



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Unidad de Educación a Distancia

Carrera de Administración y Producción Agropecuaria

**La azolla *microphylla* como suplemento alimenticio en la
producción de gallinas criollas (*gallus domesticus*) en San José de
la Parroquia Mercadillo**

**Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Licenciado
en Administración y Producción
Agropecuaria.**

Autor

Víctor Rosendo Arias Villavicencio

Directora

Dra. Ruth Consuelo Ortega. Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 14 de marzo de 2023

Dra. Ruth Consuelo Ortega Rojas. Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación de grado denominado: **La azolla *microphylla* como suplemento alimenticio en la producción de gallinas criollas (*gallus domesticus*) en San José de la Parroquia Mercadillo**, previo a la obtención del título de **Licenciado en Administración y Producción Agropecuaria**, de auditoría de **Víctor Rosendo Arias Villavicencio** con C.L. **1105015281**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Dra. Ruth Consuelo Ortega Rojas. Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Víctor Rosendo Arias Villavicencio**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1105015281

Fecha: 21 de junio 2023

Correo Electrónico: victor.arias@unl.edu.ec

Teléfono: 0968970754

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Víctor Rosendo Arias Villavicencio**, declaro ser el autor del Trabajo de Titulación denominado: **La azolla *microphylla* como suplemento alimenticio en la producción de gallinas criollas (*gallus domesticus*) en San José de la Parroquia Mercadillo**, como requisito para optar por el título de **Licenciado en Administración y Producción Agropecuaria**; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de junio de dos mil veintitrés.

Firma:



Cédula: 1105015281

Autor: Víctor Rosendo Arias Villavicencio

Dirección: Alamor – Loja – Ecuador

Correo electrónico: victor.arias@unl.edu.ec

Teléfono: 0968970754

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Titulación: Dra. Ruth Consuelo Ortega Rojas. Mg. Sc.

Dedicatoria

A Dios, mi padre Celestial que con su sabiduría hizo un hombre de bien.

A mi madre quien fue la razón de mi vida, a mis hermanos que con amor y comprensión me apoyaron, para todos ellos este triunfo.

Víctor Rosendo Arias Villavicencio.

Agradecimiento

Al cumplir una de las etapas más importantes de mi vida expreso mis sinceros agradecimientos primeramente a Dios, quien con sus bendiciones hizo posible que pueda cumplir un sueño muy importante en la muy noble Institución como es la Universidad Nacional de Loja Unidad de Estudio a Distancia, quienes con sus maestros supieron guiarme con sus conocimientos para sembrar en mi responsabilidad y compromiso para servir a la comunidad.

Al Ingeniero Miguel Saca director del departamento de producción del Municipio de Puyango por facilitarnos la semilla para este importante trabajo y brindarnos ayuda técnica para su realización.

Al señor Manuel Vivanco propietario de la finca donde se realizó el trabajo a él y a su familia mi gratitud por facilitarnos el tiempo y su terrero para este importante trabajo.

A la Dra. Ruth Consuelo Ortega Rojas, directora de la tesis, por guiarme y motivarme con sus observaciones e inquietudes durante la investigación, conduciéndome de esta manera al logro de mi meta, adquiriendo de esta forma capacidad suficiente para enfrentar con soluciones los problemas existentes en nuestras comunidades y país.

Mi gratitud eterna para aquellas personas que dirigen esta institución y mantienen su nombre muy en alto con el objetivo fundamental de servir y formar científicamente a la juventud estudiosa.

Víctor Rosendo Arias Villavicencio.

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	x
Índice de anexos	x
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1 La Azolla sp.	6
4.1.1 <i>Taxonomía de la Azolla sp</i>	7
4.1.2 <i>Características morfológicas de la Azolla sp</i>	8
4.1.3 <i>Zonas donde se desarrolla</i>	9
4.1.4 <i>Propiedades y composición nutricional</i>	9

4.2	Rendimiento y producción de biomasa	10
4.3	Gallinas criollas.....	12
4.3.1	<i>Clasificación taxonómica de las gallinas</i>	12
4.3.2	<i>Características productivas de las gallinas</i>	13
4.3.3	<i>Factores que influyen en la producción de huevos</i>	13
4.4	Investigaciones sobre el uso de <i>Azolla sp</i> como suplemento alimenticio....	14
5.	Metodología	17
5.1	Ubicación del lugar de la investigación	17
5.2	Condiciones meteorológicas de la zona	18
5.3	Duración de la investigación	18
5.4	Unidades experimentales y tratamientos.....	18
5.5	Diseño experimental.....	19
5.6	Variables de estudio	19
5.7	Procedimiento experimental.....	20
5.7.1	<i>Adecuación de instalaciones</i>	20
5.7.2	<i>Periodo de adaptación de los animales</i>	20
5.7.3	<i>Toma de datos y registro de información</i>	20
5.7.4	<i>Análisis estadístico de los datos</i>	22
5.8	Materiales y equipos utilizados en la investigación	23
6.	Resultados	25
6.1	Consumo de alimento.....	25
6.2	Incremento de peso.....	26

6.3	Conversión Alimenticia.....	27
6.4	Porcentaje de producción de huevos	28
6.5	Peso de huevos	29
6.6	Coloración de las yemas de los huevos	30
6.7	Mortalidad	31
6.8	Análisis Económico.....	31
6.9	Análisis y separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey a nivel de significancia de $P < 0.05$	33
6.10	Socialización de resultados.....	33
7.	Discusión.....	35
8.	Conclusiones.....	38
9.	Recomendaciones.....	39
10.	Bibliografía.....	40
11.	Anexos.....	44

Índice de tablas:

Tabla 1. Azolla: Taxonomía	8
Tabla 2. Distribución geográfica de Azolla en el Ecuador	17
Tabla 3. Minerales y ácidos grasos en la Azolla	19
Tabla 4. Escala zoológica de las gallinas.....	12
Tabla 5. Numero de huevos por gallina.....	23
Tabla 6. Tratamientos utilizados	28
Tabla 7. Diseño experimental de los tratamientos.....	19
Tabla 8. Consumo de alimentos en gr por gallina y por tratamiento.....	25
Tabla 9. Incremento de peso en gr por gallina en cada tratamiento	26
Tabla 10. Conversión alimenticia	27
Tabla 11. Producción de huevos por semana y por tratamiento	28
Tabla 12. Promedio de peso de huevos	37
Tabla 13. Coloración de las yemas de los huevos.	38
Tabla 14. Análisis económico en los tratamientos.....	39
Tabla 15. Análisis según la prueba de Tukey.....	40

Índice de figuras:

Figura 1 Distribución geográfica de Azolla sp en el Ecuador.....	18
Figura 2 Ubicación de la parroquia Mercadillo.	26
Figura 3 Información principal de la zona de estudio	27
Figura 4 Cinta colorimétrica.....	30
Figura 5. Consumo de alimento en gr por gallina.....	33
Figura 6. Incremento de peso en gr.	34
Figura 7. Conversión alimenticia	35
Figura 8. Porcentaje de producción de huevos	36
Figura 9. Promedio de huevos.....	37
Figura 10. Intensidad de color de la yema.....	38
Figura 11. Porcentaje de rentabilidad.....	40

Índice de anexos:

Anexo 1. Registro Fotográfico.	44
Anexo 2. Certificación Abstract.....	45

1. Título

La *Azolla sp microphylla* como suplemento alimenticio en la producción de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) en San José de la Parroquia Mercadillo.

2. Resumen

En la avicultura el incremento de los precios de los alimentos, irregularidad en el suministro y escasez de los mismos, constituyen nuevos riesgos que pueden poner en peligro el funcionamiento de este sector. En este sentido existen productos locales reconocidos como alimentos no convencionales tal es el caso de las plantas acuáticas (*Azolla sp*), las cuales no son de uso universal en la alimentación avícola, pero bien utilizados pueden llegar a ser un elemento importante en los sistemas sustentables de producción, en virtud de esto la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la *Azolla sp microphylla* como suplemento alimenticio en la producción de gallinas criollas (*Gallus domesticus*). Para el desarrollo experimental de la investigación se necesitó 42 unidades experimentales (gallinas criollas), con una edad de seis meses; para el estudio se aplicaron dos tratamientos: Tratamiento 1 (30 % *Azolla sp* + 70% balanceado) y Tratamiento 2 (0% *Azolla sp* + 100% balanceado). Las variables estudiadas fueron el consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, mortalidad y rentabilidad. Los resultados indican que el consumo de alimento por las gallinas criollas es mayor en el tratamiento dos T2 (0% *Azolla sp* 100% balanceado) con un promedio de 5880,00 g/día/animal; en relación al primer tratamiento T1 (30% *Azolla sp* 70% balanceado) 5655,97 gr/día/animal. Además, se obtiene un decremento de peso de -0.18 g/ave/día en el tratamiento T1; y en el tratamiento T2 se obtiene un incremento de peso de 0.07 g/ave/día. No se presentó mortalidad y respecto a la rentabilidad existe diferencias estadística $P < 0.05$ entre los tratamientos, siendo del 34% para el T1 y 26% para el T2. En conclusión, la *Azolla sp.* se constituye en una alternativa como suplemento alimenticio en la producción de huevos de gallina.

Palabras clave: avicultura, tratamiento, alimentación, rentabilidad, producción de huevos.

Abstract

In poultry farming, the increase of the prices, irregularity in the supply and shortage of feed, constitute new risks that can endanger the operation of this area. In this case, there are local products recognized as non-conventional foods, such is the case of aquatic plants (*Azolla* sp), which are not usually used in poultry feed, but used in the right way can become an important element in sustainable production systems. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of *Azolla* sp microphylla as a feed supplement in the production of Creole hens (*Gallus domesticus*). For the experimental development of the research, 42 experimental units (Creole hens), aged six months, were needed; two treatments were applied for the study: Treatment 1 (30% *Azolla* sp + 70% balanced) and Treatment 2 (0% *Azolla* sp + 100% balanced). The variables studied were feed intake, weight gain, feed conversion, mortality and profitability. The results indicate that feed consumption by the Creole hens is higher in treatment two T2 (0% *Azolla* sp 100% balanced) with an average of 5880.00 g/day/animal; in relation to the first treatment T1 (30% *Azolla* sp 70% balanced) 5655.97 g/day/animal. In addition, a weight decrease of -0.18 g/bird/day was obtained in treatment T1; and in treatment T2 a weight increase of 0.07 g/bird/day was obtained. There was no mortality and with respect to profitability there were statistical differences $P < 0.05$ between treatments, being 34% for T1 and 26% for T2. In conclusion, *Azolla* sp sp. is an alternative as a feed supplement in the production of chicken eggs.

Key words: poultry, treatment, feed, profitability, egg production.

3. Introducción

Azolla sp es un género de helechos de aspecto poco frecuente, esta planta a diferencia de los helechos comunes, son diminutas y crecen en colonias flotantes sobre masas de agua (Cross, 1999). La importancia del uso de la *Azolla sp microphylla* como suplemento alimenticio se debe a que esta alga favorece una producción sana y equilibrada, esta especie contiene 25% a 30% de proteína, esta cantidad varía de acuerdo a las condiciones climáticas donde se desarrolla el cultivo, aunque su contenido de proteína siempre es elevado, contiene un 15% de fibra, también contiene varias vitaminas y minerales los cuales complementan su valor nutricional (Biplob et al., 2002). Así también, el sistema de producción está afectado por los altos índices de costos para la alimentación de los animales, es por eso que existe la necesidad de disminuir los costos de producción utilizando productos alternativos en la alimentación de las aves, y que a la vez permitan obtener productos aptos para el consumidor y mejorar la rentabilidad.

Actualmente en el Barrio San José de la Parroquia Mercadillo perteneciente al cantón Puyango, los productores agropecuarios desarrollan sistemas de producción de aves, utilizando en su mayoría balanceados comerciales en la alimentación de los animales; es por ello, que es necesario aplicar nuevas estrategias para una producción orgánica y que a la vez permitan bajar los costos de producción.

Además, la tasa de conversión alimenticia y la eficiencia energética mejoraron significativamente ($P < 0.01$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla sp* y en la dieta de control. El costo total Tk/kg de pollo de engorde fue significativamente mejor ($P < 0.05$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla sp* (Biplob et al., 2002).

En la investigación realizada por Villacis-Cabascango (2016), titulada “Efecto de la harina de *Azolla sp*, sobre los parámetros productivos de pollos coob 500”, se realizó un ensayo con 200 pollos de la raza coob 500 de un día de edad y se continuo hasta el día 49 de edad, con el propósito de evaluar los parámetros de diferentes niveles de inclusión de harina de *Azolla sp* en la dieta alimenticia, los pollos fueron asignados a cuatro tratamientos dietéticos T1 (21% de harina de *Azolla sp*), T2 (4% de harina de *Azolla sp*), T3 (6% de harina de *Azolla sp*), T0 (testigo, sin adición de harina de *Azolla sp*). La tasa de conversión alimenticia y la eficiencia energética mejoraron significativamente ($P < 0.01$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla sp* y en la dieta de control. El costo total

Tk/kg de pollo de engorde fue significativamente mejor ($P < 0.05$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla sp.*

Es por ello, que la presente investigación se llevó a cabo en base a los siguientes objetivos: 1) Establecer los parámetros productivos en el engorde de gallinas criollas con la suplementación de *Azolla sp microphylla*; 2) determinar la rentabilidad de la producción de gallinas criollas con la suplementación de *Azolla sp microphylla*; y 3) socializar los resultados con productores de gallinas criollas con la suplementación de *Azolla sp microphylla*.

El alcance de la investigación permitirá que los productores agropecuarios utilicen la *Azolla sp microphylla* como suplemento en la alimentación de gallinas criollas para bajar los costos de producción y a la vez impulsar una producción orgánica.

4. Marco Teórico

4.1 La Azolla sp.

A decir de Lumpkin & Plucknett (1980), la Azolla sp., es un género de helecho acuático flotante, también conocido como helecho mosquito. Es común en cuerpos de agua dulce en regiones templadas y tropicales de todo el mundo. Se caracteriza por sus hojas pequeñas y flotantes que forman una capa densa en la superficie del agua, lo que puede proporcionar sombra y refugio a los organismos acuáticos debajo de ella.

La Azolla sp., es una planta que tiene la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con una cianobacteria, lo que significa que puede ser una fuente importante de fertilización natural para los sistemas acuáticos (Sevillano et al., 1986). Por esta razón, se ha estudiado su uso potencial en la agricultura sostenible y en la restauración de cuerpos de agua. Además, la Azolla sp., también se utiliza en la alimentación de animales acuáticos y en la producción de biocombustibles. Portela (2017)

Según Portela (2017), indica que la planta es nativa de las regiones templadas de América, cada una tiene un tamaño de 2,5 – 10 cm con hojas triangulares que le permiten flotar sobre el agua.

El género Azolla sp taxonómicamente pertenece a la familia Azollaceas. Comúnmente se le conoce a la Azolla sp, como “helecho de agua”, “helecho flotante”, “doradilla”, “yerba del agua”, la misma que está compuesta por multitud de hojas pequeñas bilobuladas (fondees) de 2–4 mm, pero juntas consiguen una planta de gran extensión. Las diminutas plantas de aproximadamente 1-2 cm, constan de gran cantidad de hojas pequeñas, dispersas en forma imbricada alrededor de un tallo (Lumpkin y Plucknett, 1982).

Además, el crecimiento de las poblaciones es extremadamente veloz. Se han descrito casos de poblaciones que duplican su biomasa en apenas tres días si las condiciones de luz y nutrientes lo permiten, el crecimiento se detiene una vez que la planta ha cubierto por completo la superficie de agua. Debido a su rápido crecimiento y a los impactos que causa en el medio, está clasificada como especie invasora agresiva en numerosos países, este es el caso de España, donde está prohibida la introducción de la especie en el medio natural, así como su posesión, comercialización, comercio o transporte (Portela, 2017). De igual manera, Pérez (2009), describieron a la Azolla sp como una planta de gran capacidad de propagación y crecimiento, de tamaño pequeño,

que en condiciones óptimas de nutrientes es capaz de alcanzar gran volumen de producción.

Sin embargo, la *Azolla* sp., a través de la historia desarrolla una asociación simbiótica con un alga verde azulada (cianobacterias diazótropa) llamada *Anabaena azollae*, que tiene la característica de fijar nitrógeno de la atmósfera hasta alcanzar un alto contenido de nitrógeno, por lo que esta alga almacena el nitrógeno del aire y lo intercambia con el helecho, suministrando nitrógeno a la planta. Aun así, algunos factores ambientales tales como las condiciones del suelo, del agua y las técnicas de cultivo, influyen de una forma importante en el contenido de nutrientes de la *Azolla* (Naegel, 1998).

Además, esta simbiosis hereditaria implica que la *Anabaena azollae* se encuentre presente en cada una de las plantas de *Azolla* sp. Por lo tanto, el helecho acuático presenta la posibilidad de ser aprovechado como abono orgánico, alimento para animales e incluso para humanos dado su alto contenido de proteínas (Ballesteros, 2011).

La *Azolla* sp es usada como fertilizante verde y como alimento para animales en China y Vietnam, y algunas regiones de África desde hace mucho tiempo (hace 2000 años) y más recientemente como un biofiltro de aguas servidas, por lo que es nombrada como un súper organismo, pues constituye un simbiote compuesto por genes cromosómicos, genes organelares, y otras veces como bacterias simbiotes (Figueroa, 2004).

4.1.1 Taxonomía de la *Azolla* sp

El género *Azolla* sp fue establecido por Lamarck en 1783, y fue inicialmente incluido dentro de la familia Salviniaceae Sadeb., pero recientemente los taxónomos han asignado a la familia Monotípica Azollaceae Chr (Tryon, 1982). El género está dividido en dos secciones (subgéneros) y seis especies, sobre la base de sus órganos reproductivos. Las secciones son *EuAzolla* y *Rhizosperma*. Las especies que pertenecen a *EuAzolla* son *A. filiculoides* Lamarck, *A. caroliniana* Willd., *A. microphylla* Kaulfuss y *A. mexicana* Presl., y las pertenecientes a *Rhizosperma* son *A. pinnata* Brown, y *A. nilotica* DeCaisne (Moore, 1969).

Azolla sp pertenece al género *Azolla salvináceas*, una familia de helechos criptógamos flotantes. Este género se divide en seis secciones y especies vivientes

principalmente en base a los órganos reproductores (sacos flotantes de mega esporas y gloquídeos de masúlas). La *Azolla* sp corresponde a diminutos helechos acuáticos que flotan libremente por la superficie del agua, como ríos, quebradas, lagos, estanques, etc.; consta de tallos abundantemente ramificados que poseen raíces que cuelgan hacia abajo en el agua, las mismas que surgen de forma endógena con pelos radicales. Además, presenta esporocarpios que se forman en grupos de dos y cuatro en la axila del lóbulo dorsal de la hoja basal de cada rama (Méndez-Martínez et al., 2018).

Tabla 1

Azolla sp: *Taxonomía*

Taxonomía
Helecho: <i>Azolla</i>
División: Pteridophyta
Clase: Filipcosida
Orden: Salviniiales
Familia: Azollaceae
Género: <i>Azolla</i>
Especie: <i>Caroliniana</i> , <i>Filiculoides</i> , <i>mexicana</i>
N.C: <i>A. Caroliniana</i> , <i>A. Miliculoides</i> , <i>A. Mexicana</i>

Nota: Datos obtenidos de Cabezas-Monteros (2011).

Por otro lado, Marcillo y Recalde (2003), afirman que el género *Azolla* sp., es un recurso alimenticio que presenta un gran potencial, ya que tiene elevada tasa de crecimiento, una gran producción de biomasa, alto contenido de nutrimentos, ausencia de valores anti nutricionales y fina consistencia.

4.1.2 Características morfológicas de la *Azolla* sp

Es una planta acuática flotante, con hojas pequeñas y raíces cortas. Frondes divididas de color que oscila entre rojo y púrpura a pleno sol y de verde pálido en sombra, crece muy rápido ideal para cubrir superficie, ayuda a controlar el desarrollo de algas al limitar la luminosidad en el medio acuático, es intolerante al agua salada (Grajeles, 2014).

La cavidad en la hoja de *Azolla* sp puede ser considerada como una unidad básica fisiológica de la asociación simbiótica, donde el complejo de las comunidades ecológicas de microorganismos permanentes coexiste con el helecho para mantenerlo. Son adquiridas nuevas rutas metabólicas y capacidades orgánicas y mejoradas por estos simbioses, para instituir un nuevo nivel de organización, extendiendo más allá la capacidad de cada individuo formando la asociación (Carrapico, 2006).

4.1.3 Zonas donde se desarrolla

Azolla sp es un tipo de helechos de aspecto poco frecuente, estas plantas a diferencia de los helechos comunes, son diminutas y crecen en colonias flotantes sobre masas de agua. Se desarrolla y crece en grandes masas de agua, flotante, el crecimiento es extremadamente veloz, ha habido casos que duplican la biomasa en apenas tres días si las condiciones de luminosidad lo permiten, el crecimiento se detiene una vez que la planta haya cubierto por completo el agua, se desarrolla únicamente en agua, ríos, estanques, quebradas, lagunas, esteros (Instituto Europeo, s.f.).

La Azolla sp se distribuye ampliamente en América tropical y el Ecuador, en donde se encuentra en la sierra ecuatoriana, a 3600 metros sobre el nivel del mar y en la costa en áreas cercanas al mar y zonas rurales (Montaño, 2003).

Tabla 2

Distribución geográfica de Azolla sp en el Ecuador

Especie	Distribución geográfica
<i>Azolla caroliniana</i>	En la provincia del Guayas
<i>Azolla filiculoides</i>	En las provincias de Cotopaxi, Imbabura y en el Napo
<i>Azolla mexicana</i>	En la provincia de Cotopaxi
<i>Azolla microphylla</i>	En Galápagos y en la provincia del Guayas

Nota: Datos tomados de Montaño (2003).

4.1.4 Propiedades y composición nutricional

Las propiedades nutritivas y fertilizantes que posee la Azolla sp se debe a los componentes nitrogenados, fijados del medio donde se desarrolla a través de la bacteria *Anabaena Azollae*, la capacidad de asimilación de los nutrientes provenientes de las plantas acuáticas está directamente relacionada con la velocidad de crecimiento, población establecida, y composición del tejido de las plantas (Ramos-Ojeda, 2012).

Este helecho mantiene una relación simbiótica con la cianobacteria, este hecho hace que la azolla sp tienda a contener niveles altos de nitrógeno y ser una fuente proteica atractiva para la nutrición animal. La Azolla sp contiene 25% a 30% de proteína, esta cantidad varía de acuerdo a las condiciones climáticas donde se desarrolla el cultivo, aunque su contenido de proteína siempre es elevado, contiene un 15% de fibra, también

contiene varias vitaminas y minerales los cuales complementan su valor nutricional (Biplob et al., 2002).

La composición química de las plantas acuáticas, varía de acuerdo al lugar donde crecen y se desarrollan. El aporte de aminoácidos esenciales es bueno en el caso de *Azolla* sp se encuentran los niveles más altos para arginina y treonina. La *Azolla* sp contiene de 206 a 245 g de cenizas por kg seco, 500 g de fibras totales; un contenido de proteína alrededor del 280 g por kg seco (Rosales et al., 2010). La *Azolla* sp., es rica en minerales y ácidos como se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3

Minerales y ácidos grasos en la Azolla sp

Minerales	%
Nitrógeno peso fresco	4.0 – 5.0
Nitrógeno peso seco	0.2 – 0.3
P2O5	0.5 – 0.4
Ca	0.4 – 1.0
K2O	2.0 – 4.5
Mg	0.5 – 0.65
Fe	0.6 – 0.22
Ácidos grasos	%
Mirístico	0.96
Palmítico	23.13
Estárico	34.69
Oleico	36.39
Linóleico	2.76

Nota: Datos tomados de Peña (2000).

4.2 Rendimiento y producción de biomasa

En el momento que la *Azolla* sp alcance a cubrir el espejo de agua se podrá contar con 1 kg/m², a partir de este punto se tendrá un crecimiento exponencial alcanzando hasta 8 kg/m², a este punto la *Azolla* sp se habrá aglomerado hasta alcanzar un espesor de 3 a 5 cm. Por hectárea de *Azolla* sp es capaz de producir de 1 a 2 toneladas de forraje fresco por día, esto equivale a 10 – 30 kg por día, por su alta capacidad de crecer de forma simbiótica (Rodríguez, 2006).

También este helecho de agua presenta una alta capacidad de acumulación de nutrientes, teniendo un rendimiento en (mg/m²/día) de nitrógeno de 155–250 y de fósforo de 60–75 (Domínguez, 1997). Además, se multiplica generalmente de forma vegetativa y puede duplicar su biomasa en cuatro días, mostrando un nivel de producción

superior a los demás organismos acuáticos (Lumpkin y Plucknett, 1982), por lo que estas plantas acuáticas son alternativas para el desarrollo de sistemas apropiados de producción rentable desde el punto ambiental, económico y humano (González et al., 2008).

Para lograr mayor eficiencia en los sistemas de producción integrado, es necesario el desarrollo de sistemas sencillos para el cultivo de la *Azolla* sp., donde el reciclaje es el principio fundamental; ya que un producto (residuo) con bajo valor nutritivo es transformado en energía; es decir, en gas para diferentes usos en el sistema, y nutrientes como las proteínas de alta calidad para la alimentación animal, aprovechando los nutrientes que se encuentran en exceso y transformándola en biomasa fresca, por lo que la tecnología de reciclaje y protección del medio ambiente permite una recuperación considerable de proteínas (Pablos, 2000).

Sin embargo, se debe considerar que un factor limitante en la multiplicación de la *Azolla* sp, lo constituye la falta de fósforo en el medio acuático, situación que se vuelve más completa en los arrozales, donde el pH relativamente bajo del agua disminuye el fósforo existente; aunque en hábitats con deficiencia de nitrógeno muestra un buen crecimiento (Quintero y Ferrero, 2000). La tasa de crecimiento del helecho varía dependiendo del porcentaje de la radiación solar y a la aplicación de fósforo, ya que el requerimiento de consumo de fósforo para su crecimiento normal y la fijación de nitrógeno para obtener la máxima tasa relativa de crecimiento medio, es de 44.5 gr/m²/día de materia fresca (Pinto, 2000). Por otra parte, a decir de Lumpkin y Plucknett (1982), la *Azolla* sp no requiere altas concentraciones de nitrógeno, pero si muestra exigencias de fósforo del orden de 0.7 g de P/m²/semana para condiciones medias de crecimiento.

Según Peña (2000), una hectárea de *Azolla* sp es capaz de producir de 1 a 2 t de forraje fresco por día, equivalente a 10 a 30 kg de proteína/día. Así mismo, se señala que en una hectárea de *Azolla* sp en un mes, se produce de 6 a 8 t de MS con 540 a 720 kg de proteína cruda, y alrededor de 100 a 1564 kg de N/ha/año.

El incremento de los costos de alimentación en ciertos sectores de nuestro país ha llevado a una baja productividad. Sin embargo, se ha demostrado que el uso de *Azolla* sp., es una solución efectiva para reducir los costos de producción, especialmente en la cría de gallinas criollas, al tiempo que mejora la rentabilidad y la calidad.

4.3 Gallinas criollas

La gallina criolla (*Gallus gallus domesticus*) es una especie con distribución mundial, la cual no fue domesticada en el cercano o mediano oriente, evidencias arqueológicas encontradas en el valle del Indo (Pakistan) y en la provincia Chinba de Hebei, sugieren que esta especie fue domesticada a partir del gallo rojo selvático a partir del año 7400 – 8000 expandiéndose hacia Europa Occidental posiblemente a través de Rusia, la domesticación puede haber ocurrido separadamente en India o haber sido introducida por el sur de Asia (Hernández y Montes, 2019).

Se sabe también que, la gallina llegó en tiempos muy remotos a la China, como lo demuestran documentos chinos que se remonta al año 1000 a. C, en su difusión hacia el Oeste, la gallina llegó a todos los territorios del Asia menor desde Persia hacia Palestina; su largo recorrido la llevó a Europa desde la Rusia meridional hasta el centro y norte de Europa habitada entonces por celtas y germanos (Jaramillo & Cassalet, 2020).

La gallina criolla es la que vive en sectores rurales, campos, chacras o granjas de países de América Latina (Argentina, Chile, Paraguay, Ecuador, México, entre otros) por lo general viven sueltas y libremente. No son de ninguna raza específica ya que son una mezcla indefinida de razas de diferentes tipos y orígenes.

4.3.1 Clasificación taxonómica de las gallinas

La clasificación taxonómica de la gallina criolla se indica en la tabla 4.

Tabla 4

Escala zoológica de las gallinas

Taxonomía
Reino: Animal
Tipo: Cordados
Subtipo: Vertebrados
Clase: Aves
Orden: Gallinae
Suborden: Galli
Familia: Phaisaridae
Género: Gallus
Especie: Gallus domesticus (Gallus gallus Domesticus, s.f.)

Nota: Datos tomados de Guerrero (2019).

4.3.2 Características productivas de las gallinas

Las gallinas son animales de conducta gregaria; es decir, que viven junto a varios miembros de su especie, cuyo hábitat en estado silvestre ocupan zonas boscosas y el mayor número de ellas están en el continente asiático y americano. Aquellas que son criadas como animales domésticos, se adaptan a vivir en cualquier país, con excepción donde las temperaturas son demasiadas altas en frío, los gallineros y corrales de las gallinas en cautiverio, deben tener un espacio de 10 metros cuadrados, tomando en cuenta que incluso en las granjas necesitan cierto grado de libertad para estar cómodas (Ruiz y Torres, 2016).

Según Castillo (2013), generalmente una gallina sana consume de 100 a 120 gramos de alimento por día, la alimentación aumenta conjuntamente con la edad de la gallina. La vida de la gallina varía considerablemente entre especie, pudiendo alcanzar una edad de 5 a 15 años, además es mayor a la de los gallos en la mayoría de veces.

El ciclo de vida de las gallinas está compuesto por cuatro fases, los cuales son: nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte. El nacimiento inicia una vez el pollo logra salir del huevo, lo cual ocurre una vez que han transcurrido aproximadamente 21 días, luego el proceso de ruptura del huevo puede durar de diez a veinte horas. En el crecimiento, el pollo empieza a desarrollarse y aparecer las plumas, periodo comprendido entre dos a ocho semanas y una vez alcanzadas las doce semanas son apartadas del grupo por su madre para que puedan valerse por sí mismos (Bencomo, 2019).

A los cinco meses de edad alcanzan la madurez sexual siendo normalmente los machos quienes la alcanzan primero; cuya estación de reproducción comienza en primavera y se prolonga hasta el verano, con la intención de que los pollos nazcan bajo el calor veraniego. Los gallos anuncian su presencia con su cacareo, el mismo que sirve tanto para atraer a las hembras como para alertar a otros machos de su presencia. La mayoría de los pollos viven cerca de ocho años, si no son sacrificados para comida o mueren por enfermedades o depredadores (Azona, 2016).

4.3.3 Factores que influyen en la producción de huevos

Hay algunos factores que influyen, entre los principales se encuentra las horas de iluminación; la luz hace que la glándula pituitaria del cuerpo de una gallina produzca huevos, y se requiere un promedio de 14 a 16 horas de luz para producir un huevo (Saul,

2021). Entre otros factores se encuentran los relacionados con la edad, nutrición y suministro de agua, condiciones ambientales como luz, estrés y proceso como la muda (Cuellar, 2022).

Tabla 5

Número de huevos por gallina

Raza (Tipo)	Número de Huevos por Gallina/15 días	
	Clima Frío	Clima Caluroso
Pesadas	12	16
Ligeras	8	12
Enanas	6	8

Nota: Datos tomados de Bustamante et al. (2019).

Para permanecer sanas y lograr una buena producción de huevos y carne, las gallinas deben ingerir: proteínas, grasas-carbohidratos, vitaminas, minerales y agua. Las proteínas aportan en la formación de músculos (carne), los órganos internos, la piel y las plumas; a la vez, favorecen el crecimiento y aumenta la postura de huevos (Programa Especial de Seguridad Alimentaria de Honduras PESA, 2009).

Además, el calcio es fundamental para el crecimiento de la medula ósea antes de la primera ovulación y para la fortaleza de la cáscara del huevo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2013). Las fuentes de vitaminas se encuentran en las verduras, hojas verdes, cereales, insectos y larvas, mientras que las fuentes de las proteínas se encuentran en los granos de leguminosas como soya, gandul, abono, dólicos, insectos, gusanos, larvas y comején de madera. Así también, las grasas se encuentran en los insectos, legumbres y algunos granos; y los carbohidratos se encuentran en: la yuca, malanga, maíz, maicillo o sorgo, camote, papaya y banano, entre otros (Rodríguez, 2016).

4.4 Investigaciones sobre el uso de Azolla sp como suplemento alimenticio

La Azolla sp es utilizada como suplemento alimenticio desde hace muchos atrás, es así que, en Indonesia se recolecta Azolla sp para alimentación animal, al igual que en Vietnam que es utilizada para alimento de reses, aves de corral y peces, debido a la gran cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos que contiene, constituyendo un forraje de buena calidad para los animales (Moore, 1967 como es citado en Sevillano et al., 1986).

Estudios realizados en la India a cargo de Biplob et al. (2002), se llevó a cabo un experimento con 120 pollos de engorde comerciales Vencobb de siete días de edad y se

continuó hasta los 42 días de edad para determinar la viabilidad de la *Azolla* sp como ingrediente alimentario en la ración de pollos de engorde. Los pollos de engorde se asignan aleatoriamente a cuatro tratamientos dietéticos; 1 (dieta de control sin harina de *Azolla* sp), 2 (dieta con 5% de harina de *Azolla* sp), 3 (dieta con 10% de harina de *Azolla* sp) y 4 (dieta con 15% de harina de *Azolla* sp), reemplazando la harina de sésamo por harina de *Azolla* sp. La composición de la harina de *Azolla* sp contenía 25,78 % de proteína bruta, 15,71 % de fibra bruta, 3,47 % de extracto etéreo, 15,76 % de cenizas y 30,08 % de extracto libre de nitrógeno en base seca al aire.

El peso vivo, el número de producción y la eficiencia de la proteína mejoraron significativamente ($P < 0,01$) al nivel del 5% de harina de *Azolla* sp en la ración de pollos de engorde. La tasa de conversión alimenticia y la eficiencia energética mejoraron significativamente ($P < 0.01$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla* sp y en la dieta de control. El costo total Tk/kg de pollo de engorde fue significativamente mejor ($P < 0.05$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla* sp. El porcentaje de aderezo aumentó significativamente ($P < 0.01$) en la dieta con 5% de harina de *Azolla* sp. El porcentaje de menudillos en el tratamiento dietético (4) aumentó significativamente ($P < 0.05$) que otros tratamientos. Se puede concluir que el uso de harina de *Azolla* sp hasta un 5 % en la ración de pollos de engorde mejora el rendimiento y puede usarse en la dieta de pollos como un nivel seguro (Biplob et al., 2002).

Otro estudio realizado por Subudhi & Singh (1978), presentan que se puede reemplazar hasta un 20 % de la dieta por *Azolla* sp para facilitar el engorde en gallinas de granja, concluyendo que se requieren 9 kg de *Azolla* sp fresca por día para alimentar a 100 gallinas y que esta cantidad llega a ser producida en un área de 60 m². Además, indica que, si bien el contenido de fibra puede llegar a limitar un poco la digestión en animales monogástricos, esto todavía queda abierto a más estudios, debido a que otras investigaciones presentan que puede reemplazarse hasta un 25 % de la dieta y otras que no hay limitantes para la ingesta de *Azolla* sp.

En la investigación realizada por Villacis-Cabascango (2016), titulada “Efecto de la harina de *Azolla* sp, sobre los parámetros productivos de pollos coob 500”, se realizó un ensayo con 200 pollos de la raza coob 500 de un día de edad y se continuo hasta el día 49 de edad, con el propósito de evaluar los parámetros de diferentes niveles de inclusión de harina de *Azolla* sp en la dieta alimenticia, los pollos fueron asignados a cuatro

tratamientos dietéticos T1 (21% de harina de *Azolla* sp), T2 (4% de harina de *Azolla* sp), T3 (6% de harina de *Azolla* sp), T0 (testigo, sin adicción de harina de *Azolla* sp), se empleó el diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se efectuó el análisis de varianza, pruebas de significación de tukey al 5% para diferenciar entre tratamientos, el análisis económico se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC).

En la investigación realizada en Ecuador por López (2014), para la caracterización fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático (*Azolla* sp.), se determinó que las algas de agua dulce y los helechos acuáticos son ricos en macro y micronutrientes como nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio, sodio, cobre, hierro, manganeso y zinc en cantidades aceptables para poder ser utilizados como abonos orgánicos. Además, la biodinámica de las algas y del helecho acuático determinó que el tipo de agua en la que crecen con gran desarrollo tiene presencia de nutrientes como calcio, magnesio, potasio, sodio, cobre, hierro manganeso y zinc, además tolera una temperatura entre 8°C a 30°C. El helecho acuático abarca una altitud en la sierra ecuatoriana entre los 2700 msnm hasta los 3500msnm; mientras que las algas de agua dulce se encuentran entre los 2700msnm hasta los 3000msnm.

5. Metodología

5.1 Ubicación del lugar de la investigación

El trabajo experimental se desarrolló en el barrio San José, ubicado en la parroquia Mercadillo, cantón Puyango, provincia de Loja (Ver Figura 2). Esta parroquia tiene una extensión de 28.21 Km² (2821.23 ha), y está integrada por seis barrios rurales Chitoque, San Antonio, Las Palmas, San José, La Ciénega, Luz de América y un centro urbano que es la cabecera parroquial Mercadillo.

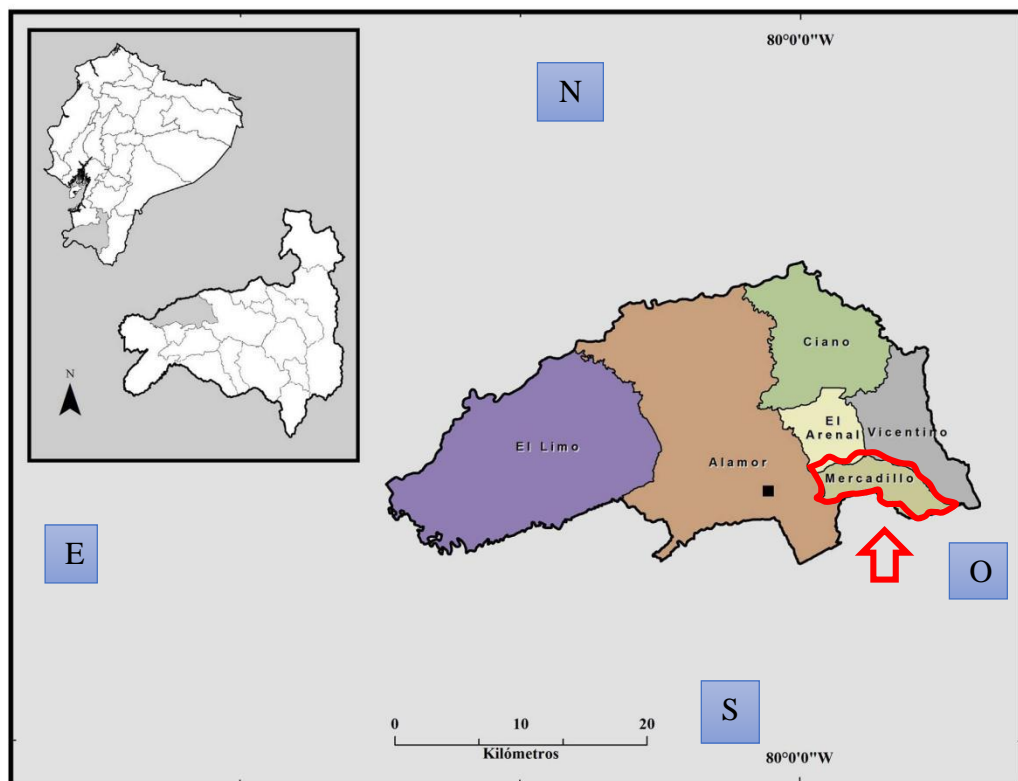


Figura 1. Ubicación de la parroquia Mercadillo. Figura obtenida de Loiza (2017).

La finca se encuentra ubicada a un kilómetro del centro poblado de Mercadillo, en la vía que conduce al Barrio San José, siguiendo esta vía encontramos la Escuela del Barrio, y a aproximadamente 100 metros se encuentra la finca de la investigación.

La finca lleva el nombre de "Chakana" y tiene un área de 5 ha. Es una finca destinada a la producción agropecuaria, en donde destaca el cultivo de café, frutales como naranjos, limón, mango, entre otros; además de verduras, hortalizas, y un vivero de plantas ornamentales. Además, la finca cuenta con piscinas para el cultivo de *Azolla* sp,


la misma que sirve de abono para las plantas, así como para el alimento de tilapias y gallinas criollas que se producen en el lugar.

5.2 Condiciones meteorológicas de la zona

El Rango altitudinal de la parroquia Mercadillo es de 860 a 2600 msnm, la cabecera parroquial está ubicada a 1169 msnm, y se identifican tres zonas altitudinales: zona baja, zona media y zona alta. La temperatura es de 18 °C hasta los 22 °C, la precipitación varía entre los 1250 – 1500 mm anuales; y la población total a mayo de 2015 es de 1.330 habitantes, comprendida en 408 familias (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Mercadillo, 2019).

Tabla 6

Información principal de la zona de estudio.

Zonificación	Datos	
	Provincia	Loja
	Cantón	Puyango
	Parroquia	Mercadillo
	Barrio/Sector	San José
	Zona de vida (Holdrige)	(bs-T) Bosque Seco-Tropical
	Rango altitudinal	860 a 2600 msnm
	Temperatura media anual	18 °C hasta los 22 °C
	Población	1330 habitantes, 408 familias

Nota. Adaptada de GADPR Mercadillo (2019).

5.3 Duración de la investigación

El trabajo experimental se desarrolló en un lapso de 35 días, que corresponde a la etapa de postura de las gallinas criollas. En este tiempo se llevó a cabo la fase de campo o el trabajo in situ, donde se realizó el levantamiento de información necesaria para dar cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación.

Posteriormente, se desarrolló la tabulación de datos recolectados, el análisis correspondiente y la comparación con otras investigaciones similares, para finalmente obtener las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

5.4 Unidades experimentales y tratamientos

Para el desarrollo experimental de la investigación se utilizó 42 unidades experimentales que correspondieron a gallinas criollas, con una edad de seis meses.

Para el estudio se aplicaron dos tratamientos: Un tratamiento testigo y un tratamiento con el alimento experimental, con tres repeticiones por cada tratamiento, los mismos que se describen a continuación:

Tabla 7.

Tratamientos utilizados

Tratamientos	Descripción
Tratamiento 1	30 % Azolla + 70% balanceado
Tratamiento 2	0% Azolla + 100% balanceado

5.5 Diseño experimental

Se aplicó el diseño experimental completamente al azar, con dos tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. A continuación, se presenta el esquema del experimento:

Tabla 8.

Diseño experimental de los tratamientos

Tratamientos	Código	T.U.E.	# Repetición	Animales/ tratamiento
30 % Azolla sp + 70% balanceado	T1	7	3	21
0% Azolla sp + 100% balanceado	T2	7	3	21
Total				42

* T.U.E. = Tamaño de la unidad experimental

5.6 Variables de estudio

Las variables que se consideraron para el desarrollo del presente estudio son las siguientes:

- Consumo de alimento
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Mortalidad
- Rentabilidad

5.7 Procedimiento experimental

5.7.1 Adecuación de instalaciones

Para la producción de huevos de gallinas criollas se acondicionaron nueve corrales, cada uno tiene una dimensión de 7x7 m. Antes de colocar las gallinas en los corrales, se realizó la limpieza y desinfección de las instalaciones y equipos. Además, en cada corral se colocó su respectivo rótulo, así como un comedero y un bebedero.

En lo relacionado al cultivo de la Azolla sp, se construyó un estanque de 0.50 m de profundidad por 1.5 m de ancho por 11 m de largo. En este estanque se realizó la debida impermeabilización, comprimiendo el suelo y colocando una membrana para impermeabilizar y con ello impedir la filtración del agua. Posteriormente se colocó una geomembrana para piscina de tilapia de color negro, para luego llenar el estanque de agua para cultivar la Azolla sp.

5.7.2 Periodo de adaptación de los animales

Antes de iniciar con la alimentación experimental, se adaptó a las gallinas por una semana al nuevo alimento. Los dos primeros días se proporcionó el 10% de Azolla sp, el tercero y cuarto día se proporcionó el 20% de Azolla sp y del quinto al séptimo día se proporcionó el 30% de Azolla sp, y para completar el porcentaje restante se utilizó balanceado comercial.

5.7.3 Toma de datos y registro de información

- **Peso inicial**

Al iniciar el trabajo experimental, se procedió a pesar a las gallinas de cada corral con una balanza digital manual con capacidad de 5 kg, para luego anotar su peso en el registro correspondiente. Para que el peso no se vea alterado, se lo realizó a primeras horas de la mañana y cuando las gallinas aún no se han alimentado.

- **Consumo de alimento**

Será el alimento proporcionado por cada corral en función al número de animales y tratamiento correspondiente.

- **Incremento de peso**

Para determinar el incremento del peso de las gallinas, se procedió a pesar las gallinas una vez por semana; es decir, todos los días lunes en horarios de la mañana. Luego se determinó el incremento del peso en función a la siguiente fórmula:

$$\text{Incremento de peso} = \text{peso final} - \text{peso anterior}$$

- **Conversión alimenticia**

Para realizar la conversión alimenticia, se procedió a dividir el consumo de alimento por semana, para el peso de los huevos por semana (en Kg); este cálculo se lo realizó una vez por semana los días lunes; utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento por semana}}{\text{Peso de huevos en Kg por semana}}$$

- **Mortalidad**

Para determinar el índice de mortalidad, se registró las gallinas que mueren durante el tiempo de duración de la investigación, y clasificándolas según el tratamiento recibido.

- **Coloración de la yema**

Para determinar el color de la yema se utilizó una cinta colorimétrica que se muestra en la figura 2, con la cual se midió la intensidad de coloración de la yema al final de la investigación de campo. Los códigos de la cinta colorimétrica son un sistema utilizado para identificar y clasificar los colores de la yema del huevo en base a números que van desde el 1 al 15, lo que corresponde a un huevo común (1 al 4); huevo nutritivo o campero (5 al 9); y huevo vitaminado (10 al 15).



Figura 2. Cinta colorimétrica, tomada de Guerrero (2019).

- **Rentabilidad**

Para la obtención de la rentabilidad se determinó los ingresos y egresos en dólares, para establecer la relación beneficio / costo; para ello se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales en dólares}}{\text{Egresos totales}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingresos netos}}{\text{Costos totales}}$$

5.7.4 Análisis estadístico de los datos

Los resultados experimentales serán sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferentes variables. El Análisis de Varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés) es una técnica estadística utilizada para comparar las medias de dos o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Evalúa la variabilidad dentro de los

grupos y entre los grupos, y compara estas variabilidades para determinar si las diferencias observadas en las medias son estadísticamente significativas o simplemente debido a la variación aleatoria. Se utiliza para analizar datos de tipo cuantitativo y se aplica en diversas disciplinas, como la psicología, la biología, la sociología, la economía y la ingeniería, entre otras.

- Separación de medias por Tukey ($P < 0,05$). La prueba de separación de medias por Tukey, también conocida como prueba HSD de Tukey (Honest Significant Difference), es una técnica estadística utilizada para comparar las medias de múltiples grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Esta prueba se utiliza después de realizar un análisis de varianza (ANOVA) y cuando se encuentra una diferencia significativa entre al menos dos grupos. La prueba de Tukey calcula la diferencia mínima significativa entre las medias de los grupos y determina si estas diferencias son estadísticamente significativas. El valor crítico para esta prueba se establece con un nivel de confianza del 95% ($p < 0,05$). Si la diferencia entre dos medias es mayor que la diferencia mínima significativa determinada por la prueba de Tukey y el valor p es menor que 0,05, entonces se concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa entre esos grupos.
- Para el análisis se utilizó el programa estadístico InfoStat-2021. Se utilizó el programa estadístico Info Stat-2021 ya que cubre las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis estadístico.

5.8 Materiales y equipos utilizados en la investigación

Los materiales y equipos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación se señalan a continuación:

- Materiales y quipos de oficina
 - Libreta
 - Esfero grafico
 - Computadora
 - Impresora

- Materiales y quipos de campo
 - Botas de caucho
 - Mochila
 - Barretas
 - Lampones
 - Carretilla
 - Comederos y bebederos
 - Cinta colorimétrica
 - Balanza digital manual

6. Resultados

En el presente capítulo se realiza el análisis de los resultados obtenidos, luego de obtener las variables que se consideraron para el desarrollo del presente estudio, que son: Consumo de alimento, Incremento de peso, Conversión alimenticia, Mortalidad y Rentabilidad; esto con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados. A continuación, se detallan los resultados encontrados.

6.1 Consumo de alimento

En la Tabla 9 y Figura 3 se presentan los resultados sobre el consumo de alimento de las gallinas, según los tratamientos aplicados.

Tabla 9

Consumo de alimentos en gr por gallina y por tratamiento

Semana	T1 30% Azolla 70% balanceado						T2 0% Azolla 100 % balanceado		
	R1- balanc.	R1- azolla	R2- balanc.	R2- azolla	R3- balanc.	R3- azolla	R1 balanc.	R2 balanc.	R3 balanc
1	4116	1539,97	4116	1539,97	4116	1539,97	5880	5880	5880
2	4116	1539,97	4116	1539,97	4116	1539,97	5880	5880	5880
3	4116	1539,97	4116	1539,97	4116	1539,97	5880	5880	5880
4	4116	1539,97	4116	1539,97	4116	1539,97	5880	5880	5880
5	4116	1539,97	4116	1539,97	4116	1539,97	5880	5880	5880
Total en g	20580	7699,86	20580	7699,86	20580	7699,86	29400	29400	29400
Prome./animal/semana	588	220,00	588	220,00	588	220,00	840	840	840
Consum.g/día/animal	84	31	84	31	84	31	120	120	120
Prom.Cons/día/animal	115,43						120		

En el T1 (30% Azolla 70% balanceado), el consumo de alimento fue menor con un promedio de 115,43 g por animal con respecto al T2 (0% Azolla 100 % balanceado) donde el consumo de alimento fue de 120 gramos por animal y por día.

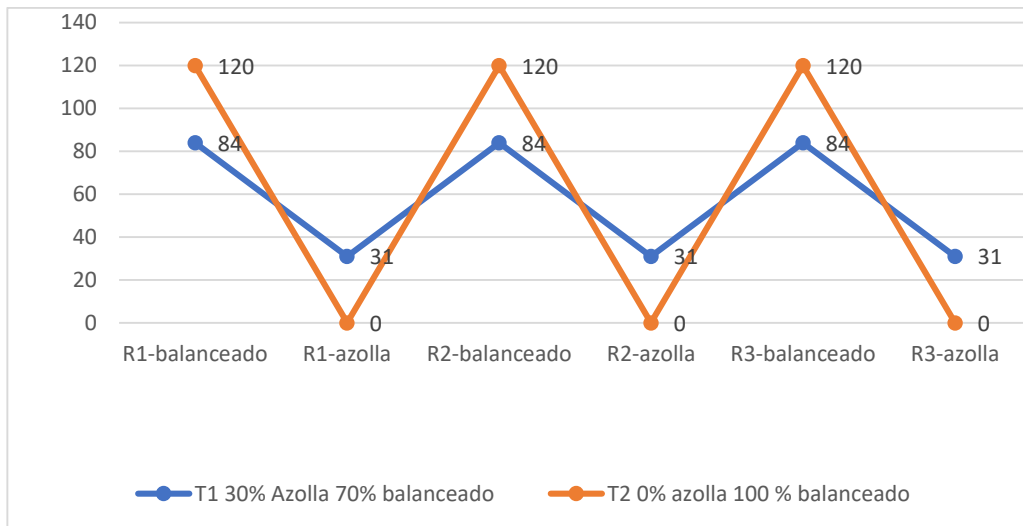


Figura 3. Consumo de alimento en g por gallina

6.2 Incremento de peso

En la Tabla 10 y Figura 4 se presentan los resultados sobre el incremento de peso de las gallinas, según los tratamientos aplicados

Tabla 10

Incremento de peso en g por gallina en cada tratamiento

Semana	T1 30% Azolla 70% balanceado			T2 0% Azolla 100 % balanceado		
	R1	R1	R1	R1	R1	R1
1	-0,74	-0,16	-0,16	1	0,77	0,81
2	-0,12	-0,03	-0,2	-0,25	-0,43	-0,04
3	-0,25	-0,31	-0,36	-0,12	-0,46	-0,4
4	0	-0,03	0	-0,08	0,13	0,07
5	-0,24	0,07	-0,14	0,14	0	-0,07
Prom.Increm.kg/animal	-0,27	-0,09	-0,17	0,14	0,0	0,07
Promedio/ tratamiento	-0,18			0,07		

Los resultados evidencian que, en cuanto al primer tratamiento T1 (30% Azolla 70% balanceado), no hay incremento de peso -0.18 g/ave/día, mientras que en el segundo tratamiento T2 (0% Azolla 100 % balanceado) se obtiene un incremento de peso promedio de 0.07 gramos por ave.

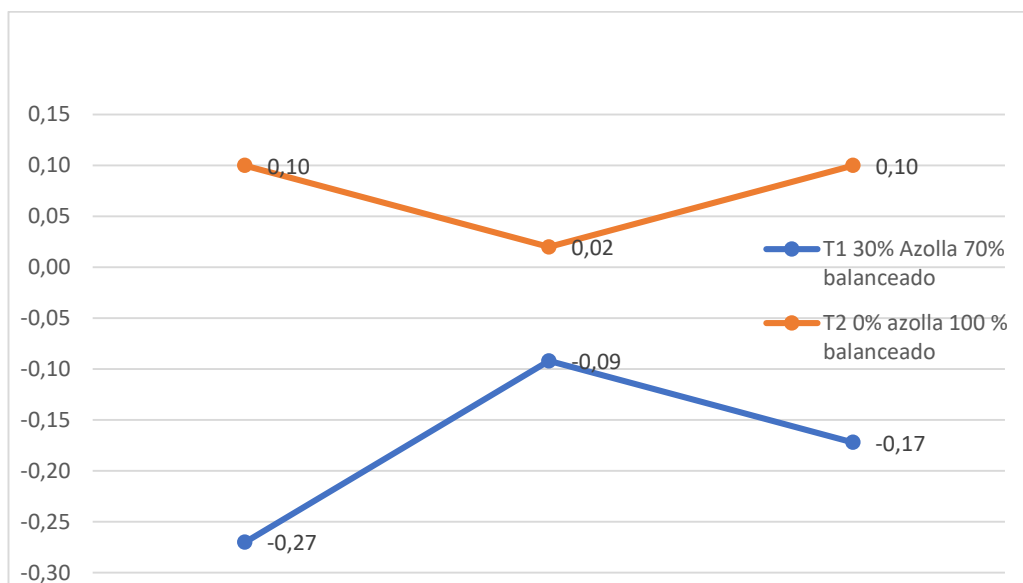


Figura 4. Incremento de peso en gr.

6.3 Conversión Alimenticia

En la Tabla 11 y Figura 5 se presentan los resultados sobre la conversión alimenticia de consumo de alimento en kilogramos por kilogramo de huevos

Tabla 11.

Conversión alimenticia

Semana	T1 30% Azolla 70% balanceado			T2 0% Azolla 100 % balanceado		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	3,34	3,43	2,85	3,37	4,39	4,84
2	2,38	2,65	2,48	2,39	2,84	3,28
3	2,63	3,02	2,62	2,64	2,95	2,79
4	2,36	3,00	2,77	2,69	2,84	2,58
5	2,37	2,61	2,40	2,79	2,45	2,95
Promedio alimento kg/huevos Kg	2,62	2,94	2,62	2,78	3,09	3,29
Promedio/ tratam.	2.73			3.05		

Como se observa, en el tratamiento T1 (30% Azolla 70% balanceado) se obtiene un promedio de 2,73 Kg; mientras en el tratamiento dos T2 (0% Azolla 100 % balanceado) se obtiene 3.05 Kg, lo que indica que se requiere 2,73 Kg de alimento para convertir en un kilogramo de huevos de gallina.

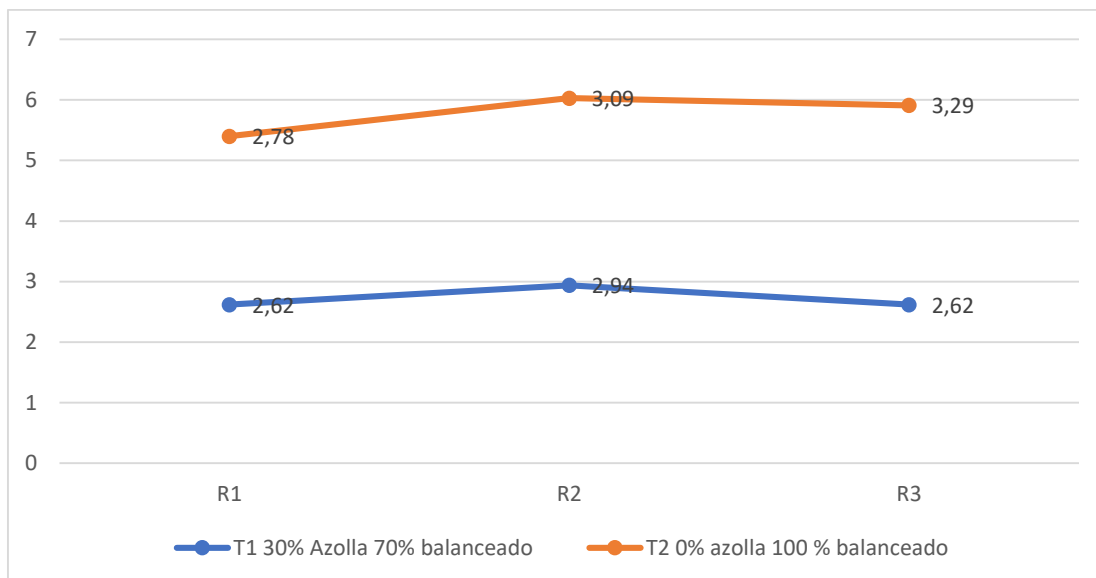


Figura 5. Conversión alimenticia

6.4 Porcentaje de producción de huevos

En la Tabla 12 y Figura 6 se presentan los resultados sobre la producción de huevos por semana y por tratamiento.

Tabla 12.

Producción de huevos por semana y por tratamiento

Semana	T1 30% Azolla 70% balanceado			T2 0% Azolla 100 % balanceado		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	30	30	36	32	25	22
2	43	39	41	45	38	33
3	39	34	39	41	37	39
4	43	34	37	40	38	42
5	48	39	42	39	44	37
Total huevos	203	176	195	197	182	173
Promedio/huevo día	6	5	6	6	5	5
% postura	82,86	71,84	79,59	80,41	74,29	70,61
% Prom./tratamiento	78,09			75,10		

Como se observa, en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla 70% balanceado) se obtiene un porcentaje de postura 78,09 % superior al porcentaje de postura del tratamiento 2 (T2, 0% Azolla 100% balanceado) 75,10.

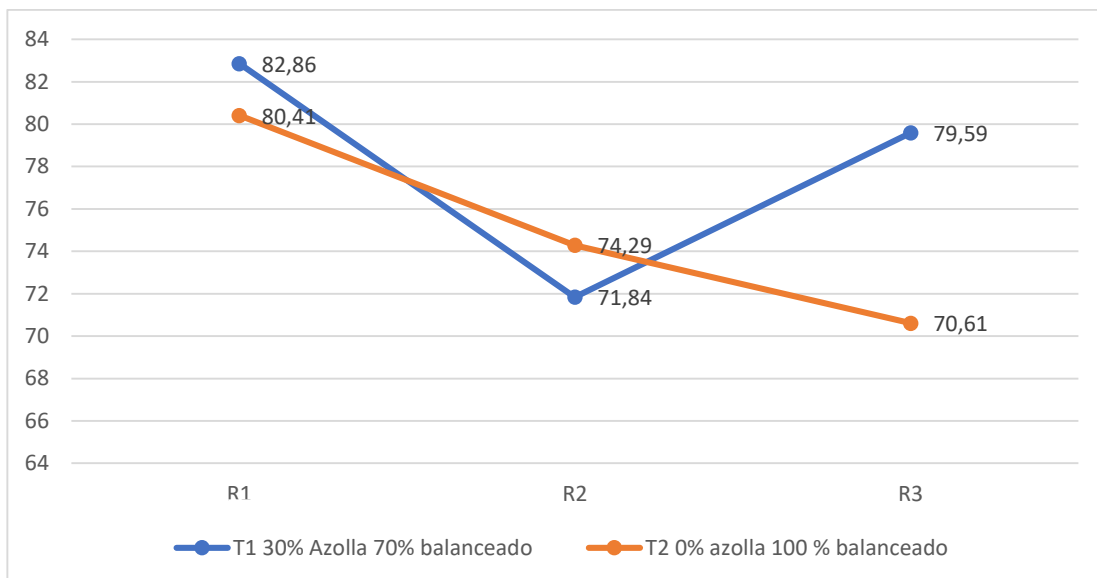


Figura 6. Porcentaje de producción de huevos

6.5 Peso de huevos

En la Tabla 13 y Figura 7 se presentan los resultados del promedio del peso de huevos por semana y por tratamiento.

Tabla 13.

Promedio de peso de huevos

Semana	T1 30% Azolla 70% balanceado			T2 0% Azolla 100 % balanceado		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	1691	1651	1986	1744	1340	1216
2	2381	2135	2284	2463	2072	1792
3	2149	1874	2162	2225	1995	2105
4	2395	1888	2042	2183	2071	2280
5	2391	2163	2355	2106	2400	1992
Total huevos g	11007	9711	10829	10721	9878	9385
Total huevos Kg	11,01	9,71	10,83	10,72	9,88	9,385
Prom.peso g/huevo	54	55	56	54	54	54
Prom.peso g/huev/trat.		55			54	

Se observa, una mínima diferencia en el peso promedio de los huevos de gallinas en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla 70% balanceado) 55 gramos y en el tratamiento 2 (0% Azolla 100 % balanceado) 54 gramos.

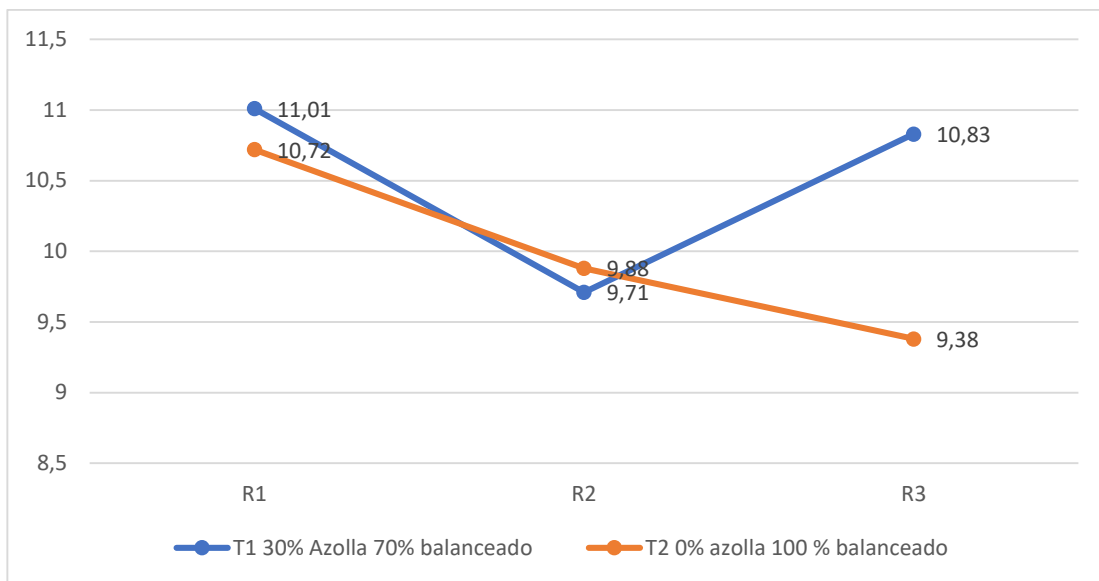


Figura 7. Promedio de peso de huevos

6.6 Coloración de las yemas de los huevos

En la Tabla 14 y Figura 8 se presentan los resultados de la coloración de la yema de los huevos, según los tratamientos.

Tabla 14.

Coloración de las yemas de los huevos.

Semanas	T1 30% Azolla 70% balanceado	T2 0% Azolla 100 % balanceado
1	6	6
2	6	6
3	7	6
4	8	6
5	9	6
Intensidad de color en yema	9	6
Promedio/tratamiento	7.20	6.00

Estos resultados indican que en el tratamiento T1 (30% Azolla 70% balanceado), al final de la investigación presenta la coloración de la yema correspondiente al código 9; mientras que en el tratamiento T2 (0% Azolla 100 % balanceado) corresponde al código 6; es decir, la intensidad del color es más intenso en el T1. Estos códigos son tomados de la cinta colorimétrica que se muestra en el Figura 2.

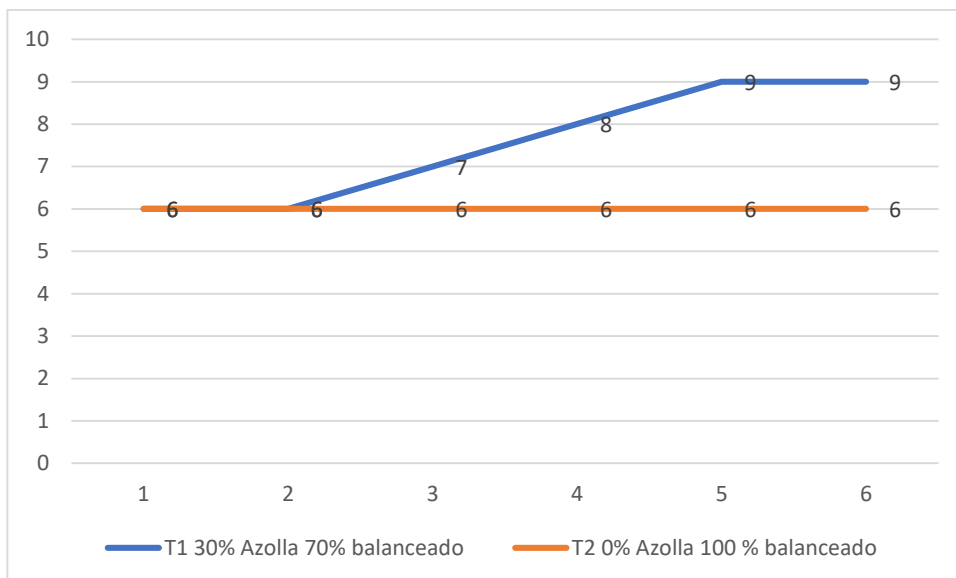


Figura 8. Intensidad de color de la yema

6.7 Mortalidad

Los resultados evidencian que, el índice de mortalidad de las gallinas es del 0% en todos los tratamientos T1 (30% Azolla 70% balanceado); T2 (0% Azolla 100 % balanceado). Es decir, durante el proceso de este estudio no se registró la muerte de ninguna ave de corral.

6.8 Análisis Económico

En la Tabla 15 y Figura 9 se presentan los resultados del análisis económico para medir la rentabilidad de los tratamientos.

Tabla 15.

Análisis económico en los tratamientos

Rubros	T1 30% Azolla 70% balanceado			T2 0% Azolla 100 % balanceado		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Ingreso	204,23	196,13	201,83	202,43	197,93	195,23
Egresos	149,73	149,73	149,73	157,60	157,60	157,60
Utilidad Neta	54,50	46,40	52,10	44,83	40,33	37,63
Beneficio costo	1,36	1,31	1,35	1,28	1,26	1,24
Rentabilidad %	36	31	35	28	26	24

Se observa que en el tratamiento uno T1 (30% Azolla 70% balanceado), se obtiene un total de ingresos de \$ 602,20 dólares y \$ 449,20 de egresos, dando como resultado un beneficio/costo de \$ 1,36 dólares; sin embargo, la rentabilidad es del 34% en este tratamiento.

En cuanto al tratamiento dos T2 (0% Azolla 100% balanceado), se obtiene un total de ingresos de \$ 595,6 dólares y \$ 472,81 de egresos, dando como resultado un beneficio/costo de \$ 1,26 dólares; sin embargo, la rentabilidad en este tratamiento también es de \$ 26 dólares.

En ambos tratamientos existe rentabilidad debido a que los egresos son menores a los ingresos; así también, el tiempo de estudio (35 días) es muy corto como para que el proceso productivo sea más rentable. Además, el beneficio/costo, obtenidos en los dos tratamientos no son similares, obteniendo una diferencia de \$ 8,00 dólares.

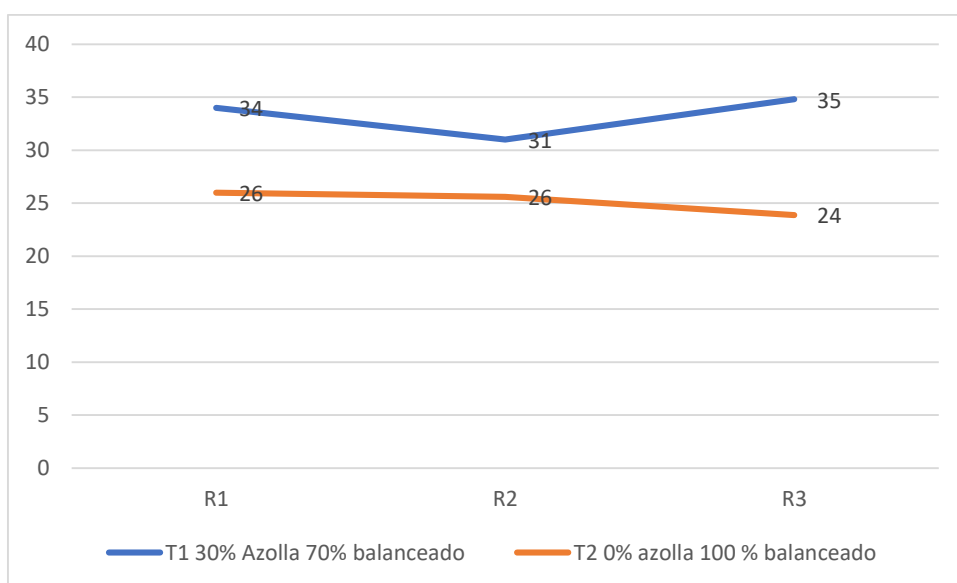


Figura 9. Porcentaje de rentabilidad

6.9 Análisis y separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey a nivel de significancia de $P < 0.05$

En la Tabla 15 se presentan los resultados del análisis de medias de acuerdo a la prueba de Tukey a nivel de significancia de $P < 0.05$.

Tabla 16.

Análisis según la prueba de Tukey

VARIABLES	T1	T2	E.E.	Prov.	CV
Consumo de alimento g	5655.97a	5880.00a	0.22	0.11	42.26
Incremento de peso Kg	-0.18a	0.07a	0.09	0.09	654.37
Conversión alimenticia / kg huevos	2.73a	3.05a	0.14	0.14	18.88
Peso huevos g	2103.13a	1998.93a	78.23	0.35	14.77
% postura	78.10a	75.10a	1.16	0.78	5.87
Pigmentación yema	7.20a	6.00b	0.22	0.0006**	12.93
Rentabilidad %	34.00a	26.00b	0.51	0.0001**	6.61

Nota. Letras iguales no difieren significativamente según Tukey

Prov.: Probabilidad.

CV%: Coeficiente de variación.

** : Altamente significativo ($P < 0.01$).

* : Significativo ($P < 0.05$).

E.E: Error Estándar.

En cuanto a estos resultados, se hará referencia a P-valor que es el dato de diferencia estadística, y que indica la importancia del resultado. Si el valor es menor a 0.05 indica que existe diferencia significativa, y si es menor a 0.01 es altamente significativo, en este caso los valores que tienen diferencia estadística altamente significativa son la pigmentación de la yema (0.0006) y la rentabilidad (0.0001).

6.10 Socialización de resultados

Para la socialización de los resultados se convocó a los productores avícolas de la localidad, con quienes se compartió los resultados de la investigación, haciendo énfasis

en la rentabilidad y la coloración de la yema de los huevos como aspectos muy importantes en los sistemas productivos de gallinas criollas. Los productores se sintieron muy motivados en continuar con la utilización de la Azolla como alimento suplementario en la alimentación de las gallinas.

7. Discusión

En el presente apartado se analiza los principales resultados estadísticos de esta investigación en base a los objetivos específicos, realizando la discusión correspondiente. En relación al primer objetivo específico la evaluación de los parámetros productivos en el engorde de gallinas criollas con la implementación del alimento Azolla sp., se tiene que el consumo de alimento es mayor en el tratamiento dos T2 (0% Azolla sp 100% balanceado) con 5880,00 gr/día/animal; en cuanto al primer tratamiento T1 (30% Azolla sp 70% balanceado) el consumo de alimento es de 5655,97 gr/día/animal. Cuyos resultados difieren a los registrados en la investigación de Tovar-Paredes et al. (2015), donde se determinó que los agricultores ofrecen diariamente entre 20 y 30 gr de maíz y balanceado a cada ave, cantidad que representa el 80% de la ración, la cual se distribuye en dos comidas. Así mismo, difieren con la investigación de Palomino (2015), donde reportan que consumo de alimento promedio en hembras es de 136,7 g/ave/día \pm 25,8 y en machos es de 135 g/ave/día \pm 26,4, siendo mayores a los registrados en la presente investigación.

En cuanto al incremento del peso de las gallinas criollas, los resultados evidencian que, en cuanto al primer tratamiento T1 (30% Azolla sp 70% balanceado), se obtiene una disminución en el peso de - 0.18 gr/ave/día, mientras que en el segundo tratamiento T2 (0% Azolla sp 100 % balanceado) se obtiene un incremento de peso de 0.07 gr/ave/día. Estos resultados difieren con los reportados por Palomino (2015), donde el incremento de peso de las gallinas es de 1404 g \pm 69,9 y de gallos es de 1677 g \pm 82,3 obteniendo un peso promedio de 2106,5 g \pm 542,5 – 2397,3 g \pm 670,1 respectivamente.

En lo referente a la conversión alimenticia, en el T1 (30% Azolla sp 70% balanceado) se lograron mejores resultados al convertir 2.73 Kg de alimento en un kilogramo de huevos, frente al tratamiento T2 (0% Azolla sp 100 % balanceado) en el que se requirió se 2.73 Kg. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Palomino (2015), cuya conversión alimenticia acumulada desde la semana 24 hasta la semana 40, es de 3.6 Kg.

El índice de mortalidad de las gallinas en esta investigación es del 0% en los dos tratamientos T1 y T2. Resultados que difieren a los obtenidos por Tovar-Paredes et al. (2015), donde indican que el índice de mortalidad de las aves es del 25%, y que la mortalidad alcanza el 18% en fase de cría, causada por afecciones respiratorias, diarreas

y viruela aviar. Así mismo, Palomino (2015), reporta un porcentaje de mortalidad de las gallinas criollas del 3,09%.

En cuanto a la producción de huevos, en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla sp 70% balanceado) se obtiene una producción que varía desde 171 a 196 huevos durante las cinco semanas de estudio. En relación al tratamiento 2 (T2, 0% Azolla sp 100% balanceado) se obtiene una producción que varía desde 163 a 192 huevos durante las cinco semanas de estudio. A decir de Tovar-Paredes et al. (2015), el índice de producción de huevos alcanza el 50% que representa 126 huevos al mes, con peso promedio de 61 gr. Mientras que Palomino (2015), reporta en su investigación una producción de 597 huevos para la semana de mayor producción, utilizando 100 gallinas criollas las cuales fueron evaluadas durante 23 semanas.

En referencia al peso de los huevos, en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla sp 70% balanceado) se obtiene un peso promedio de huevos de 55 gramos, y en el tratamiento 2 (T2, 0% Azolla sp 100% balanceado) se obtiene un peso promedio de 54 gramos. Estos resultados difieren a los reportados en la investigación realizada en Ecuador por Vera et al. (2021), donde el peso de los huevos es de 56.86 gr (Sector La Troncal), 57.94 gr (Sector Manuel J. Calle) y 56.89 gr (Sector Pancho Negro).

Según la pigmentación de la yema de los huevos, en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla sp 70% balanceado) se obtiene un valor de 7.20; y en el tratamiento 2 (T2, 0% Azolla sp 100% balanceado) se obtiene un valor de 6.00. estos resultados también difieren a los registrados por Vera et al. (2021), donde reportan los siguientes valores del color de la yema: 11.96 (Sector La Troncal), 9.87 (Sector Manuel J. Calle) y 13.02 (Sector Pancho Negro). En los resultados de esta investigación existe diferencia altamente significativa (pigmentación de la yema) entre tratamientos, utilizando el método más extendido como es la Escala de Roche que es un tipo de cinta colorimétrica que se emplea para verificar la intensidad mediante un abanico de colores compuesto por 15 valores preestablecidos.

En relación al segundo objetivo específico que pretendía determinar la rentabilidad de la producción de gallinas criollas con la suplementación de Azolla sp., se tiene que en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla sp 70% balanceado) se obtiene una rentabilidad de \$34.00 dólares; y en el tratamiento 2 (T2, 0% Azolla sp 100% balanceado) se obtiene una rentabilidad de \$26.00 dólares; a decir de Salguero y Ramón (1995), la alimentación representa el mayor porcentaje de los costos (70-80%), siendo el principal

limitante del desarrollo y producción de los animales; lo que concuerda con esta investigación, ya que los costos de alimentación, así como los costos de compra de las gallinas, son los rubros más altos que forman parte de los egresos del proceso productivo.

En la investigación realizada por Villacis-Cabascango (2016), titulada “Efecto de la harina de Azolla sp, sobre los parámetros productivos de pollos coob 500”, se realizó un ensayo con 200 pollos de la raza coob 500 de un día de edad y se continuo hasta el día 49 de edad, con el propósito de evaluar los parámetros de diferentes niveles de inclusión de harina de Azolla sp en la dieta alimenticia, los pollos fueron asignados a cuatro tratamientos dietéticos T1 (21% de harina de Azolla sp), T2 (4% de harina de Azolla sp), T3 (6% de harina de Azolla sp), T0 (testigo, sin adicción de harina de Azolla sp).

Además, la tasa de conversión alimenticia y la eficiencia energética mejoraron significativamente ($P < 0.01$) en la dieta con 5% de harina de Azolla sp y en la dieta de control. El costo total Tk/kg de pollo de engorde fue significativamente mejor ($P < 0.05$) en la dieta con 5% de harina de Azolla sp (Biplob et al., 2002).

8. Conclusiones

Se concluye que el consumo de alimento por las gallinas criollas es mayor en el tratamiento dos T2 (0% Azolla 100% balanceado) con una diferencia de 252 gr/día/animal; en relación al primer tratamiento T1 (30% Azolla 70% balanceado).

En cuanto al incremento del peso de las gallinas criollas, se concluye que se logra un decremento del peso con el tratamiento T1 (30% Azolla 70% balanceado), con - 0.18 gr/ave/día. Mientras que en el segundo tratamiento T2 (0% Azolla 100 % balanceado) se obtiene un incremento de peso de 0.07 gr/ave/día.

En el T1 (30% Azolla 70 % balanceado) se logran mejores resultados de conversión alimentaria con un promedio de 2.73 Kg, indicando un mayor desempeño de las gallinas en este tratamiento con relación al T2 (0% Azolla 100 % balanceado) que fue de 3.05.

El índice de mortalidad de las gallinas criollas en esta investigación es del 0% en el tratamiento T1 y T2. Es decir, durante el proceso de este estudio no se registró la muerte de ninguna ave de corral.

La mayor producción de huevos se obtuvo en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla 70% balanceado) con el 78.09% huevos durante las cinco semanas de estudio. Sin embargo, no existe una diferencia significativa con la producción de huevos del T2 donde se obtuvo 75.10%.

Con respecto a la coloración de la yema de los huevos se concluye que fue mejor en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla 70% balanceado) y existe diferencia estadística altamente significativa.

Finalmente, se concluye que en el tratamiento 1 (T1, 30% Azolla 70% balanceado) se obtiene una rentabilidad de \$34.00 dólares; y en el tratamiento 2 (T2, 0% Azolla 100% balanceado) se obtiene una rentabilidad de \$26.00 dólares.

9. Recomendaciones

Se recomienda continuar con el desarrollo de la investigación para determinar las características productivas de las gallinas criollas, así como la rentabilidad en un tiempo superior a un año.

Así también, se recomienda determinar las características morfo métricas de las gallinas criollas, para establecer la variabilidad, biotipos y particularidades productivas de interés.

Se recomienda establecer la información nutricional de los alimentos proporcionados a las gallinas criollas, como el balanceado comercial, maíz, Azolla, trigo, alfalfa, repollo, entre otros, y realizar un estudio comparativo incluyendo este tipo de alimentos, para medir el proceso productivo y su rentabilidad.

Se recomienda socializar estos resultados con los productores de gallinas criollas con sectores interesados para a partir de estos resultados mejorar el proceso productivo.

10. Bibliografía

- Azona D. (2016). Ciclo de Vida de la Gallina SlideShare.
<https://es.slideshare.net/DaianaBelnAzcona/ciclo-de-vida-de-la-gallina-pdf>
- Ballesteros, J. (2011). *Determinación de la eficacia de Azolla caroliniana como matriz de hiperacumulación de metales pesados cuantificados*. (Tesis de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana).
- Bencomo A. (2019). Manejo Eficiente de Gallinas de Patio-INTA. Cartilla Basica N°4-Asistencia Técnica. <http://www.fao.org/3/a-as541s.pdf>
- Biplob, A. & Bimol, Ch. (2002). Azolla (*Azolla pinnata*) as a Feed Ingredient in Broiler Ration. *International Journal of Poultry Science* 1 (1): 29-34.
<https://bit.ly/3Yz2gAx>
- Bustamante, J, Allés, A. y Espadas, M. (2019). La reproducción y la incubación natural. La gallina de Menorca II. Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Menorca).
https://www.cime.es/WebEditor/Pagines/file/Butlleti_dinformacio_tecnica_centre_capacitacio/34.pdf
- Carrapico, F. (2006). Is the *Azolla anabaena* symbiosis a co-evolution case? *General Botany: Traditions and Perspectives*. 193-197.
http://azolla.fc.ul.pt/documents/Azolla_Kazan06.pdf
- Castillo R. (2013). Caracterización fenotípica de las gallinas criollas en la provincia de Ocaña en los municipios de san Calixto, El Tarra, Teorama y Rio de Oro.
<https://bit.ly/3jYHECw>
- Cross, E. (1999). Aquatic macrophytes in the agriculture.
<http://www.domains.duckweeds.htm>.
- Domínguez, Q. (2001). *Utilización de la Lemna sp., en la alimentación de conejos en la etapa de crecimiento – ceba*. (Tesis de Maestría, Universidad de Granma Bayamo Cuba).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2013). Alimentación de Gallinas y Patos. Lección 51.
<http://www.fao.org/3/t0690s/t0690s0b.htm>

- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Mercadillo. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Mercadillo 2014 -2019*.
<https://bit.ly/3xw0eoA>
- González, R. (2008). *Empleo de la Lemna para la alimentación de la Tilapia Roja*. (Tesis de Maestría, Universidad de Granma Bayamo Cuba).
- Guerrero, A. (2019). *Gallus gallus domesticus* Linnaeus, 1758. Lista de Especies de Galápagos. Charles Darwin Foundation. <https://bit.ly/41cpDSf>
- López, V. (2014). *Caracterización fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático (Azolla sp.) en el proceso de compostaje, Latacunga Cotopaxi*. (Tesis de Titulación, Universidad Técnica de Ambato).
<https://bit.ly/3K6bEqS>
- Lumpkin, T., & Plucknett, D. (1980). Azolla: botany, physiology and use as a green manure. *Economic Botany*, 34(2), 111-153. <https://doi.org/10.1007/BF02858852>
- Lumpkin, T., y Plucknett, D. (1982). Azolla, botany, physiology and use green manure. *Economic Botany*. 34:1-11.
- Méndez-Martínez, Y., Pérez-Tamames, Y., Reyes, J., Puente, V. (2018). Azolla sp., un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*. 10 (1): 32-40.
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/527/246>
- Rodríguez, A. (2016). *Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y convencional*. (Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia).
<https://bit.ly/3YWpcJQ>
- Ramos-Ojeda, 2012. Propiedades nutritivas y fertilizantes de la Azolla.
http://azolla.fc.ul.pt/documents/Azolla_Kazan06.pdf
- Naegel, L. (1998). Evaluation of three Azolla varieties as a possible feed ingredient for tilapias. *Animal Research and Development*. 48:31-42.
- Pablos, H. (2000). Nutritive value of aquatic plants for chicks. *Poultry Science*. 55:1917-1921.

- Palomino, D. (2015). *Evaluación productiva y económica de gallinas criollas en postura en una crianza vivencial en el predio Hualaria, Alis – Yauyos*. (Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro de Perú). <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1849>
- Pérez, L. (2009). *Selección de plantas acuáticas para establecer humedales en el estado de Durango*. (Tesis de Ph.D., Centro de Investigación de Materiales Avanzados. Chihuahua).
- Pinto, S. (2000). *Producción de las plantas acuáticas Lemna minor y Azolla filiculoides y su uso conjuntamente con la harina de pescado en raciones para cerdos*. (Tesis de Titulación, Universidad Central de Venezuela).
- Programa Especial de Seguridad Alimentaria de Honduras PESA. (2009). *Mejore la alimentación de sus aves y aumente la producción*. FAO. <http://www.fao.org/3/au201s.pdf>
- Rosales, A., Quintero J., Buritica A., Londono A., Sarria P., Leterme P., Boudry, C. y Buldgen, A. (2010). *Valor nutricional de las plantas acuáticas Azolla y Salvinia en cerdos*. <https://bit.ly/3I0VHzD>
- Ruíz J. y Torres J. (2016). *Evaluación de dietas a base de maíz de alta calidad de proteína en la producción en aves de patio, en la comunidad Las Mangas, municipio de San Isidro, Matagalpa*. (Tesis de Titulación, Universidad Autónoma de Nicaragua). <http://repositorio.unan.edu.ni/5226/1/6066.pdf>
- Salguero, P. y Ramón, A. (1995). *Evaluación de la producción total de huevos y sus características como efecto de la dieta en gallinas criollas y mejoradas*. (Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano). <https://bit.ly/3yQCxYU>
- Sevillano, F., Subramaniam, P. y Rodríguez-Barrueco, C. (1986). *La asociación simbiótica fijadora de nitrógeno atmosférico. Azolla-Anabaena*. Salamanca.
- Subudhi, B & Singh, P. (1978). *Nutritive value of the water fern Azolla pinnata for chicks*. *Poultry Science*, 57: 123-124.

- Tovar-Paredes, J., Narváez-Solarte, W. y Agudelo-Giraldo, L. (2015). Tipificación de la gallina criolla en los agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la Selva de Florencia (Caldas). *Revista Luna Azul* 41. 57-72. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.4>
- Tryon, R., y Tryon, A. (1982). Ferns and Aliens plants, with special reference to tropical America. Springer-Verlag, New York – USA.
- Villacis-Cabascango (2016), “Efecto de la harina de Azolla sp, sobre los parámetros productivos de pollos coob 500” <http://www.fao.org/3/a-au201s.pdf>

11. Anexos

Anexo 1. Registro Fotográfico.



Fotografía 1. Unidades experimentales



Fotografía 2. Nidales



Fotografía 3. Excavación para cultivo de Azolla



Fotografía 4. Cultivo de azolla

Anexo 2. Certificación Abstract.



CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Loja 21 de junio de 2023

Lic.
Nancy Correa Martínez.
CC.EE. Idioma Inglés.

CERTIFICA:

Haber traducido del Idioma Español al Idioma Inglés, el ABSTRACT del Trabajo de Titulación: "La *azolla microphylla* como suplemento alimenticio en la producción de gallinas criollas (*gallus domesticus*) en San José de la Parroquia Mercadillo". Elaborado por: El estudiante Víctor Rosendo Arias Villavicencio, portador de la cédula de identidad No. 1105015281,

La técnica de traducción utilizada fue: Traducción Literal.

Lo certifico.

Atentamente



Lic. Nancy Correa Martínez
C.I. 1101706602