

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL

Trabajo de Graduación

Evaluación de la planta *Azolla spp.* como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en Santa María el Tablón, Sololá.

Josué Eliú Valenzuela De León

Carné: 201740784

CUI: 3244488641006

josueeliu77@gmail.com

MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, SEPTIEMBRE DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Aníbal Ortiz Lara

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Coordinador Carrera de Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,

Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam

Coordinador Carreras de Periodista Profesional y

Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A:

Dios: Por haberme permitido culminar una etapa importante en mi vida, por brindarme sabiduría, inteligencia.

Mis Padres: Marlon Santiago Valenzuela Vela y Magda de León Pérez, por brindarme su apoyo incondicional, su amor, paciencia, comprensión y consejos.

Mis hermanos: Thania Rossana Valenzuela de León y Jorge Marlon Valenzuela de León, por brindarme su apoyo, su amabilidad y sobre todo los buenos consejos que me brindaron.

Mis profesores: Todos esos docentes de nivel pre-primaria, primaria, básico, diversificado, técnico y licenciatura, por motivarme con sus palabras, por brindarme su apoyo, paciencia y sobre todo lograr ver en mí muchas capacidades.

AGRADECIMIENTOS

A:

La Universidad San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-, que me dio la oportunidad de formarme profesionalmente y a la Carrera de Agronomía y sus docentes, por brindarme las herramientas académicas necesarias para llegar a esta etapa y ejercer un buen desarrollo dentro de mi carrera profesional.

Mi asesor Ing. Agr. Felipe Sandoval, por su benevolencia en este proceso académico, sus consejos brindados en cada fase, el cual agradezco.

Al Instituto Privado Sobre el Cambio Climático, por brindarme oportunidades para mi formación como profesional y aportar financieramente con los objetivos de la investigación.

Mis amigos, del equipo de Desarrollo de Capacidades, quienes me brindaron un ambiente agradable apoyándome en todo el transcurso de EPS, aportando confianza y experiencia.

Mis amigos, Luis Fernando Elías Reyes, Víctor Orlando Ramírez Talé, José Adrian de León Estrada, Gabriela Guadalupe Mejía Tay, María Fernanda Morales Estrada, Karla Sofía Cabrera, por apoyarme en todo y motivarme a ser mejor, sobre todo agradecer a Bryan Alberto Saloc Tupul, por el apoyo incondicional en tiempos difíciles.

A mí, por lograr este objetivo, uno que inició siendo una meta en conjunto con mi padre, por ser perseverante, valiente y por alcanzar eso que te prometí.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	VI
SUMMARY.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
1. Marco conceptual	2
1.1. <i>Azolla spp.</i>	2
1.1.12. Fijación de nitrógeno y relación <i>Azolla filiculoides</i>	8
2. MARCO REFERENCIAL	22
2.1. Unidad de práctica	22
2.2. Ubicación geográfica	22
2.3. Población.....	22
2.4. Vías de acceso.....	23
2.5. Antecedentes encontrados sobre la investigación	23
III. OBJETIVOS.....	25
1. Objetivo general	25
2. Objetivos específicos.....	25
IV. HIPOTESIS.....	26
1. Hipótesis nula	26
2. Hipótesis alternativa	26
V. MATERIALES Y METODOS.....	27
1. Materiales.....	27
1.1. Lugar donde se realizó la Investigación	27
1.2. Materiales y equipo	27

2.	Metodología.....	28
2.1.	Para caracterizar botánicamente la planta <i>Azolla spp</i> se..... procedió de la siguiente forma	28
2.2.	Para la Identificación en la distribución geográfica de la planta <i>Azolla spp</i> se realizó de la siguiente forma.	31
2.3.	Para la evaluación proporciones de maíz, concentrado y <i>Azolla spp</i> como suplemento alimenticio en aves criollas se realizó de la siguiente manera.	32
2.4.	Para calcular la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas se realizó de la siguiente forma.	37
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
1.	Caracterización botánica de la planta <i>Azolla spp</i>	38
1.1.	Características físicas	39
1.2.	Caractriticas químicas	41
2.	Identificación de la distribución geográfica de la planta <i>Azolla spp</i>	42
2.1.	Longitudes y latitudes de zonas con presencia de la especie <i>Azolla filiculides L</i>	42
3.	Evaluación de proporciones de maíz, concentrado y <i>Azolla spp</i> como suplemento alimenticio en aves criollas.	46
3.1.	Ganancia de peso en gramos de las aves	46
3.2.	Ganancia de peso por tiempo	47
4.	Proyectar la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas.....	50
4.1.	Índice de rentabilidad	50
VII.	CONCLUSIONES	51
VIII.	RECOMENDACIONES.....	52
IX.	REFERENCIAS	53
X.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	PÁGINA
1	Composición química de la planta <i>Azolla spp.</i>	4
2	Composición nutricional de la planta <i>Azolla spp.</i>	4
3	Composición química de la planta <i>Azolla filiculoides L.</i>	5
4	Deficiencia de algunos elementos <i>Azolla spp.</i>	5
5	Taxonomía <i>Azolla filiculoides L.</i>	7
6	Macrófitas con interés para alimentación de animales en la cuenca del Lago Atitlán, Sololá	11
7	Clasificación taxonómica de la gallina criolla	14
8	Resumen de síntomas, prevención y control de las principales enfermedades.....	19
9	Proporciones de concentrado y <i>Azolla filiculoides L.</i>	33
10	Dosis de comida por ave por semana.....	34
11	Tratamientos de proporciones de la alimentación de aves criollas	35
12	Croquis de campo de las aves criollas.....	35
13	Análisis bromatológico de <i>Azolla f.</i>	41
14	Ubicación geográfica de la especie <i>Azolla f.</i>	42
15	Cuadro de análisis de covarianza en la ganancia de peso.en aves criollas.....	46
16	Análisis de la varianza	47
17	Pruebas de media según Tukey.....	47
18	Proyección de rentabilidad.....	50
19	Peso final e inicial de aves criollas.....	64
20	Costos de insumos de la investigación de aves criollas	65
21	Costos totales de la investigación de gallinas criollas, por tratamientos.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	CONTENIDO	PÁGINA
1	<i>Azolla Filiculoides L</i>	2
2	Propagación de la planta <i>Azolla spp</i>	10
3	Mapa de ubicación del experimento	23
4	Distribución de tratamientos y medidas de galera.	36
5	Tamaño de la hoja de <i>Azolla filiculoides</i>	39
6	Planta <i>Azolla filiculoides L</i>	40
7	Vista de estereoscopio, Hojas de <i>Azolla f</i> ,	40
9	Mapa geográfica dentro de la cuenca del lago de Atitlán de la planta <i>Azolla filiculoides L</i>	42
10	Estanque de <i>Azolla filiculoides</i> Quixaya	43
11	Propagación de la planta <i>Azolla filiculoides</i>	43
12	Planta <i>Azolla filiculoides</i> , Muelle municipal, San Lucas Tolimán.....	44
13	Planta <i>Azolla filiculoides</i> dentro de lancha abandonada, San Lucas Tolimán.	45
14	Ganancia de peso en aves de corral	48
15	Producción de <i>Azolla f</i>	60
16	Microtunel, estanque propagador de <i>Azolla f</i>	60
17	Estanque propagador de la planta <i>Azolla f</i>	60
18	Alimentación aves criollas con <i>Azolla f</i>	61
19	Alimentación aves criollas, alimento balanceado	61
20	Distribución de los galpones	62
21	Bebedores dentro de los galpones	62
22	Análisis Bromatológico de <i>Azolla filiculoides L</i>	63

RESUMEN

Se tuvo como objetivo de la presente investigación la evaluación de la planta *Azolla spp.* como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en la comunidad de Santa María el Tablón del municipio de Sololá. Dentro de los objetivos específicos se encontraron: la caracterización la planta *Azolla spp.* ,la identificación y la distribución geográfica de la planta *Azolla spp.* .la, evaluación de proporciones de maíz, concentrado y *Azolla spp.* como suplemento alimenticio en aves criollas y proyectar la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas.

Se enfocó en generar información general de la especie como también un estudio en la ganancia de peso en aves de corral, para obtener posibles alternativas en alimentos en animales de granja (Gallinas criollas), se realizó una determinación morfológica de la planta, como también un estudio bromatológico, con la finalidad de saber la calidad de los alimentos y los componentes nutricionales que forman parte de la planta.

Sobre la fase de la ganancia de peso de las aves criollas tuvo una duración de 8 semanas, con un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y un testigo absoluto en las cuales se utilizaron proporciones de alimentos a través de cinco tratamientos T1 = (40% *azolla* + 60% (maíz + balanceado 3:1)), T2 = (30% *azolla* + 70% (maíz + balanceado 3:1)), T3 = (20% *azolla* + 80% (maíz + balanceado 3:1)), T4 = (maíz +balanceado (3:1)) y T5 = maíz (testigo)

La especie *Azolla spp.* fue identificada como *Azolla filiculoides L.* también dentro de la georreferenciación se localizó la especie en dos comunidades, Muelle municipal de San Lucas Tolimán y en Quixayá de San Lucas Tolimán.

En el análisis bromatológico de la especie *Azolla filiculoides L.* se obtuvieron los siguientes resultados, un 18.23% de fibra cruda, 11.71% de proteínas, 0.43% de calcio y 0.19% de fosforo.

Analizando nueve aves durante un periodo de ocho semanas se obtuvo la ganancia de peso en gramos, según el análisis de covarianza describe que si existe diferencia significativa, pero por medio de una prueba de Tukey al 5% (0.05), describe que estadísticamente no existió diferencia significativa entre los siguientes tratamientos: T4 = (maíz+ balanceado (3:1)) (594.84 gramos), T2 = (30% *azolla* + 70% (maíz + balanceado 3:1)) (594.39 gramos), T1= (40% *azolla* + 60% (maíz + balanceado 3:1)) (541.38 gramos), T3= (20% *azolla* + 80% (maíz + balanceado 3:1)) (469.28 gramos), solo el tratamiento 5 fue diferente T5 = maíz (testigo) (353.55 gramos)

Se demostró que la especie *Azolla filiculoides* L., mantiene un incremento en la ganancia de peso en las aves criollas, de tal manera, las proporciones en cuanto a la alimentación utilizadas disminuyen el consumo de maíz para la alimentación de las aves criollas, lo cual genera una mayor accesibilidad al consumo de maíz para las personas, no obstante, por medio de estas proporciones alimenticias se calculó el índice de rentabilidad y se concluyó que el tratamiento con mejor rentabilidad es el tratamiento uno: *Azolla filiculoides* 40% +concentrado + maíz 60% donde la rentabilidad fue del 26.84%. lo que también demuestra que se obtiene un mayor ingreso económico.

SUMMARY

The objective was to evaluate the plant *Azolla* spp. as a supplement to conventional feeding in Creole chickens in the community of Santa María el Tablón in the municipality of Sololá. Among the specific objectives were: the characterization of the *Azolla* spp plant, the identification and geographical distribution of the *Azolla* spp plant, evaluation of proportions of corn, concentrate and *Azolla* spp as a nutritional supplement in native birds and projecting profitability in the weight gain of Creole birds.

It focused on generating information about the species as well as a study on weight gain in poultry, to obtain possible alternatives in food for farm animals (Criollo chickens), a morphological determination of the plant was carried out, such as also a bromatological study, in order to know the quality of the food and the nutritional components that are part of the plant.

The weight gain phase of native birds lasted 8 weeks, with a completely randomized design, with four treatments and an absolute control in which proportions of food were used across five treatments T1 = (40% *azolla* + 60% (corn + balanced 3:1)), T2 = (30% *azolla* + 70% (corn + balanced 3:1)), T3 = (20% *azolla* + 80% (corn + balanced 3 :1)), T4 = (corn +balanced (3:1)) and T5 = corn (control)

The species *Azolla* spp. It was identified as *Azolla filiculoides* L. Also within the georeferencing the species was located in two communities, Muelle municipal de San Lucas Tolimán and in Quixayá de San Lucas Tolimán.

In the bromatological analysis of the species *Azolla filiculoides* L., the following results were obtained: 18.23% crude fiber, 11.71% protein, 0.43% calcium and 0.19% phosphorus.

By analyzing nine birds during a period of eight weeks, the weight gain in grams was obtained, according to the analysis of covariance it describes that there is a significant difference, but through a Tukey test at 5% (0.05), it describes that statistically there is no significant difference between the following treatments: T4 = (corn + balanced (3:1)) (594.84 grams), T2 = (30% *azolla* + 70% (corn + balanced

3:1)) (594.39 grams), T1= (40% *azolla* + 60% (corn + balanced 3:1)) (541.38 grams), T3= (20% *azolla* + 80% (corn + balanced 3:1)) (469.28 grams), only treatment 5 was different T5 = corn (control) (353.55 grams).

It was shown that the species *Azolla filiculoides* L., maintains an increase in weight gain in native birds, in such a way, the proportions in terms of feeding used reduce the consumption of corn for feeding the birds. creoles, which generates greater accessibility to corn consumption for people, however, through these nutritional proportions the profitability index was calculated and it was concluded that the treatment with the best profitability is treatment one: *Azolla filiculoides* 40% + concentrate + corn 60% where the profitability was 26.84%. which also shows that a greater economic income is obtained.

I. INTRODUCCIÓN

Los principales objetivos de la presente investigación fueron la evaluación de la planta *Azolla spp.* como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en Santa María el Tablón, Sololá. Dentro de los objetivos específicos fueron caracterizar botánicamente la planta *Azolla spp.*, identificar la distribución geográfica de la planta *Azolla spp.*, evaluar proporciones de maíz, concentrado y *Azolla spp.* como suplemento alimenticio en aves criollas y proyectar la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas.

Se enfocó en generar información general de la especie como también un estudio en la ganancia de peso en aves de corral, con la finalidad de generar información sobre alternativas de alimentos en animales de granja, se realizó una determinación morfológica de la planta, como también un estudio bromatológico, con la finalidad de saber la calidad de los alimentos y los componentes nutricionales que forman parte de la planta.

Tuvo una duración de ocho semanas en las cuales se utilizaron proporciones de alimentos a través de cinco tratamientos T1 = (40% *azolla* + 60% (maíz + balanceado 3:1)), T2 = (30% *azolla* + 70% (maíz + balanceado 3:1)), T3 = (20% *azolla* + 80% (maíz + balanceado 3:1)), T4 = (maíz+balanceado (3:1)) y T5 = maíz (testigo)

En el experimento se evaluaron cinco tratamientos con proporciones de concentrado y de la planta *Azolla filiculoides L.* se realizó un diseño estadístico completamente al azar, este diseño es el más adecuado para este tipo de investigaciones.

La evaluación de la planta *Azolla spp.* como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en Santa María el Tablón, Sololá. Se enfocó en generar información sobre alternativas alimenticias con la disponibilidad de la materia prima del lugar, la especie *Azolla filiculoides*, por medio de sus resultados demuestro buena aceptación en la alimentación y una propagación considerada de la especie de acuerdo a las condiciones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Marco Conceptual

1.1. *Azolla* spp.

1.1.1. Generalidades de la especie *Azolla*

Según Grajales (2014) describe que los nombres comunes registrados fuera de la zona de estudio: alga, helechito de agua, lenteja. Planta de 1 a 6 cm de largo; raíces numerosas, hasta de 5 cm de largo; rizoma glabro; hojas de 0.9 a 1 mm de largo, papilosas, lóbulo flotante con tricomas unicelulares; gloquidios de las másulas con 0 a 1 septos; megasporas con perina verrugosa.

Habitante de vegetación acuática, al borde de represas y charcos temporales, a menudo asociado a Lemma y gramíneas, en Guanajuato, Querétaro y norte de Michoacán. Alt. 1700-2500 m. Plantas fértiles se observan solo en la madurez, generalmente de septiembre a noviembre. Se distribuye a todo lo largo del continente americano, así como en el este de Asia, en Australia y en Oceanía; también se registra como introducida de Europa. y de África. Canadá; E.U.A. (tipo de *A. caroliniana* procedente de Carolina: L.C.M. Richard s.n. (B-W21260), tipo de *A. microphylla* procedente de California: A. Chamisso s.n. (B?)). Sin., Chih., Ags., Gto., Qro., Hgo., Jal., Mich., D.F., Mor., Pue., Gro., Oax., Tab.; Centroamérica; Sudamérica (tipo procedente de Argentina: P. Commerson s.n. (P-LA); las Antillas; Europa; Asia; África; Oceanía. Planta común y abundante en la zona de estudio, sin problemas de supervivencia.



Figura: 1 *Azolla Filiculoides* L.

1.1.2. Forma de propagación

Según Permacultura (2021) para la propagación se utiliza 10 g de *Azolla* sembrados en un estanque con un nivel del 10 - 20 cm de profundidad, donde el cultivo se multiplica rápidamente. *Azolla* puede reproducirse asexualmente por gajos. Cada rama rota formará una nueva planta y puede reproducirse sexualmente.

Presentan un ciclo de cosecha de 3 a 7 días y se deja como semilla para iniciar el próximo cultivo el 25% de la superficie del estanque, la forma más común de cosecha es la manual. Disolver suelo rico en nutrientes en el agua, o bien lombricomposta, después de cada cosecha

1.1.3. Rendimiento

Permacultura (2021) describe que es una de las plantas de más rápido crecimiento en todo el planeta, y puede duplicar su biomasa en 2 o 3 días. *Azolla* también absorbe CO₂ atmosférico a un ritmo acelerado. La tasa de crecimiento del helecho varía de acuerdo al porcentaje de la radiación solar y a la aplicación de fósforo.

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. La dosis de 100 g de *Azolla sp.* como biofertilizante nitrogenado es similar a la urea (10 g) en rendimiento en grano de cebada, pero superando lo al duplicar la cantidad a 200 g. Una hectárea de *Azolla* es capaz de producir de 1-2 tn de forraje fresco por días, equivalente a 10-30kg de proteína/día. Se señala que en un mes 1 ha de *Azolla* produce de 6-8 tn de MS con 540-720 kg de proteína cruda y alrededor de 100-1564 kg de N/ha/año

1.1.4. Composición Química de *Azolla spp.*

La composición química de la célula está basada en el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S), fósforo (P), y agua (H₂O). La célula tiene su propio metabolismo, obtiene materia y energía del ambiente, mediante un equilibrio interior, se produce, desarrolla y se adapta al ambiente Ferreira y Otros (2010).

Tabla: 1 Composición química de la planta *Azolla spp.*

Nitrógeno	4-5%
Fósforo	0.5%
Potasio	1-2%
Calcio	0.5%
Magnesio	0.5%
Hierro	0.1%

Fuente: (Monteros, 2011)

La especie *Azolla spp.* Tiene contiene altos porcentaje de fibra, y también contiene proteína:

Tabla: 2 Composición nutricional de la planta *Azolla spp.*

Humedad	97.34%
Cenizas	8.10%
E.E.	2.50%
Proteína	3.42%
Fibra	24.95%
E.L.N.	61.04%

Fuente: Monteros (2011)

Tabla: 3 Composición química de la planta *Azolla filiculoides* L.

Materia seca	90.10%
Materia Orgánica	79.70%
Proteína bruta	15.40%
Fibra bruta	14.10%
Extracto étero	2.70%
Extracto libre de nitrógeno	47.40%
Ceniza total	20.40%
Hemicelulosa	15.60%
Celulosa	6,8%
Lignina	17.50%
Sílice	16%
Calcio	1.54%
Fósforo	0.03%

Fuente: Mahadevappa D. y otros (2011)

1.1.5. Deficiencia en algunos elementos en la planta *Azolla spp.*

La planta es muy demandante en el nutriente de nutrientes, y la deficiencia de estas puede cambiar en algunas características de la planta.

Tabla: 4 deficiencia de algunos elementos *Azolla spp.*

Deficiencia de fósforo	Cambia su color a café rojizo, las raíces se tornan frágiles y se alargan
Deficiencia de calcio	los lóbulos dorsales se vuelven rojizos, anabaena sale al medio ambiente
Deficiencia de potasio	se torna amarillenta y después de color pardo
Deficiencia de hierro	Disminuye la cantidad de clorofila hasta tornarse amarilla

Fuente: Monteros (2011)

1.1.6. Fertilización de *Azolla spp.*

La planta es demandante del nutriente de fosforo, según Monteros (2011) necesita de 150 a 225 kilogramos por hectárea, esta debe ser soluble en agua, el nutriente se debe de aplicar en forma de superfosfato.

Según Permacultura (2021) a medida que se incrementa la concentración de fósforo en la solución nutritiva para la *Azolla* se incrementa la producción de biomasa de la misma manera que se eleva la actividad de la enzima nitrogenada producida por la cianobacteria. La actividad de la enzima nitrogenada se ve afectada por la madurez de la planta y la edad de cada fronda.

Los elementos esenciales y las concentraciones que requiere para un buen crecimiento son aproximadamente las siguientes: 0,4-0,9 mg/l de P; 1,56 mg/l de K; 22 mg/l de Mg y 20 mg/l de Ca. En cuanto a micronutrientes necesita: Fe, Mn, Mo, B y Co (esencial para la fijación de Nitrógeno) en concentraciones de 50, 20, 0,3, 30, 20 µg/l (Yatazawa 1980)

1.1.7. Ciclo vital y reproducción

Lumpkin & Pluncknett, (1983); citado por Bracamonte y otros (2015) describe que la planta *Azolla* se reproduce tanto de forma asexual como sexual, dándose el segundo caso sólo cuando las condiciones ambientales lo permiten Según RACHEL (1998), la reproducción sexual y el incremento de la esporulación están ligados al vigor de los ejemplares (que se refleja en el grosor de los individuos), de manera que existe una relación directa entre ambos factores.

1.1.8. Clima

Permacultura (2021) describe que es distribuida en zonas templadas y tropicales desde el nivel del mar hasta 5,000 de altitud. Soporta un rango de temperatura de 5 a 28° C. No soporta aguas muy frías, por lo que se puede perder si se mantiene en estanques al aire libre en zonas heladas. En estos casos es aconsejable preservar una parte en un recipiente en el interior y volver a introducir la planta al estanque en primavera. Únicamente temperaturas superiores a 29-30° C pueden afectarle.

1.1.9. Condiciones físico-químicas

Según Bracamonte (2015) el factor que más afecta al crecimiento de *Azolla* es la humedad ambiental en la que se desarrolla. La actividad fijadora del nitrógeno

atmosférico decrece a menos de la mitad cuando la humedad contenida en los tejidos baja del 80%.

El pH es un parámetro muy importante que hay que tener en cuenta. *Azolla filiculoides* puede sobrevivir a pH comprendidos entre 3,5 y 10, y su óptimo de crecimiento se encuentra entre 4,5 y 7,5

1.1.10. Taxonomía de la planta

Para la identificación de la especie, se determinó por medio de documentos de helechos y aliados de helechos de Guatemala, con la supervisión de Ing. Agr. Martin Sánchez

Tabla: 5 Taxonomía *Azolla filiculoides* L.

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Phylum	Pteridophyta
Clase	Filicopsida.
Orden	Salviniales
Familia	Salviniaceae.
Subfamilia	Azolloideae.
Género	<i>Azolla</i>
Especie	<i>Azolla filiculoides.</i>

Fuente: Watch species of Salviniales present in the collection (2010)

1.1.11. *Azolla filiculoides*

Lenti & Calderón Rodríguez (2002) describe que es un pequeño helecho acuático flotante que vive en muchos espejos de agua dulce y en áreas tropicales y es capaz de fijar nitrógeno atmosférico debido a la simbiosis que mantiene con la

cianobacteria *Anabaena azollae* Stras, que habita en unas grandes cavidades en el lóbulo superior de la fronda de *Azolla*.

La fijación del nitrógeno se debe a la actividad de la enzima nitrogenasa en la cianobacteria. Esta enzima se encuentra presente en células especializadas denominados heterocistos, los cuales convierten en nitrógeno molecular del aire en amoníaco, que posteriormente es incorporado en los compuestos nitrogenados tanto por la planta como por la cianobacteria. El simbionte de la cavidad foliar tiene de 15 a 20 por ciento de heterocistos comparado con las especies de *Anabaena* de vida libre que solo tiene un 5 por ciento de ellos.

La planta *Azolla*, puede duplicarse aproximadamente cada 5 días bajo condiciones favorables. Por otro lado, el incremento desmedido de la población mundial y la escasez más frecuente de combustibles fósiles para fabricar fertilizantes nitrogenados hacen necesario voltear la mirada hacia estas alternativas biológicas de bajo costo y nada contaminantes. La *Azolla* es el abono verde que más eficientemente se usa en el cultivo del arroz y puede ser trasladado aún a otros cultivos.

Fernández y otros, (2010) describen que, a altos niveles de salinidad, el número de días para alcanzar el porcentaje medio de germinación fue mayor que a niveles bajos de salinidad.

1.1.12. Fijación de nitrógeno y relación *Azolla filiculoides*- *Anabaena azollae*

Mayz. F., (2004). Citado por Bracamonte y otros, (2015) describe que el nitrógeno es un elemento necesario en la composición de proteínas y componentes celulares. En la atmósfera existe de manera abundante en la forma N_2 . Debido al triple enlace entre los dos átomos de Nitrógeno, no puede ser aprovechado por la mayoría de formas vivientes, sino por un pequeño grupo de microorganismos altamente especializados [bacterias, algas verde-azules (cianobacterias),

actinomicetes. Para ser incorporado y asimilado debe ser primero reducido y luego “fijado” en la forma de iones de amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-)

Anabaena azollae forma una simbiosis permanente y hereditaria con el helecho *Azolla filiculides*. Las células de *Anabaena* se ubican en el ápice de las ramillas, dentro de la cavidad del lóbulo superior de las hojas.

Mosquera y Claderon (2002) describen que la capacidad de fijar Nitrógeno de *Anabaena* se debe a la actividad de la enzima nitrogenasa. Esta enzima se encuentra presente en células especializadas denominados heterocistes, los cuales convierten el Nitrógeno molecular del aire en Amoniaco, que posteriormente se utiliza para fabricar los compuestos nitrogenados, tanto para *Azolla* como para sí misma.

Se ha encontrado que *Azolla* puede fijar, por término medio, entre 100 y 150 kg N/ha/año por cada 40–60 toneladas de biomasa. Esta fijación ocurre tanto de noche como de día, siendo menos eficiente en oscuridad (Mosquera & Claderon, 2002)

1.1.13. Metodología de producción de *Azolla*

Mahadevappa D. y otros, (2011) describen que se realiza un cuerpo de agua, preferiblemente bajo la sombra de un árbol, con la ayuda de una lámina de silpaulina. Silpauline es una lona de polietileno resistente a la radiación ultravioleta de la luz solar. Como primer paso, se cava un pozo del tamaño de 2 mx 2 mx 0,2 m.

El pozo está cubierto con yute de plástico para evitar que las raíces de los árboles cercanos perforen la lámina de silpaulina. Extiende la lámina de silpaulina sobre los yutes de plástico. Alrededor de 10 a 15 kg de suelo fértil tamizado se distribuyen uniformemente sobre la lámina de silpaulina. Se vierte en la lámina un purín compuesto por 2 kg de estiércol de vaca y 30 g de superfosfato en 10 litros de

agua. Se vierte más agua para que el nivel del agua alcance unos 10 cm. Aproximadamente 500 gramos - 1 kg de cultivo fresco y puro de *Azolla* se inocula en el hoyo.

Azolla crecerá rápidamente y llenará el pozo dentro de 10 a 15 días. A partir de entonces, se pueden cosechar diariamente entre 500 y 600 g de *Azolla*. Se debe agregar una mezcla de 20 g de superfosfato y aproximadamente 1 kg de estiércol de vaca cada 5 días para mantener la *Azolla* en rápida multiplicación. La mezcla de micronutrientes que contiene oligoelementos se agrega a intervalos semanales para mejorar el contenido mineral de *Azolla*. En este método el costo de producción de *Azolla* es menor a 65 ps/pit. Un agricultor puede cosechar hasta 750 toneladas de *Azolla* de un acre. La cama tendría que estar mojada y a la sombra.



Figura: 2 propagación de la planta *Azolla spp.*

Fuente: Mahadevappa D. y otros, (2011)

1.1.14. Precauciones para la producción de la planta *Azolla filiculoides* L.

Los nutrientes adecuados deben suministrarse cuando se observe una deficiencia de nutrientes. Las medidas de protección de las plantas contra plagas y enfermedades deben tomarse cuando sea necesario. Aproximadamente 5 kg de suelo de cama deben reemplazarse con suelo fresco, una vez cada 30 días para evitar la acumulación de nitrógeno y prevenir la deficiencia de micronutrientes.

También se debe reemplazar del 25 al 30 por ciento de agua con agua fresca una vez cada 10 días para evitar la acumulación de nitrógeno en el lecho. El reemplazo del agua y el suelo debe ir seguido de una nueva inoculación de *Azolla* al menos una vez cada seis meses. Se debe preparar una cama fresca e inocular con cultivo puro de *Azolla* cuando se contamina con plagas y enfermedades. (Mahadevappa D. y otros, 2011)

1.1.15. Macrófitas presentes en el lago de Atitlán

Para presencia de este tipo de especies, instituciones como AMSCLAE, realizan monitores sobre la vida vegetal dentro del lago de Atitlán, según AMSCLAE (2016) describe que, Durante el 2018, se registraron 24 especies distribuidas en 18 familias (tabla 6). *Hydrilla verticillata* fue la especie más abundante, ya que se encontró en todos los sitios de muestreo. En la tabla cinco se le demuestran las especies vegetativas que se encuentran en el lago de Atitlán.

Tabla: 6 Macrófitas con interés para alimentación de animales en la cuenca del Lago Atitlán, Sololá

Nombre común	Nombre científico	Familia
Helecho de agua	<i>Azolla filiculoides</i> L.	<i>Salvinaceae</i>
Alga	<i>Wolffia</i> ssp.	<i>Lemnaceae</i>
Lenteja de agua	<i>Lemna valdiviana</i>	<i>Lemnaceae</i>
Paxte	<i>Hydrilla verticillata</i>	<i>Hydrocharitaceae</i>

Fuente: AMSCLAE (2016)

Según AMSCLAE (2016) describe que el papel de las plantas acuáticas dentro de los ecosistemas es esencial. Entre sus funciones se puede mencionar: Modifican las características fisicoquímicas del agua y sedimentos; participan en los ciclos de los nutrientes; pueden formar parte del alimento de invertebrados y vertebrados, como biomasa viva y como detritus; proporcionan hábitat y/o sitios de reproducción a otros organismos como el plancton, peces, aves, entre otros

1.1.16. *Azolla* en aves

Según Mahadevappa D. y otros, (2011) para las aves de corral, la *Azolla* se puede administrar tanto a ponedoras como a pollos de engorde Gerpacio y Pascual (1981). La industria avícola como uno de los negocios más rentables de la agricultura proporciona carnes y huevos nutritivos para el consumo humano en el menor tiempo posible. Sin embargo, la disponibilidad de alimento de calidad a un costo razonable es clave para una operación avícola exitosa (Basaky otros, 2002).

El programa de la FAO se enfoca en aumentar los sistemas de producción de alimentos básicos a los recursos de alimentos disponibles localmente en los países en desarrollo Sansoucy (1993). Además, para que los sistemas de producción pecuaria sean sostenibles debe basarse en los recursos disponibles en el país y así mismo debe existir un equilibrio entre el cultivo y la ganadería, para que estas actividades sean complementarias y en lo posible sinérgicas (Preston y Murgueitio, 1987).

Las especies de plantas acuáticas, debido a su hábito de crecimiento, parecen no acumular compuestos vegetales secundarios y por lo tanto ofrecen un mayor potencial que las hojas de los árboles como fuente de proteína para los animales monogástricos (Bacerray otros, 1995).

De estas especies, el helecho acuático *Azolla*, que crece en asociación con las algas verdeazuladas *Anabaena azollae*, un organismo fijador de nitrógeno, es quizás la más prometedora desde el punto de vista de la facilidad de cultivo, la productividad y el valor nutritivo Lumpkin y Plucknette (1982). El uso de *Azolla* como

recurso alimenticio para peces, cerdos y aves ha sido probado con resultados favorables (Castillo y otros, 1983).

Según Leiton & Zapata (2020) las plantas acuáticas, son una buena fuente de alimento para las gallinas, especialmente por su buen aporte de proteína; sin embargo, han sido poco aprovechadas, especialmente en aquellas zonas donde se cuenta con espacio para su cultivo, dada su fácil propagación

1.1.17. Origen de la gallina criolla

Javier y Borja (2017) describen que uno de los principales movimientos destinados para la alimentación humana ha sido la domesticación de aves, La gallina domestica proviene del sur de Asia en el cual se formaron 4 principales grupos los cuales son; mediterránea, atlánticas, las razas atlánticas y las razas de combate, así mismo las gallinas mestizas se identificaron por su alta adaptabilidad a diferentes tipos de condiciones y regiones el cual tuvo su origen en América.

1.1.18. Gallinas criollas

Según Cabrera (2019) citado por Tumbaco (2021) los costos de producción de las gallinas criollas son bajos porque su alimentación la encuentra mediante su propia búsqueda en el lugar donde se encuentre sin embargo en los últimos tiempos los productores han incorporado técnicas nuevas de alimentación que han estropeado su potencial genético para producir abiertamente en campo ya que ahora dependen de otras materias como alimento concentrado de la industria y medicinas, aunque su productividad es mucho mejor que la de las razas cruzadas. Reyes (2015) describe que las gallinas criollas son originarias de lugar en donde ellas se han adaptado optando por desarrollar nuevas características destinadas para la subsistencia las cuales se las catalogan como semipesados puesto que no pertenece al grupo de engorda ni postura.

Tabla: 7 Clasificación taxonómica de la gallina criolla

Tipo	Cordado
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Orden	Gallinacea
Suborden	Galli
Familia	Phasianidae
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>Gallus domesticus</i> .

Fuente: Javier V. (2017)

1.1.19. Aves criollas

Peña, (2017) citado por Tumbaco (2021) describe que Normalmente las aves traspatio son aquellas que se cultivan en el campo ya que a través de mucho tiempo han pasado por el proceso de selección natural, estas tienen características sumamente beneficiosas para la crianza a nivel familiar por ser altamente resistentes a todo tipo de condiciones como humedad, temperatura, localidad, entre otros.

Molina (2013) describe que las aves de corral, aunque se las reconoce por tener alta resistencia a las enfermedades a diferencia de otras, normalmente son de contextura pequeña, crecen de manera lenta, no producen muchos huevos y no se obtiene gran cantidad de carne magra para consumo debido a las circunstancias del manejo que se le da por ejemplo en la alimentación ya que ellas se alimentan de desechos de cocina y otros productos.

1.1.20. La avicultura de traspatio (aves criollas)

Villagómez, (2013) citado por Tumbaco (2021) describe que normalmente lo realizan familias en el patio donde ellos habitan o cerca de la misma, a esta técnica se la conoce como rural o criolla e incluso domestica debido a que se trata de criar una diminuta agrupación de aves rusticas que se sustentan con materia procedente

del propio campesino o productor y lo que ellas ingieren por su propio merito en el campo o lugar donde residen.

Gutiérrez (2017) describe que ordinariamente las aves que son criadas por este método terminan descansando al aire libre quedando expuestas a las severidades del tiempo, clima y depredadores que se encuentran al acecho ya que en su mayoría estas producciones avícolas de traspatio no utilizan protección para estas aves como son los corrales y gallineros y de esta manera las gallinas permanecen sueltas en el patio o lugar donde habiten.

Según Toapanta (2019) describe que las aves que se utilizan en este tipo de explotación la mayor parte de tiempo son utilizadas como trueque ya que el productor la vende o las intercambia por productos de la canasta básica, también se las usan para combatir plagas dentro del huerto o cultivos y su material fecal realiza el funcionamiento de abono.

1.1.21. Sistema de producción de traspatio en aves criollas

Ruiz, (2013) citado por Tumbaco (2021) describe que esta técnica es realizada en su mayoría por hogares rurales de algunos países, y la utilizan como un ingreso adicional o en algunos casos principal de estas familias, por lo general las familias que tienen este tipo de producción tienen una diminuta cantidad de gallinas a causa del bajo precio.

1.1.22. Sistemas de crianza de aves criollas

En el sistema confinado las aves son criadas en galpones por todo su ciclo de producción. Los galpones tienen paredes bajas, midiendo de 30 a 50 cm. de altura con telas y cortinas plásticas para un mayor control de la lluvia y vientos (Aterthotua , 2016).

El galpón varía conforme la construcción y el clima, normalmente se trabaja con 9 a 12 aves/m². El largo de estos galpones es variable, pero el ancho no debe pasar de los 12 metros para una mejor ventilación, por lo tanto, cada galpón podrá ser utilizado para criar de 5 à 6 lotes/año (Teodoro, 2015).

Javier V. (2017) describe que durante el ciclo de producción las aves son criadas en galpones las cuales tienen como principal característica paredes bajas que van de 30 a 50 cm de altura cubiertas por mallas plásticas o hechas de tela para evitar daños ocasionados por lluvias o vientos normalmente se trabaja con una cantidad de 9 a 12 aves por metro cuadrado la cual lo conforma un largo versátil y un ancho que debe estar en un rango de 12 metros todo esto para una mejor ventilación.

1.1.23. Sistema semiconfinado

Según Tumbaco (2021) normalmente en este sistema dejan desarrollar a las aves hasta dos o tres semanas de vida en galpones totalmente cerrados libres de depredadores vientos y lluvia pasado el transcurso de esta semana ellas tienen acceso a pequeños espacios que miden entre 3 a 5 metros cuadrados en este lugar las gallinas adquieren la costumbre de picotear y comer insectos (Aguilar, 2016).

1.1.24. Sistema tradicional

Valencia (2017). citado por Tumbaco (2021) describe que de manera extensiva las gallinas son criadas del libremente infraestructuras rústicas y su manera de alimentarse radica y la mezcla de arroz, yuca y otros cereales lo cual únicamente se les aporta en la mañana y en la tarde ellas buscan su propio alimento en el campo.

1.1.25. Requerimientos nutricionales aves criollas

Los requerimientos nutricionales para los animales están divididos en el porcentaje óptimo que debe contener cada alimento referente a carbohidratos, proteínas, minerales, vitaminas y también el agua es esencial para el ave (suministro constante), ya que ayuda a la digestión de los alimentos, permite la regulación de temperatura interna en los momentos de frío o calor, la asimilación y transformación de la alimentación y/o dieta suministrada al ave, tales como la proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales, obteniendo de esta forma una mejor postura según (Naranjo, 2000) citado por (Córdova & Cuenca, 2018)

Los carbohidratos (60-70%): proporciona la energía necesaria por el ave para su crecimiento y desarrollo, permitiendo mayor producción de grasa y aumento de peso. Se puede encontrar en diversidad de alimentos de consumo humano, tales como salvado de arroz, trigo, maíz, jugo de caña, sorgo, plátano, yuca, pastos, entre otros (Instituto de Investigación y Desarrollo - Ntlapan, 2009). Citado por (Córdova & Cuenca, 2018)

Las proteínas (20-22%): son las principales formadoras de tejidos (como el desarrollo de los músculos), esenciales para el óptimo crecimiento, reproducción y producción, tanto de carne como huevo. Estas se pueden encontrar de origen vegetal (Hojas, frutos vegetales, semilla de árboles, arbustos, lupino, harina de hojas de yuca y matarratón, salvado de arroz, entre otros) y animal (Lombrices, larvas, insectos, caracoles, vísceras y carne de pescado de desecho, entre otros) Castañeda (2000) Citado por (Córdova & Cuenca, 2018)

Las vitaminas (10%): activan y regulan las funciones del cuerpo del ave, permitiendo el crecimiento rápido, mejoramiento de la producción y protección contra enfermedades. Por lo general, estas se encuentran en alimentos verdes, tales como pastos, frutas, leguminosas, verduras, granos, soya, insectos y larvas (Centro de Investigación Agrícola Tropical - CIAT, 2005) Citado por (Córdova & Cuenca, 2018)

Agraria (2018) las proteínas, son sustancias vitales que cumplen innumerables funciones en el organismo animal: forman estructuras (músculo, órganos, piel etc) forman enzimas, promueven el crecimiento, participan en los procesos del equilibrio endocrino etc.

El agua: es importante en los procesos digestivos de las aves. Regula la temperatura interna del animal y permite que el organismo asimile y transforme las proteínas, los carbohidratos, las vitaminas y los minerales que consume, en carne y huevos. El agua debe ser fresca y limpia, y estar accesible. Para 20 gallinas se necesitan aproximadamente 5 l de agua por día y, en días calurosos, el consumo puede aumentar hasta 0,5 l de agua por día y por ave

1.1.26. Manejo sanitario

Las aves pueden ser afectadas por enfermedades (virales y bacterianas) y parásitos (internos y externos). Por lo tanto, se requiere establecer un plan de prevención y control para evitar ataques que puedan causar daño, e incluso la muerte de toda la parvada.

Tabla: 8 Resumen de síntomas, prevención y control de las principales enfermedades

Enfermedad y síntomas	Prevención y control
<p>Gumboro o bursitis infecciosa: Enfermedad vírica que afecta la bolsa de Fabricio (sistema de defensa) en animales jóvenes. Se transmite por medio de excremento, equipos e insectos. Los síntomas son: diarrea blanquecina, erizamiento de plumas, depresión, postración, lesiones con hemorragias musculares, hemorragias o atrofia bursal. La tasa de mortalidad puede llegar a 40%.</p>	<p>Tomar medidas de bioseguridad y vacunación.</p>
<p>Viruela aviar: Enfermedad viral que causa depresión; pérdida de apetito; pápulas blancas que se vuelven oscuras y afectan la cara, el muslo y las piernas; secreción nasal y ocular; y baja producción de huevos. Se transmite por picaduras de mosquitos, agua, alimentos contaminados y aves infectadas. Se caracteriza por presentar una alta morbilidad (número de animales afectados), baja mortalidad y lenta difusión.</p>	<p>Controlar vectores y vacunar por punción alar</p>
<p>Bronquitis infecciosa: Enfermedad viral que afecta a los animales jóvenes, causando descarga nasal y ocular, e inflamación ocasional en la cara. En los animales adultos, causa estornudos, pero sin descargas nasales. La producción de huevo puede bajar 50%, con huevos rugosos y clara acuosa. Se transmite por el ser humano, el aire y las mascotas. El virus vive cuatro semanas en el ambiente.</p>	<p>Desinfectar gallineros y vacunar.</p>
<p>Newcastle: Las aves pueden ser infectadas por aves silvestres y el virus puede vivir en el suelo hasta ocho meses. Los síntomas típicos son: secreciones nasales y digestivas; diarreas verdosas; problemas nerviosos; cuello torcido; alas caídas; pérdida de apetito; renquera y caminata en círculos. Genera una alta mortalidad.</p>	<p>Tomar medidas de bioseguridad y vacunación.</p>

Fuente: Villanueva y otros (2015)

1.1.27. Principales enfermedades de las aves criollas

Las aves se ven afectadas por diversas enfermedades que provocan grandes pérdidas de producción y pérdidas de aves por mortalidad; pero, con una alimentación equilibrada, una vivienda adecuada y los cuidados propios de una buena crianza, los problemas de salud se reducirán al mínimo Toalombo, (2019) citado por (Pincay, 2023)

Las aves se ven afectadas por diversas enfermedades que provocan grandes pérdidas de producción y pérdidas de aves por mortalidad; pero, con una alimentación equilibrada, una vivienda adecuada y los cuidados propios de una buena crianza, los problemas de salud se reducirán al mínimo Toalombo, (2019) citado por (Pincay, 2023)

1.1.27.1. Newcastle.

Newcastle es considerada como la más peligrosa de todas las enfermedades. Es causada por el virus *Tortor furens*, su propagación es rápida y se da a través del agua y el aire, de animal enfermo a animal enfermo, y por las aves silvestres. Produce problemas respiratorios y nerviosos en las aves que finalmente provocan su muerte. El periodo de incubación del virus en el cuerpo del animal varía de 4 a 14 días, dependiendo del estado de salud de las gallinas (Palacios, 2018)

1.1.27.2. Cólera aviar.

El cólera aviar es una enfermedad contagiosa de pollos y pavos, así como de otras aves. El agente patógeno es la bacteria *Pasteurella multocida*. En su forma aguda, el cólera aviar ataca todo el cuerpo, afecta a un gran número de aves y la mortalidad es alta. En su forma sobreaguda causa la muerte súbita en aves aparentemente sanas y es tan rápido cuando asume esta forma que el avicultor puede no notar las aves enfermas y tener sólo la mortalidad como evidencia. Las mancuernas a menudo adquieren un color rojo vinoso y están calientes al tacto (Palacios, 2018)

1.1.28. Instalaciones o gallineros

Las aves requieren de ciertas condiciones mínimas para un adecuado control sanitario y alimenticio; para ser protegidas de sus enemigos naturales y de robos; para evitar daños a vecinos; y para asegurar la recolección de los huevos. Lo anterior mejora la eficiencia productiva del sistema. Con el fin de lograr un manejo eficiente de las aves, se requiere un gallinero, comederos, bebederos, perchas y nidos.

El tamaño del gallinero depende del número de aves y área disponible con la que cuente la familia. En algunas explotaciones comerciales, se tiene una alta densidad de aves: 10 a 12 pollos por un metro cuadrado (pollos de engorde) y 7 a 8 gallinas por un metro cuadrado (gallinas ponedoras). Como el objetivo es maximizar la producción por unidad de superficie, no se considera el bienestar animal. Esto es más crítico con las gallinas ponedoras, que son explotadas en jaulas de varios niveles o pisos (Villanueva y otros, 2015)

1.1.29. Análisis bromatológico

Contreras (2010) describe que el análisis bromatológico o análisis próximo, determina la calidad de los alimentos y los componentes nutricionales que forman parte de la dieta alimenticia.

Cuantifica materia seca, cenizas, grasas, fibra, proteína, el calcio y el fósforo de los alimentos, forrajes o plantas que sean usadas para elaborar alientos. Esta información es básica para planificar el suplemento y los usos que se le pueden dar.

Un análisis foliar, al igual que bromatológico es usado para cuantificar materia seca, cenizas, grasas, fibra, proteína, el calcio y el fósforo. Es muy útil para determinar el nivel nutricional y carencial de la planta. Debe ser un complemento del análisis de suelo. Los niveles de los distintos elementos van evolucionando con el tiempo dentro de las hojas. También varía su contenido en función de la posición de la hoja. Por ello es preciso seguir unas normas de muestreo de las hojas con vistas a su análisis

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Unidad de Práctica

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC-

2.2. Ubicación Geográfica

La unidad de práctica está ubicada en la finca Camantulul km 92.5 carretera CA-2 a Mazatenango, en las oficinas del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC- también cuenta con una sede en el centro comercial Santa Clara, local no. 16 en Mazatenango, Suchitepéquez.

El área experimental se encuentra ubicado en Santa María el Tablón, Sololá, con las coordenadas geográficas latitud $14^{\circ}29'26.88''\text{N}$ y longitud $91^{\circ}29'17.11''\text{O}$. Estos datos fueron encontrados con la ayuda de un APP digital con GPS.

2.3. Población

La población del municipio de Sololá es de 116,534 habitantes según información manejada por SESAN, INE, SIGSA del año 2018, de los cuales el 46.78% son hombres y el 53.22% son mujeres

2.4. Vías de Acceso

El área experimental se encuentra ubicada a 6.1 km del municipio de Sololá del departamento de Sololá por la RN1

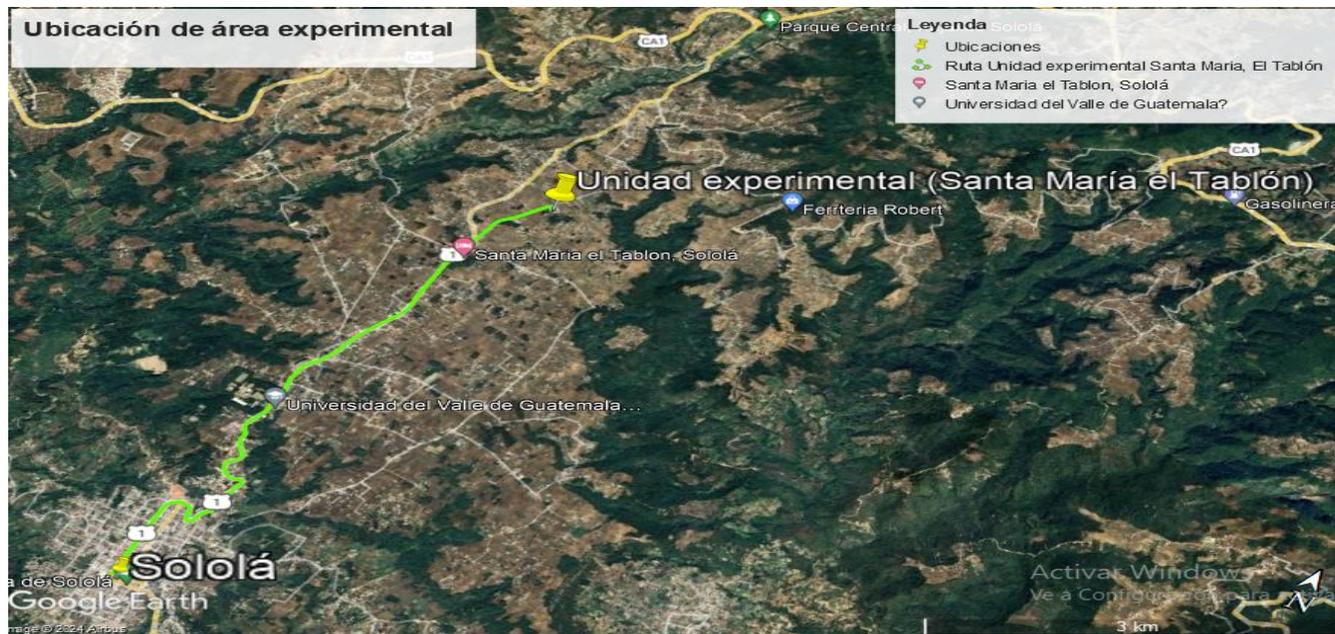


Figura: 3 Mapa de ubicación del experimento

Fuente: Elaborado Google heart.

2.5. Antecedentes encontrados sobre la investigación

2.5.1. “Alimentación de pollos criollos en fase de engorde haciendo uso de lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) y concentrado comercial”.

El ensayo se llevó a cabo en el departamento y municipio de San Vicente, con coordenadas geográficas de: 88° 38.42” latitud norte y 13°33.37” longitud este, altitud de 389 msnm y temperaturas promedios de 25 a 27°C.

El objetivo fundamental de la investigación consistió en evaluar el efecto producido mediante el uso de tres porcentajes (20%,30% y 40%) de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) en estado fresco, como complemento alimenticio en

la dieta normal de un lote de 80 pollos criollos en fase de engorde, los cuales se dividieron en cuatro tratamientos (T0, T1, T2, T3) conformado por 5 unidades experimentales y cuatro repeticiones. teniendo en cuenta los indicadores o variables en estudio: peso vivo, altura al dorso, grosor de pierna, rendimiento a la canal, conversión alimenticia y análisis económico.

El ensayo se realizó en dos etapas, las cuales corresponden a la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) y suplementación de la misma en la alimentación de pollos criollos, desarrolladas entre los meses de febrero hasta julio del año 2010.

Bajo este contexto, es importante manifestar que el suministro de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), en estado fresco y concentrado comercial, se realizó una vez al día para cada uno de los tratamientos, así como también cabe hacer mención, que la toma de datos se realizó una vez por semana.

Se utilizó un lote de 80 pollos criollos de un día de nacidos, los cuales se dividieron de acuerdo a los porcentajes complementario de lombriz roja asignado en la ración, resultando cuatro tratamientos en estudio los cuales se detallan a continuación. T0= Concentrado comercial, T1= 20% Lombriz Roja más el 80% de concentrado comercial, T2= 30% Lombriz Roja más el 70% de concentrado comercial, T3= 40% Lombriz Roja y el 60% de concentrado comercial. Además, cada tratamiento en estudio, constan de 5 unidades experimentales, siendo dos unidades experimentales, se aplicó el diseño estadístico completamente al azar.

Los resultados se obtuvieron mediante la prueba de varianza, las cuales mostraron que los indicadores tales como: peso vivo, altura al dorso, grosor de pierna, rendimiento a la canal sin menudo, no presentan significancia ($P > 0.05$) para los tratamientos en estudio. (Del Carmen & Lopez, 2011)

III. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Evaluar la planta *Azolla spp.* como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en Santa María el Tablón, Sololá.

2. Objetivos específicos

- 2.1. Caracterizar botánicamente la planta *Azolla spp.*.
- 2.2. Identificar la distribución geográfica de la planta *Azolla spp.*.
- 2.3. Evaluar proporciones de maíz, concentrado y *Azolla spp* como suplemento alimenticio en aves criollas.
- 2.4. Calcular la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas.

IV. HIPOTESIS

1. Hipótesis nula

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos aplicados en las proporciones de balanceado y la planta *Azolla spp.*

2. Hipótesis alternativa

Ha: Si existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos aplicados en las proporciones de balanceado y la planta de *Azolla spp.*

V. MATERIALES Y METODOS

1. Materiales

1.1. Lugar donde se realizó la Investigación

La evaluación se realizó en la comunidad de Santa María el Tablón, del municipio de Sololá del departamento de Sololá.

1.2. Materiales y equipo

1.2.1. Recursos físicos

- 80 aves criollas (cuatro semanas de nacido)
- 20 metros de mallas metálicas
- 5 laminas
- 15 sacos de viruta
- 2 azadones
- 1 pala
- 1 vehículo
- Cuaderno de campo
- Lápiz
- 6 estanques propagadores de *Azolla filiculoides. L.*

1.2.2. Recursos Humanos

- Estudiante EPS
- Equipo de trabajo ICC
- Personal de campo

1.2.3. Recursos financieros

- Estipendio proporcionado por el Instituto Privado sobre el Cambio Climático (ICC)

1.2.4. Materia Experimental

Para realizar la investigación se utilizaron 80 aves criollas de cuatro semanas de nacido, esto para los cinco tratamientos, es decir un total de 16 aves por tratamiento.

2. Metodología

2.1. Para caracterizar botánicamente la planta *Azolla spp* se procedió de la siguiente forma

2.1.1. Descripción

Para alcanzar los objetivos específicos del uno al cuatro, para la caracterización de la planta *Azolla spp.* Cardona (1987) plantea la siguiente metodología para la caracterización de un helecho acuático.

2.1.1.1. Selección de zona a muestrear

Cardona, (1987) describe que la plantas de genero *Azolla spp.* Se distribuyen en fuentes de agua, de tal manera, se pretenderá buscar la distribución de la planta en Sololá, por medio de organizaciones como el MAGA y la Institución FUNDEA, se recopilará información sobre las zonas donde se encuentran localizada la especie, ya que estas organizaciones tienen antecedentes que están trabajando con esta planta.

Se describirá la zona de vida según Holdridge, como también el lugar donde se encuentra ubicada la especie.

2.1.1.2. Recolección de la muestra

Se realizó un reconocimiento de la zona muestreada, según Cardona (1987) estas especies se encuentran en su mayoría a la orilla de las lagunas, en las orillas de los ríos, como también en charcos o estanques con agua estancada.

2.1.1.3. Reconocimiento del área

El reconocimiento se realizó por medio de recorridos en las orillas de los ríos como del lago o sector que según las instituciones han localizado las plantas.

2.1.1.4. Traslado de la muestra

El traslado de la muestra del material recolectado, se realizó por medio de un vehículo particular, manteniendo todos los cuidados del manejo y la manipulación de las muestras del material vegetativo de habita hídrico.

Los siguientes pasos se describen a continuación, esto según Cardona (1987)

- Colocar los recipientes con alguna ligera mezcla solida de tierra de habitad
- Cambiar el agua constantemente para que exista una nueva entrada de posibles nutrientes.
- Para mantener el material preservado por un tiempo indefinido y documentar la investigación se colocaron los materiales en un porta objetos, en donde se tratara de quitar la mayor porción de burbujas al colocar el cubre objetos, el material al ser colocado y secado en el portaobjeto se le añadió como preservante gelatina glicerizada y luego con un cubre objetos y sellado con pintura selladora transparente, se dejó cierta cantidad de la especie apartada para observar el comportamiento de esta y poder replicar alguna lámina

2.1.1.5. Identificación del material

se identificó a nivel de especie sólo en las muestras fértiles las cuales deben presentar mega y microesporocarpo, según Espinoza (2006) describe que los caracteres vegetativos no son suficientes para su clasificación a nivel de especie. Los caracteres vegetativos son utilizados principalmente para la forma del cuerpo de la planta, se considera el tallo principal, ramas laterales, número de pares de hojas por rama, forma y dimensión de la hoja dorsal y ventral (Tan *et al.*, (26)).

Según Espinoza (2016) se debe estudiar las características del mega y microesporocarpo utilizando microscopio electrónico, número de órganos flotadores, esporangios por microesporocarpo, másulas por esporangio, estructura de las másulas, así como presencia o no de septos sobre el gloquidio.

2.1.1.6. Para el estudio bromatológico de la planta *Azolla filiculoides* L. prosiguió de la siguiente manera

Se llevó a cabo el análisis bromatológico de la planta, se llevaron muestras, 1000 gramos para ser exactos, esto en la Universidad San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Veterinaria.

Este estudio tiene las siguientes características, en la cual se incluyeron los siguientes resultados. Porcentaje de agua, porcentaje materia seca total, porcentaje extracto eter, porcentaje de fibra cruda, porcentaje de proteína, porcentaje de cenizas, porcentaje de estrato libre de nitrógeno, porcentaje de calcio y porcentaje de fosforo.

2.1.2. Variables

- a. Características físicas
- b. Características químicas

2.1.3. Modo de análisis

Para las características físicas se analizó el tamaño de las hojas, esto con la ayuda de una regla y por medio de documentos de helechos y aliados a los helechos de Guatemala, en la parte número dos de *Polypodiaceae*. Se hicieron las comparativas. También se analizó por medio de estereoscopio para poder observar la forma de las hojas.

Para las características químicas se realizó por medio de un análisis bromatológico elaborado por la Facultad de Agronomía del campus central de la Universidad San Carlos de Guatemala.

2.2. Para la Identificación en la distribución geográfica de la planta *Azolla spp* se realizó de la siguiente forma.

2.2.1. Descripción

Para la distribución de la planta *Azolla spp*. Se realizó una búsqueda de información preliminar antes de buscarla en campo, en el departamento de Sololá existen instituciones u organizaciones que trabajan con la flora y fauna del lago de Atitlán, una de ellas es AMSCLAE.

La institución AMSCLAE genera documentos sobre especies dentro del lago, en la cual se encontró en un documento del año 2018 que había presencia de la especie dentro del lago de Atitlán, por lo que se tomaron esos puntos de partida para iniciar la búsqueda de la planta.

Para la ubicación se trasladó con la ayuda de motocicletas y lanchas para llegar a los puntos. Estando en el territorio, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros, buscar en lugares del lago donde existiesen salidas de agua, como riachuelos o ríos, buscar lugares o puntos donde las personas locales lavaran ropa.

Otro aspecto que se tomó en cuenta, generalmente la especie puede tornarse de distintas tonalidades, eso por motivo de la deficiencia de nutrientes, en un documento se describió que la especie en el lago tendría un color rojizo, esto debido a la deficiencia de fosforo.

Al encontrar la especie, se tomaron fotos y con la ayuda de un smartphome se tomaba las coordenadas del lugar.

2.2.2. Variables

- a. Longitudes y latitudes de zonas con presencia de la especie *Azolla filiculoides L.*

2.2.3. Modo de análisis

Se realizó el análisis por medio de mapas en la cual se distribuyeron las coordenadas de los puntos en la cual existió presencia de la especie *Azolla filiculoides*.

2.3. Para la evaluación proporciones de maíz, concentrado y *Azolla spp* como suplemento alimenticio en aves criollas se realizó de la siguiente manera.

2.3.1. Descripción

La investigación se realizó en la comunidad Santa María el Tablón del municipio de Sololá. Para el establecimiento del cultivo, se realizó en unidades experimentales, una galera dividida en 5 sectores los cuales serán los tratamientos, cada tratamiento tendrá un total de 16 aves de corral, por la naturaleza de la investigación se llevó a cabo un diseño experimental completamente al azar.

Para evitar posibles amenazas como la lluvia y las heladas, se hizo la galera para proteger a las aves, la cual tuvo una medida de 3 metros ancho por 5 metros de largo. Fue dividida a cada 2.25 metros, con la finalidad de tener un mejor control en cuanto a los tratamientos.

Para la alimentación de las aves fue de manera diaria y dos veces por día, se realizaron monitoreos constantes con la finalidad de observar con tiempo cualquier anomalía dentro de la unidad experimental.

2.3.1.1. Ganancia de peso

Se tomaron datos de peso de todas las aves, la investigación se llevó a cabo por 2 meses para observar cuanto peso ha ganado en el lapso del tiempo de la investigación. Con la ayuda de una báscula se pesaron las aves, esto en un lapso de 7 días.

2.3.1.2. Material experimental

- El tratamiento uno es el 60% maíz y concentrado + 40% de *Azolla filiculoides L.*
- El tratamiento dos es el 70% maíz y concentrado + 30% de *Azolla filiculoides L.*
- El tratamiento tres es el 80% maíz y concentrado + 20% de *Azolla filiculoides L.*
- El tratamiento cuatro es maíz + concentrado
- El tratamiento cinco es el testigo, es decir el 100% de maíz cocido (nixtamal)

2.3.1.3. Dosis de tratamiento

Según Meneses (2023) un ave de corral de engorde come aproximadamente 40 gramos al día de concentrado, en la tabla nueve se presenta la dosis total por tratamiento

Tabla: 9 proporciones de concentrado y *Azolla filiculoides L.*

Tratamientos	Proporciones	dosis	
		concentrado (grs)	<i>Azolla</i> f. (grs)
T1	60% Maíz +Concentrado + <i>Azolla</i> 40%	384	256
T2	70% Maíz +Concentrado + <i>Azolla</i> 30%	448	448
T3	80% Maíz +Concentrado + <i>Azolla</i> 20%	512	128
T4	Maíz + concentrado	640	
T5	100% Maíz	640	

Se determina las proporciones de los tratamientos, ejemplo de proporción (384 gramos de concentrado y maíz más 256 gramos de *Azolla*, un total de 640 gramos al día) no obstante, dentro de los primeros cuatro tratamientos se realizó una mezcla de maíz cocido más concentrado en una relación 3:1. Esto quiere decir que del

tratamiento uno de los 384 gramos 127 gramos fueron de concentrado y 254 gramos fueron de maíz

Tabla: 10 dosis de comida por ave por semana

Semana	Concentrado (grs)
1	40
2	40
3	50
4	60
5	70
6	80
7	80
8	80
9	90
10	90

Se puede observar un incremento en la dosis de concentrado por ave, esto se realizó semanalmente.

2.3.1.4. Diseño experimental

El análisis de varianza para un experimento fue realizado en un diseño completamente al azar desbalanceado.

El diseño completamente al azar es “NO BALANCEADO” (o DESBALANCEADO), cuando los niveles del factor en estudio no poseen el mismo número de repeticiones, debido a parcelas perdidas o a la falta de material experimental.

En este modelo, el hecho de no ser balanceado no trae alteraciones en el proceso del ANOVA, pero las pruebas utilizadas en las comparaciones múltiples pasan a ser apenas aproximadas.

2.3.1.5. Modelo estadístico

$$\text{Modelo estadístico: } Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r_i \end{cases}$$

Siendo r_i el número de repeticiones del tratamiento i , y $\sum_{i=1}^t r_i = n$, el total de unidades experimentales involucradas en el experimento.

2.3.1.6. Distribución de tratamientos

Tabla: 11 tratamientos de proporciones de la alimentación de aves criollas

Tratamientos	Proporciones
T1	60% Maíz +Concentrado + Azolla 40%
T2	70% Maíz +Concentrado + Azolla 30%
T3	80% Maíz +Concentrado + Azolla 20%
T4	Maíz + concentrado
T5	100% Maíz

Croquis de campo

Tabla: 12 Croquis de campo de las aves criollas

16 aves	16 aves	16 aves	16 aves	16 aves
T1	T2	T3	T4	T5

El experimento se constituyó de 16 repeticiones, la distribución de los tratamientos en el croquis se realizó de esta forma por la naturaleza de la investigación, fueron aves de 4 semanas de nacidas.

2.3.1.7. Elaboración de galera para las aves criollas

Para la elaboración de la galera, se realizó en la unidad experimental, las dimensiones de tres metros de ancho por siete metros de largo con una altura de 2 metros.

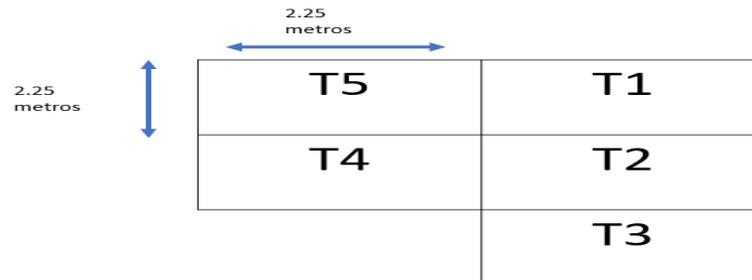


Figura: 4 Distribución de tratamientos y medidas de galera.

Como se puede observar en la imagen, la galera está dividida en cinco, es decir el número de tratamientos, los metros cuadrados por tratamientos es de 5.0.6 según Cobb-vantress (2008) describe que la densidad de aves es de 10.76 por metro cuadrado, el tratamiento contó con 16 aves.

2.3.1.8. Propagación de *Azolla filiculoides* L.

Se realizó seis estanques de 1.5 metros de ancho por 2.5 metros de largo con una profundidad de 0.20 metros según Centro de agroecología y permacultura, (2021), esto con la ayuda de una piocha y una pala, luego se colocará nylon alrededor de las paredes con el fin de evitar la infiltración del agua.

2.3.1.9. Colecta de datos

La toma de datos sobre el peso de las aves se inició posterior a 7 días después del establecimiento de las aves

2.3.1.10. Control de enfermedades.

Se realizaron muestreos también para poder determinar la incidencia y presencia que se tenga dentro de los galpones y se tomaron decisiones pertinentes para la resolución de la problemática.

2.3.2. Variables

- a. Ganancia de peso en gramos de las aves
- b. Ganancia de peso por tiempo

2.3.3. Modo de análisis

Se realizó un análisis de covarianza, además de ello se efectuó el análisis de medias según criterio Tukey con significancia de 0.05 para aquellos tratamientos que muestren diferencia estadísticamente significativa

2.4. Para calcular la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas se realizó de la siguiente forma.

2.4.1. Descripción

El análisis de la proyección de rentabilidad se realizó por medio de un inventario, en la cual se describieron todos los gastos que se realizaron durante toda la investigación en cuanto a la ganancia de peso de las gallinas criollas.

Dentro del gasto se incluyeron los materiales e insumos, teniendo un costo total, y de acuerdo a una proyección en cuanto a la ganancia en ingresos que estas podrían tener.

2.4.2. Variables

- a. Índice de rentabilidad

2.4.3. Modo de análisis

Para poder calcular el índice de rentabilidad se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Índice de rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad total de producción}}{\text{Costo total de producción}} \times 100$$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Caracterización botánica de la planta *Azolla spp.*

Para poder caracterizar la planta, se llevó a cabo lo que es la recolecta de esta. Se obtuvieron dos puntos de referencias, las cuales fueron Muelle municipal San Lucas Tolimán y San Lucas Toliman, Quixayá

Con la ayuda de un recipiente se exportaron las muestras para caracterizarlas, con el asesoramiento del Ingeniero Martín Sanchez (actualmente docente en CUNSUROC y cuenta con un MSc. En Biotecnología).

Por medio de dos caracteres relevantes se determinó la especie, una es por medio del tamaño de las hojas del helecho, en la Flora of de Guatemala, en la sección de Helechos y aliados de Helechos II parte, describe que el tamaño de la hoja y pinnada vs. La ramificación dicotómica son otros caracteres así sugeridos para la identificación de la planta.

La planta *Azolla spp.* Tiene las siguientes características. Hojas dísticas, bilobuladas, 1 lóbulo flotante, el otro sumergido, el más grande de los lóbulos. 0,4-1,2 mm de largo; verdaderas raíces presentes *Azolla*.

Hojas en verticilos de 3, 2 flotantes y enteras, 1 sumergida y muy dividida, la más grande de las hojas flotantes 0,6-2,5 cm de largo; raíces ausentes, pero las hojas sumergidas sirven la función raíz.

Características pertenecientes a la familia de las *Salvinaceae*, según el la Flora of de Guatemala, en la sección de Helechos y aliados de Helechos II parte.

Conociendo el genero se puede determinar la especie por medio de características físicas.

Dentro del genero *Salvinaceae* existen cuatro especies, *Azolla filiculoides*, *Azolla Lambark*. *Azolla microphylla* y *Azolla caroliniana*.

1.1. Características físicas

1.1.1. Tamaño de las Hojas

. Para poder caracterizar la planta y encontrar a que especie pertenece, se realizó la medición del tamaño de las hojas, esto con la ayuda de una regla.

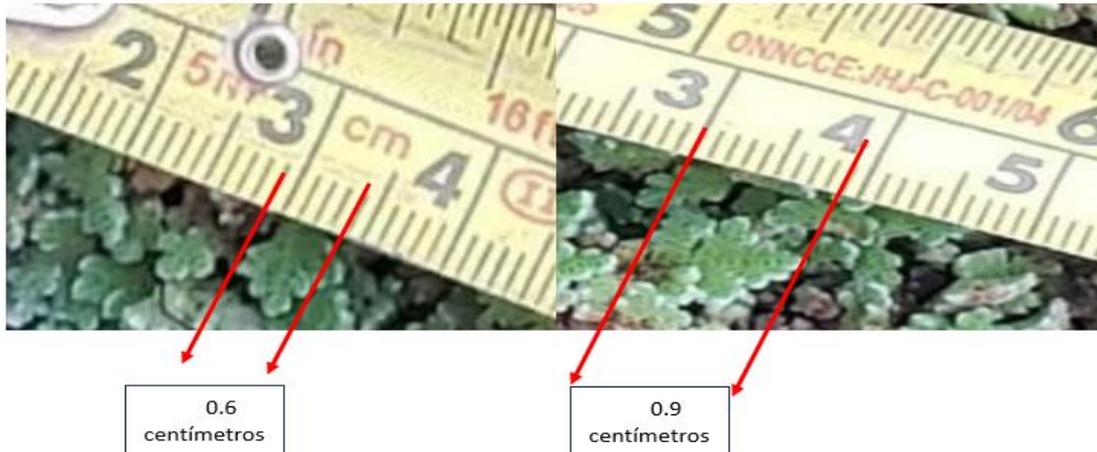


Figura: 5 Tamaño de la hoja de *Azolla filiculoides*.

Como se puede observar en la figura cinco, las hojas otuvo un ancho de 0.5 centímetros, y un largo de 0.6 centimeros, y según la literatura describe que las hojas en su mayoría son imbricados y de moderada a fuertemente adpresos, elípticos, oblongos, espatulados a ovados, obtuso a subagudo, con un margen pálido de estrecho a (generalmente) ancho, papiloso o escamoso en la superficie, los más grandes, de 0,5 a 1,2 mm de largo, los lóbulos inferiores aproximadamente del mismo tamaño a sustancialmente más grande; superficie de megaspora, en el extremo proximal, provista de baja, protuberancias ampliamente redondeadas;

1.1.2. Forma y dimensión de la hoja dorsal

La otra característica fue la forma de la hoja, esta según la literatura tiene que ser de forma pinnada, como se puede observar en la imagen seis, Hojas compuestas en las que las hojuelas se disponen a lo largo de un eje central.

Por debajo de las hojas se encuentran las raíces, que están sumergidas en el agua, tienen un tamaño de 0.5 a 2.5 centímetros de largo.



Figura: 6 Planta *Azolla filiculoides* L.

Se puede observar dentro del círculo rojo, el megasporangio de la planta *Azolla filiculoides* Lam. Según (Bracamonte y otros, 2015) El megasporocarpio, es de unos 0,5 mm de diámetro, protegido por el indusio, contiene el megasporangio donde se forma una gran y solitaria espora femenina llamada megáspora, provista de 3 flotadores.



Figura: 7 Vista de Estereoscopio, Hojas de *Azolla f.*

Según Carrapico, Wagner, (1997). Citado por Bracamonte y otros (2015) describe que la reproducción asexual o vegetativa consiste en la multiplicación de *Azolla* por simple fragmentación de las frondes. Ésta ocurre con el máximo desarrollo de las ramas secundarias o también por fragmentación del eje principal. La propagación asexual es el proceso más frecuente y le ha permitido tener un crecimiento muy rápido y expansivo, hasta convertirse en especie invasora.

Con todas las características mencionadas y por medio del asesoramiento del Ing. Agr. Matin Sanchez, se logró determinar que la especie es *Azolla filiculoides*.

1.2. Características químicas

1.2.1. Número de nutrientes disponibles en la planta

Para poder determinar los nutrientes disponibles en la planta se realizó un análisis bromatológico de la *Azolla f.*

Tabla: 13 Análisis Bromatológico de *Azolla f.*

Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.T.S. %	E.E.%	F.C. %	Proteína %	Cenizas	Calcio %	Fósforo %
<i>Azolla Filiculoides L.</i>	SECA	98.06	1.94	1.07	18.23	11.71	17.12	0.43	0.19

Dentro de los resultados se demuestra que contiene un porcentaje considerable de proteína, indicando que puede ser una posible alternativa de suplemento alimenticio en aves criollas.

Conociendo el género y la especie, se logró encontrar informes sobre la *Azolla filiculoides*, en la cual se demuestra que una de las propiedades relevantes en la especie es sobre la cantidad considerable de proteína.

2. Identificación de la distribución geográfica de la planta *Azolla spp.*

2.1. Longitudes y latitudes de zonas con presencia de la especie *Azolla filiculoides L*

Dentro de los resultados se realizó un recorrido en seis lugares de la cuenca del lago de Atitlán, en la cual solo en dos localidades se encontraba establecida la planta.

Tabla: 14 Ubicación geográfica de la especie *Azolla f.*

No	Ubicación	coordenadas		Presencia de <i>Azolla f.</i>	
		Longitud	Latitud	Si	No
1	San Pedro la Laguna	14°41'53.48"N	91°17'3.51"O		X
2	Fondo Bahía, Santiago Atitlán	14°38'52.26"N	91°14'8.41"O		X
3	Rio Quiscab	14°44'31.35"N	91°10'36.42"O		X
4	San Pablo la Laguna	14°43'2.36"N	91°16'8.01"O		X
5	Muelle municipal San Lucas Tolimán	14°38'18.51"N	91° 8'24.57"O	X	
6	Quixayá, San Lucas Tolimán	14°32'1.15"N	91° 7'52.43"O	X	



Figura: 8 Mapa geográfica dentro de la cuenca del lago de Atitlán de la planta *Azolla filiculoides L*

Dentro de la figura se puede observar las localidades visitadas para el mapeo.

Se pudo determinar una de las ubicaciones de la planta, se encuentra ubicada en la localidad de San Lucas Toliman, en la comunidad de Quixaya, con las coordenadas en la latitud 14.540964 y en la longitud -91.130288.



Figura: 9 Estanque de *Azolla filiculoides* Quixaya

En la figura 10 se puede observar que la planta es consumida en forma de concentrado para peces. En la comunidad tienen una cantidad considerable de la planta en reproducción, estas son llenadas por medio de un nacimiento que tiene la localidad.



Figura: 10 propagación de la planta *Azolla filiculoides*

Se realizaron recorridos en la cuenca del lago de Atitlán, se tomó como referencia documentos elaborados por instituciones u organizaciones que trabajan con el lago, AMSCLAE tiene informes y documentos sobre la flora y fauna del lago, mencionan algunas localidades, de las cuales se realizó un monitoreo.

Dentro de las ubicaciones se encontró *Azolla filiculoides* L. dentro del lago en San Lucas Tolimán, con las coordenadas en la latitud 14°38'18.51"N y en la longitud 91° 8'24.57"O.



Figura: 11 Planta *Azolla filiculoides*, Muelle municipal, San Lucas Tolimán

Se puede observar que la planta se encuentra establecida dentro de la lancha abandonada, demostrando que esta especie se produce a orillas del lago. Dentro del documento realizado por AMSCLAE, describen cinco localidades, en la cual se realizó un recorrido, donde los únicos resultados fueron encontrados en San Lucas Tolima.

En resumen, de las siete localidades que menciona el documento de AMSCLAE, solo en una localidad se encontró establecida la planta en el lago, esto debido a que normalmente cada municipalidad realiza limpieza a las orillas del lago de especies invasoras.



Figura: 12 Planta *Azolla filiculoides* dentro de lancha abandonada, San Lucas Tolimán.

3. Evaluación de proporciones de maíz, concentrado y *Azolla spp* como suplemento alimenticio en aves criollas.

3.1. Ganancia de peso en gramos de las aves

La investigación de aves criollas en la comunidad de Santa María el Tablón, del municipio de Sololá, se desarrolló con una serie de actividades en la cual el objetivo fue determinar la ganancia de peso de las aves en relación con las proporciones de alimentos entre la planta *Azolla filiculoides L.* combinada con la alimentación cotidiana.

En la tabla 19 en la sección de anexos se presentan los resultados en gramos por unidad experimental del peso inicial y peso final, de los cinco tratamientos, expresándolas de la siguiente manera: Tratamiento 1: *Azolla f.* 40% más 60% maíz y concentrado, tratamiento 2: *Azolla f.* 30% más 70% maíz y concentrado, tratamiento 3: *Azolla f.* 20% más 80% maíz y concentrado, tratamiento 4: maíz más concentrado, tratamiento 5: maíz.

Tabla: 15 Cuadro de análisis de covarianza en la ganancia de peso en aves criollas

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	742515.4	5	148503.07	16.29**	0.0001	
Tratamiento	342405.7	4	85601.42	9.39**	0.0001	
Peso Inicial	166521.3	1	166521.29	18.27**	0.0001	1.06899815
Error	355456.3	39	9114.26			
Total	1097972	44				

El valor crítico de F fue mayor 5% por lo que se interpretó que existe diferencia altamente significativa. Esto indica la necesidad de realizar una prueba múltiple de medias por el método según Tukey.

Tabla: 16 Análisis de varianza

variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Final	45	0.68	0.63	18.69

El coeficiente de variación indicó un 18.69% de variación, siendo menor al C.V.=21%. Por lo tanto, los resultados son aceptables

Tabla: 17 Pruebas de media según Tukey

Tratamientos	Medias	n		
T4	594.84	9	A	
T2	594.39	9		
T1	541.38	9		
T3	469.28	9		
T5	353.55	9		B

Como se puede observar el tratamiento 4: maíz más concentrado, Tratamiento 2 *Azolla f.* 30% más 70% maíz y concentrado, Tratamiento 1: *Azolla f.* 40% más 60% maíz y concentrado, tratamiento 3: *Azolla f.* 20% más 80% maíz y concentrado son iguales estadísticamente. Siendo el T4 con la mayor media de pesos seguido por el T2.

3.2. Ganancia de peso por tiempo

Para la ganancia de peso por tiempo se realizó una curva de ganancia de peso de las aves criollas esto durante la investigación (ocho semanas), tomando el peso inicial y posteriormente se realizaron la toma de pesos semanales. Esto con la finalidad de observar el comportamiento del crecimiento en las aves.

A continuación, se muestra en la figura 13 la curva de ganancia de peso de las aves de los cinco tratamientos.

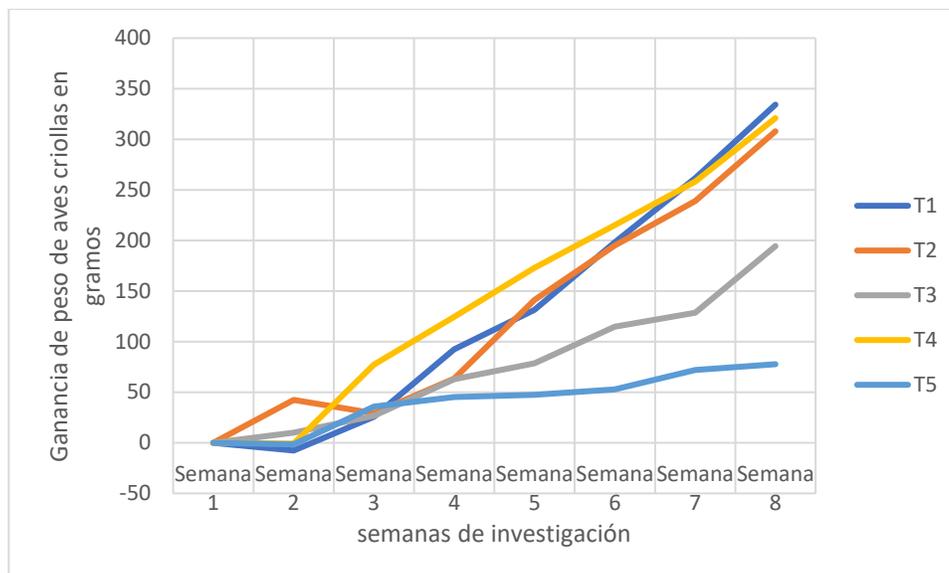


Figura: 13 Ganancia de peso en aves de corral

La fecha inicial fue el 11 de septiembre del 2023, en la cual se demuestra que el tratamiento 1: *Azolla f.* 40% más 60% maíz y concentrado y el tratamiento 4, Maíz más concentrado obtuvieron una ganancia promedio de más de 300 gramos en peso.

En las medias reflejadas de los cinco tratamientos en la curva de crecimiento se determina que los tratamientos con mayores promedios en crecimiento son el T1 correspondiente al *Azolla filiculoides* 40% + concentrado + maíz 60% el cual produjo un promedio de (334.22 gramos), en nueve aves criollas, siguiendo el T4 correspondiente al concentrado + maíz el cual produjo un promedio de (320 gramos). siguiendo el T2 *Azolla filiculoides* 30% + concentrado + maíz 70% correspondiente al concentrado + maíz, en una relación 3:1, es decir dos porciones de maíz y una de concentrado, el cual produjo un promedio de (77.67 gramos).

De acuerdo con la figura 13, se demuestra una comparación entre tratamientos según el análisis de ganancia de peso, se puede observar que en las primeras dos semanas el crecimiento es irregular, ya que aumenta de peso y baja, esto debido que según Marck (1993), citado por (Padilla, 2008) que la gallina es muy sensible a todo cambio en la textura y grosor, del alimento, por lo que mantener una ración de forma idéntica o similar es de gran importancia. Dentro de los tratamientos t4 y t5 se obtuvieron muertes de aves al principio de la investigación, esto debido a un cambio repentino en la alimentación de las aves.

Castañeda (2000) citado por Córdova & Cuenca , (2018) describen que las proteínas (20-22%): son las principales formadoras de tejidos (como el desarrollo de los músculos), esenciales para el óptimo crecimiento, reproducción y producción, tanto de carne como huevo. Según el análisis proximal de la planta *Azolla filiculoides* contiene de 11.71% de proteínas lo cual favorece en la ganancia de peso de las aves criollas sumándole las propiedades de la combinación del maíz con el concentrado.

Según Alcázar (1997) citado por Padilla (2008) las proteínas están conformadas por un conjunto de aminoácidos, que combinan los materiales para la formación de tejidos de los seres vivos, constituyen un grupo de compuestos afines y con diferentes fisiologías especiales que son indispensables para los organismos, existen entre 200 aminoácidos y solo 20 forman parte de las proteínas y de estos, solo 10 se incluyen en la dieta de los animales.

Marck (1993), citado por Padilla (2008) indica que la gallina es muy sensible a todo cambio en la textura y grosor, del alimento, por lo que mantener una ración de forma idéntica o similar es de gran importancia. Dentro de los tratamientos t4 y t5 se obtuvieron muertes de aves al principio de la investigación, esto debido a un cambio repentino en la alimentación de las aves.

4. Proyectar la rentabilidad en la ganancia de peso de las aves criollas.

4.1. Índice de rentabilidad

Dentro del análisis se detallan los apartados por cada tratamiento, en la sección de varios se encuentran todos los gastos en relación con la investigación, desde la reproducción de la planta, como también el manejo de las aves, manejo profiláctico y alimentación, en la sección de anexos en la tabla 20 se detalla de mejor manera los gastos:

Tabla: 18 Proyección de rentabilidad

tratamiento	Gastos				ventas	ganancia	Rentabilidad %
	aves	alimento	varios	total			
1	Q328.00	Q215.42	Q213.45	Q756.87	960	Q203.13	26.84
2	Q328.00	Q251.08	Q213.45	Q792.53	960	Q167.47	21.13
3	Q328.00	Q287.23	Q213.45	Q828.68	960	Q131.32	15.85
4	Q328.00	Q359.04	Q205.85	Q892.89	960	Q67.11	7.52
5	Q328.00	Q378.00	Q205.85	Q911.85	960	Q48.15	5.28

En costos varios se refiere a los materiales e insumos que se compraron y utilizó durante la investigación (bebederos, comederos, aserrín, vacunas, entre otras inversiones. A los costos varios, se realizó una depreciación de los materiales.

En la tabla se puede observar que el tratamiento uno correspondiente al *Azolla filiculoides* 40% +concentrado + maíz 60%, fue el único tratamiento que obtuvo ganancias en las aves, recordando que las aves tenían una edad de 4 meses, con un precio en el mercado de aproximadamente Q 60.00 no obstante, se determinó que tuvo un 26.84% de rentabilidad.

En la proyección de la rentabilidad se demuestra que el tratamiento con menor consumo de maíz y concentrado es la que tiene más índice de rentabilidad tiene, debido a que se disminuyen los gastos en menor cantidad.

VII. CONCLUSIONES

1. Se identificó que la *Azolla spp.* que habita en la cuenca del lago de Atitlán corresponde a la especie *Azolla filiculoides L.*
2. Para la georreferenciación de la planta, se encontraron dos localidades, Quixayá del municipio de San Lucas Tolimán y en orillas del lago de Atitlán embarcadero de San Lucas Tolimán.
3. En el análisis de covarianza se identificó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, en la cual se realizó una prueba de medias bajo el método de Tukey al 5% (0.05) hubo diferencia solamente en el tratamiento 5 (Testigo absoluto)
4. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos T4, T2, T1 y T3. por lo que estadísticamente puede utilizarse cualquiera de estos tratamientos como alternativa de suplemento alimenticio para la producción de aves criollas.
5. Tras un análisis de rentabilidad proyectado para aves de 18 semanas, el tratamiento 1 (T1) puede generar una rentabilidad de 26.84% debido al uso en mayor de *Azolla f.* en la mezcla alimenticia.
6. Se concluye que la especie *Azolla filiculoides L.* tiene un 11.71% de proteínas, 0.43% de calcio y 0.19% de fosforo.
7. Se concluye que al menos uno de los tratamientos tendrá diferencia estadística, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Es conveniente realizar estructuras (microtúnel) para la propagación de la *Azolla filiculoides* L.
2. Para una posible réplica de la investigación se sugiere utilizar aves mayores a las seis semanas de vida.
3. Considerar posibles combinaciones de especies comestibles de rebrote relativamente rápido para contar con disponibilidad de alimentos

IX. REFERENCIAS

- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno. AMSCLAE. (2016). *Departamento de Investigación y Calidad Ambiental - Dicainforme de Vegetación Acuática en el Lago Atitlán.* <https://www.amsclae.gob.gt/wp-content/uploads/2016/12/vegetacionacuatica2016.pdf>
- Bracamonte, S. C., García, P., Fernández, R., Espinar, J., Rubio, A., Meco, A., Bravo, I., Sánchez, S., Sánchez, S., Pérez, M., Martín, A., y Sánchez, S. (2015). *Informe sobre la invasión del helecho acuático Azolla filiculoides en la marisma del parque nacional Doñana.* https://bibdigital.rjb.csic.es/medias/da/82/e4/b5/da82e4b5-f289-4638-8d83-efe60fdbf7c9/files/CIR_Inv_Hel_Acu.pdf
- Cardona, S. L. (1987). *Investigación de zona potenciales de distribución geográfica del helecho Azolla en Guatemala, indentificación y caracterización de sus especies.* [Tesis de Licenciatura en Ciencia Agrícolas. Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1074.pdf
- Centro de Agroecología y Permacultura. (2021). *Fichas técnicas Plantas para sistemas agroecológicos.* <https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2021/06/azolla-ficha-tecnica-bosquedeniebla-2.pdf>
- Cobb-Vantress. (2008). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde.* <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://colaves.com/wp-content/uploads/2020/09/Cobb500.pdf>

Contreras, G. (2010). *Estudio Bromatológico, Microbiológico, Foliar y de Fertilidad de los suelos en los cultivos de Aloe Vera Barbadensis Miller en tres fincas del departamento de Risaralda*. [Tesis de Licenciatura Tecnólogo Químico. Universidad Tecnológica de Pereira].

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/76f850f8-b833-45f7-986b-6912a89bf0b7/content>

Consejo Centroamericano de Productores de Derechos Humanos. (2008). *Informe nacional de Guatemala sobre políticas públicas regionales sobre la reducción de la pobreza en Centroamérica y su incidencia en el pleno disfrute de los derechos humanos*.

<https://www.corteidh.or.cr/tablas/27138.pdf>

Córdova, V., y Cuenca, P. (2018). *Mejoramiento del sistema de alimentación de gallinas criollas a partir del cultivo y empleo de la*. [Tesis de Licenciatura Ingeniería Agroecológica. Corporación Universitaria Minuto de Dios].

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/6315/1/T.IAG_CordobaVargasVeronica_2018.pdf

Dirección de Educación Agraria. (2018). *Manual de Avicultura segundo año ciclo básico agrario*. [https://www.produccion-](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf)

[animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf)

Especies de Salviniales presentes en la colección (2010). *Informe sobre las características de los Salviniales*:

<https://taxateca.com/ordensalviniales.html>

Espinoza, Y. y Gutiérrez, R. (2006). Caracterización agronómica de accesiones de Azolla de Venezuela *Revista de la Facultad de Agronomía*. 23(2), http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200001

Fernández, R., García, P, y Cirujano, S. (2010). *Informe sobre la características de germinación y éxito en la formación de esporas de Azolla filiculoides Lamarck, un helecho invasivo acuático, en un humedal temporal mediterráneo.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030437701000046X>

Grajales, K. M. (2014). *Informe sobre la Flora del Bajío y de regiones adyacentes.*

<http://inecolbajio.inecol.mx/floradelbajio/documentos/fasciculos/ordinarios/Azollaceae%20185.pdf>

Gutiérrez, M., Corre, J., Lopez, L., Santos , J., Santos, R., Sarmiento , L., y Molina, G. (2007). *Informe sobre la características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México.*

<https://www.redalyc.org/pdf/939/93970308.pdf>

Javier, V. B. (2017). *Evaluación de dos sistemas y tres tipos de alimentación en crianza de gallinas de campo para la producción de huevos.* [Tesis de Licenciatura Agronómica. Universidad Central de Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13842/1/T-UCE-0004-A52-2017.pdf>

Jaramillo Andy, J., y Miño Niveló, M. (2018). *Diseño, construcción y automatización de un extractor de lixiviados a partir de humus de lombriz californiana (Eisenia foetida).* [Tesis de Licenciatura Zootecnia. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].

<https://core.ac.uk/download/pdf/234576955.pdf>

Leiton, A., y Zapata, F. (2020). *Producción agroecológica de las gallinas criollas.* [Investigación de Licenciatura Ingeniería Agroecológica. Corporación Universitaria Minuto de Dios].

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/10871/4/Libro_Produccion%20agroecologicos%20en%20gallinas%20criollas_2020.pdf

Lenti, J. M., y Calderón Rodríguez, A. (2002). *Informe sobre la Evaluación de parámetros bioquímicos y morfogenéticos en la simbiosis azolla filiculoides – anabaena azollae como respuesta a la interacción de la calidad de luz y dos niveles de nitrógeno.*
<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/235/231>

Mahadevappa D. , G., Jagadeesh S. , S., Gopinath, y Kalibavi. (2011) Importancia de la Azolla como alimento sostenible para el ganado y las aves de corral. *Revista sobre reseñas agrícolas* 33(2), 93-103.

<https://arccjournals.com/journal/agricultural-reviews/ARCC569>

Méndez-Martínez, Y., Pérez-Tamames, Y., Reyes Pérez, J. J., y Puente Jimene, V. (2017). *Azolla sp.*, un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*. 10(1).

[file:///C:/Users/BEST%20COMPUTER/Downloads/527-Texto%20del%20art%C3%83%20culo-1356-1-10-20180115%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/BEST%20COMPUTER/Downloads/527-Texto%20del%20art%C3%83%20culo-1356-1-10-20180115%20(2).pdf)

Molina, P. (2013). *Comparación de dos sistemas de producción y de manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio de la Llave y Teocelo, Veracruz.* [Tesis de Licenciatura en Zootecnia. Universidad Veracruzana].

<https://www.uv.mx/veracruz/uvca366-agronegocios-sustentables/files/2013/12/Molina2013-Aves-de-traspatio-Tesis.pdf>

Monteros, J. (2011). *Relación simbiótica de Azolla (Azolla carolina, A. filiculoides. A. mexicana) -Anabaena (Anabaena azollae) para la producción de nitrógeno en ecosistemas acuáticos de la zana de Cayambe.* [Tesis de Licenciatura en Agropecuario. Universidad Politécnica SALESIANA Quito].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1830/12/UPS-YT00098.pdf>

Mosquera, J., y Claderon, A. (2002). Informe sobre la *evaluación de parámetros bioquímicos y morfo genéticos en la simbiosis Azolla filiculoides – Anabaena Azollae como respuesta a la interacción de la calidad de luz y dos niveles de nitrógeno*

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34100114>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011). *Informe sobre conceptos básicos sobre la seguridad alimentaria.*

<https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022). *El mercado mundial de fertilizantes: balance de la situación de un mercado en dificultades.*

<https://www.fao.org/3/ni280es/ni280es.pdf>

Padilla, M. (2008). *Evaluación del efecto nutricional en tres niveles de amaranto (amaranthus spp) en la pre mezcla sobre la calidad de huevos en gallinas ponedoras criollas.* [Tesis de Licenciatura en Agronomía. Universidad Mayor de San Andres Bolivia].

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4424/T-1248.pdf?sequence=1>

Palacios, M. I. (2018). *Caracterización de la gallina criolla y de sus sistemas de producción en dos cantones de la provincia de Chimborazo, Ecuador*”. [Tesis de Doctorado en Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú].

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3507/guevara-palacios-mauro-ivan.pdf?sequence=1>

Permacultura, C. d. (2021). *Fichas técnicas plantas para sistemas agroecológicos.*

<https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2021/06/azolla-ficha-tecnica-bosquedeniebla-2.pdf>

Pincay, A. J. (2023). *Parámetros zootécnicos en pollos finqueros, utilizando dietas alimenticias con inclusión de Azolla (Azolla anabaena)*. [Tesis de Licenciatura Ciencias Naturales y de la Agricultura. Universidad Estatal del Sur de Manabí].

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5294/1/Quiroz%20Pincay%20Alfredo%20Joe.pdf>

Pouil, S. Samsudin, R., Slembrouck, J., Sihabuddin, A., Kazhaidan, K., Hari, A., Pantjara, B., y Caruso, D. (2020). Los efectos de la sombra, la fertilización y el pastoreo de caracoles sobre la productividad del helecho acuático *Azolla filiculoides* para la acuicultura de agua dulce tropical, *Revista sobre la Botánica Acuática* 160.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2019.103150>

Reyes, R. (2015). *Diseño, construcción y manejo de una incubadora artesanal de huevos en la comunidad San Vicente cantón Santa Elena*. [Tesis de Licenciatura Administración de Empresas Agropecuarias y Agronegocios. Universidad Estatal Península de San Elena].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2753/1/UPSE-TAA-2015-026.pdf>

Rosales, S., Lemus, I., García, E., Carbajal, F., y Pinilla, M. (2018). Informe sobre el *índice de pobreza Multidimensional de Guatemala*.

https://mppn.org/wp-content/uploads/2019/10/Guatemala-Report-IPM-gt_29jul19-v1.1.pdf

Toapanta M., Esquivel, Á., Recalde, M y Pombaza, P. (2019). Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio del cantón Cevallos, Ecuador. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 13, 1-5.

https://s59b6fdfe9e4460e7.jimcontent.com/download/version/1635175165/module/18078137825/name/AICA_Vol13_Trabajo001.pdf

Tuinga, T. D. (2017). *Caracterización de la calidad del abono de aves de postura y de engorde (Gallus gallus domesticus), utilizado en la agricultura de San José de Puñachizag, cantón Quero*. [Tesis de Licenciatura Agronómica. Universidad Técnica de Ambato].

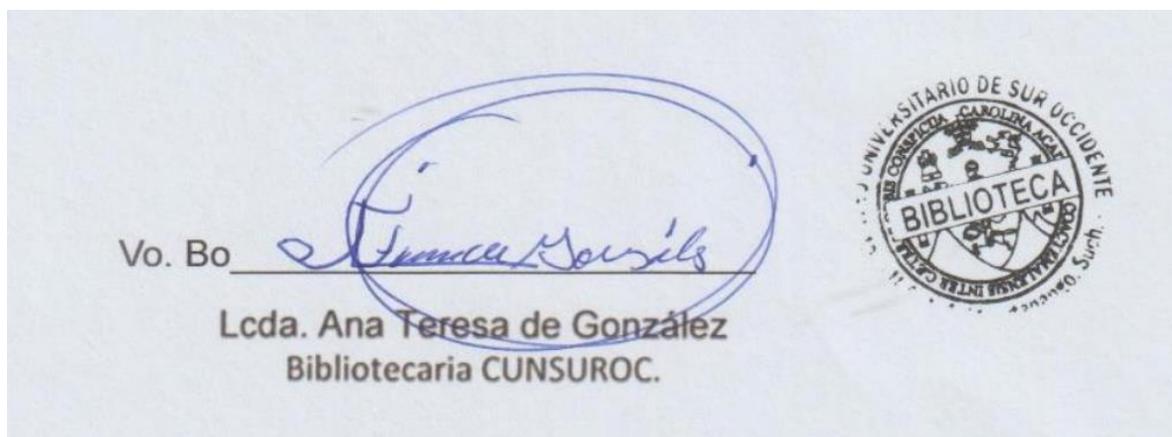
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26127/1/Tesis-165%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20497.pdf>

Tumbaco, M. (2021). *Caracterización de los sistemas productivos de pollos criollos (gallus domesticus) de la parroquia colonche en la provincia de Santa Elena*. [Tesis de Licenciatura Agronómica. Universidad Estatal Península de Santa Elena].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6431/1/UPSE-TIA-2021-0119.pdf>

Yatazawa, M. Tomomatsu, N. Hosoda, N. y Nonome K. (2012). La fijación de nitrógeno en la simbiosis Azolla-Anabaena afectada por el estado de los nutrientes minerales. *Revista Soil Science and Plant Nutrition*, 26, 415-426.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00380768.1980.10431227>



X. ANEXOS



Figura: 14 microtunnel, estanque propagador de *Azolla f.*



Figura: 15 Producción de *Azolla f.*



Figura: 16 Estanque propagador de la planta *Azolla f*



Figura: 17 Alimentación aves criollas, alimento balanceado



Figura: 18 Alimentación aves criollas con Azolla f.



Figura: 19 Distribución de los galpones



Figura: 20 bebederos dentro de los galpones

Figura: 21 Análisis bromatológico de *Azolla filiculoides* L.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS FORMULARIO BROMATO 7



Edificio M6, 2º. Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono 24188307 - 34155552

Solicitado por: **JOSÉ ELIÚ VALENZUELA.** Dirección: **MAZATENANGO.** No. **004**
Fecha de recibida la muestra: **27-04-2023.** Fecha de realización: **DEL 27-04 AL 05-05-2023.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	P.H.	TND %	E.B. kcal/Kg
04	AZOLA SILICULOÍDES	SECA	98.06	1.94	1.07	18.23	11.71	17.12	51.86	0.43	0.19	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.02	0.35	0.23	0.33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Angel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



Tabla: 19 Peso final y peso inicial de aves criollas

NO	Tratamientos	Primer peso	Ultimo peso
1	T4	847	329
2	T4	618	279
3	T4	599	241
4	T4	453	200
5	T4	508	241
6	T4	514	211
7	T4	422	277
8	T4	549	310
9	T4	628	357
10	T4	576	236
11	T5	324	268
12	T5	412	241
13	T5	512	334
14	T5	411	382
15	T5	333	250
16	T5	275	168
17	T5	166	158
18	T5	170	133
19	T5	241	218
20	T1	512	220
21	T1	522	302
22	T1	699	340
23	T1	657	362

24	T1	642	381
25	T1	511	285
26	T1	530	298
27	T1	486	261
28	T1	492	291
29	T1	826	396
30	T1	580	349
31	T2	545	278
32	T2	499	243
33	T2	619	399
34	T2	599	227
35	T2	678	275
36	T2	684	319
37	T2	637	315
38	T2	626	206
39	T2	575	317
40	T3	441	237
41	T3	733	309
42	T3	517	337
43	T3	387	207
44	T3	589	246
45	T3	477	208
46	T3	275	257
47	T3	259	233
48	T3	345	0

Tabla: 20 Costos de insumos de la investigación de aves criollas

COSTO DIRECTO				
4. INSUMOS				Q1,067.25
a) Combustibles	Galón	3.00	27.00	81.00
b) antibióticos y vitaminas				
- broncobion	30 cc	2.00	35.00	70.00
- Vitel Mls	50 gr	1.00	50.00	50.00
- 26/52	100 gr	8.00	20.00	160.00
- vacuna triple aviar	100 cc	1.00	52.00	52.00
- lactomicina	60 gr	2.00	60.00	120.00
- Tepen Caps	capsula	120.00	1.00	120.00
c) Reproduccion azolla				
- estanques	estanque	1.00	152.00	38.00
d) alimentación				
- Comederos sypel	5 L	5.00	98.00	122.50
- bebederos	5 L	5.00	55.00	68.75
- plafoneras	unidad	10.00	5.00	12.50
- nylon transparente	Metros	28.00	15.00	105.00
- cedazo gallinero	Metros	10.00	23.00	57.50
- bombillas	unidad	10.00	4.00	10.00
d) sanidad				
- aserrín	Costal	10.00	10.00	100.00
- jeringas	unidad	20.00	1.00	20.00
- nido limpio	unidad	1.00	20.00	20.00
COSTO TOTAL DE 5 TRATAMIENTOS				Q1,067.25

Tabla: 21 Costos totales de la investigación de gallinas criollas, por tratamientos

GASTOS TOTALES				Q213.45
- Maíz	lb	43.52	3.50	152.32
- Concentrado cinta azul	lb	21.76	2.90	63.10
- Aves	aves	16.00	20.50	Q328.00
COSTO TOTAL TRATAMIENTO 1				Q756.87
GASTOS TOTALES				Q213.45
- Maíz	lb	50.70	3.50	177.45
- Concentrado cinta azul	lb	25.39	2.90	73.63
- Aves	aves	16.00	20.50	Q328.00
COSTO TOTAL TRATAMIENTO 2				Q792.53
GASTOS TOTALES				Q213.45
- Maíz	lb	58.03	3.50	203.11
- Concentrado cinta azul	lb	29.01	2.90	84.13
- Aves	aves	16.00	20.50	Q328.00
COSTO TOTAL TRATAMIENTO 3				Q828.68
GASTOS TOTALES				Q205.85
- Maíz	lb	72.53	3.50	253.86
- Concentrado cinta azul	lb	36.27	2.90	105.18
- Aves	aves	16.00	20.50	Q328.00
COSTO TOTAL TRATAMIENTO 4				Q892.89
GASTOS TOTALES				Q205.85
- Maíz	lb	108.00	3.50	378.00
- Aves	aves	16.00	20.50	Q328.00
COSTO TOTAL TRATAMIENTO 5				Q911.85

Mazatenango, septiembre de 2024.

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador de la carrera de Agronomía Tropical
CUNSUROC – USAC

Respetable Dr. Otzoy

De manera atenta me dirijo a usted para informar que luego de haber asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado **Evaluación de la planta *Azolla spp*, como suplemento en la alimentación convencional en Gallinas Criollas en Santa María el Tablón, Sololá**. Presentado por el estudiante Josue Elio Valenzuela de León, quien se identifica con el numero de carne 201740784 de la carrera de Agronomía Tropical y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo,

Atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Agr. Felipe Sandoval Álvarez
Asesor-Supervisor.

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Director en Funciones
Centro Universitario del Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

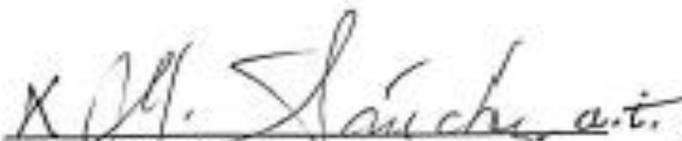
Respetable Sr. Director

Con fundamento en el normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que el estudiante T.P.A. Josué Eliú Valenzuela de León con carné: 201740784, ha concluido su trabajo de graduación titulado: Evaluación de la planta *Azolla* spp. como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en Santa María el Tablón, Sololá, el cual fue asesorado por el Ing. Agr. Felipe Sandoval, lo que se evidencia con la nota adjunta que he revisado previamente.

Como coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A. Valenzuela de León, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su consideración el documento adjunto, para que continúe con el trámite correspondiente para su graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, reitero las muestras de mi consideración y estima. Deferentemente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Dr. Mynor Raúl Ótzo Rosales
Coordinador Carrera.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-113-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE, Mazatenango,
Suchitepéquez, cuatro de octubre de dos mil veinticuatro

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA *Azolla* spp. COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN CONVENCIONAL EN GALLINAS CRIOLLAS EN SANTA MARÍA EL TABLÓN, SOLOLÁ", del estudiante: *Josué Eliú Valenzuela De León*. Carné: 201740784 CUI: 9244 46864 106 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gría