cuanto a su olor y sabor son similares al de las algas marinas regulares.

Esta alga es considerada nutricionalmente como un aditivo alimenticio con la mayor cantidad de todos los complementos alimenticios, como son, proteínas, carbohidratos, hierro, vitaminas A, K y vitaminas de complejo B. Este compuesto la hace poseer un suministro significativo de beta-carotenos y xantofilas amarillas las cuales tienen propiedades antioxidantes. Esta alga tiene bastante clorofila, ácidos nucleótidos y lípidos. El contenido de estos nutrimentos hace que el alga espirulina tenga innumerables usos como suplemento alimenticio para mantener una buena salud y para la prevención de enfermedades.

El alga espirulina es abundante en minerales como hierro, manganeso, zinc, cobre, selenio, cromo y magnesio. Estos nutrientes ayudan a combatir los radicales libres, moléculas que dañan las células absorbidas por el cuerpo a través de la contaminación, la mala alimentación, lesiones y el estrés. Al eliminar radicales libres, los nutrientes ayudan al sistema inmunológico a combatir el cáncer y la degeneración celular. Así mismo se destaca que este organismo es más fácil de absorber que los suplementos de minerales industriales. Espirulina contiene grandes cantidades de vitamina B-12, la cual es esencial para el control nervioso y para el mantenimiento de los tejidos celulares. Es un alimento rico en beta caroteno, contando en sus propiedades con diez carotenoides mixtos. De los cuales se estima que la mitad son carotenos naranja: alfa, beta y gamma y el resto son xantofilas amarillas (Reddy, 2004).

Veinte años de investigación demuestran que el consumo de frutas y verduras ricas en beta-caroteno, nos da una protección real contra el cáncer, por lo que ingerir alimentos con este nutriente conlleva a desarrollar una mayor asimilación debido a que contiene la clave isómero cis-9, la cual está en cantidad mínima en un suplemento sintético. Este isómero específico de algas y verduras tiene el mayor poder antioxidante y anti-cáncer. En algunos hallazgos, la espirulina ha ayudado a reducir los tumores de cáncer oral en ratas de laboratorio, y puede por lo tanto propiciar un avance médico importante en el tratamiento del cáncer (Ross, 1990). Esta propiedad antioxidante encontrada en espirulina la hace un alimento ideal anti-envejecimiento; con un valor de nutrientes concentrados esenciales para la salud y que además es de fácil digestión (Reddy, 2004). Este compuesto también es activo en la salud visual. Espirulina supera en este compuesto a la zanahoria en un 10% más.

Alrededor del 60% de su peso en seco es proteína. Nutriente que ayuda al crecimiento y la regeneración celular. La espirulina contiene ácido gamma-linolénico (AGL), Este compuesto está presente en la leche materna y es fundamental para el desarrollo de los bebés (Dillon, 1995).

Las investigaciones confirman que la espirulina promueve la digestión y la regeneración de la función intestinal, suprime malas bacterias como e-coli y levadura cándida, hecho que estimula el crecimiento de bacterias benéficas como los lactobacilos y las bifidobacterias. Siempre se ha sabido que una flora saludable es la base de la salud (Sharoba, 2014).

Este micro alga es una fuente potencial de recursos de alto valor nutritivo para muchas especies animales de importancia agrícola. En múltiples investigaciones han asociado al alga a mejoras en el crecimiento de los animales, la fertilidad, la estética y la calidad del producto alimenticio. Por lo tanto, la ingesta de esta se ha unido al mejoramiento de la salud y el bienestar de los animales. La espirulina se está convirtiendo en un medio rentable para la productividad de la nutrición animal, ofreciendo seguridad alimentaria sostenible y viable a futuro.

La alimentación sana tanto de los animales como de las personas, van de la mano, el aporte nutricional del ser humano está más que dependiente de la nutrición que se le brinda a los animales, ya que existe una fuerte influencia, de que al suministrar una buena nutrición al animal, el producto derivado de él, brindara los nutrientes necesarios para que las personas tengan una calidad de vida saludable.

Hipótesis 1 La inclusión de alga espirulina *A.platensis* en una dieta convencional de pollos de engorda línea Ross 308, manifiesta efectos positivos en las variables de producción como son; ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y consumo de materia seca. Así como en beneficios en las partes comerciales de la carne: como son pechuga, pierna y muslo; En cuanto a variables como el porcentaje proteico y el porcentaje en grasa.

Hipótesis 0. La adición de alga espirulina en polvo seco al 0.5% no tiene ningún efecto en las variables productivas y no presenta efectos en las partes comerciales de la canal de pollos de engorda Ross 308.

Objetivo general.

Analizar y cuantificar el efecto de la inclusión de alga espirulina *A.platensis* en dietas ofrecidas para pollos de engorda de la línea Broiler Ross 308, durante la etapa de iniciación que abarca desde el día 8 al 21 y la etapa de finalización que abarca del día 22 al 42. Para medir parámetros de desarrollo en el ave y su carne.

REVISION DE LITERATURA

Situación Actual de la Avicultura en México

La avicultura en México es una de las actividades económicas más importantes, ya que mantiene un crecimiento constante, como ha ocurrido en los últimos años. Por lo que se estima que en la próxima década tendrá un mayor rendimiento debido al incremento en la demanda nacional. De modo que las situaciones actuales conducirán a que México sea más productivo a nivel interno.

De acuerdo con datos de la Unión Nacional de Avicultores (UNA). En 2018 se produjeron casi 3.5 millones de toneladas de carne de pollo, lo que significó que la producción haya crecido 21.6% durante el periodo 2008 a 2018 con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.98% (UNA, 2018).

Dentro de los productores de carne de pollo destacados del país fueron Veracruz posicionándose como líder principal y desplazando a Jalisco después de tener ese lugar durante quince años, le sigue Aguascalientes, Querétaro. La región de la comarca Lagunera (Coahuila y Durango), Jalisco, Puebla, Chiapas, Guanajuato, Yucatán, Estado de México, Sinaloa, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, San Luis Potosí, Michoacán y Sinaloa (UNA.2018)

En el plano internacional México se encuentra en el sexto lugar en producción de pollo. Detrás de países como Estados Unidos (19.3 millones de toneladas), Brasil (13.3 millones de toneladas), China (11.7 millones de toneladas), India (4.8 millones de toneladas) y Rusia (4.7 millones de toneladas) (UNA, 2018).

Los productos avícolas son una de las fuentes más importantes de aporte nutricional en nuestro país, por lo que se destaca su participación en la alimentación mexicana. Estos productos son accesibles para todos y esto enaltece a la avicultura como uno de los sectores estratégicos más importantes del país. En lo que se refiere a la carne de pollo en cuanto a aporte de proteína esta contiene el 39%, seguido del huevo con 17%, es decir, que ambos productos aportan 56%. Después les siguen leche de vaca con 19%, carne de res con 16% y carne de cerdo con 8%. Estos porcentajes son

relevantes para la importancia de la avicultura y para el desarrollo de la sociedad, la economía y la e integridad de país (UNA, 2018).

En México el consumo per-cápita de pollo ha aumentado durante 2008 a 2018 a 21.6% kg con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.98%. En 2018 se registró un consumo de 32.5 kg per-cápita y para 2019, se estimó que el consumo aparente de pollo alcance los 33.15 kg por habitante. La carne de pollo posee diversas cualidades que la hacen líder en el mercado, por ejemplo, variabilidad de comercio, estrategias de mercadotecnia, accesibilidad para el consumidor. Estos aspectos harán que el consumo de este cárnico siga en aumento en los próximos años (UNA, 2018).

En lo referente a la producción de huevo para plato la (UNA) menciono que esta fue superior a las 2.8 millones de toneladas al cierre de 2018 lo que refleja un decremento de 1.8% respecto a 2017, sin embargo, el crecimiento en la producción de huevo en el lapso de 2008 a 2018 fue de 21%, con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.97% (UNA, 2018).

. Actualmente los estados con mayor relevancia en la producción de huevo son Jalisco, Puebla, Sonora, La comarca Lagunera (Coahuila y Durango), Yucatán, Nuevo León San Luis Potosí, Sinaloa y Guanajuato (UNA, 2018).

México es un país destacado en esta actividad ya que se encuentra en tercer lugar de producción de huevo a nivel mundial. Le sigue China (1.181.8 millones de cajas) EUA (251.4 millones de cajas), México se encuentra por encima de Rusia, Japón, Brasil, Turquía y Francia (UNA, 2018).

En cuanto al consumo de huevo fresco en México en 2018 se registró que fue de 22.98 kg. Y para 2019 se estimó que llegaría a 23.30 kg per-cápita. En el periodo de 2008 a 2018 se registró un crecimiento de 21% con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.97%. México es el principal consumidor de huevo a nivel mundial, en segundo lugar se encuentra China con 18.90 kg, Rusia en tercer lugar con 18.63 kg y por ultimo Argentina con 16.19 kg (UNA, 2018).

La industria avícola es de suma importancia para la economía mexicana actualmente representa 63.3% de la producción pecuaria en México, donde 6 de cada 10 kg de alimento son avícolas como pollo, huevo y pavo. Cabe mencionar que la avicultura aportó el 0.89% en el PIB total, el 28.01% en el PIB agropecuario y el 36.6% en el PIB pecuario en 2018. Así mismo de 2008 a 2019 el consumo de insumos agrícolas aumento a 18.2% con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.7%. La avicultura

para el cierre de 2019 se estimó que generaría 1 millón 209 mil empleos comparado con 2018 que fueron 1 millón 272 mil, siendo 1 millón 60 mil indirectos y 212 mil directos (UNA, 2018).

Producción mundial.

La producción mundial de carne de pollo creció a una tasa anual de 2.0 por ciento en 2018, con el cual se ubicó en un máximo histórico de 95.5 millones de toneladas y se espera que para 2019 siga en ascenso (USDA, 2019)

Pronósticos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) mencionaron que en 2019 la producción de pollo fue de 98.4 millones de toneladas. Esto representaría en su momento un incremento anual de 3.0 por ciento (Figura 2.1). China e India serían los países con mayor crecimiento en ese periodo del total de la producción mundial (USDA, 2019).

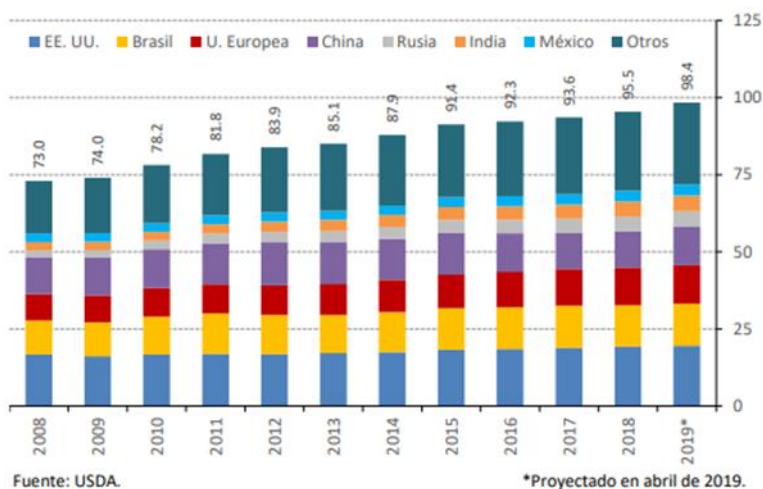


Figura 2.1 Producción mundial de carne de pollo, 2008-2019 (Millones de toneladas equivalentes en canal).

El líder principal en producción de carne de pollo es Estados Unidos con un valor total de 19.3 millones de toneladas en 2018, es decir, 20.3 por ciento de la producción mundial. Así mismo USDA estimó que en 2019 la producción estadounidense alcanzaría 1.0 por ciento. Dentro de los principales estados de la Unión Americana enfocados en la producción de pollo destacan, Arkansas, Alabama y Georgia; los cuales en conjunto representan cerca del 40 por ciento de la producción total. Por lo que la industria

enfocada en la producción de pollo representa más de 30 mil millones de dólares la cual supera a la producción de huevo (USDA, mayo 2019).

En el segundo lugar como productor mundial de carne de pollo se encuentra Brasil con una participación de 14.0 por ciento en 2018. Y para 2019 se estimó que su producción alcanzaría un incremento de 2.1 por ciento. En tercer lugar se encuentra la Unión Europea con un aporte de 12.8 por ciento en 2018. Así mismo se proyectó que para 2019 su producción podría incrementarse a 2.3 por ciento a tasa anual como se muestra en la (Figura 2.2). Europa ha tenido un notable crecimiento en función de la demanda de este cárnico en comparación con la carne de res o de cerdo, por motivos de fácil preparación y accesibilidad. Este motivo ha dado un importante avance en cuanto a la producción Europea. (USDA, Feb, 2019)

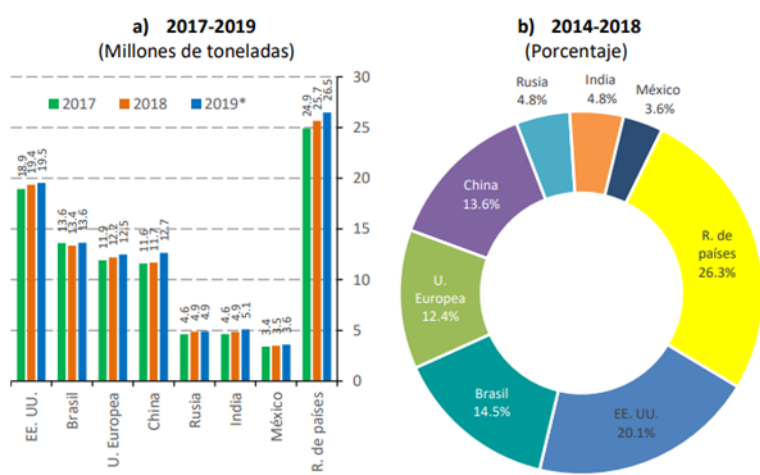


Figura 2.2 Principales países productores de carne de pollo

En lo que se refiere al continente Asiático, China destacó con un aporte de 13.6%, pero se registró una ligera tendencia a la baja, debido en parte al brote de influenza aviar, hecho que ocurrió durante 2016 y 2017. Esto provocó una disminución en la producción. Pero China mostró una importante recuperación. En 2019 se estimó una producción con un incremento de 8.1 por ciento, con lo cual podría producirse un volumen de 12.7 millones de toneladas y esto desplazaría a la Unión Europea de la tercera posición. Otro factor que generó un incremento en la producción de China pudo ser que hubo un brote de peste porcina (PPA) esto afectó a la producción de carne de cerdo e incrementó el consumo de carne de ave (USDA, 2019).

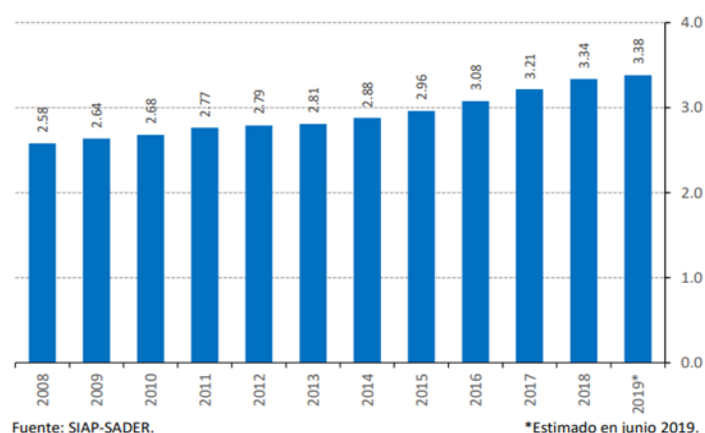
Otro país importante en la producción de carne de pollo es Rusia, con un crecimiento promedio anual de 8.5 por ciento en los últimos diez años; esto destaca como un mayor ritmo de crecimiento de la producción entre los principales productores.

En 2018 Rusia se contabilizó con 548.2 millones de aves, del cual 83 por ciento correspondió a explotaciones de tipo comercial. Dentro de los factores importantes para el crecimiento de la industria avícola en Rusia, destaca, la facilidad de créditos disponibles para realizar un mayor nivel de inversiones, hecho que mejora la productividad del país. Y asimismo las exportaciones que se realizan a países como Vietnam, Ucrania y Kazajistán (USDA, Nov, 2018).

México realiza una contribución de 3.6 por ciento en la producción mundial y se encuentra en la séptima posición, el crecimiento que ha registrado en promedio es de 2.0 por ciento anual. La producción de pollo en 2018 se ubicó en 3.3 millones de toneladas y se estimó que en 2019 tuviera un crecimiento de 3.3 por ciento (USDA, Marzo, 2019).

Producción Nacional

La producción de pollo en México durante 2018 ha tenido un crecimiento histórico de 3.34 millones de toneladas a un ritmo de crecimiento anual del 3.9%, cabe señalar que dicho incremento es superior al promedio anual en los últimos diez años que fue de 2.6 por ciento. Dichos valores están en aumento como se muestra en la (Figura 2.3). Los estados de Veracruz, Querétaro y Aguascalientes destacaron con un inventario nacional, en conjunto acumularon 353.9 millones de aves para la producción de carne de acuerdo con los datos de SIAP-SADER, para el cierre de 2017 estos estados contaron con un número total de aves de 34.5 por ciento (SIAP-SADER, 2019).



**Figura 2.3 Producción de carne de pollo en México, 2008-2019.
(Millones de toneladas)**

La producción de carne de pollo en México de acuerdo con la (UNA) continúa en constante crecimiento en los próximos años y USDA pronosticó un incremento en la

producción de 3.3 por ciento en 2019 que podría estar soportado por factores de la modernización de las granjas avícolas, mejorando las medidas de bioseguridad, alimentación e infraestructura con el fin de satisfacer necesidades del consumidor, el medio ambiente y la prevención de enfermedades.(USDA, marzo, 2019). Un estimado de alimento para ave es poco más de 50 por ciento del total de los alimentos de ganadería. Por lo que México es dependiente en estos insumos y opta por importaciones, ya que la industria de alimentos balanceados no puede satisfacer las demanda de alimentos para la avicultura.

Jalisco, Veracruz, Aguascalientes, Querétaro y Durango son las entidades que encabezan la producción de carne de pollo, su producción conjunta durante 2018 represento más de 50 por ciento del volumen nacional. (USDA, Marzo, 2019)

La llegada de nuevas inversiones e importaciones de grupos avícolas como Bachoco y Pilgrims además de la expansión que ha tenido en la entidad Grupo Pecuario San Antonio que cuenta con presencia en 14 entidades del centro, sur y sureste de México, con una producción mensual estimada de seis millones de aves, son acontecimientos que explican el incremento tan importante en la producción de Veracruz (Figura 2.4). (Revista, Avícola, 2019).

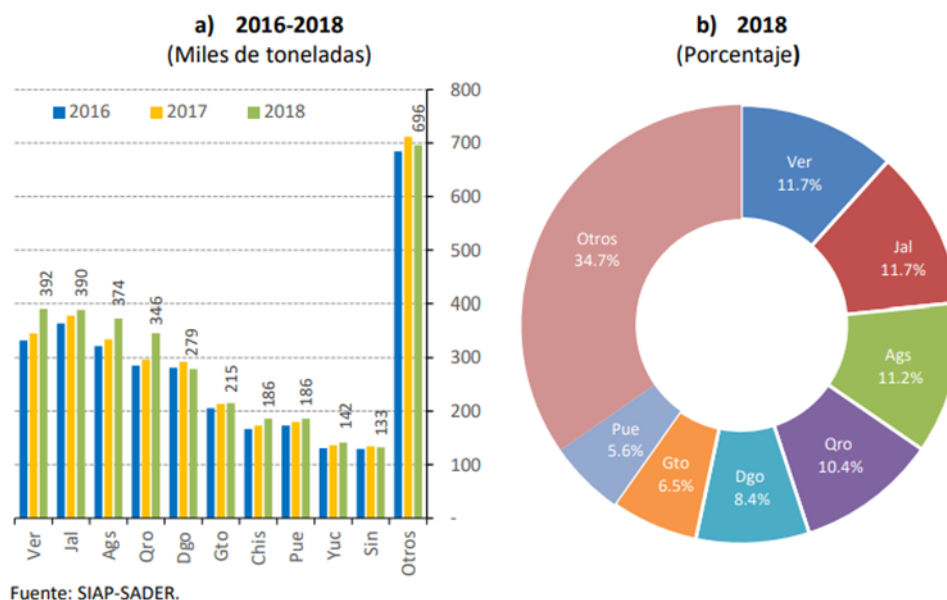


Figura 2.4 Principales estados productores de carne en México, 2016-2018 (millones de toneladas).

Comercio Internacional

El comercio internacional de carne de pollo creció anualmente en la última década a un 2.9 por ciento en promedio. El mercado internacional, comercializo 11.2 millones de toneladas, es decir 11.8 por ciento de la producción mundial en 2018. Así mismo para 2019 se estimó un incremento de 3.2 por ciento en las exportaciones totales (Figura 2.5).(USDA, febrero, 2019)

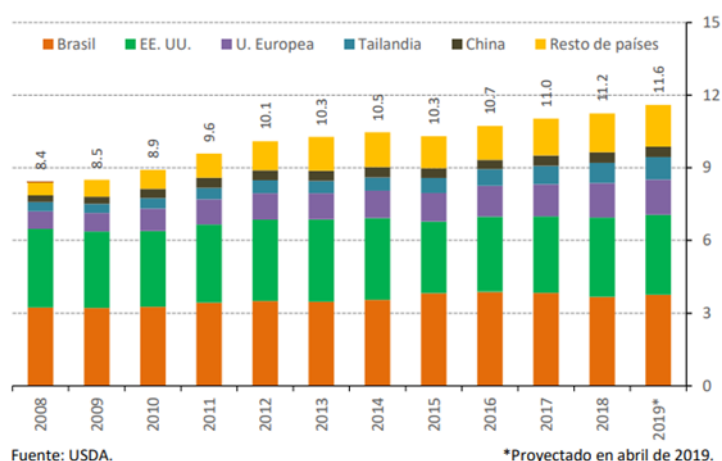


Figura 2.5 Exportaciones mundiales de carne de pollo 2008-2019 (millones de toneladas)

De acuerdo con la OCDE y la FAO, se prevé que en la próxima década las exportaciones crezcan anualmente en 1.9 por ciento, con lo cual hacia finales de 2028 podrían comercializarse alrededor de 16.9 millones de toneladas (OCDE-FAO, julio 2019).

El principal país exportador de carne de pollo es Brasil con una participación de 32.8 por ciento del total en 2018, este país comercializo en el mercado internacional alrededor de 28 por ciento de su producción (USDA, febrero 2019).

Brasil aporta el 95 por ciento correspondiente a pollo entero y en partes mientras que 5% corresponde a productos preparados. Sus exportaciones se concentran en diez países, que representan alrededor de 70 por ciento de su mercado, entre los que destacan Arabia Saudita, China, Japón, la Unión Europea y Sudáfrica. En 2018 Brasil destino 12.4 por ciento de sus exportaciones a Arabia Saudita (USDA, febrero 2019).

Para 2019 se estimó que las exportaciones brasileñas de carne crecieran 2.4 por ciento. Ya que Brasil realizó un acuerdo con China el cual pone fin a la disputa sobre

doping interpuesto por el gigante asiático: dicho acuerdo entro en vigor a partir de febrero de 2019 y permitirá a Brasil exportar a un precio mínimo (USDA, febrero 2019).

Estados Unidos exporto 16.8 por ciento de su producción destacando como uno de los exportadores más importantes al igual que la Unión Europea. (Figura 2.6). De tal forma que en los próximos años se estima un crecimiento de ventas al exterior debido a una eficiencia productiva alimentación y eficiencia en periodos de engorda cortos así como por la mejora en ingresos y crecimiento en la población de mercados de destino (USDA, Enero, 2019).

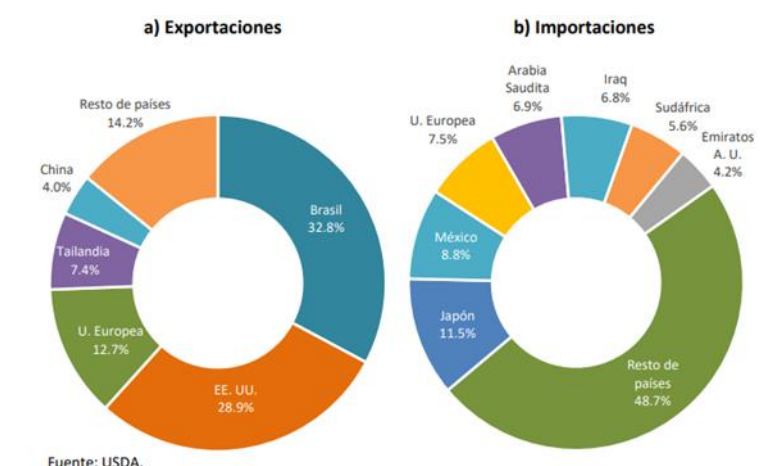


Figura 2.6 Principales participantes en el comercio mundial de carne de pollo 2018 (porcentaje).

Por otra parte Japón participo con 11.5 por ciento de las exportaciones mundiales de carne de pollo en 2018. La mitad de las importaciones de este país corresponden a carne fresca o congelada, y el restante a corresponder a productos procesados, Los principales proveedores de Japón son Tailandia y Brasil; las importaciones provenientes de estos dos países representan más de 80 por ciento del volumen total, En 2018 Japón abasteció 39 por ciento de su consumo interno a través de importaciones (FIRA, 2019).

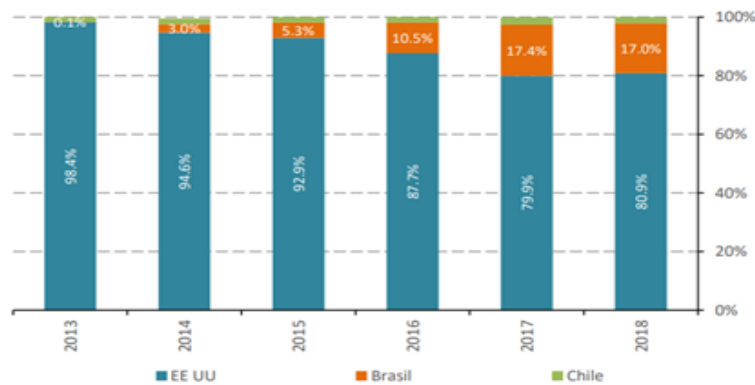
México importo 820 mil toneladas de carne de pollo, es decir, 8.8 por ciento de las importaciones mundiales en 2018 . Esto representa más del 80 por ciento de este volumen el cual provino principalmente de Estados Unidos y los productos fueron pechugas, alas, piernas, muslos y carne deshuesada. Brasil es otro proveedor importante para México ya que, recientemente ha incrementado su participación en el mercado mexicano (USDA, Marzo, 2019).

Comercio Nacional

Las importaciones mexicanas de carne de ave se han estado incrementando gradualmente debido a la creciente demanda tanto de consumidores como de la industria procesadora de alimentos ya que no se ha podido abastecer en su totalidad la producción nacional, por este motivo México tiene que acudir a importación para cubrir la demanda del mercado nacional.

El Sistema de Información Arancelaria vía internet (SIAVI) de la Secretaría de Economía menciona que en 2018 se importaron 526 mil toneladas de carne de pollo, con un valor total de 592.2 millones de dólares (SIAVI, 2019).

Estados Unidos ha sido el principal proveedor de importaciones mexicanas de carne de pollo (Figura, 2.7). A partir de la apertura del cupo de importación en 2013 y en segundo lugar se encuentra Brasil que tiene un incremento considerable de 293 toneladas en 2013 a 89.6 miles de toneladas en 2018 así que su participación se incrementó de 0.1 a 17.0 por ciento. Por lo que México importa de Brasil carne congelada principalmente pechugas y en menor proporción carne deshuesada (SIAVI, 2019).



Fuente: SIAVI-Secretaría de Economía.

Figura 2.7 Participación de Mercado en las importaciones mexicanas de carne de pollo, 2014-2018(millones de toneladas)

En cuanto a la exportación de la carne de pollo mexicana sigue siendo mínima y no se observa ningún cambio e incremento como se destacaba en 2010 y 2011 en ese tiempo se exportaban más de 10 mil toneladas. En la actualidad México exportan alrededor de 3 mil toneladas y su principal destino es Estados Unidos y otros mercados de Asia y África como Hong Kong Angola y Congo (SIAVI, 2019).

México tiene la expectativa en mediano plazo de incursionar de manera gradual con el mercado Medio Oriente ya que se ha estado trabajando de manera coordinada con el Centro Internacional de Acreditación sobre Supervisión y Certificación Halal. Y el número de plantas industriales con certificado Halal se ha incrementado en los últimos años de acuerdo con información del SIAP-SADER el país contaba con 61 plantas con este tipo de certificación (SIAP-SADER, 2019).

Estos acontecimientos muestran un intervalo de variación económico en cuanto a exportaciones e importaciones de la producción de pollo como se muestra en la (Figura 2.8). Por lo que se tiene que tomar acción en cuanto a incrementar el valor de producción así como añadir un valor agregado a las pequeñas exportaciones que se tiene actualmente para generar mayor competencia en el mercado internacional (SIAP-SADER, 2019).

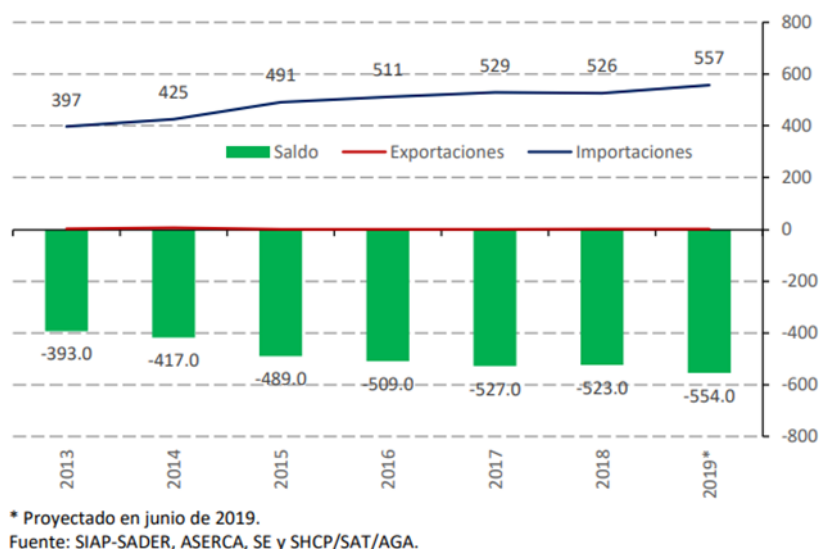


Figura 2.8 Comercio exterior de carne de pollo en México, 2013-2019 (miles de toneladas)

Consumo Mundial

La tasa anual de consumo mundial de pollo anual estimó un crecimiento de 2.7 en 2018 con 105.6 millones de toneladas; En 2019 se planteó que podría registrar un incremento anual de 3.0 por ciento de acuerdo con la USDA y la demanda mundial podría alcanzar un máximo histórico de 108.8 millones de toneladas (Figura 2.9) (FIRA, 2019).

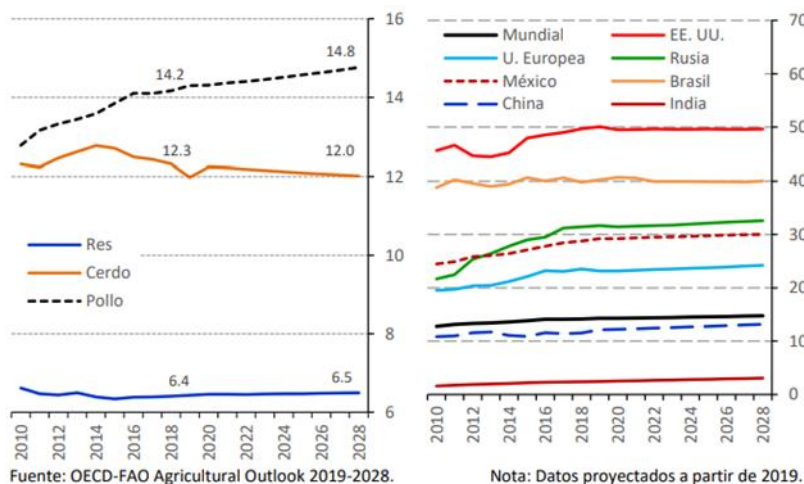


Figura 2.9 Consumo per cápita mundial de carne (Kilogramos por persona por año).

De acuerdo con datos de la OCDE y la FAO, la carne de pollo registro un incremento de 15 por ciento en cuanto al consumo mundial en la última década. Este crecimiento supero al registro en el consumo de las carnes de res y cerdo. En la actualidad, el consumo per-cápita mundial de carne de pollo se estima en 14.2 kg por persona por año. Con una estimación que podría incrementarse en 5.5 por ciento en la próxima década (FIRA, 2019).

Estados Unidos y Brasil destacan como principales consumidores, cuyo consumo anual rebasa los 40 kilogramos y representa aproximadamente tres veces el consumo promedio mundial; Rusia y México tiene un consumo per cápita que duplica al del promedio mundial como se muestra en la (Figura 2.9) (FIRA, 2019).

Consumo Nacional.

El consumo de carne de pollo en México creció a un ritmo superior en comparación a 2018, ya que el consumo se ubicó en 3.8 millones de toneladas y a la producción en 3.3 millones de toneladas, esto significó un déficit de alrededor de 500

mil toneladas. Así mismo de acuerdo con datos del (SIAP-SADER, 2019), se estimó que para 2019 el consumo podría incrementarse en 2.7 por ciento, y la que la demanda nacional de pollo podría estar ubicada en 3.9 millones de toneladas (FIRA, 2019).

México para contrarrestar la demanda opto por importaciones, las cuales en los últimos cinco años se han ubicado en un promedio de 500 mil toneladas y han representado alrededor de 14 por ciento del consumo nacional (Figura 2.10). El país permitió un cupo de 300 mil toneladas a partir de 2013 este factor favoreció la demanda de modo que Brasil abasteció con el 17 por ciento de las importaciones mexicanas de pollo (SIAP-SADER, 2019).

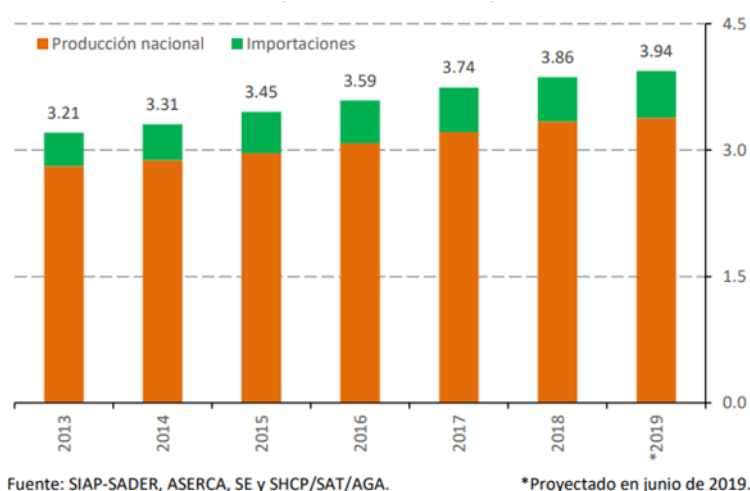


Figura 2.10 Consumo de carne de pollo en México, 2013-2019 (Millones de toneladas).

El consumo per-cápita de carne de pollo en México es de 28.7 kilogramos por persona por año: de acuerdo con datos de la OCDE y la FAO. Este consumo es menor al que se registró en países como Brasil, Chile, Colombia, Argentina y Perú, comparado con otros tipos de carne. El consumo per-cápita es dos veces mayor que el consumo de carne de cerdo y tres veces mayor que el consumo de carne de res. Este dato hace referencia a que el consumo de la carne de pollo en México representa 56 por ciento del consumo total de carnes (FIRA, 2019).

En la próxima década se estima que el consumo de carne de pollo se incremente anualmente en 0.4 por ciento, con lo cual hacia finales de 2028 dicho consumo podría alcanzar a los 30 kilogramos por persona por año (Figura 2.11), (FIRA, 2019).

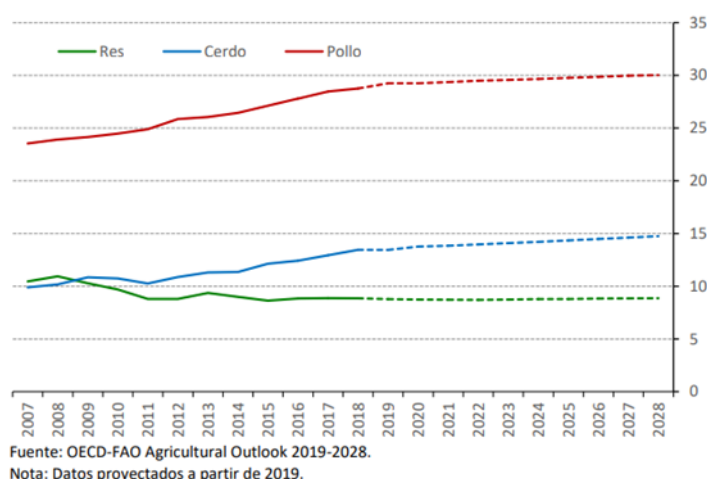


Figura 2.11 Consumo per-cápita de carne en México, 2017-2028 (kilogramos por persona por año)

El consumidor en México tiene una alta preferencia por los productos avícolas pollo y huevo. El consumo per-cápita muestra una tendencia creciente durante los últimos 25 años y claramente diferenciado del consumo per-cápita de otros productos como la carne de res y la carne de cerdo. Lo anterior, favorecido por factores como el menor precio relativo en comparación con otras fuentes de proteína animal, la versatilidad en su preparación y el alto número y diversidad de puntos de venta cercanos al consumidor. Estos parámetros conducen a mejorar los medios de producción de carne de pollo, es decir, satisfacer nuevas necesidades e implementar nuevas tecnologías para ser más amigables con el medio ambiente y con el individuo implementando nuevas técnicas zootécnicas de forma natural y apostarle por implementar carne que haya sido certificada con alimentación previa natural u orgánica para generar más conciencia con el consumidor (FIRA, 2019).

Precio Nivel Internacional

El precio de la carne de pollo en mercados mundiales se ve afectado principalmente por variaciones en el balance oferta-demanda en el mercado mundial así como por factores sanitarios como los brotes de influenza aviar, que pueden influir directamente en los volúmenes de producción. Otro factor que altera la función de los precios en la carne de pollo son los insumos con los que se alimenta la industria de la producción animal. De acuerdo con datos de la OCDE y la FAO, el precio de la carne de pollo en el mercado internacional

durante 2018 registro una disminución de 6.1 por ciento con respecto a lo observado en 2017. Para 2019 se estimó que el precio podría registra una reducción marginal de 0.2 por ciento, atribuido principalmente al incremento en la oferta (Figura 2.12) (OCDE-FAO, Julio, 2019).

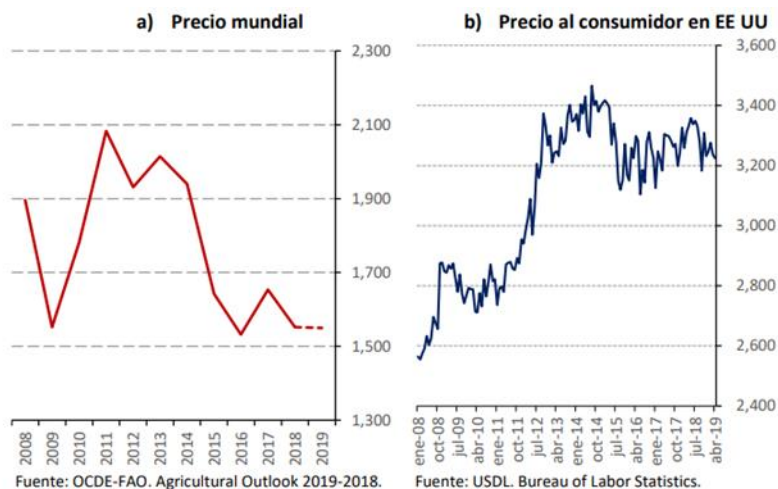


Figura 2.12 Precio de la carne de pollo, 2008-2019 (Dólares por tonelada).

Precio a Nivel Nacional

Precios a nivel nacional en 2018 de la carne de pollo en México al productor, al mayoreo y al consumidor se reportan con una ligera tendencia al alza con respecto a los precios observados en 2017. El incremento más alto se observó en el precio al Mayoreo, el cual fue de 10.6 por ciento con respecto al año previo, con lo cual dicha cotización se ubicó en un promedio anual de 39, mil 692 pesos por tonelada (FIRA, 2019).

El precio al productor de pollo en pie registro un incremento anual de 4.1 por ciento, que puede ser atribuido al incremento observado en los precios de insumos principales granos el maíz amarillo y el sorgo en 2018, los cuales son ampliamente empleados en la elaboración de alimentos balanceados para la alimentación de las aves (FIRA, 2019).

De acuerdo con información de la Unidad Nacional de Avicultores (UNA), aproximadamente 65% de los costos de producción corresponden a la alimentación: Este costo más representativo en el proceso productivo, mientras

que en segundo lugar se encuentra el costo del pollito, que representa 14 por ciento del costo total (UNA, 2019).

El precio promedio al consumidor registro un incremento anual de 5.4 por ciento en 2018, (Figura 2.13). Los precios al mayoreo y al consumidor registro niveles máximos históricos durante mayo y junio del 2019, respectivamente que superaron los niveles, observados durante 2012 debido a la contingencia sanitaria por los brotes de influenza aviar, a lo que ocasiono fuertes incrementos en las cotizaciones tanto del huevo como de la carne de pollo (FIRA, 2019).

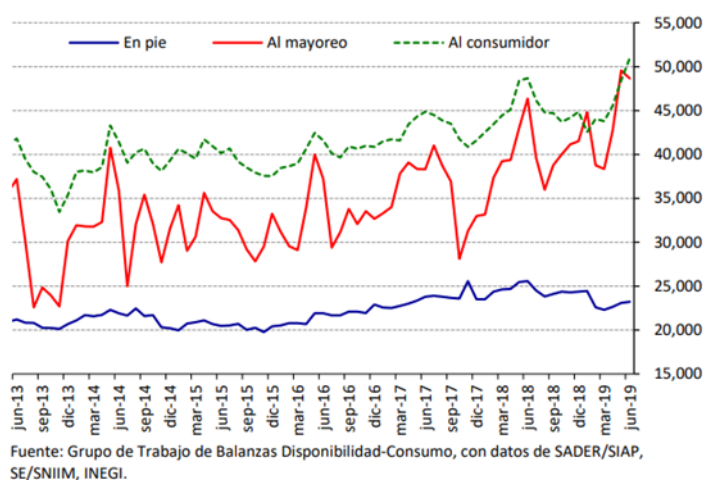


Figura 2.13 Promedio mensual de carne de pollo en México, 2012-2019 pesos por tonelada).

En el mediano plazo, se estima que los precios sigan estando afectados por factores tanto macroeconómicamente como por situaciones zoonosanitarias, entre los que destacan fluctuaciones en el tipo de cambio, variaciones en los precios de los energéticos, inflación, volatilidad en los precios internacionales de los granos y oleaginosas, cambios en la demanda. Así como nuevos brotes de influenza aviar, De acuerdo con las expectativas de la OCDE y la FAO, el precio al productor de pollo en México mantendrá tendencia al alza durante los próximos años (Figura 2.14) (FIRA, 2019).

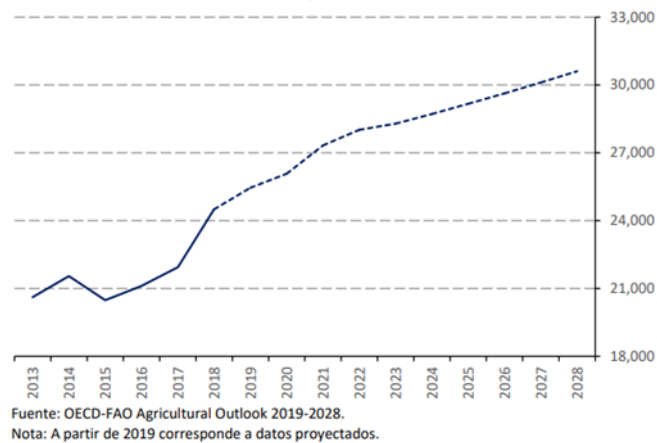


Figura 2.14 Precio al productor de carne de pollo en México, 2013-2028 (Pesos por toneladas).

Antecedentes

El alga espirulina data desde la prehistoria según algunos autores describen que esta era uno de los principales alimentos en aquella época. Una de las principales civilizaciones eran los aztecas y los mayas, los cuales la consideraban como un alimento primordial en su dieta debido a que era muy completa y balanceada. Gracias a este alimento la población azteca se expandió considerablemente (Santeley, 1982). Mientras que los Mayas usaban micro algas en sopas y panes como parte de su dieta diaria. Y se referían a ellos como combinaciones recomendables para una vida sana, (Hills, 1978).

Según Bernal del Castillo, acompañante de Hernán Cortez, reporto en 1521 que la espirulina era cosechada en el lago de Texcoco, la cual sacaban y vendían en el mercado de Tenochtitlan. Hecho que es considerado el primer registro como alimento para humanos. Bernal del Castillo en una de sus memorias escritas durante sus clásicos plasmados, en la literatura iberoamericana menciona un apartado que hace referencia a espirulina. El cual se menciona a continuación. (Belay, 2008).

“pues los Pescadores y otros que vendían unos panecillos que hacen de una como lama que cogen de aquella gran laguna que se cuaja y hacen panes de ellos que tiene un sabor a manera de queso” (p.279) (Díaz del Castillo 1955).

Sin embargo se han encontrado referencias que hablan del consumo de espirulina aun antes de los tiempos de los aztecas. (Furst, 1978) En la época de los aztecas la espirulina solía ser llamada (tecuítlat). Esta cianobacterias creciente en el lago Texcoco, era un alimento agradable al paladar de los nativos mexicanos. De modo que fue de interés para los españoles consumirla y solían reconocerla como un alimento ancestral. (Farrar, 1966).

En los años 70's una empresa instalada en Texcoco llamada Sosa Texcoco S. A. Identifico un alga verde-azul no reconocida que creció en el evaporador, mejor conocido como el caracol en el Lago de Texcoco (Cruickshank, 1998). Este acontecimiento en primera instancia se presentó como una molestia para la empresa y fue reportado al instituto francés del petróleo entidad que brindaba asistencia tecnológica a Sosa Texcoco. Después de analizar la situación el instituto informo a Sosa Texcoco que se trataba de un alimento ancestral. El alga fue identificada en primera instancia por el investigador belga Jean Leonard la cual era consumida por la tribu Kanaembous en el norte de África a orillas del lago Chad, cuya especie fue llamada *Arthrospira platensis*, (Leorand,1966). Los acontecimientos con respecto al organismo, condujeron a tener mayor interés, así como a desarrollar experimentos y estudios referentes al aprovechamiento de tecauitlatl, en de ambas entidades. Estos hechos llevaron a la identificación oficial de la micro alga encontrada en el lago de Texcoco como *Espirulina máxima* (actualmente *Athrospira máxima*). Este motivo hizo que Sosa Texcoco ideara un plan de procesamiento del alga a la orilla del lago de Texcoco, con una producción de 500 toneladas de espirulina seca al año. Estos altos niveles de producción convirtieron a Sosa Texcoco como una empresa productora de sales y alga espirulina. La empresa fue ubicada en Ecatepec Estado de México cerca de colonia jardines de Morelos. (Sasson, 1997).

Esta compañía estaba considerada como la empresa más importante del mundo en producción de micro algas, pero una huelga estallada en el 23 de septiembre de 1993, provoco su cierre definitivo. Por lo cual su cierre condujo a que otras empresas osaran por importar el alga a otros países. En cuanto se dio a conocer las propiedades nutricionales así como la presentación e importación del extranjero la cultura mexicana fue concientizada a rescatar el alimento

ancestral, desarrollando proyectos que desataran el interés de realizar estudios. Incluso en ellos, participo el gobierno federal, con el objetivo de rescatar el alimento ancestral en nuestro país, sin embargo debido a problemas ambientales de la zona del Lago de Texcoco, así como el crecimiento de la población provocaron que no se consolidaran.(Honorable Camara de diputados, 2004)

El alga espirulina es una cianobacteria llamada espirulina por su forma en espiral del filamento. Actualmente es llamada esprulina verde- azul. Considerada por Adams (2005) como uno de los alimentos más sorprendentes de la actualidad, por sus propiedades nutrimentales y por su uso terapéutico,(Adams, 2005). Esta alga es una de las formas de vida más simples y primitivas que existe. Su presencia en la tierra es anterior a cualquier vida vegetal o animal que conocemos (Tietze, 1999).

Clasificación Taxonómica

Taxonomía: Clase: Cyanophyceae;

Orden: nostocales;

Familia: Oscillatoriaceae;

Género: Spirulina o Arthrospira;

Especie, maxima, platensis, lonar, geltieri.

Mide: 5-10 μ m diámetro, 200-300 μ m longitud, con 5 o 6 porciones, filamentosa, helicoidal diámetro de la hélice 50-60 μ m (Ciferri, 1983).

Propiedades del Alga Spirulina

El alga está compuesta por carbohidratos y grasa lo que hace que el alga sea más digerible en dietas alimentarias. Por otro lado espirulina contiene un alto peso en proteína de 60-70%, de su peso seco del cual el 90% es digerible como se muestra en el cuadro 1. Así mismo es abundante en todos los nutrientes esenciales a excepción del azufre que está en cantidades bajas. Lo que detona a que el alga puede ser un aditivo viable en cuestión proteica en la alimentación de los humanos y los animales (Ciferri y Tiboni, 1985; Henrikson, 1989).

Cuadro 2.1 Composición nutricional comercial en polvo de espirulina seca (por 100g) adaptado por Belay et al. 2008).

| Nutriente | Contenido y unidad |
|------------------------------|--------------------|
| Contenido energético | 373 kcal |
| Grasas totales | 4,3 g |
| Grasa saturada | 1.95 g |
| -pufa | 193 g |
| -mufa | 0.26 |
| -colesterol | < 0.1 |
| Acido gamma-linolenico (GLA) | 1080 mg |
| Carbohidratos | 17.8 g |
| Proteínas | 63 g |
| Vitamina A (beta-carotenos) | 352.000 ui |
| Total carotenoides (mean) | 504 mg |
| -b-carotenos (mean) | 211 mg |
| -zeaxanthin | 101 mg |
| vitamin K | 1090 ug |
| vitamina B1 (tiamina HCL) | 0.5 mg |
| vitamina B2 | 4.5 mg |
| Niacina | 14.9 mg |
| VitaminaB6 (Piridoxina HCL) | 0.96 mg |
| Vitamina B12 | 162 ug |
| Calcio | 468 mg |
| Fosforo | 961 mg |
| Hierro | 87.4 mg |
| Lodine | 142 ug |
| Magnecio | 319 mg |
| Zinc | 1.45 mg |
| Selenio | 25.5 mg |
| Cobre | 0.47 mg |
| Potasio | 1660 mg |
| Manganeso | 3.26 mg |
| Sodio | 641 mg |

Espirulina es rica en carotenos y ácidos grasos, especialmente el ácido c-linolenico (GLA) (Howe et al, 2006). Así mismo es un alimento popular en los

últimos tiempos por su destacado porcentaje de proteína el cual oscila en el 60-70%. (Wackernagel *et al.*, 2002).

Usos de Espirulina en la Alimentación Animal

El consumo de alimentos de origen animal esta en ascenso en los últimos tiempos, ya que la economía en países desarrollados es estable y esto conlleva a tener alta demanda en estos alimentos, así mismo esto promueve que las personas puedan adquirir productos de mejor calidad nutrimental.

Las empresas en general deben tener un compromiso con el cuidado del medio ambiente, para poder fabricar sus productos, De tal manera que los países desarrollados se concentran en tomar decisiones innovadoras para cumplir con este requisito. Al estar a la vanguardia se pretende tener mayor reconocimiento y categoría mundial. Así mismo podrán brindar un servicio más atractivo al consumidor.

Actualmente las políticas y culturas al rededor del mundo están cambiando y las personas son más exigentes en su alimentación. El acceso a la información crea una visión del cuidado personal, a partir de la alimentación. Es por eso que las personas tratan de consumir alimentos que estén libres de procesos, que contengan compuestos químicos u otros componentes que nos sean de su agrado. Esto conlleva a que la industria de la nutrición animal desarrolle estrategias para alimentar a los animales, es decir, tratar de alimentar con fuentes naturales. De tal manera que se nutra al animal, satisfaga la demanda y se contribuya al cuidado del medio ambiente. Esto hace que los productos se consideren como saludables y atractivos a la sociedad actual. (Gaunt *et al.*, 2010, Poppi y McLennan, 2010). Espirulina es un aditivo emergente actualmente y puede ser uno del protagonista para cumplir con los criterios novedosos en la alimentación animal.

El alga espirulina se comercializada en todo el mundo como se muestra en el cuadro 2 y su consumo se utiliza como de complemento alimentario en humanos y animales.

En estudios realizados en 2005 se menciona que aproximadamente la mitad de la producción total de espirulina es utilizada en bovinos y acuicultura (Muhling *et al.*, 2005). A si mismo las investigaciones de espirulina como suplemento alimenticio cada vez, da más indicios de compresión sobre su utilización en la nutrición animal (Shimamatsu, 2004; Raof *et al.*, 2006; Peiretti y Meineri, 2011).

Suplementación de Alga Espirulina en Pollos

Crecimiento

Las aves en especial el pollo de engorda ha sido el más utilizado para realizar estudios en cuanto a su nutrición con suplementación de espirulina. Ya que estos son finalizados en corto tiempo (Ross y Dominy 1990).

Estudios pasados han encontrado que las tasas de crecimiento del pollo disminuyen cuando espirulina reemplaza la harina de soya descascarada en raciones de 10% o de 20% de materia seca. (Ross y Dominy, 1990). Otros estudios reemplazaron la torta de mani (Saxena *et al.*, 1983). Ambos resultados muestran que no hubo variación en el crecimiento, de tal manera que a partir de estos estudios, se puede destacar que espirulina como sustitución para mejorar el crecimiento del pollo depende del alimento que se pretenda sustituir de la dieta base y para que nutriente específico hacerlo (Venkataraman *et al.*, 1994)

Por otra parte se ha demostrado que los niveles de espirulina en la dieta de 4 u 8% g / kg de ración de alimento mantendrán las tasas de crecimiento típicas (Toyomizu *et al.*, 2001).

Estudios realizados para evaluar el rendimiento en canal, tasa de conversión alimenticia y ganancia diaria de peso, demuestran que la inclusión de alga espirulina en polvo seco en dietas de pollos de engorda con dosis de 1kg por tonelada de alimento. Así como la adición de prebióticos como (lactosa) y (myco) en las mismas proporciones, mejoran las variables de producción zootécnica en general (Kaoud, 2015).

El alga espirulina tiene una composición química adecuada la cual la hace eficaz para utilizarse en la alimentación avícola. Esta composición puede mejorar la pigmentación y el valor nutricional de la carne y los huevos así como la sustitución de fuentes alimenticias sintéticas (Swiatkiewicz, 2015).

Esta cianobacteria ha sido implementada como suplemento para incrementar el crecimiento y la inmunidad en pollos. En un estudio con cuatro tratamientos con dosis de 2, 4, y 8 % de espirulina / kg de alimento y el grupo control de 0.0 durante 4 semanas. Se mostró que el peso corporal aumento en los grupos alimentados con espirulina del 7 al 28 días de edad. Este estudio menciona que el peso corporal es significativamente mayor. Mientras que la tasa de conversión alimenticia (FCR) fue variada entre los tratamientos. En cuanto a los estudios acerca de la inmunidad los parámetros hematológicos fueron regulares excepto la velocidad de sedimentación globular (ESR) que se redujo, Así mismo en todos los tratamientos el aspartato aminotrasferasa ALT y el alanina aminotrasferasa disminuyeron, De tal manera que este estudio sugiere que espirulina es un aditivo natural para la producción de pollo y reducir los costos de producción (Rawshon, 2015).

Otro estudio evaluó el crecimiento, estabilidad de la carne y el perfil de ácidos grasos benéficos en la carne de pollo. El cual consistió en dos tratamientos con dosis de 5 g y otra de 10 g por kg de alimento en iniciación que abarcan de 1 a los 14 días, con dietas convencionales de maíz y soya. Así mismo para la etapa de engorde que va desde el día 15 al 28. Este proceso siguió de igual forma hasta el momento de finalización que es hasta los 42 días. Los resultados mostraron que, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la mortalidad no difirieron entre los grupos, Mientras que en la carne la composición de ácidos grasos se enriqueció específicamente en ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico. Por lo que se destaca que espirulina puede ser un alimento innovador en la alimentación de pollos de engorda (Bonos 2016).

Calidad del producto

El alga espirulina en estudios recientes ha demostrado que mejora el color de la yema, debido a su alto contenido en carotenos como la zeaxantina, xantofilas y en particular del b-caroteno. Así mismo se ha demostrado que estos compuestos se acumulan y crean un amarilleo en la carne de pollo. (Toyomizu et al, 2001). Años después se descubrió que los niveles de espirulina en un nivel de 1% de la ración total en la semana anterior al sacrificio dan como resultado una pigmentación del tejido muscular de los pollos que son más atractivos a las preferencias del consumidor. (Dismukes et al., 2008).

En cuanto al rendimiento en pollos de engorda la microalga a tenido varias verificaciones, por ejemplo, en 2015, 8 pollos de engorda fueron incorporados aleatoriamente a 1 de 4 tratamientos dietéticos que consistieron en ocho réplicas de 25 veces cada una. Las dietas comerciales fueron complementadas con espirulina con dosis de 0% 0,5%, 1% y 1,5%. Como resultado se mencionó que hubo un incremento significativo en cuanto a peso corporal, relación de conversión alimentaria y longitud de las vellosidades, en comparación con el control, por lo cual la inclusión de espirulina al 1% en la dieta puede mejorar estas variables de producción (Shanmugapriya, 2015).

Salud

Anteriormente la espirulina dietética se asoció como un ingrediente con rentabilidad significativa. De modo que se demostró que las pre-mezclas de vitaminas y minerales pueden ser remplazadas con espirulina, ya que el alga posee estos nutrientes. Además, se encontró que los pollos que consumían espirulina en la dieta manifestaban una mejor salud que los individuos que no lo hacían (Venkataraman et al.1994). Esta propiedad se atribuye al ascenso de función de los macrófagos y al sistema de fagocitos mononucleares que son estimulados al incluirse espirulina en la ración. Estos hechos provocan una resistencia mayor a enfermedades. De modo que esto conduce a tener pollos saludables con niveles de espirulina de 10 g / kg en la ración, y por ende genera mayor rentabilidad en la producción (Qureshi et al., 1996).

Los pollitos alimentados con niveles de espirulina de 10 g / kg de dieta habían aumentado la actividad de las células natural killer (NK) siglas en ingles o células asesinas en español. Son un tipo de linfocito del sistema inmunitario mismas que ayudan a mejorar el sistema inmunológico de los pollos comparación con el grupo de control. Por tal motivo hubo un mayor potencial de resistencia a las enfermedades (Qureshi et al. 1996). Así mismo la actividad fagocítica del pollo tuvo un incremento con suplementación de espirulina en niveles de espirulina del 0,5%, 1% y 2% de la dieta (Batshan et al. 2001).

Por otro lado también, se ha estudiado espirulina como fuente para evitar el estrés en aves y para otros parámetros en la cual, se expuso pollitos a altas temperaturas, con pesos iniciales de 615,6 g a los 17 días de edad. 5 tratamientos, 5 réplicas de 10 polluelos, control positivo y negativo con 0 espirulina y 3 grupos receptores de espirulina con 5 g / kg (0,5%) 10 g / kg (1%) y 20 g / kg (2 %). Los grupos se expusieron a alta temperatura ambiental 36 grados centígrados durante 6 horas por día de 38 a 44 días de edad. Se realizaron muestras bioquímicas de suero a los 35, 38, 42 y 45 días de edad de los pollos. Estas pruebas demostraron que la hormona del estrés disminuyo y algunos parámetros de los lípidos séricos al mismo tiempo que mejoro la respuesta de inmunidad humoral y el estado de antioxidantes elevado, sin embargo la conversión alimentaria mejoro estadísticamente pero no numéricamente en pollos con dosis al 1% de espirulina a temperatura alta, por lo tanto se concluye que la suplementación de espirulina puede ser de gran ayuda para manejar el comportamiento de las aves expuestas a altas temperaturas así como a tener mejor respuesta inmunitaria, en el perfil de lípidos y del sistema antioxidante-enzimático (Mirzale, 2018).

Suplementación de Alga Espirulina en Gallinas Ponedoras.

Calidad del producto

La espirulina ha sido utilizada como suplemento en gallinas ponedoras para hacer pruebas en el mejoramiento del color de la yema, esto con el objetivo de cumplir con los estándares de calidad y las expectativas de mercadotecnia que maneja la sociedad actualmente. En años anteriores se utilizó espirulina en raciones para ave, el cual mejoro el color de la yema de huevo, ya que esta alga contiene compuestos como zeaxantina, xantofilas y otros pigmentos carotenoides, en particular el b-caroteno, que se acumula en la yema y da un aspecto llamativo al consumidor (Anderson et al., 1991).

En concordancia con lo anterior se realizaron pruebas recientes en las que se observa que la yema de huevo presento un color optimo en gallinas alimentadas con linaza y espirulina al 5% (p / p) en comparación con grupos que solo fueron alimentados con linaza en un 20% (p / p) (Rajasha et al. 2011).

Salud humana

Estudios demuestran que el colesterol total del huevo de gallinas Leghorn se redujeron cuando las dietas contenían 150 g de linaza + 200 mg de vitamina E + 3 g de espirulina por kg de dieta (Sujatha and Narahari 2011). Así mismo en otros grupos de gallina Leghorn, de 32 semanas de edad, fueron alimentadas con 20% de semillas de lino enteras y 5% de espirulina (p / p).Las cuales en los resultados mostraron huevos con niveles más altos en ácido linoleico reduciendo el colesterol (Rajasha et al. 2011).

Por otra parte y en ayuda del bienestar humano estudios actuales muestran que los pigmentos de carotenoides de yema de huevo y los niveles de ácidos grasos omega-3 aumentan cuando grupos de Gallinas Leghorn son alimentadas con 150 g de semillas de lino + 200 mg de vitamina E + 3 g de espirulina por kg de dieta (Sujatha and Narahari 2011).

Suplementación de alga espirulina en rumiantes.

La capacidad de los rumiantes para digerir el material de algas sin procesar los hace especialmente adecuados para la utilización de la espirulina en la dieta. Esto se complementa con una digestión eficiente de la fracción de

carbohidratos de espirulina por rumiantes cuando se usa en niveles de hasta 20% de la ingesta total, en comparación con otros tipos de alimentación de algas como *Chlorella* sp o *Scenedesmus obliquus* (Gouveia et al., 2008). Así mismo se ha demostrado que la espirulina aumenta la producción de proteína cruda microbiana y reduce su tiempo de retención dentro del rumen (Quigley y Poppi, 2009). Además, aproximadamente el 20% de la espirulina dietética puede evitar la degeneración del rumen, lo que la hace estar disponible para tener una absorción directa en el abomaso (Quigley y Poppi, 2009).

No obstante, en rumiantes el alto contenido de sodio de espirulina aumenta el consumo de agua y la excreción de orina (Panjaitan et al., 2010). Aunque esto es generalmente típico de los tipos de algas alimenticias (Marin et al., 2009).

Ganado Lechero

Productividad

Los ensayos de espirulina con vacas lecheras han producido resultados positivos con un impacto directo en la productividad. Estudios realizados con estos ejemplares encontraron que las vacas que recibían espirulina dietética tuvieron un aumento del 21% en su producción de leche. De igual forma otros estudios mostraron un aumento de la grasa láctea (entre 17,6% y 25,0%), proteína de leche (+ 9,7%) y lactosa (+ 11,7%) en vacas que recibieron espirulina en comparación con el grupo control (Kulpys et al .2009).

En cuanto al contenido de ácidos grasos saturados de la leche disminuyó y los ácidos grasos mono insaturados aumentaron cuando las vacas recibieron espirulina (Christaki et al., 2012). Estos resultados podrían atribuirse a la influencia de espirulina en la síntesis de proteínas microbianas, la evitación de la degradación ruminal y su composición rica en nutrientes. Además, estos hallazgos destacan el uso de espirulina en la mejora del atractivo de la salud de la leche. La espirulina dietética también se ha asociado con disminuciones significativas en el conteo de células somáticas de leche mejorando así la seguridad alimentaria de la leche. (Simkus et al., 2007), De igual forma estudios

demuestran que las vacas alimentadas con niveles de espirulina de 2 g / día (p / p) produjeron más leche que el grupo testigo (Simkus et al. 2007).

Crecimiento

La espirulina ha tenido efecto en el crecimiento y condición corporal del ganado lechero. Por ejemplo en un estudio donde se alimentaron vacas lecheras con 200 g de espirulina diariamente, fueron 8,5 -11% más gordas que el grupo de control, evaluadas usando la puntuación de la condición corporal (Kulpys et al. 2009).

Calidad del producto

Las raciones para vacas lecheras suplementadas con espirulina a niveles de 2 g / día mostraron un promedio mayor en grasa y lactosa que los individuos del tratamiento control. (Simkus et al. 2007, 2008).

Espirulina también tuvo efectos benéficos en cuanto a los niveles de ácidos grasos, los cuales disminuyeron, mientras que los ácidos grasos mono insaturados y poliinsaturados aumentaron. Este grupo fue de cuatro Holsteins cruzados y se suministró espirulina a una ración de 40 g / día (Christaki et al. 2012).

Fertilidad

La calidad del esperma de toro ha demostrado ser mejorada con espirulina. Al igual que en los cerdos en cuanto a la motilidad de los espermatozoides, la concentración y la viabilidad post-almacenamiento. Estos resultados fueron positivos significativamente, cuando los toros recibieron un extracto biológico extraído de espirulina. Sin embargo, el efecto de la dieta con

la adición de dicha alga, sobre la calidad del esperma de toro debe ser estudiado más a fondo (Granaci, 2007).

Suplementación de Alga Espirulina en Ovejas

Los corderos de 6 meses de edad alimentados con niveles de espirulina de 10 % (p / p) tenían un peso vivo mayor que los que recibieron el 20 % (p / p) y el grupo control (Holman et al. 2012). Las puntuaciones de la condición corporal de los corderos son más altas en corderos alimentados con niveles de espirulina de 10% y 20% (p / p) en comparación con los controles (Holman et al. 2012). Así mismo los corderos alimentados con leche de vaca enriquecida con 10 g / día de espirulina tuvieron tasas de crecimiento más altas en el periodo de 15 - 30 días de edad en comparación con el grupo de control (Bezerra et al. 2010).

Gestación

Las ovejas preñadas y alimentadas con pellets que contenían 2 g de espirulina produjeron corderos al nacimiento con pesos más altos y ganancias diarias promedio que los de ovejas del experimento control (Shimkiene et al. 2010).

Calidad del cordero

La investigación de las respuestas de la producción ovina en la dieta suplementada con espirulina están en ascendencia (Bezerra et al. 2010). En estudios recientes en corderos que reciben espirulina tienen un peso vivo más alto y un promedio de ganancias diarias (DGP) que otros corderos que no reciben espirulina. Así mismo también se muestra que un avance en la condición corporal y otros rasgos de conformación del cuerpo. Sin embargo, la variación en (GDP) no alcanzó significación estadística. Esta divergencia entre los dos estudios se debió principalmente a las diferencias de edad de los corderos y las suspensiones de espirulina en el agua utilizada para el suministro de la espirulina (Holman, et al. 2012).

Por otra parte, también se ha demostrado que las hembras preñadas que reciben espirulina entregan corderos más pesados con una puntuación de (4,07%) de aumento en la (GDP) en comparación con las ovejas preñadas que no reciben espirulina. (Holman et al. 2012).

Suplementación de Alga Espirulina en Conejos

La espirulina se ha probado en las raciones de grupos de conejos de carne comercialmente cultivados. Se ha demostrado que su inclusión en dietas de conejo no influye en el crecimiento del conejo (Peiretti y Meineri, 2008). Estos hallazgos pueden calmar las preocupaciones de que las raciones de grupos que contengan espirulina serían menos digeribles que las dietas convencionales de conejo. Sin embargo, los conejos que reciben espirulina en la dieta tienen un mayor consumo total de alimento comparado con aquellos que no reciben espirulina (Peiretti y Meineri, 2008). El alga ha tenido gran aceptación en ámbitos de digestibilidad ya que en estudios se ha suplementado niveles de 1% en la dieta de conejos. Estos resultados muestran una mejora en la digestibilidad de la proteína bruta en conejos en comparación con los grupos controles (Peiretti y Meineri, 2009). Por lo tanto, incluir espirulina en las dietas de conejo puede ser útil cuando las dietas basales son altas en grasa para proporcionar suficiente energía y para 'alimentar' las tasas óptimas de crecimiento (Peiretti y Meineri, 2009).

Se ha demostrado que la calidad de la carne de conejo mejora cuando los conejos recibieron espirulina dietética. Por ejemplo, (Meineri et al. 2009) y Estudios actuales Identificaron que espirulina en la dieta como un factor causal para incrementar las proporciones de ácido linolenico (AGL) y n-6 / n-3 en el contenido de lípidos de los músculos de los conejos. (Peiretti y Meineri 2011). Esto apoya el continuo color y apariencia de la carne preferible al consumidor mejorando la estabilidad oxidativa de la carne de conejo. (Dalle Zotte y Szendro, 2011). Además, la GLA tiene beneficios para la salud de los seres humanos (Howe et al., 2006), y su mayor nivel en la carne de conejo sería atractivo para los consumidores conscientes de la salud. También se ha comprobado que la salud del conejo mejora con la dieta que tenga espirulina, ya que los conejos que

recibieron espirulina tuvieron mayores niveles de oxihemoglobina que aquellos que no la recibieron (Meineri et al., 2009).

Crecimiento

En cuestión de crecimiento en conejos estudios demuestran que el peso final y el aumento de peso no difirieron entre los conejos alimentados con niveles de espirulina de 0%, 5%, 10% o 15% de la dieta. (Peiretti and Meineri 2008, 2011). Mientras que a ingesta de alimento de los conejos alimentados con niveles de espirulina del 5% y 10% de la dieta fue mayor que el grupo de control y que el del 15% (Peiretti and Meineri 2011).

Estudios anteriores muestran que los conejos que recibieron niveles de espirulina del 1% de la dieta habían aumentado la digestibilidad de la proteína cruda en dietas bajas y altas en grasas (Peiretti y Meineri 2009).

Calidad del producto

En cuanto a la calidad del producto el contenido de ácido C-Linoleico en la grasa perirrenal y tejido de la carne en conejos aumentó con Los niveles de espirulina del 5%, 10% y 15% de la dieta lo cual es importante para la nutrición y salud humana (Peiretti and Meineri 2011).

Suplementación de Alga Espirulina en Cerdos

Crecimiento

El cerdo es uno de los animales domésticos más consumidos y demandados en el consumo humano. Actualmente las personas prefieren comer este alimento siempre y cuando el producto haga referencia a que estos individuos son alimentados de forma natural.

Un estudio menciona que cerdos de destete alimentados con espirulina, tuvieron mayores tasas de crecimiento de hasta un 9% comparado con el grupo control. (Hugh, et al. 1985). Años más tarde en otros estudios no se encontró crecimiento en los cerdos suplementados con espirulina. (Grinstead et al. 1998). Este suceso contrasta lo anterior, pero atribuye las diferencias en cuanto al procedimiento de ambos estudios. Ya que Hugh (1985) uso diferentes tipos de genotipos de cerdos y espirulina granulada, mientras que en Grinstead (1998) uso cerdos mestizos, pero espirulina pelleteizada. En pruebas recientes se describe y se analiza que los estudios anteriores fueron afectados por la heterocis afectando así el crecimiento. Debido a que la digestibilidad de la proteína disminuye al aumentar los niveles de espirulina. (Gillespie y Flanders, 2010). Esto hace referencia a que la estructura de la pared celular de espirulina es compleja y es capaz de soportar las enzimas digestivas del cerdo. Los estudios anteriores fueron suplementados con espirulina granulada y espirulina pele tizada, hechos que pueden ser los causantes de estas diferencias en las tasas de crecimiento (Fevrier y Seve, 1975).

Fertilidad

Las raciones de cerdo que contienen espirulina se han relacionado con la mejora de la fertilidad del verraco. Estudios han encontrado que el verraco al recibir extracto de espirulina en 1.5 ml / día genera una mayor calidad espermática, es decir, que se mejoró el volumen espermático en un 11% así como la motilidad y viabilidad post-almacenamiento. (Granaci, 2007). Por otra parte se sabe que el contenido de sodio de espirulina aumenta el consumo de agua y la excreción de orina (Panjaitan et al., 2010).

Sistemas de Producción de Pollos en México.

En México existen tres sistemas de producción avícola, estos se diferencian en base a la tecnología que se utiliza para su mantenimiento.

Los sistemas de producción avícola son básicamente tres, Tecnificado, semi tecnificado y de traspatio. Otro aspecto que los diferencia es que la producción va dirigida a un tipo de Mercado.

Sistema tecnificado

El sistema tecnificado esta diseñado con base a la demanda de los países donde se ubica, el cual procura tener un sistema de alta tecnología para abastecer y ser más eficiente y eficaz la producción. Este tipo de sistema es el que utilizan las grandes compañías con el objetivo de mostrar tecnologías de punta para producir y procesar alta cantidad de aves, ya sea para carne, huevo o reproductoras.

Estas empresas cuentan con altos estándares de calidad, para su producción en ellos influye su maquinaria, la cual está diseñada para hacer eficiente la granja, de modo que se tiene instalaciones de higiene, nutrición, transporte, entre otros, del mismo modo poseen estrictas formas de manejo y organización de la empresa, siendo esto primordial para brindar un excelente servicio .Así mismo las personas deben tener un alto responsabilidad al manejar aves en grandes cantidades.

Esto permite tener alta calidad en sus inventarios estas compañías cuentan con sus propios laboratorios de diagnóstico y servicio técnico, lo que les permite mantener altos niveles de calidad sanitaria de sus inventarios y cumplir con las exigencias establecidas por las diferentes compañías zoonosanitarias oficiales .El control de estos factores económicos y la retención del valor agregado generado a lo largo de la cadena producción consumo, permiten que se obtengan niveles de rentabilidad elevados y que, por tanto, ante fenómenos de disminución de precios, puedan mantenerse en operación, ganando espacios desatendidos por la producción semitecnificada.

En México las principales entidades que sobresalen en la producción avícola son Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Nuevo León, Yucatán, Veracruz, México y la comarca lagunera en los que se encuentra Coahuila y Durango

estima que este estrato productivo aporta aproximadamente el 70% de la carne de pollo que se produce en México.

Sistema semitecnificado

Este sistema se encuentra a lo largo de todo el país pero con un nivel de media tecnología, lo que se traduce a menor cantidad de productividad. Debido a que no poseen un alto grado de tecnificación esto se asimila a altos costos de producción y muchas veces la productividad no responde como se espera ya que estos sistemas dependen de otras empresas para mantener su estándar esto les limita a minimizar costos debido a la independencia.

Los problemas de enfermedades y los estándares de calidad para su comercialización, son uno de los aspectos que detonan al abandono de las compañías semitecnificadas, al mercado urbano por lo que optan por comercializar en mercados regionales o bien que se asocien con compañías tecnificadas esto reduce sus inversiones fijas. Las condiciones bajo las que se combinen la producción son la aportación del pollo recién nacido, alimento, medicamentos y servicios técnicos por parte del productor integrado, en tanto que el pequeño productor aporta instalaciones y mano de obra. Cuando el ciclo de engorda finaliza, la compañía integrada se encarga del procesamiento del pollo y su comercialización, recibiendo el pequeño avicultor la liquidación sobre un precio pactado. Se estima que el 20% de la producción nacional de carne de pollo se efectúa bajo este sistema. Estos sistemas se ubican en todo el país pero primordialmente en Chihuahua, Tamaulipas, Michoacán Chiapas Hidalgo y Morelos.

Sistema de traspatio

Este sistema fue el origen de los sistemas anteriores ya que desde la domesticación de la gallina, *Gallus domesticus*, el interés de tener estos animales cerca de la casa, tomando interés gracias a brindar alimento a las poblaciones.

Este sistema se encuentra extendido por todo el país, el cual carece de tecnologías modernas. Por lo tanto sus estándares de productividad son bajos.

En México se desarrollan proyectos de aves de traspatio en comunidades rurales por medio del gobierno, con el objetivo principal de que las personas tengan alimento cerca de sus hogares, así como que se despierte el interés de cuidado y educación de las personas.

Las compañías zoosanitarias desarrollan campañas para un uso y manejo adecuado de estos proyectos implementados en las comunidades rurales con fin de evitar propagaciones de enfermedades a compañías semitecnificadas.

El objetivo de este sistema es simplemente de abastecimiento familiar y venta de excedentes por lo que su venta no se vincula en el mercado nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El experimento así como todas las actividades fueron realizados en las instalaciones de la unidad metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo, Coahuila, México. Ubicada actualmente en la ex-hacienda de Buenavista Municipio de Saltillo Coahuila en el Km 7, al sur de esta ciudad, sobre la carretera 54 Saltillo Zacatecas, Se localiza entre las coordenadas geográficas 25 grados 22 segundos de altitud norte y 101 grados 02 segundos longitud este y a una altitud de 1742 msnm.

Condiciones Climáticas

El clima del sitio experimental es muy seco BW hw x e semicalido con inviernos frescos extremoso, con lluvias en verano y precipitación invernal superior al 10 por ciento del total anual la precipitación total anual media es de 350 400 mm con régimen de lluvias de junio a octubre. El mes con lluvias más abundante es julio y marzo es el mes más seco, La temperatura media anual es de 19.8, °C con heladas que comienzan en noviembre.

Descripción de Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos que consistieron en la adición de 0 al grupo control y 0.5% al grupo experimental de alga espirulina en polvo en la dieta de iniciación y finalización (ver cuadro 3.1), cada tratamiento con 6 repeticiones y cada repetición con diez pollos (unidad experimental) de la línea Ross 308, en total se utilizaron 120 animales.

Cuadro 3.1 Composición del alimento o dieta experimental evaluada en la etapa de iniciación.

| Ingredientes | Control | Espirulina |
|------------------------|----------------|-------------------|
| Maíz quebrado | 38.40 | 38.40 |
| Soya pasta | 44.35 | 44.35 |
| Melaza | 5.00 | 5.00 |
| Aceite/ vegetal | 4.18 | 4.18 |
| Broiler 1 | 2.00 | 2.00 |
| Metionina 99% | 0.16 | 0.16 |
| CaCo3 | 0.038 | 0.038 |
| Ca (H2PO4) | 0.10 | 0.10 |
| NaCL | 0.005 | 0.05 |
| Alga Espirulina | 0 | 0.05 |
| Total | 100 | 100 |

Manejo de las aves

En el día uno, a la llegada de los pollitos, fueron trasladados inmediatamente a un apartado de la caseta en una criadora de luz durante los primeros 7 días con una temperatura de 32 °C, que es la adecuada para un óptimo desarrollo, de igual forma se contaba con un calentador de gas LP y focos generadores de calor, por lo que la temperatura fue regulada por un termómetro que manualmente se adecuaba el nivel de calor de la criadora. La alimentación durante esta etapa fue a base de pelets baby chicken y bebedores manuales de dos litros de capacidad, adicionados con electrolitos para evitar deshidratación esto se realizó durante los 8 días de vida debido a las altas temperaturas presentadas en este periodo en el que se realizó el manejo y cuidado de los individuos.

El día ocho, los pollitos se trasladaron de la criadora para ser colocados en las unidades experimentales y empezar la etapa de iniciación, y así mismo concluir la etapa de finalización. Durante la etapa de iniciación se pesaron de forma grupal por cada diez ejemplares para uniformar el peso. Después se hicieron 6 grupos por tratamiento con 10 pollos por repetición y fueron colocados en cada unidad experimental. Los corrales estaban condicionados con una cama

espesa de aserrín, para evitar que pollitos tuvieran contacto con la humedad del suelo y como aislante de frío, durante esta etapa se regulo la temperatura a 30-32 °C y se mantenía en continua ventilación debido a la concentración de calor. La alimentación consistió en ofrecer alimento formulado a libre acceso, en comederos colgantes con capacidad de 8 kg y el suministro de agua fue en bebederos manuales de 3.708 litros, la etapa de inicio finalizo a los 15 días de vida del pollo, así mismo se remplazó la cama de aserrín por una nueva.

La etapa de finalización empezó a los 16 días de nacidos. Para el inicio de esta etapa los pollos fueron pesados de forma individual y posteriormente se ofreció la dieta formulada para finalización adicionada con .05% de alga espirulina. (Ver cuadro 3.3 dieta de finalización), para el tratamiento y la misma dieta sin espirulina para el tratamiento control. El alimento fue a libre acceso y se llevó un registro del consumo de alimento en ambos tratamientos. Esta etapa finalizo a los 42 días, y al finalizar se pesaron nuevamente de forma individual los pollos así como del alimento sobrante. Posteriormente una persona desconocida al experimento selecciono 6 pollos de cada tratamiento para luego proceder al sacrificio para poder obtener otras variables referidas al contenido de grasa y proteína de cada tratamiento.

Cuadro 3.2 Composición del Alimento o Dieta experimental Evaluada en la etapa de finalización.

| Ingredientes | Control | Espirulina |
|-----------------|---------|------------|
| Maíz quebrado | 54.89 | 54.89 |
| Soya pasta | 34.55 | 34.55 |
| Melaza | 3.00 | 3.00 |
| Aceite/ vegetal | 2.05 | 2.05 |
| Broiler 1 | 2.00 | 2.00 |
| Metionina 99% | 0.19 | 0.19 |
| Lisina 99% | 0.13 | 0.13 |
| CaCo3 | 1.98 | 1.98 |
| Ca (H2PO4) | 0.72 | 0.72 |
| NaCL | 0.50 | 0.50 |
| Alga espirulina | 0 | 0.50 |
| Total | 100 | 100 |

Variables Evaluadas

Consumo de alimento

Esta variable se obtuvo, restando el peso del alimento rechazado o no consumido al total de alimento ofrecido, el resultado se dividió entre el número de pollos de cada repetición, ajustando al número de muertes presentadas durante el experimento, como se muestra en la siguiente ecuación.

Consumo de alimento = $\frac{\text{Alimento servido} - \text{alimento consumido}}{\text{número de animales}}$.

Ganancia de peso

Es el peso ganado durante el ciclo de engorda del pollo y se obtiene al restar el peso final del pollo en pie menos el peso inicial registrado

Aumento de peso = peso final – peso inicial.

Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia, es la relación que existe entre el alimento consumido y la producción de carne, y se obtiene dividiendo el consumo de alimento entre la ganancia de peso.

Proteína y grasa en piezas principales

Se obtuvo de acuerdo al manual de técnicas utilizadas por A.O.A.C (198 Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analytical Chemest). Que son las técnicas utilizadas como estándar a nivel internacional.

Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA usando el modelo completamente al azar. Para ello se empleó el PROC GLM de SAS y las medias comparadas con la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del presente estudio se muestran en el cuadro 4.1, en él se observan las variables, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. De acuerdo al modelo estadístico se observó que se presenta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$) entre los tratamientos, para los pollos suplementados con 0.5% de espirulina y el control.

Cuadro 4.1 Comportamiento productivo de pollos de engorda durante la etapa de iniciación suplementados con alga espirulina.

| Tratamiento | Consumo de alimento (g) | Ganancia de peso (g) | Conversión alimenticia |
|-------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| CONTROL | 1128 a | 725 b | 1.60 b |
| ESPIRULINA | 967 b | 867 a | 1.41 a |

Columnas con diferente literal presentan diferencias estadísticas ($P < 0.01$).

En lo referente al consumo de alimento, los pollos suplementados con 0.5% de espirulina, consumieron menos alimento (976 g vs. 1128 g), en comparación con el control, lo que nos indica una diferencia de 161 g de alimento. Esto representa un consumo inferior de 14.27 % en los pollos suplementados con espirulina.

Mora (2012) realizó una investigación para probar el efecto de la misma alga en una dieta balanceada, adicionando 1, 3 y 5% de espirulina, con 64 pollos y observó que el consumo de alimento fue superior en los pollos alimentados con espirulina en comparación con el control, cabe señalar que dicho autor utilizó dosis mucho más altas con lo cual pudo haberse deprimido el consumo por efecto del olor tan particularmente fuerte de dicha alga. Mirzaie (2017) observó que el consumo de alimento fue mayor en pollos alimentados con 0.5% de espirulina (713.8 g vs. 683 g) de los 17 a los 24 días y al usar 2% el consumo fue de igual forma superior (720 g vs 638 g) de consumo acumulado. Cabe

destacar que en este estudio se expuso a las aves a temperaturas de 36 ° C durante 6 h / día a un total de 250 polluelos Cobb para probar el efecto anti estrés de las aves.

En lo referente a ganancia diaria de peso se puede observar que con espirulina, se obtuvo un valor promedio de 867 g, lo cual indica mayor ganancia de peso, a diferencia del control que obtuvo un promedio de 725 g de ganancia, con una diferencia de 142 g. De modo que los pollos suplementados con espirulina, obtuvieron mayores incrementos de peso, del 19.58% en comparación con el control. Al respecto Rawshon (2015) realizó una investigación para detectar ácidos grasos esenciales en la carne de pollo, pero analizó de igual forma otras variables, entre ellas la ganancia diaria de peso. Él tenía 100 aves las cuales se distribuyeron al azar e igualmente en cuatro grupos que se alimentaron con una dieta que contenía 0, 2, 4 y 8 g de espirulina/kg de alimento, respectivamente, durante 4 semanas. Los resultados mostraron que en peso corporal hubo diferencias estadísticamente significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$). En los grupos de tratamiento alimentados con dieta de espirulina a partir del día 7. A los 14 días se mostraron valores de 450 g, en comparación con el control que obtuvo 420 g de peso. Por lo que existe una diferencia de 50, es decir que hubo un incremento del 7.1% de ganancia de peso a 14 días. Cabe señalar que entre más espirulina en la dieta, el estudio observó más ganancia de peso. Siendo este resultado similar al de nuestro estudio se puede decir que el suplementar espirulina al 5% puede tener mejoras en la ganancia de peso de los pollos en la etapa de iniciación.

En cuanto a la conversión alimenticia, también, fue destacada la presencia del alga en la etapa de inicio, debido a que se observa una conversión de 1.41, lo que indica que se requiere 1.41 kilogramos de alimento para incrementar un 1 Kg de peso vivo, mientras que el control requiere 1.60 Kg de alimento para incrementar lo mismo. Existe una diferencia entre los tratamientos de 190 g los cuales representan un 13 % más de alimento requerido por los pollos del control para tener una conversión eficiente. Shanmugaprya (2015) observó en su estudio que la conversión fue diferente en pollos alimentados con 1, 5, y 15 g por kg de espirulina con una conversión de (1.02, 1.11, 1.08 vs. 1.15

del control), pero solamente encontró diferencia para los pollos alimentados con 1% de espirulina, en comparación con 5 y 15 % al igual que para los no suplementados (control), esto tal vez pudo deberse a los altos niveles de espirulina empleados. En el análisis estadístico del presente estudio se mostró diferencia significativa ($P < 0.01$) en esta variable por lo que se puede decir que los pollos que consumieron espirulina fueron más eficientes comparados con el control.

En el (Cuadro 4.2) se muestra el comportamiento productivo de la etapa de finalización para las variables consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia. En el modelo estadístico se muestra que existe una diferencia altamente significativa de medias entre los tratamientos ($P < 0.01$), en las tres variables productivas para los pollos suplementados con espirulina.

Cuadro 4.1 Comportamiento productivo de pollos de engorda durante la etapa de finalización suplementados con alga espirulina

| Tratamiento | Consumo de alimento (g) | Ganancia de peso (g) | Conversión alimenticia |
|-------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| CONTROL | 1931 a | 1341 b | 1.44 b |
| ESPIRULINA | 1702 b | 1450 a | 1.17 a |

Columnas con diferente literal presentan diferencias estadísticas ($P < 0.01$).

En cuanto a los pollos suplementados con alga espirulina para esta etapa, se observa un consumo de 1702 g, con una diferencia de 229 g, es decir, que se redujo en un 11.85% el consumo en pollos suplementados con espirulina en comparación con el control. De igual forma Shanmugaprya (2015) mostró resultados de consumo de alimento a los 30 días (2362 g vs. 2682 g) al suplementar 0.5% de espirulina en la dieta, pero a los 36 días (3497 vs. 3465) por lo que al final de la etapa se redujo el consumo de alimento en un 0.91%. Quishpe (2006) Menciona que los mecanismos de regulación del consumo de alimento varían de acuerdo a las condiciones: nutricionales, fisiológicas y de manejo en las que se encuentran los pollos de engorda y aves de postura. Es decir, el consumo de alimento es el factor más importante que influye en la producción eficiente de los productos avícolas (carne y huevos).

La ganancia de peso para la etapa de finalización, muestra una diferencia de medias entre los tratamientos, de 109 g más de ganancia en los pollos suplementados con espirulina, lo que representa un incremento de 7.51 % con respecto a grupo control. En un estudio (Kaoud, 2012), observó que los pollos suplementados con espirulina en 500 mg por kg de alimento tuvieron mayor peso corporal 2.322 ± 1.82 kg en comparación con el control que obtuvo 2.19 ± 1.65 kg. Al igual, Shanmugapriya (2015) menciona que hubo una diferencia significativa en rendimiento de crecimiento en pollos alimentados con 0.5% de espirulina con un valor de (2065.14 ± 11.27 vs. 1847.32 ± 94.94) kg espirulina en comparación a los 36 días. Sin embargo el peso obtenido en nuestro experimento es bajo en comparación con el manual para la línea Ross 308. Según dicho manual los animales deben presentar pesos alrededor de 1,501 g con las condiciones de un ambiente controlado y con calendario de vacunación (Aviagen, 2014).

Con respecto a la conversión alimenticia para dicha etapa de alimentación, las aves alimentadas con espirulina, presentaron mayor eficiencia, ya que solo se necesita 1.15 Kg de alimento para incrementar un Kg de peso vivo, mientras que en el control requiere 1.44 kg de alimento para incrementar lo mismo, es decir, que el control requiere 290 g más de alimento para convertir un kg de peso vivo. Shanmugaprya (2015) mostró resultados en cuanto a conversión con diferencia significativa ($P < 0.05$) los pollos fueron suplementados con 1 g/Kg de alimento y se mostró valores de 1.71 en comparación con el control de 1.86 a los 36 días de edad. Y al agregar 0.5% obtuvo 1.86 por lo que no infiere con el control. Kaoud (2012) encontró mejor conversión al suplementar 500 mg/kg de espirulina con valores de (1.78 vs. 1.88). En nuestro experimento los pollos fueron terminados a los 42 días y se observó que nuestras conversiones son menores a los del estudio anterior y por lo tanto más eficientes.

Los factores de conversión alimenticia son sumamente importantes en la etapa de finalización, ya que es la etapa es donde se toman decisiones para mejorar el ciclo nuevo.

En el (Cuadro 4.3) se muestra el comportamiento productivo durante todo el ciclo productivo (etapa completa 8-42 d) de pollos suplementados con 0.5% de espirulina. Aquí se observa una diferencia de medias entre los tratamientos con valores altamente significativos ** ($P < 0.01$) en las variables evaluadas.

Cuadro 4.2 Comportamiento productivo de pollos suplementados con alga espirulina durante todo el ciclo.

| Tratamiento | Consumo de alimento (g) | Ganancia de peso (g) | Conversión alimenticia |
|-------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| CONTROL | 3060 a | 2069 b | 1.48 b |
| ESPIRULINA | 2670 b | 2318 a | 1.15 a |

Columnas con diferente literal presentan diferencias estadísticas ($P < 0.01$).

Al suplementarse espirulina se muestran resultados positivos en cuanto al consumo de alimento, con una diferencia de 390 g menos en comparación con el control. Lo que hace referencia a que las aves alimentadas con espirulina tuvieron un consumo inferior de 12.74%. Nilipour (2010) menciona que el consumo es sumamente importante durante todo el ciclo ya que este representa el 50-70% de los costos de producción. De modo que la espirulina puede ser un suplemento viable para disminuir el consumo de alimento, sin mermar la ganancia de peso, lo cual significa una mayor eficiencia alimenticia.

Mora (2012) realizó una investigación para probar el efecto de la misma alga en una dieta balanceada, adicionando 1, 3 y 5% de espirulina, con 64 pollos y obtuvo un consumo total de 2808, 2824, y 2854 g, respectivamente. Mientras que el consumo total del control fue de 2784 g. con respecto a los pollos suplementados con espirulina. Dicho autor no observó diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo se aprecia que hubo un consumo similar en los 4 tratamientos el cual es semejante a la media observada en el presente estudio. Sin embargo en nuestro estudio si se observó diferencia en el consumo usando de igual forma 0.5% de espirulina mas una dieta balanceada. Tal vez los resultados observados por Mora (2012) se deban a las altas dosis suplementadas, en comparación al presente trabajo de investigación.

En cuanto a la ganancia de peso, fue mayor en los pollos suplementados con espirulina con una diferencia de 249 g más de ganancia de peso en

comparación con el control, ya que el control ganó en todo el ciclo 2069 y las aves que consumieron espirulina ganaron un total de 2318g. Esto representa un 10.74% de incremento de peso con suplementación de espirulina. En un estudio de Mora (2012) se obtuvieron resultados semejantes para la ganancia de peso, destacando a la mejor dieta en cuanto a ganancia de peso a pollos suplementados con espirulina con una dieta balanceada + 5% de espirulina con un promedio de 3055 g de ganancia en comparación el control que obtuvo 2722 g de ganancia, es decir, que los pollos que consumieron espirulina mostraron un 10% de incremento de ganancia de peso. En otro estudio en dietas de codornices japonesas se observó una mejor ganancia de peso al agregar 1 g por kg de espirulina en dieta que no contenía harina de pescado ni salvado de trigo vs. una dieta que sí contenía esos ingredientes y comparado con el control se mostraron ganancias de (211 vs. 192 g) (Yusuf, 2016). Por otra parte se ha demostrado que los niveles de espirulina en la dieta de 4 u 8% g/Kg de alimento mantendrán las tasas de crecimiento típicas. (Toyomizu et al., 2001). Pero Kharde (2012) mostró en sus resultados finales que el peso vivo al final del experimento eran significativamente mayores en los grupos de pollos de engorda suplementados con 500 mg/kg de alimento ($P < 0.05$) comparadas con el control.

En lo que se refiere a conversión alimenticia, ésta fue más eficiente para los pollos alimentados con espirulina, (1.15 vs. 1.48) esto significa que las aves alimentadas con alga espirulina demandaron 330 g menos que en el control, para obtener un Kg de ganancia de PV. Bonos (2016) menciona que en su investigación la relación de conversión alimentaria no fue estadísticamente significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$) los pollos suplementados con 5 y 10 g/Kg de alimento ya que obtuvieron conversiones de 2.13 y 2.10 respectivamente en comparación con el control que obtuvo 2.0. Por lo que se puede decir que la influencia de espirulina en dicho estudio no mejoró la eficiencia en general de los pollos. Al respecto se han observado múltiples resultados de diferentes autores, existiendo unos que sí observaron mejores eficiencias y otros que no lo hicieron. Al respecto, (Venkataraman et al., 1994) mencionan que se puede destacar que la espirulina puede mejorar el crecimiento del pollo, pero esto depende del alimento que se pretenda sustituir de la dieta base y para que nutriente específico hacerlo.

Esta alga puede ser buena opción para mejorar el rendimiento en general de las aves de engorda. Anteriormente la espirulina se asoció como un ingrediente con rentabilidad significativa (Venkatamaran et al., 1994). Así mismo se demostró que las pre-mezclas de vitaminas y minerales pueden ser remplazadas por espirulina ya que el alga posee estos nutrientes, así mismo estos hechos provocaron pollos más saludables al incluir 10 g por kg en la ración de pollos de engorda (Qureshi et al., 1996).

En el (Cuadro 4.4) se muestra una comparación de medias entre los tratamientos para medir el porcentaje en proteína y grasa en pechuga y en pierna + Muslo. En el análisis estadístico se muestran valores altamente significativos ($P < 0.01$) en el tratamiento suplementado con 0.5% espirulina.

Cuadro 4.3 Variables de calidad de piezas comerciales de pollos Ross 308 adicionados con 0.05% de alga espirulina.

| Tratamiento | Proteína en pechuga %** | Proteína en pierna + muslo %** | Grasa en pechuga %** | Grasa en pierna + mas muslo %** |
|-------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| CONTROL | 19.99 b | 17.39 b | 1.56 b | 2.44 b |
| ESPIRULINA | 23.26 a | 21.34 a | 1.11 a | 1.86 a |

Columnas con diferente literal presentan diferencias estadísticas ($P < 0.01$).

Gallinger (2016). Menciona que el contenido nutricional de una pechuga de pollo sin piel contiene 23.7 g de proteína por cada 100 g de carne, por lo que los individuos que consumieron espirulina, en el presente estudio, muestran valores similares con lo estandarizado en general. La pieza de pechuga de los pollos suplementados con espirulina mostraron una media de proteína muy semejante a lo establecido (23.26 %), con un 3.27 % más con respecto al control (19.99 %). Este estudio muestra valores de acuerdo con Marangoni (2015) ya que el autor menciona que el contenido proteico en pechuga cruda esta en los 23.3%. Estudios recientes demuestran que la espirulina mejora la cantidad de

proteína (21.60 %) en la pechuga de pollo comparado con el control (20.20 %) al reemplazar 50% de la proteína de la soya en pollos de engorda (Altmann, 2018).

De igual forma Gallinger (2016) menciona que el contenido proteico en pierna + muslo es de 17.0 g. Lo que hace referencia al valor de espirulina en esta porción comercial, ya que nuestros pollos mostraron 21.34 % lo que rebasa a lo establecido con una diferencia de 4.3 % de proteína en estas partes. Mientras que el control se encuentra en los parámetros generales 17.39%. Por lo que espirulina tuvo un incremento de proteína en estas partes de 25.5% comparada con lo que menciona el autor y 22.7% comparadas con el control. De igual forma Marangoni (2015) menciona que el contenido de proteína en muslo crudo es de 18.5% por lo que nuestro estudio rebasa el contenido proteico de ambos autores. Al respecto Zeweil (2016) mostró resultados estadísticos con diferencia ($P \leq 0.05$). en pollos suplementados con 1g/kg y 0.5 g/kg de espirulina. El tratamiento control obtuvo ± 0.66 7.53 y espirulina ± 0.35 6.99 al agregar 0.5 g/Kg. Por lo que en este caso fue mejor el control con un porcentaje de 7.1% de proteína. Mientras que al suplementar 1 g/kg de espirulina los resultados fueron ± 0.40 6.70 para el control y ± 0.71 7.43 para espirulina por lo que espirulina obtuvo un incremento de 10.8% en proteína en general. De modo que se observó que a mayor incremento de espirulina en la dieta se mejora el porcentaje de proteína en la carne.

Por lo anterior, que se puede decir que suplementar 0.5% de espirulina en la dieta de pollos puede contribuir al incremento de proteína y se sabe que el contenido proteico en las porciones alimenticias es sumamente importante para la nutrición humana porque contiene aminoácidos esenciales los cuales sirven para generar funciones fisiológicas vitales en el cuerpo. Lo que conlleva a tener una vida saludable.

Con respecto al porcentaje en grasa en los individuos alimentados con espirulina mostraron un valor menor a lo establecido por Gallinger, (2016). Esta dependencia menciona que la pieza de pechuga por lo regular contiene un 1.4 % de grasa. Lo que hace referencia a que la espirulina disminuyó su porcentaje

de grasa con una diferencia de 0.29% menor comparado con el autor y 0.45% inferior comparado con el control (1.11 vs. 1.56% en la pechuga). Por lo que espirulina disminuyó su contenido en grasa en un 21% comparado con el autor y en un 28% inferior de grasa comparados con el control. En un estudio se redujo el porcentaje de grasa en un 8.2 % ya que el control presento 3.4% y espirulina 3.1 % en un filete de pechuga de pollos cuando espirulina remplazaba el 50% de proteína de la soya en la dieta de pollos, aunque al realizar este procedimiento el autor también menciona que el color de la carne da un tono bastante rojizo y un amarillo oscuro en la piel (Altmann, 2018).

Con respecto a la pieza comercial pierna + muslo se mostró un valor de 2.44% en él control y 1.86% en espirulina. Pero, Gallinller (2016) menciona que el % de grasa es de 5.3 % en pierna + muslo. Por lo que el contenido en grasa es bajo en ambos tratamientos. Estas partes comerciales no alcanzan lo establecido en los parámetros con una diferencia de 3.4 % menos en espirulina y 2.9 % en el control. Por lo que espirulina tuvo una disminución de grasa de 64% comparados con el autor un 23.7 % con el control.

Comparando los valores estándar en ambas piezas comerciales se pudiera decir que el porcentaje en grasa se redujo en ambos tratamientos. Cabe destacar que este estudio solo evaluó el contenido de grasa total y no el contenido en grasas insaturadas o mono-insaturadas. En un estudio el autor Bonos (2016) menciona que los ácidos grasos en la carne de pollo fueron mejores en pollos alimentados con espirulina con 10 g por kg de alimento. Esto hizo que se favorecieran específicamente el ácido eicosapentaenoico en 1.35 comparado con el control que obtuvo 0.72, de igual forma el ácido docosahexaenoico con 1.38% en comparación con el control que presento 0.63% en el muslo de los pollos. De modo que espirulina puede llegar a ser benéfica para incrementar el contenido de grasas Omega 3. e incluso a reducir las grasas en pierna y muslo como los resultados que mostramos anteriormente en nuestro estudio. Un estudio mostro que el colesterol se redujo en un 2%. De igual forma los triglicéridos se redujeron en 1.1 %. y los lípidos se redujeron en un 37% en los pollos suplementados con espirulina con 1g/kg de alimento (Zeweil, 2016).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados observados en el presente estudio, se puede concluir que la adición de 0.5 % de alga espirulina mejora las variables productivas y de calidad de la carne en pollos de engorda Ross 308, al disminuir el consumo de alimento, pero incrementando la ganancia de peso y con ello, mejorando la eficiencia alimenticia, para las etapas de iniciación, finalización y el ciclo completo. Así mismo incrementa el porcentaje de proteína y reduce el de grasa para las piezas principales de la canal, lo cual representa una mejoría notoria, lo cual se puede reflejar en una carne más saludable para el consumo humano.

[8344c474585909c7df4&host=68042c943591013ac2b2430a89b270f6af2c76d8dfd086a07176afe7c76c2c61&pii=S0032579119330421&tid=spdf-79f42485-df17-4aa8-b6b4-4daf6d11a613&sid=568bbf765a0c5346597933b95d48a701c5f0gxrga&type=client](https://ejabf.journals.ekb.eg/article_54036_1378eb30f95cacc72eb85aeef836f37.pdf)

Ashraf M. Sharoba Nutritional value of espirulina and its use in the preparation of some complementary baby food formulas Food Sci. Dept., Fac. of Agric., Moshtohor, Benha Univ., Egypt Received: 26 September 2014; Accepted: 03 October 2014. https://ejabf.journals.ekb.eg/article_54036_1378eb30f95cacc72eb85aeef836f37.pdf

Aviagen. eu.aviagen.com. 2014.

http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf

Batshan, H. A.; Al-Mufarrej, S. I.; Al-Homaidan, A. A.; Qureshi, M. A., 2001: Enhancement of chicken macrophage phagocytic function and nitrite production by dietary *Espirulina platensis*. Immunopharmacology and Immunotoxicology 23, 281–289.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11417854>

Belay, A.; Ota, Y.; Miyakawa, K.; Shimamatsu, H., 1993: Current knowledge on potential health benefits of *Espirulina*. Journal of Applied Phycology 5, 235–241. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/4/91.pdf>

Belay, A. (2002). The potential application of *Espirulina* as a nutritional and therapeutic supplement in health management. Journal of the American Nutraceutical Association 2002:5:26- 48.

<https://www.scienceopen.com/document?vid=2e47f99b-5200-4fa8-a69c-ea0b50e33e52>

Belay, A. (2008). *Espirulina* (Arthrospira): Production and quality assurance. En Gershwin M.E.,

[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferencelD=1806225](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferencelD=1806225)

Bernal Diaz del Castillo. (1955). Historia verdadera de la conquista de la nueva España .p.279.

<https://www.algaespirulina.mx/pub/uploads/PDF%20ESPIRULINA/28.pdf>

B Shanmugaprya, S Sarvana Babu, Harihuran S Sivaneswaran MB Anusha Dietary administration of *Espirulina platensis* as probiotics on growth performance and histopathology in broiler chicks Int,J, Recent Sci. Res 6 (2),2650-2653,2015

<https://pdfs.semanticscholar.org/2497/dc4c44105d8eb3c059b046dfe9dce9283979.pdf>

Bezerra, L. R.; Silva, A. M. A.; Azevedo, S. A.; Mendes, R. S.; Manguiera, J. M.; Gomes, A. K. A., 2010: Performance of Santa Ine's lambs submitted to the use of artificial milk enriched with *Espirulina platensis*. Cie^n- cia Animal Brasileira 11, 258–263.

https://eprints.utas.edu.au/16930/2/Holman_and_Malau-Aduli_Authors%27_Revised_Espirulina_Review_2012.pdf

Briane A. Altmann, Carmen Neumann, Susanne Velten, Frank Liebert and Daniel Morlein Meat Quality Derived from High Inclusion of a Micro-Alga or insect Meal as an Alternative Protein Source in Poultry Diets: A Pilot Study University of Göttingen Department of Animal Sciences 23 January 2018
<file:///C:/Users/equipo-04-pc/Downloads/foods-07-00034.pdf>

Carolina Mora Sandoval, "Evaluación de espirulina en la alimentación de pollos Broiler en la Ponderosa Km 7 ½ parroquia Puerto Limón de Santo, Latacunga 29 febrero 2012.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/679/1/T-UTC-0541.pdf>

C. Fevrier, B. Seve. Incorporation of spirulina (Espirulina máxima) in swine food. *Annales de la nutrition et de l'alimentation* 29 (6) 625- 650, 1975
<http://europepmc.org/article/med/825004>

Ciferri, O. (1981). Let them eat algae. *New Scientist*, Estados Unidos, pp. 810-812 <https://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.1982.31.302>

Ciferri, O. (1983). Spirulina, the edible microorganism. *Microbiol. Rev.* 47-4:551-78 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC283708/>

Chaiklahan, R.; Chirasuwan, N.; Siangdung, W.; Paithoonrangsarit, K.; Bunnag, B., 2010: Cultivation of *Espirulina platensis* using pig wastewater in a semi-continuous process. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 20, 609–614. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20372035>

Christaki, E.; Karatzia, M.; Bonos, E.; Florou-Paneri, P.; Karatzias, C., 2012: Effect of dietary *Espirulina platensis* on milk fatty acid profile of dairy cows. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 7, 597–604. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajava.2012.597.604>

Cruickshank, G. (1998). Proyecto Lago de Texcoco, Rescate Hidro-ecológico. Comisión Nacional del Agua. Segunda edición, México D.F. p. 29 p. 121 <https://www.worldcat.org/title/proyecto-lago-de-texcoco-rescate-hidroecologico/oclc/651240644?referer=di&ht=edition>

Claudia Gallinger, Vet. Francisco J. Federico 1, Bioq. Darío G. Pighin 2, Lic. Nadina Cauzax 3, Lic. Mariana Trossero 3, Lic. Agustina Marazo, Ing. Carlos Sinesi 4. Measurement of nutritional composition of Argentinean chicken meat 1 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay. 2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA). Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Entre Ríos. 4 Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (cePA). 23 Febrero, 2016.

<https://ilp-ala.org/wp-content/uploads/2018/07/Composicion-Carne-de-Pollo-Argentina.pdf>

Dalle Zotte, A.; Szendro, Z., 2011: The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science* 88, 319–331.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21392894>

Dillon JC, Phuc AP, Dubacq JP. Nutritional value of the alga *Espirulina*. *World Rev Nutr Diet.*1995;77: 32–46.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7732699>

Dismukes, G. C.; Carrieri, D.; Bennette, N.; Ananyev, G. M.; Posewitz, M. C., 2008: Aquatic phototrophs: efficient alternatives to land-based crops for biofuels. *Current Opinion in Biotechnology* 19, 235–240.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18539450>

E Bonos, E Kasapidou, A Kargopulos, A Karampampas, E Christaki, P Florou-Paneri, I. *Espirulina* as a funcional ingredient in broiler chicken diets. *South African Journal of Animal Science* 46 (1), 94-102, 2016
<http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v46i1.12>

Farrar, W.V. (1966). *Tecuitlatl; a glimpse of aztec food technology*. *Nature*, 211: 341-342
<https://www.tib.eu/en/search/id/npg%3Adoi~10.1038%252F211341a0/Tecuitlatl-A-Glimpse-of-Aztec-Food-Technology/>

Financiera rural, 2019. Panorama Agroalimentario Avicultura carne.
<https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/Panorama-Agroalimentario-Carne-de-pollo-2019.pdf>

Franca Marangoni, Giovanni Corsello, Claudio Cricelli, Nicola Ferrara, Andrea Ghiselli, Lucio Lucchin and Andrea Poli Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document *Food Nutr Res.* 2015; 59: 10.3402/fnr.v59.27606. Published online 2015 Jun 9.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4462824/#S0004title>

Furst, P. T. (1978). *Espirulina*. *Human Nature*, (marzo), pp. 60-65
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-4057-4_13

Gabriela Jacqueline Quishpe Sandoval Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura Zamorano, Honduras
Noviembre, 2006.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf>

Gillespie, J. R.; Flanders, F. B., 2010: *Modern Livestock and Poultry Production*, 8th edn. Delmar Cengage Learning, Clifton Park, NY.
<https://cmc.marmot.org/Record/.b31984137?searchId=&recordIndex=1&age=>

Gouveia, L.; Batista, A. P.; Sousa, I.; Raymundo, A.; Bandarra, N. M., 2008: Microalgae in novel food products, In: K. N. Papadopoulos (ed.), *Food Chemistry Research Developments*. Nova Science Publishers, New York,

pp. 1–37. <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/2434/1/REP-I.Sousa-CapLivro%20algasGouveia.pdf>

Granaci, V., 2007a: Achievements in the artificial insemination of swine. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies 63/64, 382–386. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1828051X.2018.1548914?nedAccess=true>

Grinstead, G. S.; Tokach, M. D.; Goodband, R. D.; Nelsen, J. L.; Sawyer, J.; Maxwell, K.; Stott, R.; Moser, A., 1998: Influence of *Espirulina platensis* on growth performance of weanling pigs, In: B. T. M. D. S. Goodband (ed.), Kansas State University Swine Day 1998. Report of Progress 819, Kansas, pp. 67–74. [https://Influence of *Espirulina platensis* on growth performance of weanling pigs](https://Influence%20of%20Espirulina%20platensis%20on%20growth%20performance%20of%20weanling%20pigs/k-state.edu/dspace/handle/2097/2694)

Hills, C. (1978). Food from sunlight. World Hunger Research Project, University of the Trees Press, California. <https://books.google.com.mx/books?id=ricYAQAIAAJ&q=Food+from+sunlight.+World+Hunger+Research+Project,+University+of+the+Trees+Press,+California.&dq=Food+from+sunlight.+World+Hunger+Research+Project,+University+of+the+Trees+Press,+California.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjyp5v49ZrnAhUJ1qwKHT0UCysQ6AEIKDAA>

Honorable Cámara de Diputados. (2004). Memoria: Foro Alternativas Sociales. Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F. 27 de Octubre de 2004. <http://ru.ameyalli.dgdc.unam.mx/bitstream/handle/123456789/1012/tesis70-comunicacion-espirulina.pdf?sequence=1>

Holman, B. W. B.; Kashani, A.; Malau-Aduli, A. E. O., 2012: Growth and body conformation responses of genetically divergent Australian sheep to *Espirulina* (*Arthrospira platensis*) supplementation. American Journal of Experimental Agriculture 2, 160–173. https://eprints.utas.edu.au/12654/1/Holman_et_al_2012_AJEA_2%282%29_160173_Growth_and_body_conformation_responses_of_Aus_sheep_to_Espirulina.pdf

Howe, P.; Meyer, B.; Record, S.; Baghurst, K., 2006: Dietary intake of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. Nutrition 22, 47–53. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16289978>

Hugh, W. I.; Dominy, W.; Duerr, E., 1985: Evaluation of Dehydrate *Espirulina* (*Espirulina platensis*) as a Protein Replacement in Swine Starter Diets. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, Honolulu. http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=6042F5D103DE9E04AF77C956DC67B7E0?request_locale=ar&recordID=US8712920&query=&sourceQuery=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=

- Hussein a Kaoud, Effect of *Espirulina* as a dietary supplement on broiler performance in comparison with prebiotics *Spec J Biol Sci* 1 (1), 1-6, 2015. <https://pdfs.semanticscholar.org/996a/750aa847fb7759e3974650fcc7e4c17c1de4.pdf>
- Industria Avícola en su edición de julio de 2019, estas dos empresas transnacionales concentran aproximadamente el 20 por ciento de la producción de carne de pollo en América Latina. 11 Con información de Grupo Pecuário San Antonio <http://pollosanantonio.com.mx/> <http://www.industriaavicola-digital.com/201907/>
- Kharde S.D., Shirbhate R.N., Bahiram K.B., Nipane S.F. Effect of *Espirulina* supplementation on growth performance of broilers Department of Veterinary Physiology, Nagpur Veterinary College (MAFSU), Seminary Hills, Nagpur – 440 006 (M.S.) Online published on 25 September, 2012
<http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijvr&volume=21&issue=1&article=012>
- Kulpys, J.; Paulauskas, E.; Pilipavicius, V.; Stankevicius, R., 2009: Influence of cyanobacteria *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* biomass additive towards the body condition of lactation cows and biochemical milk indexes. *Agronomy Research* 7, 823–835. <https://agronomy.emu.ee/vol072/p7205.pdf>
- Leonard J. (1966). The 1964-65 belgian trans-saharan expedition. *Nature*, 209: 126-28 <https://www.nature.com/articles/209126a0>
- L. Elizabeth Cruz-Suárez, Denis Ricque-Marie, Mireya Tapia-Salazar y. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para. *Nuevo Leon*, 22 de Noviembre de 2000. https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/V/archivos/cruz-suarez.pdf
- Marin, A.; Casas-Valdez, M.; Carrillo, S.; Hernandez, H.; Monroy, A.; Sangines, L.; Perez-Gil, F., 2009: The marine algae *Sargassum* spp. (*Sargassaceae*) as feed for sheep in tropical and subtropical regions. *Revista De Biología Tropical* 57, 1271–1281. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000400030
- Meineri, G.; Ingravalle, F.; Radice, E.; Aragno, M.; Peiretti, P. G., 2009: Effects of high fat diets and *Spirulina platensis* supplementation in New Zealand white rabbits. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8, 2735–2744. <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2009.2735.2744>
- Miranda, M.S., Cintra, R.G., Barros, S.B.M., Manzini-Filho, J. (1998). Antioxidant activity of the microalga *Espirulina máxima*. *Braz J Med Biol Res* 1998;31:1075-1079. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9777014>
- Mohamed S. Yusuf, 1,2 Marwa A. Hassan, 3 Mohamed M. Abdel-Daim, 4 Adel S. El Nabtiti, 5 Ali Meawad Ahmed, 6 Sherief A. Moawed, 7 Ahmed Kamel El-

Sayed,8 and Hengmi Cui1 Value added by *Espirulina platensis* in two different diets on growth performance, gut microbiota, and meat quality of Japanese quails 23 de November 2016
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5146312/>

- Muhling, M.; Belay, A.; Whitton, B. A., 2005: Variation in fatty acid composition of *Arthrospira* (*Espirulina*) strains. *Journal of Applied Phycology* 17, 137–146.
<https://www.researchgate.net/publication/317951513> Inclusion de l a cianobacteria *Arthrospira maxima* como fuente de carotenoides e n la dieta de gallinas ponedoras y su evaluacion sobre la calidad del huevo
- Myers, N.; Kent, J., (2003): New consumers: the influence of affluence on the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 4963–4968.
<https://www.pnas.org/content/100/8/4963>
- Nilipour, H. Amir. 2010. Alimentación del pollo: Introducción
<http://www.elsitioavicola.com/articulos/1816/alimentacion-del-pollo-introduccion/>
- Panjaitan, T.; Quigley, S. P.; McLennan, S. R.; Poppi, D. P., 2010: Effect of the concentration of *Espirulina* (*Espirulina platensis*) algae in the drinking water on water intake by cattle and the proportion of algae bypassing the rumen. *Animal Production Science* 50, 405–409.
<https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:223929>
- OCDE-FAO. *Agricultural Outlook 2019-2028*. July 2019.
<http://www.fao.org/3/ca4076en/ca4076en.pdf>
- Peiretti, P. G.; Meineri, G., 2009: Effects of two antioxidants on the morpho-biometrical parameters, apparent digestibility and meat composition in rabbits fed low and high fat diets. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8, 2299–2304.
<https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2009.2299.2304>
- Peiretti, P. G.; Meineri, G., 2011: Effects of diets with increasing levels of *Espirulina platensis* on the carcass characteristics, meat quality and fatty acid composition of growing rabbits. *Livestock Science* 140, 218–224.
<https://link.springer.com/article/10.1023/B:HYDR.0000020364.23796.04>
- Poppi, D. P.; McLennan, S. R., 2010: Nutritional research to meet future challenges. *Animal Production Science* 50, 329–338.
<https://www.publish.csiro.au/AN/AN09230>
- Quigley, S. P.; Poppi, D. P., 2009: Strategies to Increase Growth of Weaned Bali Calves. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp.1–90.
<https://pdfs.semanticscholar.org/dbf2/b17caeabecba80c3b383b10da818f3>

[8dc273.pdf?_ga=2.199252651.485887620.1579820525-1464406967.1579820525](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/08923979609052748)

- Qureshi, M. A.; Garlich, J. D.; Kidd, M. T., 1996: Dietary *Espirulina platensis* enhances humoral and cell-mediated immune functions in chickens. *Immunopharmacology and Immunotoxicology* 18, 465–476. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/08923979609052748>
- Rajasha, J.; Madhusudhan, B.; Mahadeva swamy, M.; Rao, R. J.; Ravishankar, G. A.; Kuarunakumar, M., 2011: Flaxseed and *Espirulina* in designer eggs: a potent blended functional food and a smart food choice, In: D. M. Martirosyan (ed.), *Functional Foods in Health and* https://www.researchgate.net/publication/312495419_Performance_egg_quality_and_serum_parameters_of_Japanese_quails_fed_diet_supplemented_with_Espirulina_platensis
- Ross, E.; Dominy, W., 1990: The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Espirulina plantensis*) for poultry. *Poultry Science* 69, 794–800.
- Ross, E.; Puapong, D. P.; Cepeda, F. P.; Patterson, P. H., 1994: Comparison of freeze-dried and extruded *Spirulina platensis* as yolk pigmenting agents. *Poultry Science* 73, 1282–1289 <https://link.springer.com/article/10.1007%2F02178573?LI=true>
- Santeley, R.S., Rose, E.K. (1982). Diet, nutrition and population dynamics in the basin of Mexico. *World Archeology* 1 (2) <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/202915>
- Sara Mirzale, Fahim Zirak-Khattab, Seyed Abdallah Hosseini, Hamid Donyaei-Darian Effects of dietary *Espirulina* on antioxidant status, lipids profile immune response and performance characteristics of broiler chickens reared under high ambient temperature *Asian-Australian journal of animal sciences* 31(4), 556, 18 de septiembre 2017 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5838328/>
- Sasson, A. (1997). Cultivation of *Espirulina*, en *Microalgal Biotechnologies: recent developments and prospects for developing countries*. 2nd. Asia-Pacific Marine Biotechnol. Conf / 3rd. AsiaPacific Conf. Algal Biotechnol. Phuket, pp.11-31 <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.4656&rep=rep1&type=pdf>
- Saxena, P. N.; Ahmad, M. R.; Shyam, R.; Amla, D. V., 1983: Cultivation of *Espirulina* in sewage for poultry feed. *Experientia* 39, 1077–1083. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01943117>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SADER). Cosechando números del campo. <http://www.numerosdelcampo.sagarpa.gob.mx/publicnew/productosPecuarios/cargarPagina/2>
- Simkus, A.; Oberauskas, V.; Laugalis, J.; Zelvyte, R.; Monkeviciene, I.; Sedervicius, A.; Simkiene, A.; Pauliukas, K., 2007: The effect of weed

Espirulina Platensis on the milk production in cows. Veterinarija ir Zootechnika38,60.

https://www.researchgate.net/publication/230617445_Espirulina_as_a_live_stock_supplement_and_animal_feed

Shimkiene, A.; Bartkevichiute, Z.; Chernauskiene, J.; Shimkus, A.; Chernauskas, A.; Ostapchuk, A.; Nevitov, M., 2010: The influence of *Espirulina platensis* and concentrates on lambs' growth. *Zhivotnov'dni Nauki* 47, 9–14. <https://www.lsmuni.lt/cris/handle/20.500.12512/89015>

Srinivas Reedy Mallikarjuna, Aparna Rachamalla, Pallu Reddanna. Molecular Mechanism in C-Phycocyanin induced apoptosis in human chronic myeloid leukemia cell line- K562 Received 24 November 2003, Accepted 12 February 2004, Available online 5 June 2004. Department of Animal Science School of Life Sciences University of Hyderabad, Hyderabad 500046 India. https://www.researchgate.net/publication/291138560_Antioxidant_and_hypolipidemic_effects_of_Espirulina_and_natural_carotenoids_in_broiler_chicken

Sujatha, T.; Narahari, D., 2011: Effect of designer diets on egg yolk composition of 'White Leghorn' hens. *Journal of Food Science and Technology* 48, 494–497. <https://europepmc.org/article/med/23572777>

SIAMI-Secretaría de Economía. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. <http://www.economia-snci.gob.mx/>

SNIIM-Secretaría de Economía. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

Toyomizu, M.; Sato, K.; Taroda, H.; Kato, T.; Akiba, Y., 2001: Effects of dietary *Espirulina* on meat colour in muscle of broiler chickens. *British Poultry Science* 42, 197–202. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11421328>

Tietze, H. (1999). *Espirulina, Micro Food Macro Blessings*. Beekman Publishers Inc. Segunda edición, Nueva York, pp. 46-47

Unión Nacional de avicultores, 2018). Comportamiento de la industria en 2018. <https://www.una.org.mx/industria/>

USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). EU-28. Poultry and products annual. May, 2018. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Annual_Paris_EU-28_05-09-2018.pdf

USDA, 2019 National Agriculture Statistics Service (NASS). https://agribusinessintelligence.informa.com/products-and-services/news-and-insights/ieg-policy/us-agriculture?src=Paid_ads&gclid=EAlaIqObChMI5vXb6O6V5wIVOfjBx2Hdw2sEAAYASAAEgI9ZPD_BwE

- USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). EU-28, Poultry and Products semi annual. January 2019 <https://www.fas.usda.gov/data/eu-28-poultry-and-products-semi-annual-3>
- USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). Brazil, Poultry and Products semi annual. February 2019. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual Brasilia Brazil 2-11-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual%20Brasilia%20Brazil%202-11-2019.pdf)
- USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). Peoples Republic of China. Poultry and Products semi annual. February 2019 [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual Beijing China%20-%20Peoples%20Republic%20of 2-26-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual%20Beijing%20China%20-%20Peoples%20Republic%20of%202-26-2019.pdf)
- USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). Russian Federation. Poultry and products annual. November 2018. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Annual Moscow Russian%20Federation 10-29-2018.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Annual%20Moscow%20Russian%20Federation%2010-29-2018.pdf)
- USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). Mexico, Poultry and Products semi annual March 2019. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual Mexico%20City Mexico 3-19-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual%20Mexico%20City%20Mexico%203-19-2019.pdf)
- Wackernagel, M., Rees, W. (2001). Nuestra huella ecológica. Editorial Lom, Santiago de Chile, p. 8 [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ljpRXhe5pygC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Wackernagel,+M.,+Rees,+W.+\(2001\).+Nuestra+huella+ecol%C3%B3gica.+Editorial+Lom,+Santiago+de+Chile,+p.+8&ots=bP_eUuD4K3&sig=k8PjiPrbkEL6CB0tswnff6XoIE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ljpRXhe5pygC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Wackernagel,+M.,+Rees,+W.+(2001).+Nuestra+huella+ecol%C3%B3gica.+Editorial+Lom,+Santiago+de+Chile,+p.+8&ots=bP_eUuD4K3&sig=k8PjiPrbkEL6CB0tswnff6XoIE#v=onepage&q&f=false)
- Venkataraman, L. V.; Somasekaran, T.; Becker, E. W., 1994: Replacement value of blue-green alga (*Spirulina platensis*) for fishmeal and a vitamin-mineral premix for broiler chicks. *British Poultry Science* 35, 373–381. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7953781>
- Zhang, J.; Miao, S.; Huang, S.; Li, S.; Zhang, J. Z.; Miao, S. J.; Huang, S.; Li, S. L., 2010: Effect different levels of *Spirulina* on ruminal internal environment and degradation of fibre in dairy cows. *China Cattle Science* 36, 32–36. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chiljar/v75n2/at17.pdf>
- Zewail H.1 ; Abaza, I. M.2 ; Zahran, S. M.1 ; Ahmed, M. H.1 , Haiam M. Aboul-Ela3 and Asmaa, A. S.2 1 Faculty of Agriculture (Saba Basha), Alexandria University, Animal and Fish Production, Alexandria, Egypt. 2 Animal Production Research Institute, Poultry Nutrition, Egypt 3 Marine Biotechnology and Natural Products lab. The National Institute of Oceanography and Fisheries, Egypt. Effect of *Spirulina platensis* as dietary Supplement on Some Biological Traits for Chickens under Heat Stress

Condition

23/05/2016

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/48039963/morsy.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEffect of Espirulina platensis as dietary.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200211%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200211T150922Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=4aebd240dba06ae88596407633b055fba44db18929838bee7665db99071db794](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/48039963/morsy.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEffect+of+Espirulina+platensis+as+dietary.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200211%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200211T150922Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=4aebd240dba06ae88596407633b055fba44db18929838bee7665db99071db794)

APÉNDICE

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONSUMO DE ALIMENTO EN LA ETAPA DE INICIACIÓN

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|--------------|--------------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 78085.000000 | 78085.000000 | 58.6180 | 0.000 ** |
| ERROR | 10 | 13321.000000 | 1332.099976 | | |
| TOTAL | 11 | 91406.000000 | | | |

C.V. = 3.48 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------------|--------|
| CONTROL | 1128 A |
| ESPIRULINA (.05%) | 967 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GANANCIA DE PESO EN LA ETAPA DE INICIACIÓN

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|--------------|--------------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 58940.000000 | 58940.000000 | 74.1011 | 0.000 ** |
| ERROR | 10 | 7954.000000 | 795.400024 | | |
| TOTAL | 11 | 66894.000000 | | | |

C.V. = 3.54 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------------|------------|
| ESPIRULINA (0.5%) | 866.8333 A |
| CONTROL | 726.6667 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LA ETAPA DE INICIACIÓN

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|----------|----------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.100836 | 0.100836 | 14.7562 | 0.004 ** |
| ERROR | 10 | 0.068335 | 0.006833 | | |
| TOTAL | 11 | 0.169170 | | | |

C.V. = 5.48 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

1 1.6000 B

2 1.4167 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONSUMO DE ALIMENTO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN

FV GL SC CM F P>F

TRATAMIENTOS 1 157092.000000 157092.000000 85.9742 0.000 **

ERROR 10 18272.000000 1827.199951

TOTAL 11 175364.000000

C.V. = 2.35 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

1 1931.6666 A

2 1702.8334 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GANANCIA DE PESO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|--------------|--------------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 35644.000000 | 35644.000000 | 17.7545 | 0.002 ** |
| ERROR | 10 | 20076.000000 | 2007.599976 | | |
| TOTAL | 11 | 55720.000000 | | | |

C.V. = 3.21 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-------------|
| 2 | 1450.6666 A |
| 1 | 1341.6666 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|----------|----------|---------|-------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.208035 | 0.208035 | 64.7492 | 0.000 |
| ERROR | 10 | 0.032129 | 0.003213 | | |
| TOTAL | 11 | 0.240164 | | | |

C.V. = 4.33

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

1 1.4400 A

2 1.1767 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

FV GL SC CM F P>F

TRATAMIENTOS 1 456696.000000 456696.000000 109.4250 0.000 **

ERROR 10 41736.000000 4173.600098

TOTAL 11 498432.000000

C.V. = 2.25 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

1 3060.3333 A

2 2670.1667 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GANANCIA DE PESO TOTAL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|---------------|---------------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 186004.000000 | 186004.000000 | 74.1525 | 0.000 ** |
| ERROR | 10 | 25084.000000 | 2508.399902 | | |
| TOTAL | 11 | 211088.000000 | | | |

C.V. = 2.28 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-------------|
| 2 | 2317.5000 A |
| 1 | 2068.5000 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONVERSIÓN ALIMENTICIA TOTAL

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|----------|----------|----------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.323404 | 0.323404 | 153.8630 | 0.000 ** |
| ERROR | 10 | 0.021019 | 0.002102 | | |
| TOTAL | 11 | 0.344423 | | | |

C.V. = 3.48 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

1 1.4817 A

2 1.1533 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PROTEÍNA CRUDA EN PECHUGA

FV GL SC CM F P>F

TRATAMIENTOS 1 31.849609 31.849609 17.6173 0.002 **

ERROR 10 18.078613 1.807861

TOTAL 11 49.928223

C.V. = 6.22 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

2 23.2550 A

1 19.9967 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GRASA EN PECHUGA

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|----------|----------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.616537 | 0.616537 | 20.2585 | 0.001 ** |
| ERROR | 10 | 0.304335 | 0.030433 | | |
| TOTAL | 11 | 0.920872 | | | |

C.V. = 13.05 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|----------|
| 1 | 1.5633 A |
| 2 | 1.1100 B |

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PROTEÍNA CRUDA EN PIERNA + MUSLO

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|-----------|---------|----------|
| TRATAMIENTOS | 1 | 35.777344 | 35.777344 | 40.4795 | 0.000 ** |
| ERROR | 10 | 8.838379 | 0.883838 | | |
| TOTAL | 11 | 44.615723 | | | |

C.V. = 4.79 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

2 21.3483 A

1 17.8950 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GRASA EN PIERNA + MUSLO

FV GL SC CM F P>F

TRATAMIENTOS 1 1.165634 1.165634 14.1783 0.004 **

ERROR 10 0.822128 0.082213

TOTAL 11 1.987762

C.V. = 13.20 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

1 2.4833 A

2 1.8600 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05