



Universidad
Nacional
de Loja

1859

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

**Balance de nitrógeno en pollos de carne sometidos a restricción
alimenticia**

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de Médica
Veterinaria

AUTORA:

Christel Jamileth Samaniego Balcázar

DIRECTORA:

Dra. Martha Esther Reyes Coronel, Mgtr.

LOJA – ECUADOR

2025

Certificación

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **REYES CORONEL MARTHA ESTHER**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Balance de nitrógeno en pollos de carne sometidos a restricción alimenticia**, perteneciente al estudiante **CHRISTEL JAMILETH SAMANIEGO BALCAZAR**, con cédula de identidad N° **0750333502**.

Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 7 de Febrero de 2025



Almacén electrónico por
**MARTHA ESTHER REYES
CORONEL**

F) _____

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**



Certificado TIC/TT.: UNL-2025-000658

Autoría

Yo, **Christel Jamileth Samaniego Balcázar**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular o de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 0750333502

Fecha: 31 de marzo del 2025

Correo electrónico: christel.samaniego@unl.edu.ec

Teléfono: 0968954942

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular

Yo, **Christel Jamileth Samaniego Balcázar**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación denominado: **Balance de nitrógeno en pollos de carne sometidos a restricción alimenticia**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 31 días del mes de marzo de dos mil veinticinco

Firma:



Autora: Christel Jamileth Samaniego Balcázar

Cédula: 0750333502

Dirección: Ciudadela Julio Ordoñez

Correo electrónico: christel.samaniego@unl.edu.ec

Teléfono: 0968954942

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director/a del Trabajo de Integración Curricular: Dra. Martha Esther Reyes Coronel, Mgtr.

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por darme la paciencia, la perseverancia y la sabiduría para poder culminar mis estudios.

A mis padres, Vicente y Luz, por su apoyo incondicional, por enseñarme a soñar sin límites y a nunca rendirme, este logro no es solo mío sino también de ustedes porque sin su amor inquebrantable este sueño no hubiera sido posible.

A mis hermanos, Lady, Mariuxi, Cristian, Yulitza y Madeley quienes siempre han sido mi apoyo incondicional, mi fuente de inspiración y mi fortaleza.

A mis hermanos, por siempre estar a mi lado durante todo este tiempo, han sido una fuente de constante motivación y felicidad.

A mis sobrinos, cuñados y abuelitos que han estado apoyando en cada paso que doy con sus consejos y palabras de amor.

A mi compañero de vida, Andrés Castro por apoyarme en estos casi 5 años de carrera universitaria, por tu amor sincero, tu compañía en los momentos difíciles, tu paciencia y por nunca soltarme la mano cuando todo se ponía complicado. Con tu amor y apoyo ha sido posible llegar hasta aquí, una meta más que logramos juntos.

Christel Jamileth Samaniego Balcázar

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por nunca soltarme, a mis compañeros y amigos por los bellos momentos que hemos compartido juntos.

A toda mi familia por su apoyo incondicional, un agradecimiento especial a la Sra. Celia por acogerme en su casa como un integrante más de su familia.

Mi agradecimiento a los docentes que conforman el proyecto CIDIÑA; Dr. Rodrigo Abad, Dr. Luis Aguirre, Ing. Beatriz Guerrero, Dr. Galo Escudero, Dra. Rocío Herrera Ing. Beatriz Guerrero y en especial a mi Directora de Trabajo de Integración Curricular, Dra. Martha Esther Reyes Coronel, Mgtr., por su dedicación, apoyo constante, por la gran paciencia y sus enseñanzas durante el desarrollo de este proyecto de titulación.

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, en especial a la Carrera de Medicina Veterinaria, a sus docentes quienes son unos excelentes profesionales.

Christel Jamileth Samaniego Balcázar

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas:	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos	xii
1. Título.....	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Producción de Pollos de Carne en Altura	6
4.2. Digestión de las Aves	6
4.3. Requerimientos Nutricionales.....	7
4.4. Restricción Alimenticia.....	8
4.4.1. Restricción Alimenticia Cualitativa	8
4.4.2. Restricción Alimenticia Cuantitativa	9
4.5. Metabolismo Proteico	9
4.6. Ciclo del Nitrógeno en el Ave	10
4.6.1. Ingesta de Nitrógeno.....	10
4.6.2. Digestión de Proteínas y Absorción de Aminoácidos.....	10
4.6.3. Metabolismo de N.....	10
4.6.4. Excreción de N.....	11
4.7. Balance de Nitrógeno	11
4.8. Métodos de Determinación de Nitrógeno.....	12
4.9. Efecto de la Restricción Alimenticia en el Balance de Nitrógeno	12
4.10. Interacción entre Altitud y Metabolismo Proteico.....	13

4.10.1. Efecto de la Hipoxia sobre el Metabolismo	13
5. Metodología.....	14
5.1. Área de Estudio	14
5.2. Procedimiento	14
5.2.1 Enfoque Metodológico.....	14
5.2.2 Diseño de la Investigación.....	14
5.2.3 Tamaño de la Muestra y Tipo de Muestreo	14
5.2.4 Descripción de los Tratamientos	15
5.3 Métodos	15
5.3.1. Preparación del Galpón y Recibimiento de los Animales	15
5.3.2. Preparación de las Jaulas Metabólicas	16
5.3.5. Manejo de los Animales.....	16
5.3.7. Estudio de Balance de Nitrógeno.....	17
5.3.8. Análisis Químicos	18
5.3.9. Determinación de la Composición Química de las Dietas y de las Excretas	18
5.4. Variables de Estudio	19
5.4.1. Restricción Alimenticia	19
5.4.3. Nitrógeno Excretado	19
5.4.4. N Retenido	19
5.4.5. Eficiencia de Utilización de Nitrógeno.....	19
5.4.6. Contenido de Nitrógeno en el Alimento	20
5.4.7. Contenido de Nitrógeno en las Excretas	20
5.5. Procesamiento y Análisis de la Información.....	20
5.6. Consideraciones Éticas	20
6. Resultados.....	21
7. Discusión.....	22
7.1. Consumo de Alimento	22
7.2. Nitrógeno Ingerido	22
7.3. Nitrógeno Excretado	24
7.4. Balance de N	25
7.5. Eficiencia de Utilización de N.....	26
8. Conclusiones.....	27
9. Recomendaciones.....	28

10. Bibliografía	29
11. Anexos	35

Índice de tablas:

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de los pollos de carne de la línea genética Cobb 500 .	7
Tabla 2. Composición de las dietas control y experimentales	17
Tabla 3. Evaluación del consumo de alimento, nitrógeno ingerido, excretado y retenido, y eficiencia de su utilización bajo los diferentes regímenes alimenticios	21

Índice de figuras

Figura 1. Quinta Experimental Punzara (Google Maps, 2024).	14
---	----

Índice de anexos

Anexo 1. Limpieza y desinfección del galpón y jaulas metabólicas	35
Anexo 2. Instalación de jaulas experimentales.....	35
Anexo 3. Recibimiento del pollito bebe en el círculo de crianza	36
Anexo 4. Vacunación.....	36
Anexo 5. Ingreso de los pollos en las jaulas metabólicas.....	36
Anexo 6. Toma de muestra.....	37
Anexo 7. Determinación de nitrógeno.....	37
Anexo 8. Certificado de traducción al inglés.....	38

1. Título

Balance de nitrógeno en pollos de carne sometidos a restricción alimenticia.

2. Resumen

El balance de nitrógeno es la relación entre el nitrógeno ingerido y excretado. En la producción avícola de carne es un parámetro fundamental, particularmente cuando se aplican programas de restricción alimenticia. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre el balance de nitrógeno en pollos de engorde criados a 2,100 m.s.n.m., durante la fase de crecimiento. El estudio utilizó 36 aves distribuidas equitativamente en tres tratamientos: un grupo control (T0), alimentado *ad libitum* con una dieta que cumplía todos los requerimientos nutricionales; un grupo con restricción cualitativa (T1), alimentado con una dieta reducida en 10% tanto en proteína como en energía; y un grupo con restricción cuantitativa (T2) que recibió 10% menos de alimento en comparación al T0. Las variables evaluadas incluyeron: consumo de alimento, N ingerido, N excretado, balance de N y eficiencia en la utilización de N. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativa en cuanto al consumo de alimento, N excretado y en la eficiencia de utilización de N. Sin embargo, se detectaron diferencias significativas en el N ingerido y balance de N. El tratamiento control (T0) presentó una mayor ingesta de nitrógeno en el T0, lo cual resultó en una mayor retención de N. Estos hallazgos sugieren que los programas de restricción alimenticia temprana pueden modificar el metabolismo del nitrógeno en pollos de engorde criados en condiciones de altitud, lo que podría tener implicaciones para el manejo nutricional y la eficiencia productiva en esos ambientes.

Palabras clave: pollos, balance de nitrógeno, restricción cualitativa, restricción cuantitativa.

2.1 Abstract

Nitrogen balance, representing the relationship between nitrogen intake and excretion, is a critical parameter in poultry meat production, particularly when feed restriction programs are applied. The objective of this study was to evaluate the effect of quantitative and qualitative feed restriction on nitrogen balance in broiler chickens raised at 2,100 meters above sea level during the growth phase. Thirty-six birds were equally distributed across three treatments: a control group (T0), fed *ad libitum* with a diet meeting all nutritional requirements; a qualitative restriction group (T1), fed a diet reduced by 10% in both protein and energy; and a quantitative restriction group (T2), which received 10% less feed compared to T0. The evaluated variables included feed consumption, nitrogen intake, nitrogen excretion, nitrogen balance, and nitrogen utilization efficiency. Results showed no statistically significant differences in feed consumption, nitrogen excretion, and nitrogen utilization efficiency. However, significant differences were detected in nitrogen intake and nitrogen balance. The control group (T0) had a higher nitrogen intake, resulting in greater nitrogen retention. These findings suggest that early feed restriction programs can modify nitrogen metabolism in broiler chickens raised at high altitudes, which could have implications for nutritional management and production efficiency in such environments.

Keywords: *broilers, nitrogen balance, qualitative restriction, quantitative restriction.*

3. Introducción

El balance de nitrógeno es la relación entre el nitrógeno que ingresa el animal y el que se expulsa a través de las excretas. Para el caso particular de los pollos de engorde que estén con un programa de restricción alimentaria, esto se convierte en un tema crucial, debido a que los pollos están diseñados para crecer muy rápido y su consumo de alimento *ad libitum* (Sahraei, 2014).

El método de alimentación en el cual la cantidad de alimento se limita involucra múltiples aspectos, incluyendo la eficiencia de producción, el bienestar animal, las características fisiológicas y la productividad (Sahraei, 2012). Se debe mencionar que la restricción de alimento puede causar problemas en el desempeño de los pollos, pudiendo afectar el crecimiento y su estado de salud. Por consiguiente, se debe manejar de manera adecuada el balance de nitrógeno, ya que es un factor crítico para garantizar un óptimo rendimiento productivo en la producción avícola (Uzcátegui-Varela et al., 2020).

El nitrógeno en una producción de aves es un componente fundamental de los aminoácidos en la dieta. El N que está presente en las excretas proviene del N no utilizado del alimento (Patterson, 2005). Según De Rauglaudre et al., (2023), entre el 40-60 % del total del nitrógeno consumido por un broiler es excretado. Al reducir la ingesta de ese nutriente, y con un adecuado aporte de aminoácidos, se promueve en los animales mejoras en el desempeño productivo, la calidad de la carne y la retención de N, así como, una disminución en la contaminación ambiental asociada con el exceso de ese elemento químico (Belloir et al., 2017).

Una altitud relativamente elevada es otro desafío significativo para la sobrevivencia de las aves de corral, en especial los pollos broiler que se crían en la Hoya de Loja, ubicada a 2,100 m.s.n.m. A medida que aumenta la altitud, se produce una disminución de la presión de oxígeno atmosférico., por lo tanto, la altitud también puede aumentar la susceptibilidad a enfermedades metabólicas en pollos de carne (Romero, 2018).

Pese a los esfuerzos por comprender el impacto de la restricción alimentaria en el nivel de producción y el desarrollo de estrategias nutricionales, aún existe escasa información sobre el consumo, retención y excreción de nitrógeno en los pollos de engorde criados a una altitud dentro de los 2,100 msnm. Por ello, esta investigación busca llenar este vacío mediante del análisis de los efectos de la restricción alimentaria cualitativa y cuantitativa en el balance de nitrógeno de estos animales, con el propósito de contribuir al mejoramiento de la avicultura en

condiciones de gran altitud. Con estos antecedentes, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Cuantificar el efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre la ingestión y excreción de nitrógeno en pollos de engorde criados a 2,100 m.s.n.m., durante la fase de crecimiento.
- Analizar el balance de nitrógeno en pollos de carne sometidos a programas de restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa criados a 2,100 m.s.n.m., durante la fase de crecimiento.

4. Marco Teórico

4.1. Producción de Pollos de Carne en Altura

Los pollos de carne criados en zonas de mayor altitud sufren una disminución relativa de oxígeno lo cual les puede provocar ciertas enfermedades, como el síndrome ascítico que es un problema de hipertrofia del ventrículo derecho, que puede ser fatal en este tipo de sistemas productivos de crianza. Para que estos problemas no sucedan, es necesario realizar crianzas adecuadas considerando estándares aceptables (Julian, 2000).

Sin embargo, también se pueden señalar ciertas ventajas de los pollos de engorde en estas zonas de mayor altitud, ya que se puede observar también una disminución de enfermedades bacterianas por el tipo de ambiente (Havenstein et al., 2003). Por ello, se debe realizar un manejo correcto del sistema para así poder obtener un producto de calidad tomando en consideración los factores ambientales y alimentarios.

Los pollos que viven en zonas con mayores altitudes tienen la capacidad de poder desarrollar ciertos mecanismos fisiológicos que les permite soportar la escasez de oxígeno a la que son sometidos. Como señala Peñalva (2024), estas adaptaciones permiten aumentar la cantidad de glóbulos rojos asociado a algunos cambios en la respiración celular que mejoran la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre.

4.2. Digestión de las Aves

La digestión es aquel proceso en el cual se transforman los alimentos en nutrientes para que estos puedan ser absorbidos por las aves. Por su parte, el metabolismo engloba todos los cambios que ocurren después de que los alimentos han sido absorbidos. En la digestión de las gallináceas se lleva a cabo de manera rápida, entre 8 y 12 horas en los animales de engorde, tiempo que utilizan para realizar el trayecto que va desde la boca a la cloaca, para finalmente lo excretado en las heces y orina, contengan los productos finales de la digestión y el metabolismo (Pedroza, 2005).

El proceso rápido de la digestión que presentan las aves se debe en gran medida a su fisiología adaptativa, donde se incluye la ausencia de dientes y la existencia de un buche, que es un contenedor previo y temporal de alimentos (Kleyn, 2013). Adicionalmente, la molleja como órgano muscular que procesa los alimentos, favorece la acción de las enzimas digestivas que se producen principalmente en el proventrículo.

4.3. Requerimientos Nutricionales

Las aves por sí solas no fabrican nada, por ello la alimentación de los pollos de engorde debe incluir todos los nutrientes especificados por las empresas productoras de las líneas genéticas de pollos de carne o las guías nutricionales. A continuación, se muestran las recomendaciones para los pollos de carne Cobb 500:

Tabla 1. *Requerimientos nutricionales de los pollos de carne de la línea genética Cobb 500*

Nutriente	Unidad	Etapas productivas			
		Inicio	Crecimiento	Finalizador 1	Finalizador 2
Proteína cruda	%	21-22	18-20	18-19	17-18
Energía metabolizable (EMAn+)	kcal/kg	2.975	3.025	3.100	3.150
Lisina digestible	%	1,22	1,12	1,02	0,97
Metionina digestible	%	0,46	0,45	0,42	0,40
Met + Cis digestible	%	0,91	0,85	0,80	0,76
Triptófano digestible	%	0,20	0,18	0,18	0,17
Treonina digestible	%	0,83	0,73	0,66	0,63
Arginina digestible	%	1,28	1,18	1,07	1,02
Valina digestible	%	0,89	0,85	0,76	0,73
Isoleucina digestible	%	0,77	0,72	0,67	0,64
Calcio	%	0,90	0,84	0,76	0,76
Fósforo disponible	%	0,45	0,42	0,38	0,38
Sodio	%	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Cloro	%	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30
Potasio	%	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95
Ácido linoleico	%	1,00	1,00	1,00	1,00

4.4. Restricción Alimenticia

Dissanayake y David (2017) señalan que las restricciones alimenticias son técnicas que han sido elaboradas para modificar las dietas de los animales, ya sea reduciendo la cantidad de alimento o los nutrientes y se realiza con el fin de mejorar la eficiencia de alimento y para prevenir enfermedades metabólicas.

Suárez et al. (2004) señalan cómo la restricción de alimento en pollos de engorde puede mejorar la calidad del alimento y a su vez puede tener un impacto positivo parcial en los parámetros de producción, como el peso vivo, la ingesta de alimento, la eficiencia de conversión alimenticia, el costo del alimento y el rendimiento de la canal.

Tanto los programas de restricción de alimento cualitativa como cuantitativa son efectivos para regular el crecimiento y pueden cambiar el índice de crecimiento y mejorar el rendimiento económico (Paguay et al., 2016).

4.4.1. Restricción Alimenticia Cualitativa

La restricción alimenticia cualitativa es la práctica de alterar la dieta, particularmente en el contenido de proteínas y otros nutrientes en las aves para controlar su crecimiento y productividad. Esta metodología impacta negativamente en el valor nutricional de las dietas y logra objetivos de producción específicos. Además, este enfoque se puede utilizar para controlar la acumulación de tejido muscular y el crecimiento corporal mediante la restricción del suministro de aminoácidos y otros nutrientes esenciales (Leeson y Summers, 2005).

De manera similar, Espinoza (2013) señala que las aves de corral tienen la capacidad de adaptarse a una dieta parcialmente formulada con restricciones nutricionales específicas. Esta estrategia nutricional permite modular selectivamente el consumo de nutrientes, lo que potencialmente ayuda a reducir el estrés en las aves. Si bien el método tiene la ventaja de reducir la presión metabólica, requiere un diseño nutricional preciso y equilibrado para evitar deficiencias y garantizar un rendimiento productivo óptimo.

4.4.2. Restricción Alimenticia Cuantitativa

Espinoza (2013) indica que en esta restricción se reduce la cantidad de alimento que se les da a los animales, en esta técnica es necesario pesar el alimento para que se puedan establecer los niveles apropiados de restricción en la producción. Este tipo de restricción parece ser más eficiente cuando se aplica durante las semanas medias del ciclo de producción para evitar el estrés por calor (López, 2012).

Además, la restricción cuantitativa es una estrategia nutricional que reduce intencionadamente el suministro de alimento a las aves durante períodos de producción particulares. Según Leeson y Summers (2005) esta práctica tiene el beneficio adicional de reducir el desperdicio de alimento al mejorar las tasas de conversión de alimento.

4.5. Metabolismo Proteico

El metabolismo proteico engloba el conjunto de mecanismos y procesos bioquímicos relacionados con la síntesis, degradación y utilización de las proteínas en un organismo. Se refiere a la digestión de las proteínas del tracto digestivo, su posterior absorción en aminoácidos, el transporte a los órganos y los tejidos, la síntesis muscular y de los órganos, así como la degradación de las proteínas para obtener la energía (Xiccato y Trocino, 2020).

Además, este metabolismo es importante en los pollos de engorde para asegurar el desarrollo y crecimiento muscular. Basado en lo planteado por Hu et al. (2017) en las fases de crecimiento rápido, el pollo de carne necesita una alta proporción de proteínas para la síntesis muscular. Dietéticamente, las proteínas consumidas por el pollo son la fuente de los aminoácidos necesarios para que su organismo sintetice las proteínas funcionales y estructurales (Pesti 2009).

Lesson y Summers (2005) señalan que las proteínas no tienen solamente función estructural sino que también son componentes metabolizables para energía, particularmente bajo condiciones de estrés. El metabolismo proteico comprende diferentes etapas que incluyen: La digestión de las proteínas en el aparato digestivo, la asimilación de los aminoácidos, el transporte a los tejidos y órganos, la síntesis proteica en músculos y órganos, y, por último, la degradación de proteínas para liberar energía. Adicionalmente, los aminoácidos se pueden transformar en glucosa por medio de la gluconeogénesis, o en ácidos grasos.

4.6. Ciclo del Nitrógeno en el Ave

4.6.1. Ingesta de Nitrógeno

Debido al alto contenido proteico que poseen, el maíz, el trigo, y las leguminosas, sobre todo la soja, son factores básicos en la elaboración de las dietas avícolas. Por ejemplo, la soja es, por su elevado contenido proteico, una materia prima con un perfil de aminoácidos indispensables para las aves. Los suplementos proteicos son también las harinas de pescado y carne que se utilizan para aumentar el contenido proteico de las dietas y la alimentación avícola, ya que estos garantizan que las aves reciban los aminoácidos que son necesarios para su desarrollo y crecimiento (McDonald et al., 2010).

La proteína se ha vuelto uno de los nutrientes que requieren mayor atención por parte de los consumidores en la actualidad y el uso del nitrógeno no es la excepción. Los componentes de mala digestibilidad, así como la falta de aminoácidos esenciales pueden llevar a un aumento de las excreciones de nitrógeno y por lo tanto disminuir la eficacia de la proteína y la productividad (Leeson y Summers, 2005).

4.6.2. Digestión de Proteínas y Absorción de Aminoácidos

Las enzimas proteolíticas en el sistema digestivo descomponen las proteínas ingeridas y las convierten en aminoácidos y en péptidos (Klasing, 1998). Este proceso inicia en el proventrículo donde las enzimas, como la pepsina, se secretan. Luego pasa a la molleja, donde actúan las enzimas como la quimotripsina y la tripsina. En el intestino delgado actúan las enzimas como la quimotripsina y la tripsina (Duke, 1997).

Uni (2006) señala que los péptidos y aminoácidos que son el resultado del proceso digestivo son absorbidos en el intestino delgado, particularmente en el duodeno y el yeyuno, a través de mecanismos de transporte activo y difusión facilitada. Después de la absorción, estos compuestos que contienen nitrógeno son transportados en la sangre hacia diversos tejidos y órganos, donde desempeñan diversas funciones metabólicas.

4.6.3. Metabolismo de N

Durante el metabolismo de aminoácidos se producen los desechos nitrogenados, como el amoníaco. Según Leeson y Summers (2005) la productividad de este ciclo metabólico está altamente relacionada con el valor nutricional de la dieta, y más específicamente con el

equilibrio de los aminoácidos. Una dieta inadecuada puede aumentar la carga metabólica del hígado y reducir la eficacia del ciclo uricotélico, lo que puede afectar la ingesta y el bienestar de las aves.

El amoníaco es extremadamente tóxico y, por lo tanto, debe convertirse de manera rápida en otros compuestos menos perjudiciales (Bender, 2012). Así mismo, Campbell y Reece (2002) describen que el ciclo uricotélico de los pollos se da de la siguiente manera: el hígado es el encargado de convertir el amoníaco en ácido úrico ya que el ácido úrico es menos tóxico y su posterior excreción de ácido úrico requiere menos agua.

4.6.4. Excreción de N

El ácido úrico producido en el hígado se transporta a los riñones para su procesamiento y eliminación. En los pollos, los productos nitrogenados como la urea, el ácido úrico, el nitrógeno no proteico y las proteínas no digeridas se excretan a través del sistema de desecho, formando una pasta blanca conocida como ácido úrico. Estos desechos se descomponen posteriormente, liberando amonio o gas amónico (Vilela et al., 2020).

La eficacia en la conservación de nitrógeno en los pollos se ve significativamente influenciada por la composición de las dietas. McDonald et al., (2010) sugieren que el equilibrio nutricional en el alimento optimiza el uso de las proteínas y reduce la eliminación de nitrógeno en las excretas. En cambio, las dietas bajas en proteínas o deficientes en aminoácidos esenciales producen un aumento en la eliminación de nitrógeno, debido a una mayor degradación aminoácidos en el hígado y disminución de la retención proteica en los tejidos.

4.7. Balance de Nitrógeno

Jensen, et al., (2014) por su parte, mencionan que el balance de N es la diferencia entre el nitrógeno que se ingiere y el que se excreta como heces y orina. La orina que sale del riñón y que es el producto del metabolismo animal, contiene principalmente N en forma de sulfato de amonio, que refleja el catabolismo proteico, así como la degradación de los aminoácidos que sobran. Así mismo, las heces contienen N que provienen de las enzimas digestivas, los enterocitos que se escaman y el nitrógeno dietético. Por ello, un animal puede presentar un balance de nitrógeno positivo, negativo o neutro (Thiers y Bowen 2011; Shah et al., 1982).

El balance de nitrógeno permite establecer si el animal está reteniendo nitrógeno; en cuyo caso indica balance positivo, mientras que si está perdiendo nitrógeno revela un balance negativo (McDonald, 1999).

Un balance negativo implica que no se satisface el requerimiento tanto de energía como de proteína, por lo que el animal comienza a usar sus reservas de tejido muscular esquelético, es decir, entra en catabolismo (Bailey, et al. 1992). Esto no será favorable para el animal porque implica pérdida de la masa corporal y a su vez menor productividad.

4.8. Métodos de Determinación de Nitrógeno

El método más utilizado en los laboratorios es el de Kjeldahl ya que este se caracteriza porque es exacto y confiable. Este método comprende dos etapas fundamentales: en primer lugar, se realiza la digestión de la muestra con ácido sulfúrico (H_2SO_4), lo que destruye la materia orgánica y convierte el nitrógeno presente en sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$), con excepción del nitrógeno en forma de nitritos o nitratos. En el segundo paso, la muestra se enfría, neutraliza y destila con hidróxido de sodio (NaOH), transformando el nitrógeno en iones amonio (Gerhardt, 2021).

En el tercer paso, posterior a la destilación, el destilado se recolecta en una solución ácida normalizada. Posteriormente se cuantifica el nitrógeno amoniacal a través de volumetría ácido base, utilizando un indicador compuesto por una disolución alcohólica mixta de azul de metileno y rojo de metilo, según lo descrito por Gerhardt (2021).

4.9. Efecto de la Restricción Alimenticia en el Balance de Nitrógeno

El balance de nitrógeno está influenciado por la calidad y cantidad de la proteína y por los nutrientes disponibles en los alimentos. Si la proteína es de baja calidad o si falta un aminoácido crucial, es probable que la retención de nitrógeno sea baja (Ma'rifah et al., 2013).

Estudios han demostrado que el rendimiento de crecimiento de los pollos de engorde alimentados con dietas bajas en proteína y criados a diferentes temperaturas, se vio afectado negativamente. Estas dietas tuvieron un efecto perjudicial en el rendimiento y la eficiencia de retención de nitrógeno de los pollos criados en condiciones de estrés térmico (Faria et al., 2006). Sin embargo, Laudadio et al. (2012) demostraron que las dietas bajas en proteínas son

una intervención nutricional ampliamente aceptada para reducir la emisión de amoníaco y al mismo tiempo optimizar los costos de la alimentación (Laudadio et al., 2012).

Ji et al., (2014) señalan en su estudio que las dietas deficientes en proteínas no tienen efectos en el rendimiento de crecimiento de las aves, y también sugieren que esta reducción de proteínas puede constituir una estrategia nutricional útil para minimizar las cargas de nutrientes en el medio ambiente.

4.10. Interacción entre Altitud y Metabolismo Proteico

La altitud presenta un gran desafío en la cría de pollos de engorde ya que a gran altitud la presión parcial de oxígeno es más baja, lo que causa hipoxia en las aves. Este suceso se centra en los procesos básicos, como el metabolismo de proteínas, que es vital para el desarrollo y crecimiento de los pollos de engorde (Julian, 2007).

Los pollos que criados a gran altitud pueden tener un menor aumento de peso debido a la disminución de la eficiencia metabólica; a su vez, esto también puede estar causado por el estrés oxidativo resultante de la hipoxia, que puede dañar las proteínas y otros componentes celulares, afectando así el rendimiento y la salud de los pollos de engorde (Meza et al., 2024).

4.10.1. Efecto de la Hipoxia sobre el Metabolismo

Taheri y Alvani (2020) sugieren que las aves durante la hipoxia presentan cambios en el metabolismo debido a la disminución de oxígeno en zonas de elevada altitud. Por lo tanto, esta condición dificulta la oxidación de nutrientes y aumenta la dependencia de las proteínas como fuente de energía, lo que incrementa el catabolismo proteico. Además, la condición de hipoxia se encuentra asociada con una mayor producción de especies reactivas de oxígeno, que va a generar estrés oxidativo y, en consecuencia, al daño celular. Estos factores contribuirán a una deficiente eficiencia alimentaria y a una disminución en el aumento del peso corporal.

Monroy y Hernández (2013) señalan que la hipoxia induce a la hipertensión arterial pulmonar, lo que puede conducir al desarrollo de ascitis, un síndrome caracterizado por la acumulación de líquido en la cavidad abdominal y está asociado con la alteración del metabolismo proteico por la falta de oxígeno.

5. Metodología

5.1. Área de Estudio

El presente trabajo investigativo se realizó en el Centro de Investigación Desarrollo Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA) de la Universidad Nacional de Loja, el mismo que se encuentra ubicado en la Quinta Experimental Punzara, localizada en el sector “La Argelia”, a una altitud de 2.160 m, con una temperatura que oscila entre los 12 a 18°C, con precipitaciones anuales de 759,7 mm y con una humedad relativa media de aproximadamente el 70% (Ponce, 2023).

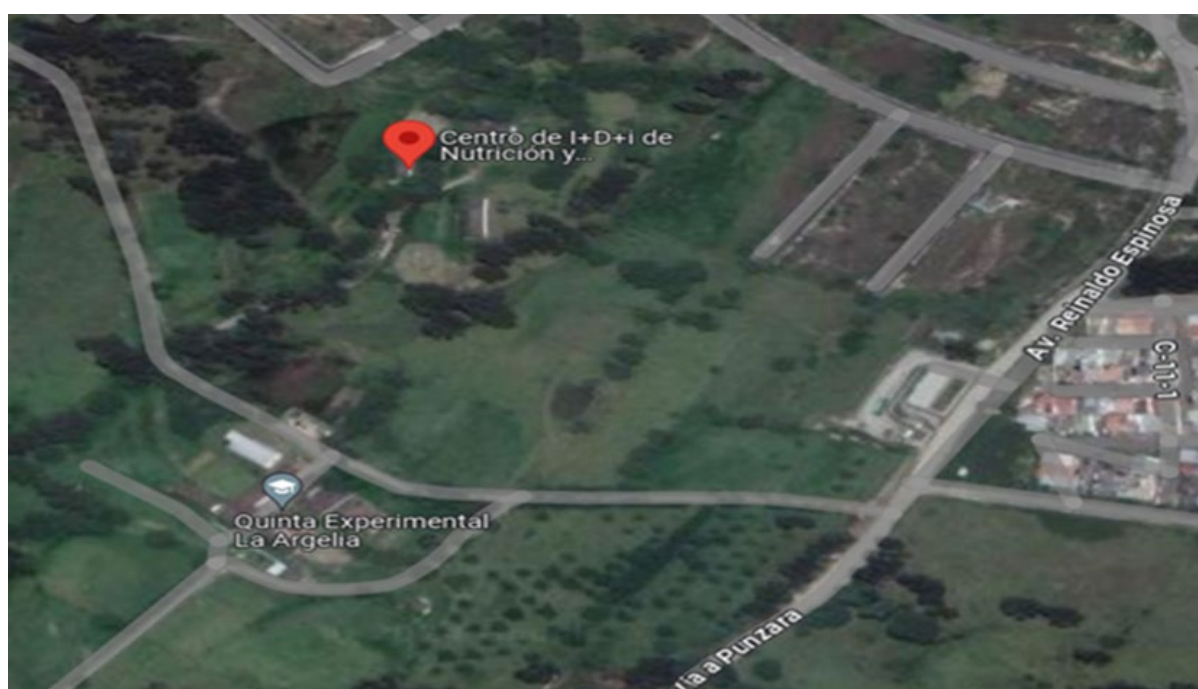


Figura 1. *Quinta Experimental Punzara (Google Maps, 2024).*

5.2. Procedimiento

5.2.1 Enfoque Metodológico

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, el cual permitió determinar las variables de forma objetiva.

5.2.2 Diseño de la Investigación

El estudio se realizó utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado.

5.2.3 Tamaño de la Muestra y Tipo de Muestreo

Se utilizaron 300 pollos de carne de la línea genética Cobb 500 de 1 día de edad. Las aves fueron distribuidas en tres tratamientos (T0, T1 y T2) con 100 aves cada uno y 10 repeticiones por tratamiento. Cada repetición consistió en 10 animales alojados en jaulas de 146 cm x 127 cm.

Para el estudio específico de balance de nitrógeno, se seleccionó una submuestra de 36 aves, 12 por cada tratamiento. El muestreo fue aleatorio, eligiendo un animal por cada tratamiento y unidad experimental, más dos aves adicionales seleccionadas al azar, por repetición. Los animales seleccionados se alojaron en jaulas metabólicas de 76 cm de ancho, 72 cm de largo y 44 cm de alto. Se emplearon nueve jaulas metabólicas en total, cada una con 4 animales seleccionados aleatoriamente por tratamiento.

5.2.4 Descripción de los Tratamientos

El estudio consistió en tres tratamientos diseñados para evaluar el efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre el balance de N en pollos de carne.

- Tratamiento Control (T0): consistió en una dieta basal formulada de acuerdo con las recomendaciones de la guía de manejo nutricional para pollos de carne Cobb (2018). La dieta contenía 20% de proteína bruta y 3025 kcal/kg de energía metabolizable. Los animales fueron alimentados *ad libitum*.
- Tratamiento de Restricción Cualitativa (T1): se implementó una restricción alimenticia cualitativa, disminuyendo en 10% tanto el contenido de energía como de proteína de la dieta. La formulación contenía un 18% de proteína bruta y 2722 kcal/kg de energía metabolizable. Los animales fueron alimentados *ad libitum*.
- Tratamiento de Restricción Cuantitativa (T2): se aplicó una restricción alimenticia cuantitativa, reduciendo en 10% la cantidad de alimento suministrado en comparación con el consumo registrado en el T0.

5.3 Métodos

5.3.1. Preparación del Galpón y Recibimiento de los Animales

El ensayo se desarrolló en un galpón de 200 m², el cual fue sometido a una limpieza profunda y desinfección adecuada. La instalación contó con jaulas de 76 cm de ancho, 72 cm de largo y 44 cm de alto, un sistema de control ambiental (microclima), iluminación artificial y calefactores a gas. La cama fue de viruta de madera. Para la recepción de los pollos, se

acondicionó un círculo de crianza de 2.80 m de diámetro, manteniendo una temperatura promedio de 28-32 °C. Se procuró mantener la humedad ambiental entre el 60-70%. Las aves recibieron alimento y agua a voluntad desde el primer día.

5.3.2. Preparación de las Jaulas Metabólicas

Para el estudio del balance de N, se emplearon jaulas metabólicas de 76 cm de ancho, 72 cm de largo y 44 cm de alto, con capacidad para albergar cuatro aves cada una. Las jaulas fueron desinfectadas y equipadas con comedero, bebedero y bandejas para la recolección de excretas.

5.3.5. Manejo de los Animales

En el primer día, las aves fueron alojadas en un círculo de crianza equipado con criadoras a gas, procurando mantener una temperatura constante. Se les proporcionó alimento comercial *ad libitum* que cumplía con los requerimientos nutricionales establecidos.

Se implementó un programa de vacunación con una primera dosis el día 7 y una revacunación el día 22. Durante todo el experimento, las aves tuvieron acceso libre al agua.

Al día 8, las aves fueron transferidas a las jaulas metabólicas y distribuidas aleatoriamente según los tratamientos y repeticiones determinados.

El día 18 se seleccionó aleatoriamente una submuestra de 36 aves (12 aves por tratamiento), para el estudio específico de balance de nitrógeno. Se utilizó un total de 9 jaulas metabólicas, cada una con capacidad para albergar 4 animales. Cada jaula estuvo equipada con una bandeja colectora y estuvo revestida en la parte inferior con plástico para facilitar la recolección de las excretas y evitar las pérdidas. Las excretas se almacenaron en fundas plásticas herméticas; posteriormente, fueron identificadas, pesadas y luego conservadas en un congelador a -20°C hasta su posterior análisis de nitrógeno (N). Además, cada una de las jaulas estaba dotada de un comedero y un bebedero.

5.3.3. Dietas Experimentales

La composición de las dietas experimentales se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición de las dietas control y experimentales

Materias primas	Restricción alimenticia, %		
	Control T0	Cualitativo T1	Cuantitativo T2
Maíz	57,1	49,7	57,1
Afrecho de trigo	-	13,0	-
Torta de soya	30,2	22,8	30,2
Carbonato de calcio	1, 13	4,32	1, 13
Aceite de girasol	0,20	0,20	0,20
Aceite de palma	3,20	2,00	3,20
Cono de arroz	5,00	5,00	5,00
Fosfato monocálcico	1,45	1,31	1,45
Sal	0,34	0,31	0,34
Pigmento	0,10	0,10	0,10
Premix ¹	0,200	0,20	0,200
Lisina	0,32	0,36	0,32
Metionina	0,32	0,29	0,32
Treonina	0,14	0,16	0,14
Coccidiostato ²	0,05	0,05	0,05
Atrapador de toxinas ³	0,10	0,10	0,10
Bicarbonato de Na	0, 06	0,08	0, 06
Huvezym PC ⁴	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00
<i>Composición química obtenida</i>			
Energía metabolizable, kcal/kg	2950	2770	2950
Proteína bruta, %	20	18,3	20
Fibra, %	3,72	2,41	3,72
<i>Composición química estimada</i>			
Lisina, %	1,16	1,16	1,16
Metionina, %	0,61	0,47	0,61
Treonina, %	0,88	0,88	0,88

¹ LOFAC: Vitamina A, Vitamina D3, Vitamina E, Vitamina K3, Vitamina B1, Vitamina B2, Vitamina B6, Vitamina B12, Niacina, Cobre, Biotina, Ácido Pantoténico, Hierro, Ácido Fólico, Colina, Zinc, Antioxidante, Manganeseo, Yodo, Cobalto, Selenio, excipiente c.s.p. ² Sacox (12% de Salinomycin sódico) ³ MYCOFIX (Montmorillonita al 100%). ⁴ ³Proteasa ácida, a-Amilasa, B-manasa, Xilanasas, B-glucanasas, Celulasas, Pectinasas, Fitasa, Probióticos, Inulina, Fructo oligosacáridos y excipientes c.s.p.

5.3.7. Estudio de Balance de Nitrógeno

Las aves seleccionadas fueron transferidas a jaulas metabólicas el día 18 de edad, previo registro de su peso individual. Se estableció un período de adaptación de tres días, bajo condiciones controladas de temperatura (21-23°C); y un fotoperiodo de 12 horas/luz por día.

La fase experimental de balance de nitrógeno se hizo entre los días 22 al 25 de edad (días 4-7 posteriores a la transferencia de las aves a las jaulas metabólicas). Durante este

periodo, se cuantificó diariamente el consumo de alimento por jaula. Las dietas control y experimental fueron las mismas que recibieron los animales durante la fase de crianza en piso. Las excretas totales (orina y heces) fueron recolectadas diariamente, a la misma hora, mediante el uso de una espátula, registrando su peso en fresco. Las muestras fueron identificadas individualmente, almacenadas en fundas herméticas y conservadas a temperatura de congelación (-20°C) hasta su análisis en el laboratorio.

5.3.8. Análisis Químicos

El contenido de N, tanto de las dietas como de las excretas (heces y orina), fue determinado con los métodos establecidos por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2016).

5.3.9. Determinación de la Composición Química de las Dietas y de las Excretas

La determinación del nitrógeno N ingerido, excretado y retenido, se realizó mediante las fórmulas descritas por Ganazhapa (2023). Por otro lado, la eficiencia en la utilización de N se calculó con la fórmula propuesta por Tay-Zar et al., (2024), como se describe a continuación:

- **NITRÓGENO INGERIDO (g/ave por día)**

$$\text{Nitrógeno Ingerido} = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido} \times \text{Contenido de Nitrógeno en el Alimento (\%)}}{100}$$

- **N EXCRETADO**

$$\text{Nitrógeno Excretado} = \frac{\text{Peso de las excretas(g)} \times \text{Contenido de Nitrógeno en las excretas(\%)}}{100}$$

- **BALANCE DE NITRÓGENO O N RETENIDO**

Se calculó el balance de nitrógeno o el N retenido como la diferencia que existe entre la ingesta de N y la excreción total de N de heces y orina.

$$\text{Balance de N} = N \text{ ingerido} - N \text{ excretado en heces y orina}$$

- **EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE N**

$$\text{Eficiencia de utilización de nitrógeno (\%)} = \frac{\text{N retenido}}{\text{N ingerido}} \times 100$$

5.4. Variables de Estudio

5.4.1. Restricción Alimenticia

Es el tipo de restricción aplicada a los animales como:

- Tratamiento 0 de control: dieta acorde a los requerimientos nutricional es de los pollos, suministro *ad libitum*.
- Tratamiento 1: restricción Cualitativa, dieta con menos el 10% de energía y proteína
- Tratamiento 2: restricción cuantitativa, suministro reducido en el 10% de lo que consume del tratamiento 0.

5.4.2. Nitrógeno Ingerido

Es la cantidad de nitrógeno ingerido durante todo el ensayo, se mide el N en el alimento (g/kg) menos la cantidad de alimento consumido (g).

5.4.3. Nitrógeno Excretado

Es la cantidad total de nitrógeno eliminado por los animales durante todo el experimento, se mide el Nitrógeno en las excretas (g) menos la cantidad de excretas producidas (g).

5.4.4. N Retenido

Diferencia entre el nitrógeno consumido y el nitrógeno excretado, representando el nitrógeno retenido en el organismo de las aves. Se mide el Nitrógeno consumido (g) menos el nitrógeno excretado (g).

5.4.5. Eficiencia de Utilización de Nitrógeno

Proporción del nitrógeno consumido que se retiene en el organismo en comparación con el nitrógeno excretado. Se mide el (Nitrógeno retenido (g) / Nitrógeno consumido (g)) * 100.

5.4.6. Contenido de Nitrógeno en el Alimento

Es la concentración de nitrógeno en la dieta suministrada a los pollos, medida en gramos de N por g de alimento. Es el resultado del análisis bromatológico del alimento.

5.4.7. Contenido de Nitrógeno en las Excretas

Concentración de nitrógeno en las excretas, medida en gramos de N por g de alimento. Es el resultado del bromatológico de las excretas.

5.5. Procesamiento y Análisis de la Información

Los resultados fueron analizados a través de un análisis de varianza (ANOVA), donde el factor principal de variación se considerará el programa de restricción. Los p-valores $<0,05$ se establecerán como significativos. Esto se realizó a través del paquete estadístico InfoStat (2020) y las comparaciones posteriores entre los grupos se llevaron a cabo mediante la prueba de Tukey para identificar diferencias específicas entre las medias.

5.6. Consideraciones Éticas

El proyecto se desarrolló de acuerdo con lo establecido en el art. 147 del “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N.º 983, Ecuador).

6. Resultados

En la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis de nitrógeno ingerido, excretado, y retenido, así como de la eficiencia de su utilización en los diferentes tratamientos.

Tabla 3. Evaluación del consumo de alimento, nitrógeno ingerido, excretado y retenido, y eficiencia de su utilización bajo los diferentes regímenes alimenticios

Variables	TRATAMIENTOS			EEM	p-valor
	Control	Restricción Cualitativa	Restricción Cuantitativa		
Consumo de alimento, g	119,54	118,81	108,80	3,93	0,1528
Nitrógeno Ingerido, g	4,38 ^b	3,58 ^a	3,39 ^a	0,13	0,0011
Nitrógeno Excretado, g	0,96	0,99	0,87	0,09	0,6719
Balance de nitrógeno / N retenido	3,42 ^b	2,59 ^a	2,51 ^a	0,19	0,0150
Eficiencia de utilización de N, %	77,91	72,18	74,30	2,76	0,3738

En relación con el nitrógeno ingerido se detectaron diferencias significativas ($p=0,0011$), siendo mayor en el tratamiento control (T0: 4,38 g/día) en comparación con los tratamientos con restricción cualitativa (T1: 3,58 g/día) y cuantitativa (T2: 3,39 g/día). De manera similar, en cuanto al balance de N, también se observaron diferencias significativas ($p=0,0150$), siendo mayor el tratamiento control (T0: 3,42 g/día) en comparación con los tratamientos con restricción cualitativa (T1: 2,59 g/día) y cuantitativa (T2: 2,51 g/día).

El consumo de alimento no mostró diferencia estadística significativa ($p=0,1528$) entre los tratamientos, con un promedio de 115,71 g/día para las 32 las unidades experimentales. El análisis de N excretado no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,6719$). Además, la eficiencia de utilización de nitrógeno tampoco mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0,3738$).

7. Discusión

7.1. Consumo de Alimento

No se observaron diferencias significativas en el consumo de alimento entre los tratamientos ($p = 0,1528$), a pesar de que en el T2 se aplicó una restricción del 10% respecto al consumo observado en el T1. Este resultado concuerda con los estudios de Leeson y Summers (2001), quienes proponen que los pollos tienen mecanismos homeostáticos que les permiten regular su consumo de alimento según la disponibilidad y calidad nutricional, hasta cierto punto, sin afectar su salud fisiológica. Los resultados de la presente investigación son particularmente relevantes si se considera que se la realizó a 2,100 m.s.n.m., donde las condiciones de hipoxia podrían afectar el metabolismo energético.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son consistentes con los reportados por Dissanayake y David (2017), quienes encontraron un mayor consumo de alimento en el tratamiento control y un menor consumo de alimento en los pollos que estuvieron bajo una restricción alimenticia. El consumo promedio del tratamiento sometido a restricción cualitativa tampoco se vio afectado. Estos hallazgos concuerdan con lo descrito por Singh y Kim (2021), quienes determinaron que los ingredientes altos en fibra (afrecho de trigo, cono de arroz y maíz) no afectaron la palatabilidad y pueden mejorar tanto la eficiencia alimenticia como la salud intestinal de las aves, explicando de esta forma la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos

De manera similar, Liu et al., (2011) demostraron que la inclusión de ingredientes fibrosos en la dieta mejora el consumo de alimento y el rendimiento de los pollos de engorde, lo cual concuerda con la dieta nutricionalmente diluida (T1) que se utilizó en este estudio. Los componentes fibrosos pueden mejorar la salud intestinal sin comprometer la ingesta voluntaria. En altitudes elevadas, donde el estrés oxidativo es mayor debido a la menor presión parcial de oxígeno, la inclusión de ingredientes fibrosos podría tener beneficios adicionales al promover un microbiota intestinal más saludable. Esto se debe a que la fibra en la dieta puede actuar como un prebiótico, lo cual esto ayuda a una mejor absorción y digestión de los nutrientes.

7.2. Nitrógeno Ingerido

El N ingerido fue significativamente mayor en la dieta control (4,38 g/día) comparado con las dietas restrictivas (3,58 y 3,39 g/día). Este resultado se explica porque los programas

de restricción provocan una menor ingesta de N al modificar tanto la cantidad, como su densidad nutricional. Esos resultados coinciden con el estudio de Aletor et al., (2000), quienes señalan que las dietas que tienen todos los requerimientos nutricionales resultan en un mayor consumo de N, confirmando de esta forma que la densidad nutricional y el contenido proteico de la dieta inciden sobre la ingesta de nitrógeno.

Belloir et al. (2017) señalan que en la formulación de dietas para pollos se podría reducir hasta en un 17% el contenido de proteína sin afectar el rendimiento productivo ni la calidad de la carne de pollos machos en las fases de crecimiento y finalización, siempre y cuando la dieta tenga un perfil de aminoácidos adaptado a la limitación de PB. Además, los autores enfatizan en la importancia de la implementación de estrategias nutricionales que contemplen la reducción de N para contribuir a la sostenibilidad de la producción avícola, al disminuir la contaminación ambiental asociada con la excreción de N.

Otros estudios desarrollados tanto con aves ponedoras en fase de crecimiento y producción como con pollos de carne, han demostrado que las dietas con menor contenido proteico no afectaron el crecimiento y rendimiento productivo. Así mismo, reportan una relación lineal entre la cantidad de N excretado y del nivel de PC suministrado a las aves. Además, señalan que los pollos que son alimentados con dietas que cubren todos los requerimientos necesarios podrían ingerir más nitrógeno en comparación con aquellos a los que se suministra dietas con una menor concentración de proteína, por lo que, un menor consumo de alimento significa un menor consumo de N (Heo et al., 2023; Chalova et al., 2016; Bregendahl et al., 2002).

Estos hallazgos concuerdan con el presente estudio, ya que el T1 y T2 ingirieron una menor cantidad de N, pero las dietas experimentales contenían un perfil de aminoácidos ajustado. Estos hallazgos son de singular importancia en la reducción de la excreción de N y la emisión de malos olores en forma de ácido úrico, el producto final del metabolismo proteico y la proteína no absorbida, eliminados simultáneamente en forma de deyecciones (Heo et al., 2023).

Leeson y Summers (2005) reportaron que una formulación con un perfil aminoacídico optimizado podría compensar parcialmente la reducción proteica total, mejorando la eficiencia de utilización del nitrógeno disponible. Este aspecto podría explicar que, a pesar de las

diferencias en el promedio de nitrógeno ingerido por los animales de cada tratamiento, no se observaron diferencias significativas en la eficiencia su utilización.

Taheri y Alvani (2020) mencionan que al implementar una dieta con un menor contenido proteico, es necesario garantizar un adecuado balance de aminoácidos esenciales para evitar problemas adversos, en especial en condiciones de altura donde el metabolismo de los pollos se encuentra comprometido debido a la hipoxia. De esta forma, se logra un buen equilibrio y una buena eficiencia productiva en zonas de gran altitud.

7.3. Nitrógeno Excretado

El mecanismo compensatorio presente en las aves restringidas podría explicar la ausencia de diferencias significativas en el N excretado, el cual presentó un promedio de 0,94 g/día. Los animales bajo restricción tienden a aumentar su eficiencia en la absorción de nutrientes y nitrógeno como mecanismo compensatorio. Algunos estudios, como los realizados por McDonald et al., (2010), han indicado que se la excreción de nitrógeno puede mantenerse constante debido a la regulación fisiológica que optimiza el uso de proteínas, maximizando su utilización, lo que sugiere que los pollos de engorde sometidos a programas de restricción alimenticia aprovechan de mejor manera el N y los nutrientes para cubrir sus necesidades metabólicas.

De Rauglaudre et al, (2023) en su estudio encontraron que los pollos de engorde con dietas restrictivas (bajas en proteína) no siempre eliminan a través de las excretas el nitrógeno de forma proporcional, lo cual concuerda con lo observado en el presente estudio. Las aves desarrollan mecanismos adaptativos complejos que podrían incluir: mayor eficiencia en la absorción intestinal de aminoácidos, reducción del catabolismo proteico endógeno, optimización del reciclaje de nitrógeno endógeno y modulación de la síntesis de urea y ácido úrico.

De igual manera, el estudio de Sahraei (2012) señala que las restricciones de alimento tanto cualitativas como cuantitativas en pollos de engorde pueden modular la excreción de nitrógeno sin necesidad de afectar el desempeño productivo. Los procesos adaptativos de las aves sometidas a restricción temprana, cuya capacidad de ajuste de los sistemas metabólicos en respuesta a cambios nutricionales es más evidente, podría explicar la razón por la cual, a pesar de las diferencias en la ingesta de N, la excreción se mantuvo relativamente constante entre tratamientos.

7.4. Balance de N

El análisis del balance de N mostró diferencias significativas ($p=0,0150$). El N retenido (T0: 3,42 g) y los tratamientos con restricción (T1:2,59 g y T2:2,51 g) muestran una diferencia en la ingesta de N, y una excreción similar de ese nutriente, entre grupos. Este patrón destaca la relación directa entre disponibilidad de aminoácidos y retención nitrogenada, como señalan Rostagno et al., (2017), quienes determinaron que las dietas que cubren todos los requerimientos necesarios de las aves favorecen una mayor retención de N, permitiendo una disponibilidad constante de aminoácidos para la síntesis proteica. Un balance nitrogenado positivo es indispensable para el crecimiento sostenido, particularmente en líneas genéticas de alto rendimiento. En el presente estudio, en el cual las aves fueron criadas a una altitud sobre los 2100 m.s.n.m, con una menor disponibilidad de oxígeno, la eficiencia metabólica pudo verse comprometida; por ende, mantener un balance de N apropiado es de trascendental importancia para garantizar una tasa de crecimiento óptima.

Belloir et al., (2017) concluyen que la reducción del contenido proteico en la dieta es factible en los pollos de carne en sus fases de crecimiento y finalización con un impacto positivo sobre la producción sostenible de la actividad avícola al reducir la excreción de N y las tasas de volatilización de este elemento; así como sobre la calidad de la carne. Los autores enfatizan en un perfil aminoacídico ajustado a las dietas con reducción del contenido total de proteína (hasta un 17%). En la presente investigación, se observa una relación proporcional entre el N consumido y el N excretado. El T0 que recibió todos los requerimientos nutricionales de las aves en la fase de crecimiento, mostró una mayor retención de N.

Este hallazgo refuerza lo señalado anteriormente, los pollos de carne sometidos a programas de restricción alimenticia y criados a una altitud sobre los 2.100 m.s.n.m., donde las condiciones de hipoxia podrían afectar el metabolismo energético, desarrollan mecanismos compensatorios que mantienen relativamente constante la excreción de nitrógeno, lo que resulta en un menor balance de nitrógeno, pero sin afectar significativamente la eficiencia de su utilización.

De igual manera, Swennen et al., (2005) sugirieron que las diferencias en la retención de nitrógeno se pueden atribuir a las variaciones en los niveles de proteína presentes en las dietas. Este hallazgo concuerda con los resultados del presente estudio, en donde la menor

ingesta de N en los grupos bajo restricción se obtuvo una menor retención de N (T1: 2,59 g y T2: 2,51 g).

7.5. Eficiencia de Utilización de N

Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la eficiencia de utilización de N, con un promedio de 74,79%. Estos hallazgos son consistentes con los publicados por Rostagno et al., (2017), quienes señalan que una eficiencia de N en el rango del 70-80% es aceptable para pollos de carne sometidos a un régimen de restricción alimenticia. De manera similar, Vilela et al. (2020) destacan que otros factores, como la ventilación, las condiciones ambientales y el manejo de la cama, pueden influir sobre la eficiencia de la retención de N, afectando indirectamente la tasa de excreción de amoníaco, y como consecuencia, el impacto ambiental de la producción avícola. Esto es particularmente importante en zonas de elevada altitud, como la Hoya de Loja, en donde se realizó la investigación.

Los hallazgos de Bregendahl et al., (2002) corroboran los resultados del presente estudio, al demostrar que la eficiencia de utilización de N no se vio afectada por la del contenido proteico de la dieta, incluso en condiciones de restricción, lo cual explica la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos. La excreción de N está directamente correlacionada con el consumo de N, lo que conceptualmente coincide con los objetivos de suministrar dietas bajas en proteína, es decir, brindar un aporte adecuado de aminoácidos esenciales, como en el presente caso, para satisfacer los requerimientos nutricionales de las aves, disminuyendo a su vez el exceso de aminoácidos no esenciales en la dieta (Bregendahl et al., 2002).

De Rauglaudre et al., (2023) señalan que cuando todos los aminoácidos son suministrados en una dieta reducida en proteína cruda, se reduce la excreción diaria de N y se incrementa la eficiencia en la retención, situación que se observó en el presente ensayo. Es importante resaltar que, a pesar de las diferencias en el consumo y balance de N, los pollos logran desarrollar mecanismos compensatorios que optimizan el aprovechamiento del nitrógeno disponible. Este hallazgo tiene importantes implicaciones económicas y ambientales, como se señaló anteriormente.

8. Conclusiones

- Las restricciones alimenticias, tanto cuantitativa como cualitativa, afectaron significativamente la ingesta de N, siendo mayor en el T0 que contenía todos los requerimientos nutricionales de las aves. Sin embargo, la excreción de N no mostró diferencias significativas, lo cual sugiere que las aves desarrollaron un mecanismo compensatorio que aumentó su eficiencia en la absorción de nutrientes y de nitrógeno.
- El balance de N en pollos bajo restricción cuantitativa y cualitativa mostró diferencias significativas, correlacionadas directamente con la mayor ingesta de N observada en el T0, lo cual Rauglaudre et al., (2023) resultó en una mayor retención de este elemento. Este hallazgo refuerza la importancia de la implementación de programas de restricción alimenticia moderada sin comprometer significativamente el metabolismo proteico en pollos criados a elevada altitud, como la Hoya de Loja.
- La similar eficiencia de utilización de N entre los tratamientos muestra la importancia de la aplicación de dietas bajas en proteína para reducir la excreción nitrogenada y el impacto ambiental, siempre y cuando se asegure que las mismas tengan un balance adecuado de aminoácidos esenciales.

9. Recomendaciones

- Implementar programas de restricción alimenticia tanto cualitativa como cuantitativa en sistemas de crianza sobre los 2.100 m.s.n.m, para lograr un balance adecuado de N.
- Desarrollar investigaciones que evalúen diferentes niveles de proteína en la dieta, para determinar su efecto sobre el balance de N.
- Realizar estudios complementarios para analizar el efecto de otros factores que pueden afectar el balance de nitrógeno, como etapas de desarrollo de las aves, prácticas de manejo, composición de la dieta, diferente altitud.

10. Bibliografía

- Aletor, V. A., Hamid, I. I., Niess, E., y Pfeffer, E. (2000). Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(5), 547-554.
- Bailey, J., Barker, R., y Karlstad, M. (1992). Total parenteral nutrition with short-and longchain triglycerides: triacetin improves nitrogen balance in rats. *The Journal of nutrition*, 122(9), 1823-1829. <https://doi.org/10.1093/jn/122.9.1823>
- Belloir, P., Méda, B., Lambert, W., Corrent, E., Juin, H., Lessire, M., y Tesseraud, S. (2017). Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Animal*, 11(11), 1881-1889. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000660>
- Bender, D. (2012). Amino Acid Metabolism. *John Wiley y Sons*. 10.1002/9781118357514.
- Bregendahl, K., Sell, J. L., y Zimmerman, D. R. (2002). Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poultry Science*, 81(8), 1156-1167.
- Campbell, N. A., y Reece, J. B. (2002). Biology. *Benjamin-Cummings Publishing Company*.
- Chalova, V. I., Kim, J. H., Patterson, P. H., Ricke, S. C., y Kim, W. K. (2016). Reduction of nitrogen excretion and emissions from poultry: a review for conventional poultry. *World's Poultry Science Journal*, 72(3), 509-520. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000477>
- Cobb-Vantress Inc. (2018). *Rendimiento y nutrición*. 14. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>
- De Rauglaudre, T., Méda, B., Fontaine, S., Lambert, W., Fournel, S., y Létourneau-Montminy, M. P. (2023). Meta-analysis of the effect of low-protein diets on the

- growth performance, nitrogen excretion, and fat deposition in broilers. *Frontiers in Animal Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/FANIM.2023.1214076/>
- Dissanayake, D., y David, L. S. (2017). Effects of quantitative feed restriction on the performance of broiler chickens. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.4038/AGRIEAST.V11I1.30>
- Duke, G. E. (1997). Gastrointestinal physiology and nutrition in wild birds. *Proceedings of the Nutrition Society*, 56(3), 1049-1056.
- Espinoza, E. (2013). Diseño y Evaluacion de tres programas alimenticios en la produccion de pollos broiler cobb 500, en el sitio San Roquito del canton Balsas. *Repositorio: Universidad Nacional de Loja*, 29
- Faria Filho, D.E., Rosa, P.S., Figueiredo, D.F., Dahlke F., Macari, M. y Furlan, R.L. (2006). Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Bras.*, 41(1), pp. 101-106. DOI: 10.1590/S0100-204X2006000100014
- Ganazhapa, Y. (2023). Balance de nitrógeno en dietas de cuyes (*cavia porcellus*) con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*pennisetum spp*). *Repositorio: Universidad Nacional de Loja*, 25-26.
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26507/1/Yordy Pabel Ganazhapa Palta.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26507/1/Yordy%20Pabel%20Ganazhapa%20Palta.pdf)
- Gerhardt, C. (2021). Análisis de nitrógeno, Método Johan Kjeldahl. *Gerhardt Analytical Systems*, 2-5.
https://www.gerhardt.de/fileadmin/Redaktion/downloads/Stickstoffanalyse_-_Die_Methode_von_Johan_Kjeldahl_gekuerzt_f_Homepage-spa-ES.pdf
- Havenstein, G. B., Ferket, P. R., y Qureshi, M. A. (2003). Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 vs. 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. *Poultry Science*, 82(10), 1500-1508.
- Heo, Y., Park, J., Kim, Y., Kwon, B., Kim, D., Song, J., y Lee, K. (2023). *Effects of dietary protein levels on performance, nitrogen excretion, and odor emission of growing pullets and laying hens*. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102798>

- Hu, Y., Zhang, L., y Li, S. (2017). Advances in poultry nutrition research. *Frontiers in Biology*, 12(2), 74-84.
- Jensen, R., Austbø, D., Knudsen, K., y Tauson, A. (2014). The effect of dietary carbohydrate composition on apparent total tract digestibility, feed mean retention time, nitrogen and water balance. *Animal*, 8(11), 1788-1796.
<https://doi.org/10.1017/S175173111400175X>
- Ji, F., Fu, S., Ren, B., Wu, S., Zhang, H., Yue, Y., Gao, J., Helmbrecht, A., y Qi, G. (2014). Evaluation of amino-acid supplemented diets varying in protein levels for laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 23:384–392.
- Julian, R. J. (2000). Physiological, management and environmental triggers of the ascites síndrome. *Avian Pathology*, 29(6), 519-527.
- Julian, R. J. (2007). The response of the heart and pulmonary arteries to hypoxia, pressure, and volume. A short review. *Poultry Science*, 86(5), 1006-1011.
- Klasing, K. C. (1998). Comparative Avian Nutrition. *CAB International*.
- Kleyn, R. (2013). Chicken Nutrition: A Guide for Nutritionists and Poultry Professionals. *Nottingham University Press*.
- Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R., y Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*.
- Leeson, S., y Summers, J. D. (2001). Nutrition of the Chicken. *University Books*.
- Leeson, S., y Summers, J. D. (2005). Commercial Poultry Nutrition (3rd ed.). *Nottingham University Press*.
- Liu, H. Y., Ivarsson, E., Jönsson, L., Holm, L., Lundh, T., y Lindberg, J. E. (2011). Growth performance, digestibility, and gut development of broiler chickens on diets with inclusion of chicory (*Cichorium intybus* L.). *Poultry Science*, 90(4), 815-823. <https://doi.org/10.3382/PS.2010-01181>
- López, D. (2012). Síndrome ascítico en la crianza de pollos broilers. *Escuela Superior*

- Ma'rifah, B., Atmomarsono, U., y Suthama, N. (2013). Nitrogen Retention and Productive Performance of Crossbred Native Chicken Due to Feeding Effect of Kayambang (*Salvinia molesta*). *International Journal of Science and Engineering*, 5(1). <https://doi.org/10.12777/IJSE.5.1.19-24>
- McDonald, P. (1999). *Nutrición animal*. Editorial ACRIBIA, S.A
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., y Wilkinson, R. G. (2010). *Animal Nutrition*. *Pearson Education*. 7th Edition
- Meza-Morveli, M. K., Chino-Velasquez, L. B., Camero-Delacuba, J., Arjona-Smith, M., Gomez-Quispe, O., y Moscoso-Muñoz, J. E. (2024). Dietary Protein and Energy Levels at 3200 m Altitude for Slow-Growing Chickens. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2024.435.443>
- Monroy, L., y Hernández, A. (2013). Susceptibilidad a la hipoxia hipobárica en una estirpe comercial de pollos de engorde. *Scielo.org.co*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522013000200003
- Paguay, C., Parra, C., Torres, C., Astudillo, F., y Rodríguez, D. (2016). Efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre la productividad e incidencia de síndrome ascítico. *Engormix*. https://www.engormix.com/avicultura/sindromes-metabolicos-pollos/efecto-restriccion-alimenticia-cuantitativa_a32831/. Recuperado el 12 de julio del 2024.
- Patterson, P. H. (2005). Management Strategies to Reduce Air Emissions: Emphasis-Dust and Ammonia. *Applied Poultry Research*, 14(3), 638-650.
- Pedroza, J. (2005). Manual de Producción Avícola. *Sena*, 7-45. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4271/avicultura_2005.pdf;jsessionid=5B9241F402C6660F05B41AAF5B941D7A?sequence=1
- Peñalva, F. (2024). Comportamiento productivo y características de canal de pollos broilers de la línea ross 308 en condiciones de altura. *Universidad nacional de san antonio abad del cusco*.

- Pesti, G. M. (2009). Feeding for Protein in Poultry Production. *Poultry Science*, 88(3), 553-560. *Politécnica de Chimborazo*, 46.
- Ponce, E. (2023). Estudio del efecto del tamaño de partícula de la dieta sobre parámetros digestivos de cuyes. *Repositorio: Universidad Nacional de Loja*, 25-26.
- Romero, Y. P. (2018). Efecto De La Restricción Alimenticia Cualitativa Sobre El Síndrome Ascítico En Broiler. *Universidad Nacional De Loja*, 1, 100.
http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., y Donzele, J. L. (2017). Tablas brasileñas para aves y cerdos: Composición de alimentos y requerimientos nutricionales (4ta ed.). *Universidad Federal de Viçosa*.
- Sahraei, M. (2012). Feed restriction in broiler chickens production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(2), 333-352. <https://doi.org/10.2298/BAH1202333S>
- Sahraei, M. (2014). Effects of feed restriction on metabolic disorders in broiler chickens: a review. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 30(1), 1-13.
<https://doi.org/10.2298/BAH1401001S>
- Shah, N., Atallah, M., Mahoney, R., y Pellett, P. (1982). Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *The Journal of nutrition*, 112(4), 658-666. <https://doi.org/10.1093/jn/112.4.658>
- Singh, A. K., y Kim, W. K. (2021). Effects of Dietary Fiber on Nutrients Utilization and Gut Health of Poultry: A Review of Challenges and Opportunities. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 11(1), 1-18.
<https://doi.org/10.3390/ANI11010181>
- Suárez, L., Fuentes, J., Torres, M., y López, S. (2004). Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el Comportamiento Productivo de Pollos de Engorda. *Revista Agraria*, 5-6.
- Swennen, Q., Janssens, G. P., y Decuypere, E. (2005). Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens:

Endocrine functioning and intermediary metabolism. *Poultry Science*, 84(8), 1051-1057.

Taheri, H. R., y Alvani, S. (2020). Effect of protein and energy-reduced or protein-reduced diet on mortality and performance of broiler chickens reared at a high-altitude area. *Poultry Science Journal*, 8(2), 129-133.

Tay-Zar, A. C., Wongphatcharachai, M., Srichana, P., Geraert, P. A., y Noblet, J. (2024). Prediction of net energy of feeds for broiler chickens. *Animal Nutrition*, 16, 241-250. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2023.11.009>

Thiers, M., y Bowen, K. (2011). Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses. *Journal of animal science*, 89(3), 729-735. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3081>

Uni, Z. (2006). Early development of small intestinal function. *In Avian Gut Function in Health and Disease*. CABI.

Uzcátegui-Varela, J. P., Collazo-Contreras, K. D., y Guillén-Molina, E. A. (2020). Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(39), 85-97. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.9>

Vilela, M., Gates, R., Souza, C., Teles, C., y Sousa, F. (2020). Nitrogen transformation stages into ammonia in broiler production: sources, deposition, transformation, and emission into the environment. *Revista DYNA*, 87(214), 221-228. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.83318>

Xiccato, G., y Trocino, A. (2020). Energy and protein metabolism and requirements. *Nutrition of the rabbit*, 89-125. <https://doi.org/10.1079/9781789241273.0089>

11. Anexos



Anexo 1. Limpieza y desinfección del galpón y jaulas metabólicas



Anexo 2. Instalación de jaulas experimentales



Anexo 3. Recibimiento del pollito en el círculo de crianza



Anexo 4. Vacunación



Anexo 5. Aves sometidas al estudio de balance de N.



Anexo 6. Toma de muestras de excretas.



Anexo 7. Determinación de nitrógeno

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Loja, 19 de marzo de 2025

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.

DOCENTE DE INGLÉS

A petición verbal de la parte interesada:

CERTIFICA:

Que, desde mi legal saber y entender, como profesional en el área del idioma inglés, he procedido a realizar la traducción del resumen, correspondiente al Trabajo de Integración Curricular titulado **Balance de nitrógeno en pollos de carne sometidos a restricción alimenticia**. De la autoría de: **Christel Jamileth Samaniego Balcázar**, portadora de la cédula de identidad número **0750333502**

Para efectos de traducción se han considerado los lineamientos que corresponden a un nivel de inglés técnico, como amerita el caso.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la portadora del presente documento, hacer uso del mismo, en lo que a bien tenga.

Atentamente. -



Firmado digitalmente con:
**VIVIANA DEL CISNE
VALDIVIESO LOYOLA**

Lic. Viviana Valdivieso Loyola Mg. Sc.

1103682991

N° Registro Senescyt 4to nivel **1031-2021-2296049**

N° Registro Senescyt 3er nivel **1008-16-1454771**

Anexo 8. Certificado de traducción al inglés