



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

**ADITIVOS NATURALES A BASE DE ALGAS MARINAS EN DIETAS PARA
POLLOS DE ENGORDA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN INGENIERIA AGRONOMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

Alejandro Nicolás Lucas Martínez

DIRECTOR

Dr. Eutiquio Soní Guillermo

Tlatlauquitepec, Puebla; diciembre 2021.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

**ADITIVOS NATURALES A BASE DE ALGAS MARINAS EN DIETAS PARA
POLLOS DE ENGORDA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN INGENIERIA AGRONOMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

Alejandro Nicolás Lucas Martínez

DIRECTOR

Dr. Eutiquio Soní Guillermo

ASESORES

Dr. Marcos Pérez Sato

Dr. Numa P. Castro González

Dr. Edgar Valencia Franco

Tlatlauquitepec, Puebla; diciembre de 2021

La presente tesis titulada “Aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda” realizada por el alumno **Alejandro Nicolás Lucas Martínez**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias

Consejo particular integrado por:

Director: Dr. Eutiquio Soní Guillermo



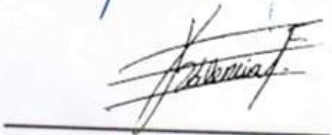
Asesor: Dr. Marcos Pérez sato



Asesor: Dr. Numa P. Castro González



Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco



Tlatlauquitepec, Puebla, Mexico. Diciembre del 2021

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado “Producción Pecuaria Integral” y de la línea de investigación: Producción integral de rumiantes y no rumiantes. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a las siguientes personas que creyeron en mí y fueron peldaño en mi formación profesional:

A Dios, quien me brindo salud, fortaleza y capacidad para poder realizar todo lo hasta ahora logrado.

A mis padres Agustín Nicolás Lucas Matías y Alicia Reyna Martínez Islas por ser una motivación en cada obstáculo durante este trayecto y sobre todo por la gran oportunidad de poder estudiar y obtener un grado académico más; este logro es nuestro, porque cada obstáculo con mucho sacrificio lo supimos superar, ustedes me enseñaron que con sacrificio todo se puede y se podrá.

A mis hermanos Mario Alberto, Irene y Amelia quienes indirectamente fueron motivo para nunca desistir.

A la familia Lucas Martínez quienes han estado en malos y buenos momentos, la cual siempre ha estado junto a mí para brindarme su apoyo cuando ya no podía mas por una y otra razón.

A mis amistades que me han brindado apoyo moral, amistad y me ayudaron compartiendo su conocimiento, su alegría y sus experiencias o simplemente por estar conmigo: Guadalupe Esbeydi, Belinda Bandala, Esmeralda Villegas, Rocío Valentina, Uriel García, Edgar Flores, Santiago Carranza, Alexis Valdez, Carlos Julián y Emilio Arguelles, muchas gracias por el apoyo, convivencia, consejos y todo ese tiempo que alguna vez hemos compartido.

A los compañeros de la generación 2016 con los que pase buenas experiencias y aprendizajes que me dejaron buenos recuerdos.

Agradecimientos

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y al programa de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, muchas gracias por brindarme la oportunidad de pertenecer a tan distinguida escuela y poder culminar mis estudios como profesionista, me enorgullece pertenecer a esta universidad, por la que trabajare para hacer conservar el prestigio.

A los docentes, Dr. Eutiquio Soní Guillermo, Dr. Marcos Pérez Sato, Dr. Numa P. Castro Gonzales, Dr. Edgar Valencia Franco; gracias por el apoyo recibido para realizar esta investigación.

A Dios por darme tantas bendiciones como tener una familia que me apoye siempre para así poder lograr todos mis sueños.

A mis padres por todo ese sacrificio por darme la oportunidad de lograr mis sueños, por su motivación, consejos, las enseñanzas y valores.

A mis hermanos por todo el esfuerzo de unión que hemos hecho para lograr cada uno de los propósitos de la familia.

A mis amigos que han estado cuando se requiere: Guadalupe Esbeydi, Belinda Bandala, Esmeralda Villegas, Rocío Valentina, Uriel García, Edgar flores, Santiago Carranza, Alexis Valdez, Carlos Julián y Emilio arguelles, muchas gracias por el apoyo, convivencia, consejos y todo ese tiempo que alguna vez hemos compartido.

A todos los docentes del programa educativo de Ing. Agronómica y Zootecnia que me compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos; durante y fuera de cada una de sus clases.

INDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi

I.INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 Pollo de engorda.....	4
4.1.1 Tipos de explotaciones avícolas	4
4.1.2 Requerimientos nutricionales del pollo de engorda	4
4.2 El uso de antibióticos promotores de crecimiento en animales de granja.....	5
4.2.1 Disminución del uso de los antibióticos generadores de resistencia	5
4.3 Algas marinas como alternativa en la alimentación avícola.....	5
4.3.1 Antecedentes	6
4.4 Polisacáridos sulfatados.....	6
4.4.1 Laminaranos	6
4.4.2 Alginatos	7
4.4.3 Fucanos.....	7
4.4.4 Carragenanos.....	7
4.4.5 Agar.....	8
4.5 Algimun	8
4.5.1 MSP-Barrier®	8
4.5.2 MSP-Inmunity	9
4.6 M-FEED.....	9
4.7 M-FEED+.....	9
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
5.1. Ubicación del experimento	10

5.2 Unidades Experimentales	11
5.3 Tratamientos evaluados	11
5.4. Análisis de dieta base	12
5.5 Variables evaluadas	12
5.5.1 Consumo de alimento	12
5.5.2 Ganancia diaria de peso	12
5.5.3 Conversión alimenticia	13
5.5.4 Prueba de inmunoglobulinas	13
5.5.5 Características fisicoquímicas	13
5.7 Análisis estadístico	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
6.1 Consumo de alimento	15
6.2 Ganancia de peso	16
6.3 Conversión alimenticia	17
6.4 Capacidad de retención de agua y pH	18
6.5 Color	19
6.6 Biometría roja	20
6.7 Biometría	21
VII. CONCLUSIONES	22
VIII. LITERATURA CITADA	23
IX. ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido

Cuadro 1. Principales requerimientos nutricionales para pollos de engorda.....	4
Cuadro 2. Tratamientos evaluados durante la etapa de iniciación.....	12
Cuadro 3. Dieta base iniciación y finalización.....	13
Cuadro 4. Consumo de alimento en pollos de engorda en etapas de iniciación y finalización alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas ...16	16
Cuadro 5. Ganancia de peso en pollos de engorda en etapas de iniciación y finalización alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.....	17
Cuadro 6. Conversión alimenticia de pollos de engorda en etapas de iniciación y finalización alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas....	18
Cuadro 7. Capacidad de retención de agua y pH de pollos de engorda alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.....	19
Cuadro 8. Color en pierna de pollos alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.....	20
Cuadro 9. Biometría roja obtenida de pollos alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.....	21
Cuadro 10. Biometría obtenida de pollos alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Hueyapan puebla, de donde forma la localidad de Tanamacoyan.....	11
---	-----------

RESUMEN

El crecimiento poblacional ha dado necesidad de incrementar la producción de alimentos que cubran los requerimientos nutricionales, en específico la producción de carne. Para cubrir esta necesidad se propuso adicionar aditivos naturales a base de algas en dietas para pollos, con la finalidad de producir alimentos sanos e inhibir la utilización de antibióticos promotores de crecimiento; la presente investigación tuvo como objetivos evaluar las características fisicoquímicas de la carne, parámetros productivos y la inmunidad de los pollos, para la misma se utilizaron 160 pollos de 100 ± 5 g distribuidos en un diseño completamente al azar, cuarenta animales por tratamiento con cuatro repeticiones cada uno (10 pollos por repetición), con los siguientes tratamientos: T1= dieta testigo(sin aditivos) , T2= 1-21 días dieta testigo + 1g kg^{-1} M-feed , 22-60 días dieta testigo + 1g kg^{-1} M-feed+ , T3=dieta testigo + 1g kg^{-1} Algimun, T4=dieta testigo + 1g kg^{-1} M-feed. En la presente investigación no hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en los promedios por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas en la diferentes variables productivas (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia), sin embargo, en las semanas si hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), en características fisicoquímicas de la carne hubo diferencias en pH, pero no para capacidad de retención de agua y color y en los resultados de inmunidad (biometría y biometría roja) no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$); por lo que se concluye que es necesario seguir evaluando dichos aditivos a pesar de no haber diferencias significativas en los promedios de las variables productivas, en las semanas si hubo diferencias significativas encontrándose la mejor respuesta en el T3, mientras que para pH fue el T2, sin afectar las biometrías por efecto de lo diferentes tratamientos.

Palabras clave: Pollo de engorda, aditivos naturales, algas marinas, promotores de crecimiento, inmunidad.

ABSTRACT

Population growth has given rise to the need to increase food production that meets nutritional requirements, specifically meat production. To cover this need, it will be necessary to add natural additives based on algae in diets for chickens, in order to produce healthy feed and inhibit the use of antibiotic growth promoters; The present investigation had as objectives to evaluate the physicochemical characteristics of the meat, productive parameters and the immunity of the chickens, for the same 160 chickens of 100 ± 5 g distributed in a completely random design, forty animals per treatment with four repetitions each (10 chickens per repetition), with the following treatments: T1= control diet (without additives), T2= 1-21 days control diet +1g kg⁻¹ M-feed, 22-60 days control diet + 1g kg⁻¹ M-feed+, T3=control diet + 1g kg⁻¹ Algimun, T4=control diet + 1g kg⁻¹ M-feed. In the present investigation there were no significant differences ($P \geq 0.05$) in the averages due to the effect of the addition of natural additives based on algae in the different productive variables (feed intake, weight gain and feed conversion), however, in the weeks if there were significant differences ($P < 0.05$), in physicochemical characteristics of the meat there were differences in pH, but not for water retention capacity and color and in the results of immunity (biometry and red biometry) there were no significant differences ($p < 0.05$); so it is concluded that it is necessary to continue evaluating these additives despite there being no significant differences in the averages of the productive variables, in the weeks if there were significant differences, finding the best response in T3, while for pH it was T2, without affecting the biometries due to the effect of the different treatments.

Keywords: Broiler, natural additives, seaweed, growth promoters, immunity

I.INTRODUCCIÓN

En México, la avicultura es la actividad más dinámica de la ganadería nacional, debido al crecimiento en la producción y consumo, además de un grado mayor de integración en comparación con los otros sectores pecuarios (Medina *et al*, 2012) por lo que esta demanda creciente de carne de pollo conlleva a buscar nuevas técnicas de manejo y alimentación, que permitan incrementar la producción de animales destinados al consumo humano (Osollo , 2015), por lo tanto, varios estudios han suscitado mucho interés en el uso de algas en la alimentación de aves, ya que son una fuente de proteínas, lípidos, polisacáridos, minerales, vitaminas y enzimas beneficiosos (Gil, 2016), de igual forma, otros estudios han demostrado que la ceniza (31-45%), la fibra cruda (4,1-8,1%) y el alginato (18-26%) son componentes importantes de las algas (Rodríguez y Hernández, 1991; Cruz *et al* ., 2000), los cuales pueden interferir con la digestibilidad de los nutrientes en el alimento y mejorar la respuesta inmune y la barrera intestinal (Gutiérrez *et al.*, 2015), ya que tienen propiedades anticoagulantes, antivirales y antibacterianas, antitumorales, anti proliferativas e inmunomoduladores. Todas ellas podrían ser relevantes para los alimentos funcionales nutraceuticos (Wijesekara *et al.*, 2011a), debido a que la pared celular de las algas verdes, pardas y rojas contiene grandes cantidades de polisacáridos denominados ulvanos, fucanos y carragenanos, respectivamente, los cuales constituyen el 4-76% del extracto seco del alga (Holdt *et al.*, 2011), entonces el contenido de polisacáridos sulfatados, junto con sus propiedades biológicas son una nueva alternativa en las aplicaciones medicinales y dietéticas de estos productos naturales (Rioux *et al.*, 2007; Laurienzo *et al.*, 2010).

Por todo lo anterior la presente investigación se evaluarán tres diferentes aditivos naturales a base de algas marinas y arcillas, con la finalidad de evaluar si estos mejoran los parámetros productivos, aumentan la respuesta inmunológica y si llegasen a mejorar las características fisicoquímicas de la carne de pollo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres diferentes aditivos en el comportamiento productivo, biometría hemática y calidad de la carne en dietas para pollos de engorda.

2.2. Objetivos específicos

- Medir consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento con el uso de tres aditivos en dietas para pollos de engorda.
- Analizar la respuesta de la biometría hemática roja y blanca mediante el uso de tres aditivos en dietas para pollos de engorda.
- Estimar las propiedades fisicoquímicas de la carne, pH, color, textura y capacidad de retención de agua de tres diferentes aditivos en dietas para pollos de engorda

III. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tres aditivos mejorará el comportamiento productivo, características fisicoquímicas de la carne e incrementará la biometría hemática para pollos de engorda.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Pollo de engorda

En los últimos 30 años la avicultura ha tenido cambios notables, pues se ha transformado de una explotación de pequeñas granjas con centenares de animales, o una actividad de gran escala, de enorme eficiencia con miles y miles de aves confinadas en un mismo lugar de producción (Leseur, 2003).

4.1.1 Tipos de explotaciones avícolas

La tecnificada es la explotación que más utilizan las grandes empresas dedicadas a la producción avícola, tienen altos costos de instalaciones, manejan una alta genética en los animales, el alimento que ofrecen es de un gran valor nutricional y muy costoso. Manejan todos los ciclos reproductoras plantas incubadoras, plantas de alimento y comercializan sus productos (Duran, 2001).

La semitecnificada tiene la siguientes característica es de mediano costo las instalaciones, por lo regular no manejan todos los ciclos de producción, son parvadas de pocas aves y los animales son de buena genética (Duran, 2001).

La de traspatio se crían pequeñas parvadas, lo utilizan más para el autoconsumo no tienen un gran valor genético, utilizan animales doble propósito carne y huevo (Durán, 2001).

4.1.2 Requerimientos nutricionales del pollo de engorda

Las necesidades nutricionales se definen como la cantidad de nutrientes que deben de estar presentes en la dieta, para que las aves puedan desarrollarse y producir normalmente (Castellanos, 2006). En el (Cuadro 1) se describen los principales requerimientos nutricionales de los pollos de engorda.

Cuadro 1. Principales requerimientos nutricionales para pollos de engorda.

Nutriente	Semanas		
	0-3	3-6	6-8
Energía			
Metabolizable	2800	2900	3000
Proteína Bruta (%)	20.0	19.0	17.0
Calcio	1.00	0.90	0.80
Fosforo Disponible	0.45	0.35	0.30
Sodio (%)	0.20	0.15	0.12
Cloro (%)	0.20	0.15	0.12
Lisina (%)	1.10	1.0	0.85
Met-Cis (%)	0.90	0.72	0.60
Colina	1300	1000	750

Fuente: NRC (1994)

4.2 El uso de antibióticos promotores de crecimiento en animales de granja

Algunos de los problemas más comunes en las prácticas intensivas de manejo de animales de granja son los desequilibrios debido a la presencia de bacterias intestinales, lo que resulta en una digestión y absorción de nutrientes reducida y por lo tanto, una producción más lenta. (Armstrong, *et al.*, 1988; Parker *et al.*, 1987), sin mencionar otros factores exógenos que pueden alterar el equilibrio intestinal, como la diarrea, que puede disminuir significativamente la barrera inmunitaria, permitiendo que los patógenos se implanten, se adhieran y proliferen en las células epiteliales intestinales. Este problema condujo a la adición de antibióticos a la dieta, que inicialmente parecían ser eficaces promotores del crecimiento. Sin embargo, el uso excesivo de estos compuestos ha producido cepas bacterianas resistentes a múltiples antibióticos veterinarios (Linton *et al.*, 1988; Torres *et al.*, 2002).

4.2.1 Disminución del uso de los antibióticos generadores de resistencia

Swann en el año 1969, advirtió que la selección de bacterias resistentes a los medicamentos en animales podría suponer un riesgo en los humanos, al mismo tiempo hizo incapié en evitar los antibióticos como promotores de crecimiento en animales, también se puede utilizar en la medicina humana y que finalmente, puede haber efectos de reactividad cruzada. Actualmente, la mayor preocupación es el riesgo potencial de su uso en animales destinados al consumo humano y su contribución a promover el desarrollo de patógenos entéricos resistentes a los antibióticos en el tracto intestinal (Christina *et al.*, 2003; Gunther, 2003).

A mediados de la década de 1970, la Unión Europea (UE) tomó medidas para evitar el uso de antibióticos médicamente importantes como promotores del crecimiento. Durante la década de 1990, se observó en varios países europeos la transmisión de cepas de *Enterococcus* altamente resistentes a la vancomicina en muestras de alimento, aguas residuales y muestras fecales de humanos. (A Mostrup, 1995; Torres *et al.*, 1994).

4.3 Algas marinas como alternativa en la alimentación avícola

Diversos estudios han mostrado interés en el uso de algas en la alimentación de las aves, ya que son una buena fuente de proteínas, lípidos, polisacáridos, minerales, vitaminas y enzimas (Rimber, 2007). Estos incluyen aminoácidos esenciales que brindan una mayor digestibilidad y quizás algunos de los principales ácidos grasos precursores poliinsaturados: ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico (Fernández, 2014), que mejoran la calidad de los ácidos grasos en productos alimenticios (huevos y carne). Algunos pueden ayudar a mejorar ciertos parámetros de producción (Mairey, 2012). Asimismo, brinda una alternativa a otras fuentes tradicionales como los aceites de pescado y/o colorantes en las dietas avícolas (Becker, 2004).

4.3.1 Antecedentes

El uso de algas en la nutrición humana y animal es una práctica que data de muchos siglos. En los países del este, Japón ha estado usando algas marinas como alimento desde el siglo IV y en China desde el siglo VI estos dos países, y Corea, son los mayores consumidores de algas marinas comestibles y sus necesidades son la columna vertebral de la gran industria (McHugh, 2002).

Como alimento para animales, algunos de los primeros informes científicos apuntan al uso de algas en las islas británicas. Los pastores permitían que su ganado coma algas que aparecían en las playas después de las tormentas de invierno. Después de consumirlos, los pastores observaron mejoras significativas en la salud de sus ovejas (Jensen, 1972; Chapman *et al.*, 1980). Así surgió la práctica de alimentar a los animales con algas marinas, que ahora se ha aplicado a muchas especies animales diferentes y atrajo una amplia atención científica por todos sus beneficios para la salud y el rendimiento. En países como Francia, Inglaterra, Escocia, Finlandia, Noruega e Islandia, las ovejas, los caballos y los cerdos se alimentan con algas marinas frescas. En muchos casos, las algas son el único alimento de su dieta (Castro *et al.*, 1994). Esta práctica es cada vez más popular porque además de mejorar el sabor y brindar una calidad nutricional adicional, también reduce la dependencia de la industria pesquera y la volatilidad de los precios tradicionales de la harina y el aceite de pescado. (Fernández, 2014).

4.4 Polisacáridos sulfatados

Las algas marinas poseen diversas moléculas con capacidad antioxidante, entre las que se encuentran los polisacáridos sulfatados (SPS), estos son polímeros con estructuras diversas que poseen una cantidad de grupos sulfatos esterificados con los azúcares que los conforman, estos polisacáridos son polímeros de azúcares unidos por enlaces glucosídicos y que poseen numerosas aplicaciones comerciales como estabilizantes, emulsificantes, espesantes, gelificante, etc., (Shanmugam y Mody, 2000; Giroldo y Vieira, 2002).

A continuación, se detallan los principales polisacáridos presentes en las algas pardas y rojas de mayor interés para la industria y para el consumo humano y animal.

4.4.1 Laminaranos

Constituyen el principal polisacárido de reserva de las algas pardas, concretamente se encuentra en especies del orden Laminariales (*Laminaria* y *Undaria*) así como en especies del orden Fucales como *Fucus* y *Ascophyllum* (Holdt y Kraan, 2011). Su contenido varía con el hábitat y la época del año y puede alcanzar hasta un 36% en peso seco (Devillé *et al.*, 2004). Una de las aplicaciones comerciales de este polisacárido es como fibra alimentaria, como sustrato de bacterias prebióticas en el colon (Devillé *et al.*, 2007). Otras propiedades funcionales que se han descrito son: actividad anticoagulante, antitumoral (Miao *et al.*, 1999) y capacidad de reducir el colesterol en sangre (Holdt y Kraan, 2011).

4.4.2 Alginatos

Constituyen el principal polisacárido de la pared celular de las algas pardas, y no se encuentran en los vegetales terrestres. Su homólogo en las plantas terrestres serían las pectinas (Holdt y Kraan, 2011). Los alginatos pueden disponerse en dos formas, en forma ácida o en forma de sal, y ambas pueden estar presentes en las algas. El nombre alginato, hace referencia a la sal del ácido algínico. Los alginatos (en forma de sal) son estables a pH 6-9, pero a pH ácido (3-4) se vuelven insolubles y precipitan en la forma de ácido libre (Leal *et al.*, 2008). Los alginatos se utilizan especialmente en la industria alimentaria por sus propiedades como espesantes y gelificantes; otras aplicaciones que pueden derivarse de estos polisacáridos especialmente como fibra alimentaria. Otras propiedades funcionales que se han descrito son: efecto antihipertensivo, antiinflamatorio, capacidad de reducir el colesterol en sangre, y para prevenir la absorción de sustancias tóxicas como metales pesados, que quedarían atrapados en la molécula no siendo absorbidos por el organismo (Holdt y Kraan, 2011).

4.4.3 Fucanos

Estos polímeros se encuentran entre los polisacáridos sulfatados más atractivos que se encuentran en las algas. Los fucoidanos son heteropolisacáridos de L-fucosa, que se encuentran en la pared celular o matriz extracelular de las algas pardas, y pueden representar hasta el 40% del peso seco de las algas (Holdt y Kraan, 2011).

Con respecto a las actividades biológicas, son muchas y muy variadas las que se les atribuyen a estos polisacáridos sulfatados de las algas, tales como actividad anticoagulante, antiviral, anti adhesiva, antiinflamatoria, anti proliferativa, antitumoral y antioxidante (Li *et al.*, 2008; Eluvakkal *et al.*, 2010).

4.4.4 Carragenanos

Junto con el agar, forman la principal familia de polisacáridos sulfatados de alto peso molecular (también conocidos como galactanos) que se pueden extraer de las algas rojas. La diferencia clave entre los carragenanos y el agar es la presencia de D-galactosa y anhidro-D-galactosa en los carragenanos, mientras que la D-galactosa, L-galactosa o anhidro-D-galactosa están presentes en el agar junto con el grado de sulfatación que es mayor en los carragenanos. Así, los carragenanos están formados por unidades de D-galactosa y 3,6-anhidro-D-galactosa, las cuales están sulfatadas y unidas alternativamente por α - (1,3) y β - (1, 4) (Li *et al.*, 2008; Tuvikene *et al.*, 2009).

Aparte de su capacidad como espesantes, gelificantes y estabilizantes, de gran interés para la industria, otras aplicaciones se han encontrado en los polisacáridos sulfatados de las algas rojas. También se ha encontrado que tienen propiedades antiinflamatorias (Holdt y Kraan, 2011), anti proliferativas (Costa *et al.*, 2010) y anticoagulantes y antioxidantes (Jiao *et al.*, 2011; Wijesekara *et al.*, 2011).

4.4.5 Agar

El agar consiste en una mezcla de dos polisacáridos, agarosa y agarpectina, que tienen propiedades estructurales y funcionales similares a los carragenanos. La agarosa es el componente principal y representa alrededor del 70% del total. Es un polímero lineal de D-galactosa y 3,6-anhidro-Lgalactosa con enlaces β -(1,3) y α -(1,4). La agarosa y la agarpectina tienen la misma estructura básica, pero difieren en la presencia de grupos sulfato y piruvato, que son relativamente abundantes en la agarpectina. El agar se extrae principalmente de las algas rojas *Gelidium spp* y *Gracilaria spp*, y las especies de *Gracilaria* pueden alcanzar el 31 % del peso seco (Holdt y Kraan, 2011). Esta gelatina de extracto de algas, también conocida como agar, se ha utilizado en la cocina tradicional japonesa durante siglos debido a sus propiedades espumantes. Ahora se usa ampliamente en la industria como agente gelificante, productos cárnicos y pesqueros, gelatina simulada y otros productos gelatinosos. También se utiliza como estabilizador. Además, al ser un polisacárido no digerible, forma parte de la fibra dietética desde el punto de vista nutricional, ya que existen pocas enzimas capaces de degradar el agar, incluso en microorganismos. Es por eso que el agar es también un medio de cultivo valioso en bacteriología y se ha utilizado para esta aplicación desde 1880. Otros usos del agar incluyen su capacidad para reducir los niveles de azúcar en la sangre y su potencial como agente antioxidante y anticancerígeno (Holdt y Kraan, 2011).

4.5 Algimun

Es un aditivo en polvo fino que se incorpora en el alimento de los animales para reforzar la respuesta inmunitaria y la barrera intestinal a través de la combinación de dos polisacáridos sulfatados marinos, (Olmix, 2021)

4.5.1 MSP-Barrier®.

Extraído del alga roja (*Solieria chordalis*) tiene como objetivo mejorar la salud intestinal de los animales. Actúa sobre la primera línea de defensa al reforzar las uniones estrechas y aumentar la secreción de mucina mediante la activación de receptores MUC2 y MUC4, de esta manera evita la colonización y entrada de patógenos. Durante periodos de estrés y desafío por patógenos se reduce la capa de mucina y se alteran las uniones estrechas, como consecuencia se aumenta la permeabilidad intestinal, permitiendo la translocación de patógenos y toxinas al torrente sanguíneo y sobrecargando al sistema inmune (Olmix,2021)

4.5.2 Msp-Immunity

Modulador de la respuesta inmune innata y adaptativa, es extraído del alga verde (*Ulva sp.*), tiene como objetivo mejorar la defensa ante periodos de estrés que provoquen inmunosupresión (recepción, manejo, vacunación), ventana inmunitaria, desafíos sanitarios, problemas respiratorios, parasitosis, respuesta vacunal y baja transferencia inmunitaria, mejorando la salud y rendimiento de los animales. El mecanismo de acción radica en que el MSP® IMMUNITY activa los receptores de membrana celular (TLR-4 y TLR-2), estimulando la síntesis de mediadores celulares; citosinas y quimiocinas, estos mediadores se encargan de reclutar células inmunitarias, proliferar y diferenciar linfocitos B y T e inducir tolerancia inmunitaria, así como actividad antiinflamatoria, mejorando la respuesta frente a agresiones bacterianas y virales (Olmix,2021).

4.6 M-FEED

Bacteriolítico natural específico contra bacterias intestinales, compuesto por el complejo patentado Amadeite-Cu® que asocia una montmorillonita micronizada, extractos de algas marinas y cobre vectorizado lo cual le confiere una carga electrostática positiva a la molécula. La membrana externa de las bacterias está compuesta por lipopolisacáridos (LPS) o peptidoglicanos los cuales tienen una función estructural y estos activan al sistema inmune del huésped, estos envoltorios le brindan a la bacteria una carga negativa la cual es atraída electrostáticamente por la carga positiva de la molécula patentada Amadeite-Cu® provocando lisis y muerte bacteriana. La molécula además tiene la capacidad de adsorber la bacteria en su estructura para expulsarla del organismo con las heces, lo cual disminuye el gasto energético que conlleva una activación del sistema inmune. Al tener un efecto bacteriolítico mediado por cargas electrostáticas no genera resistencia ni residualidad en los animales, por lo cual no requiere de tiempo de retiro (Olmix,2021)

4.7 M-FEED+

Es un aditivo tecnológico natural y por su perfil técnico es el único biocatalizador / cofactor enzimático existente en el mercado, esta tecnología es desarrollada y patentada por Olmix Group y consiste en una montmorillonita micronizada exfoliada con polisacáridos estructurales de algas marinas que proveen de los cofactores (iones metálicos) necesarios para activar y optimizar la actividad de las enzimas digestivas, mejorando el aprovechamiento de los alimentos, lo que se traduce en: mejor digestión, incrementa la posibilidad de contacto entre alimento, cofactores y enzimas, mayor disponibilidad de nutrientes, promueve la salud intestinal, reduce efectos anti nutricionales (Olmix,2021).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad de Tanamacoyan, Hueyapan, Puebla (Figura 1) con coordenadas geográficas $19^{\circ} 89' 05.56''$ de latitud norte y $97^{\circ} 42' 97.22''$ de longitud occidental, con una altura sobre el nivel del mar de 1600 metros y con un clima templado húmedo con lluvias todo el año (www.inafed.gob.mx) .

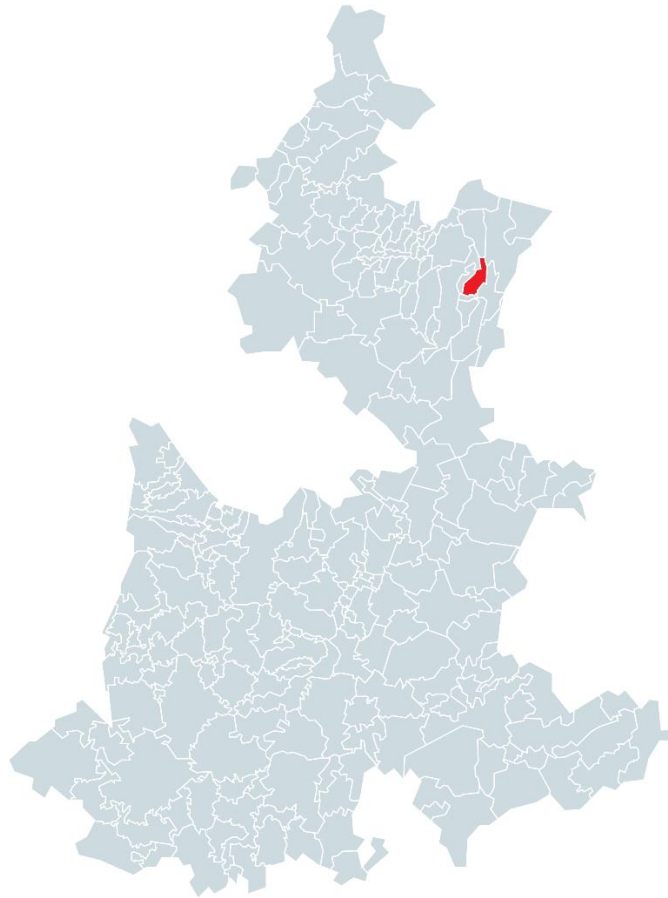


Figura 1. Localización de Hueyapan puebla, de donde forma la localidad de Tanamacoyan.

5.2 Unidades Experimentales

Se utilizaron 160 pollos de la línea Ross, de 7 días de nacidos con un peso promedio de $100 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$, previamente vacunados de Newcastle ocular y la triple aviar preventiva. Para la recepción de los pollos se preparó la nave con sistema eléctrico para calentar el ambiente, para el cual se utilizaron 2 focos incandescentes por cada 10 pollos a una altura de 50 cm, subiéndolos 5 cm cada semana, por toda la duración del experimento y se alojaron 10 pollos en 1.5 m^2 , se les puso una cama de viruta con 5 cm de profundidad, el cual se cambiaba cada semana durante la etapa de iniciación y finalización, se les otorgó un comedero de tolva y un bebedero de 4 litros, al inicio le agregamos vitaminas y antibiótico (Deltamicin) al agua durante 20 días. a los 21 días se le agregó antibiótico preventivo (Avefenicol) y se vacunó con la vacuna triple aviar por vía intramuscular en la pechuga. Los mismos se distribuyeron en un diseño completamente al azar en 4 tratamientos de 40 animales cada uno y 4 repeticiones de 10 animales.

5.3 Tratamientos evaluados

Los tratamientos utilizados se detallan en el (Cuadro 2) los cuales se aplicaron desde el día 1 al 60, a excepción del tratamiento del programa mfeed's que se dividirá en dos fases: 1-21 días= M-Feed y 22-60 días =M-Feed+. Los aditivos se adicionaron de manera “extra-fórmula” a la dieta base, durante el proceso de elaboración de la dieta por tratamiento.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados durante la etapa de iniciación a finalización.

Tratamiento	Días tratamiento	Dosificación por cada 100 kg
Testigo (T1)	1-60 días	dieta base
Programa-mfeed's (T2)	1-21 días (mfeed)	Dieta base + 0.1 kg mfeed
	22-60 días (mfeed+)	Dieta base + 0.1kg mfeed+
Algimun (T3)	1-60 días	Dieta base + 0.1kg algimun
M-Feed® (T4)	1-60 días	Dieta base + 0.1kg mfeed

T1: Testigo, T2: Programa M-Mfeed's, T3: Algimun, T4:M-Feed.

5.4. Análisis de dieta base

Las dietas base fueron isoproteicas e isoenergicas (Cuadro 3), se formularon en base a maíz y pasta de soya con la finalidad de cubrir los requerimientos de aminoácidos, energía, vitaminas y minerales para los pollos de engorda de acuerdo a los requerimientos del NRC (NRC, 1994).

Cuadro 3. Dieta base de iniciación y finalización

Ingredientes	Iniciación (kg)	Finalización (kg)
Pasta de soya	35.02	29.44
Maíz	55.60	65.93
Aceite	4.76	0.23
Metionina	0.21	0.10
Lisina	0.00	0.01
Treonina	0.23	0.00
Triptófano	0.00	0.00
Carbonato de cal.	1.42	1.13
Ortofosfato	1.86	1.96
Prem. Vitaminas	0.25	0.25
Sal	0.35	0.35
Pigmento	0.00	0.30
Coccidiostato	0.30	0.30
Total	100 kg	100kg
Aporte de nutrientes calculado		
Proteína cruda (%)	22.00	20.00
EM Mcal/kg	3.2	3.0

5.5 Variables evaluadas

5.5.1 Consumo de alimento

Se registró semanalmente el alimento ofrecido y el alimento rechazado y se calculó dicho dato mediante la operación: (alimento ofrecido) – (alimento rechazado) / N. animales y se reportó en (g animal⁻¹)

5.5.2 Ganancia diaria de peso

Se pesó cada uno de los pollos con una báscula digital de la marca Rhino (Anexo 1) y se obtuvo por la diferencia de peso final, menos peso inicial, entre número de días y se reportó en g animal⁻¹

5.5.3 Conversión alimenticia

Se obtuvo semanalmente dividiendo el alimento consumido (kg) entre la ganancia diaria de peso (kg).

5.5.4 Prueba de inmunoglobulinas

Se obtuvo una muestra sanguínea a tres animales por tratamiento, esta se realizó mediante la punción de la vena que se encuentra debajo del ala, dicho acto se realizó con una aguja delgada, se extrajo 1ml aproximadamente, posterior se depositó en un tubo vacutainer® de tapa morada, se homogeneizó y posteriormente se mandó a laboratorio para sacar hacer estudios de biometría hemática.

5.5.5 Características fisicoquímicas

Se sacrificaron 4 animales por tratamiento y se tomaron muestras de pierna izquierda para posteriormente a las 24 h *postmortem* analizar las características fisicoquímicas.

5.5.5.1 pH

Se pesó una muestra de carne de 10 g del musculo de la pierna y se colocó en una licuadora, posterior agregamos 90 ml de agua destilada, licuamos durante un minuto, se filtró con una manta de cielo solamente el líquido obtenido para eliminar el tejido conectivo y se midió por triplicado directamente con un potenciómetro marca CONDUCTRONIC PC45 calibrado con un buffer Ph 7 (Guerrero *et al.*, 2002) (Anexo 2).

5.5.5.2 Color

Se determinó 24 h *post mortem* con un colorímetro marca Konica Minolta Sensing, inc., Japan, el color blanco se calibro en tres diferentes puntos sobre el área superficial de la pierna de pollo para medir los índices de luminosidad (L^*), rojo (a^*) y amarillo (b^*) (Anexo 4).

5.5.5.3 Capacidad de retención de agua

Se tomó una muestra de 5 g de carne y se picó finamente, se colocó la muestra entre dos papeles filtro (filter-lab) y se le puso una pesa de 2.5 kg durante 5 minutos; la capacidad de retención agua se calculó como porcentaje de agua expelida (Grau y Hamm) (Anexo 3).

5.7 Análisis estadístico

Las variables de respuesta se analizaron con un diseño completamente al azar bajo el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

y_{ij} : variable de respuesta en el i ésimo tratamiento de la j ésima repetición

μ : media general.

T_i : efecto de tratamiento (aditivos naturales a base de algas)

E_{ij} : error aleatorio.

Los datos se analizaron con el paquete computacional SAS versión 9.0 y las diferencias entre tratamientos se realizó con la prueba de comparación de medias de Tukey con el valor de ($P < 0.05$) (Steel y Torrie, 1988).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Consumo de alimento

El consumo de alimento, el cual se muestra en Cuadro 4, hubo diferencias significativas en la semana 2 y 5 en el tratamiento 3, así como en la semana 8 del tratamiento 1 ($P \leq 0.05$), encontrándose la mejor respuesta en el T3, pero en el promedio general no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) por efecto de los diferentes tratamientos adicionados con aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda en la etapa de iniciación y finalización.

En un estudio realizado por Alaeldein *et al.* (2013) en el cual adicionaron a dietas con el alga *Ulva Lactuca* al 0%, 1% y 3% en pollos de engorda no encontraron diferencia en consumo de alimento, resultados similares al presente estudio; Por otra parte, Evans *et al.* (2015) reportaron que con un 21 % de inclusión de alga espirulina, el consumo fue significativamente menor comparado con los otros tratamientos, cabe mencionar que este autor comparado con el presente estudio obtuvo estos resultados probablemente a un mayor porcentaje de inclusión de alga en las dietas

Cuadro 4. Consumo de alimento en pollos en las etapas de iniciación – iniciación alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.

	Semana	T1	T2	T3	T4	C.V.
Iniciación	1	38.34 a	35.20 a	44.36 a	38.68 a	12.09
	2	30.22 b	33.12 b	49.34 a	35.97 ab	19.31
	3	86.60 a	71.72 a	121.12 a	103.12 a	24.74
	4	85.86 a	70.51 a	98.75 a	103.25 a	20.60
Finalización	5	123.73 ab	107.69 b	171.25 a	144.34 ab	21.52
	6	118.60 a	105.64 a	180.38 a	174.20 a	29.61
	7	146.50 a	143.59 a	190.66 a	169.04 a	24.96
	8	122.62 b	87.50 a	185.25 a	205.56 a	16.89
Promedio		94.06 a	81.87 a	130.14 a	121.77 a	48.56

^{a,b} Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), C.V.=Coeficiente de variación, T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed.

6.2 Ganancia de peso

En el Cuadro 5 se muestra la ganancia de peso en las etapas de iniciación y finalización en donde se observó que hubo diferencias significativas en las semanas 1, 2 y 8 ($P \leq 0.05$) al haber un mayor consumo en T3 (Cuadro 4) de igual manera se tuvo una mejor ganancia de peso en el T3, mientras que en el promedio general no hubo diferencias significativas entre tratamientos adicionados con aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda ($P \geq 0.05$).

En un experimento realizado por Rezvani *et al.*, (2012) en el cual suplementaron las dietas con diferentes porcentajes de inclusión del alga *Chlorella* al (0.07%, 0.14% y 0.21%) y probióticos, no obtuvieron diferencias significativas entre sus tratamientos, comparado con la presente investigación se encontró similitud en los porcentajes de inclusión y en que no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, en un estudio realizado por Evans *et al.* (2015) mencionan que los tratamientos adicionados con una mayor inclusión de alga espirulina al (0%, 6%, 11%, 16% y 21%), al igual que en otro estudio realizado por Alaeldein *et al.* (2013) donde se incluyó alga *Ulva lactuca* al (0%, 1% 3%) en la dieta para pollos en los cuales no encontraron diferencias significativas; esto indica que una inclusión más alta de algas no modifica la ganancia de peso en pollos, esto probablemente se deba a factores de manejo y clima de cada lugar donde se realizó cada investigación.

Cuadro 5. Ganancia de peso en pollos en las etapas de iniciación – finalización alimentados con aditivos naturales a base algas marinas

	Semana	T1	T2	T3	T4	C.V.
Iniciación	1	19.05 b	23.57 b	25.66 b	35.47 a	15.48
	2	14.09 b	18.01 ab	31.36 a	24.26 ab	32.35
	3	52.06 a	55.71 a	65.18 a	56.04 a	29.22
	4	58.48 a	52.67 a	76.49 a	71.28 a	27.66
Finalización	5	55.84 a	52.38 a	80.06 a	67.26 a	24.68
	6	49.79 a	47.61 a	82.73 a	79.05 a	29.82
	7	76.31 a	66.77 a	95.77 a	80.95 a	24.02
	8	65.49 ab	49.33 b	83.38 ab	93.75 a	23.94
Promedio		48.89 a	45.76 a	67.62 a	63.51 a	39.14

^{a,b} Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), C.V.=Coeficiente de variación, T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed.

6.3 Conversión alimenticia

En el Cuadro 6 se reporta la conversión alimenticia, en el cual solo se encontraron diferencias significativas en la primera semana ($P \leq 0.05$), sin embargo, en el promedio general no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda en las diferentes etapas evaluadas.

Estudios realizados por Evans *et al.* (2015) donde probaron diferentes porcentajes de inclusión de alga *Spirulina* al (0%, 6%, 11%, 16% y 21%) y Alaeldein *et al* (2013) donde probaron porcentajes de inclusión de *Ulva Lactuca* al (0%, 1% y 3%), en ambas investigaciones no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), ambos grupos de autores incluyeron porcentajes mayores de algas a los incluidos en la presente investigación, sin embargo, hubo resultados similares en cuanto que no hubo diferencias significativas.

Cuadro 6. Conversión alimenticia en pollos en las etapas de iniciación – finalización alimentados con aditivos a base de algas marinas

ETAPA	SEMANA	T1	T2	T3	T4	C.V
INICIACION	1	2.01 a	1.53 ab	1.74 ab	1.44 b	14.88
	2	2.08 a	1.84 a	1.67 a	1.50 a	18.53
	3	1.75 a	1.29 a	1.85 a	1.86 a	16.34
	4	1.50 a	1.48 a	1.39 a	1.29 a	15.19
FINALIZACION	5	2.22 a	2.07 a	2.13 a	2.15 a	8.30
	6	2.39 a	2.11 a	2.19 a	2.22 a	8.28
	7	1.91 a	2.18 a	2.01 a	2.08 a	10.74
	8	1.88 a	1.88 a	2.22 a	2.26 a	15.71
PROMEDIO		1.96 a	1.79 a	1.90 a	1.85 a	17.23

^{a,b} Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), C.V.=Coeficiente de variación, T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed.

6.4 Capacidad de retención de agua y pH

El pH, se observa en el Cuadro 7, hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) específicamente el tratamiento 1 en comparación con los otros tratamientos por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorde.

Un trabajo realizado por Martínez *et al* (2021) donde alimentaron con *Roystonea regia*, con una inclusión de (5%, 10% y 15%) y reportaron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, resultados diferentes a los obtenidos en la presente investigación, por otro lado, otra investigación acerca de calidad de carne aviar realizada por Petracci *et al* (2015) mencionan que el pH está entre 5.8 y 6 a partir de las 6 horas postmortem, en el cual desarrolla rigidez (rigor mortis) así como se observa en el tratamiento testigo T1, esto podría estar influenciado por la razón que este tratamiento no se adicionó con ningún aditivo; sin embargo, Attia *et al* (2016) plantearon que la tasa de disminución varía entre líneas genéticas y que los valores normales se encuentran entre 6.2 a 6.6; tales resultados son similares a los obtenidos en nuestra presente investigación.

La capacidad de retención de agua, Cuadro 7; no mostró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda.

En un estudio realizado por Zamora *et al* (2015) donde probaron aceite de orégano en diferentes concentraciones al (0, 400, y 800 mg/kg) en dietas para pollos sobre la calidad de pechuga reportaron datos superiores a los obtenidos en este presente trabajo, dichas diferencias se podrían deber por la influencia de los diferentes aditivos probados en estas investigaciones, igualmente según Fletcher, (2002) podría estar influenciada por el tipo de músculo, las condiciones pre y post *rigor*, el pH, y tipo de proteína; por otra parte, Kim *et al*. (2009) mencionaron que la capacidad de retención de agua puede depender de factores intrínsecos y extrínsecos o sus interacciones en la carne.

Cuadro 7. Capacidad de retención de agua y Ph en pollos de engorde alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas.

	T1	T2	T3	T4	C.V
CRA	0.67 a	0.62 a	0.57 a	0.67 a	28.99
pH	5.80 b	6.29 a	6.25 a	6.39 a	1.97

^{a,b} Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), C.V.=Coeficiente de variación, T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed.

6.5 Color

El en Cuadro 8 se muestran los resultados de color de la canal con sus diferentes índices de luminosidad, los cuales no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda.

En un estudio donde analizaron las propiedades fisicoquímicas de carne de pollo, gallina y codorniz y obtuvieron datos similares en cuanto a luminosidad “L”, la literal “a” que va de rojo a verde fue superior a la que obtuvieron los autores mencionados, mientras que “b” que va de azul a amarillo fue inferior Cori *et al* (2014); dichas diferencias encontradas en el color de la carne con respecto a la investigación anterior podrían deberse a diferencias de manejo, dieta y genética de las aves, además de las características del colorímetro empleado Qiao *et al.* (2002)

Cuadro 8. Color de pierna en pollos alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas

Color	T1	T2	T3	T4	C.V.
L	47.53 a	49.67 a	45.04 a	45.11 a	5.80
a	7.00 a	5.74 a	7.31a	5.95 a	25.09
b	4.73 a	4.07 a	4.15 a	4.52 a	23.97

a, b Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), ($P \geq 0.05$), C.V.=Coeficiente de variación, T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed, L=luminosidad de negro a blanco, a=luminosidad de rojo a verde, b=luminosidad de azul a amarillo.

6.6 Biometría roja

En el Cuadro 9 se muestran los resultados del análisis de biometría roja, en el cual no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P \geq 0.05$) por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda.

Un trabajo realizado Gutiérrez y Corredor (2017) donde adicionaron el alimento para pollos de engorda con probióticos y reportaron datos de hemoglobina y hematocrito similares a los obtenidos en este experimento; pero comparando los tratamientos adicionados con el tratamiento testigo T1, se menciona que no existió influencia del efecto de la adición de los diferentes aditivos a base de algas marinas.

Cuadro 9. Biometría roja de pollos alimentados con aditivos naturales a base de algas marinas

Parámetros	T1	T2	T3	T4	C.V.
Glóbulos Rojos (u/ml)	2.90 a	3.06 a	3.00 a	2.76 a	11.64
Hemoglobina (g/ dl)	13.00 a	13.66 a	12.86 a	11.96 a	10.22
Hematocrito (%)	37.60 a	39.53 a	37.50 a	34.80 a	10.34

^{a,b} Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed, u/ml=unidades por mililitro, g/dl=grados por decilitro, %= porcentaje.

6.7 Biometría

Los resultados de biometría Cuadro 10, no mostraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) por efecto de la adición de aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda.

En un trabajo realizado Gutiérrez y Corredor (2017) donde adicionaron el alimento para pollos de engorda con probióticos y reportaron datos similares en cuanto a eosinófilos (2.25-5.7), sin embargo, reportaron valores menores en cuanto a linfocitos (44 – 51) y basófilos (0- 0.25) pero mayores en monocitos (2-4.9); en otro trabajo realizado por colon *et al.* (2015) reportaron parámetros similares a nuestro trabajo en linfocitos (72) y basófilos (1.08) pero mayores en cuanto a eosinófilos (17.8) y monocitos (9.80); estas diferencias se podrían deber a lo que mencionan Campbell y Dein (1984) en donde informaron que los parámetros hematológicos pueden variar entre las especies, el sexo, la edad, el medio ambiente y las influencias hormonales; sin embargo, comparando nuestros tratamientos, T3 reporta mejor respuesta.

Cuadro 10. Biometría de pollos adicionados con aditivos naturales a base de algas marinas

Parámetros	T1	T2	T3	T4	C.V.
Heterofilos %	20.00 a	10.66 a	7.33 a	9.33 a	50.17
Eosinófilos %	3.66 a	4.33 a	6.33 a	6.66 a	73.36
Linfocitos %	74.33 a	84.00 a	84.00 a	82.66 a	8.82
Monocitos %	0.66 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	346.41
Basófilos %	2.00 a	1.00 a	2.33 a	0.66 a	108.86

^{a,b} Literales con diferente literal indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$), T1=Dieta base, T2= Programa M-feed, T3= Algimun, T4=M-feed, %=porcentaje.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y los resultados reportados en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- Las algas marinas no modificaron las variables productivas, consumo de alimento, Ganancia de peso y conversión alimenticia. durante toda la fase experimental, sin embargo, en los periodos semanales se vieron afectadas encontrándose la mejor respuesta en el tratamiento 3.
- De acuerdo a las características fisicoquímicas de la carne las algas marinas afectaron la variable pH encontrándose la mejor respuesta en el tratamiento 2, sin embargo, en las variables capacidad de retención de agua y color, no se afectaron entre los diferentes tratamientos.
- En cuanto a biometría hemática no se afectaron por efecto de las algas marinas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abudabos, A. M., Okab, A. B., Aljumaah, R. S., Samara, E. M., Abdoun, K. A. y Al-Haidary, A. A., 2013. Nutritional Value of Green Seaweed (*Ulva Lactuca*) for Broiler Chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 12(2), número de artículo: e28. Consultado el 11 de noviembre de 2021.
- Attia, Y. A., Al Harthi, M. A., Korish, M. A. y Shiboob, M. M., 2016. Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7(3), 321. Consultado el 3 de octubre de 2021
- Avilez-Colón, B. L., Rugeles Pinto, C. C., Jabib Ruiz, L. y Herrera Benavides, Y. M., 2015. Parámetros hematológicos en pollos de engorde criados en una granja de producción cerrada en el trópico bajo. *Revista de Medicina Veterinaria*. (29), 33:
- Cori, M. E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R. y Rivas, N., (2014). Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de Zootecnia*. 63(241), 133–143.
- Dávila-Ruiz, c. 2015. evaluación de la ganancia de peso, conversión alimenticia y análisis costo/beneficio en pollos de engorde administrando *ascophyllum nodosum* en el agua de bebida. Tesis doctoral. Universidad de san Carlos de Guatemala, Guatemala, 44p.
- Deza-Reynaga. E. J., & Mendiola Valdez, L. M. 2019. Plan de negocio para cultivo de microalga *arthrospira platensis* como aditivo alimenticio para pollos de engorde. Maestría. Universidad Esan. Lima, Peru, 193p.
- Gil, S. M., 2016. Algas como una alternativa en la nutrición en avicultura. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 53p.
- Gutiérrez-castro, L. L., & corredor-Matus, J. R. 2017. parámetros sanguíneos y respuesta inmune en pollos de engorde alimentados con probióticos. *revista veterinaria y zootecnia*, 11(2), 81-92.
- Gutiérrez-Leyva, Ranferi, Civera-Cerecedo, Roberto, Rocha-Meza, Sonia, Rondero-Astorga, Dolores, Ramírez-Ramírez, Carmen, & Casas-Valdez, Margarita. 2015. Evaluación nutricional del alga *Macrocyctis pyrifera* como aditivo alimentario para juveniles del camarón *Litopenaeus vannamei*. *Abanico veterinario*, 5(1), 26-34. Recuperado en 09 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S244861322015000100026&lng=es&tlng=es

- Juárez-Arredondo. 2017. Evaluación de la inclusión de macrocystis pyrifera en dietas para pollos de engorda de la línea Ross 308. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 55p. Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43025/K%2065230%20Ju%C3%A1rez%20Arredondo%20Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez-Pérez, M., Vives-Hernández, Y., Rodríguez-Sánchez, B. y Pérez-Acosta, O. G. 2021. Calidad de la canal y la carne en pollos de ceba que consumen Roystonea regia. Revista Mvz Córdoba. 26(2), número de artículo: e1984. Disponible en: doi: 10.21897/rmvz.1984
- Medina CJC, Rejón AMJ, Valencia, HER. Análisis de rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. Rev Mex Agroneg 2012;16(30):909-919.
- Morales, D. 2017. Algoterapia en la producción avícola. aviNews, la revista global de avicultura. <https://avicultura.info/algoterapia-la-produccion-avicola>. 18 de julio 2021.
- Osollo-Mora, L. E. 2015. Efecto de la alimentación con ulothrix spp en la composición proximal y microbiológica de la carne de pollos de engorda. Memoria del cuarto simposio de investigación del icb 2013. primera edición. 9-41pp.
- Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C.2015. Meat quality in fast-growing broiler chickens. world poultry sciences journal.71(2):363-374. <https://doi.org/10.1017/s0043933915000367>
- Olmix. 2021, Protocolo de validación en pollo de engorda, <https://www.olmix.com>, 10 agosto 2021.
- Qiao, M., Fletcher, D., Northcutt, J. and Smith, D. 2002. the relationship between raw broiler breast meat color and composition. poultry sciences journal, 81: 424-427.
- Zamora, G. M. Macías, J. A. G. Estrada, E. S., Meléndez, L. A. D. & Vázquez, R. S. 2015. aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. investigación y ciencia: de la universidad autónoma de Aguascalientes, (65), 5-12.

1X. ANEXOS



Anexo 1. Pesaje de pollos semanal



Anexo 2. Determinación de pH



Anexo 3. Capacidad de retención de agua



Anexo 4. Determinación de color de pierna