

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN



**“ALTERNATIVAS NO NUTRICIONALES PARA REDUCIR ESTRÉS
TÉRMICO EN POLLOS DE ENGORDE”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

PAULET ESTEFANIA NUÑEZ LÓPEZ














LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TESIS PARA VERIFICAR ANTIPLAGIO.pdf (D158286576)
Submitted	2/9/2023 10:19:00 PM
Submitted by	NICEAS CARLOS VILCHEZ PERALES
Submitter email	cvilchezp@lamolina.edu.pe
Similarity	13%
Analysis address	cvilchezp.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	luis Nicolay Jaramillo Ordoñez TRabajo de Integración curricular.docx Document luis Nicolay Jaramillo Ordoñez TRabajo de Integración curricular.docx (D129928538)	 5
W	URL: https://www.elsitioavicola.com/articles/2188/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-... Fetched: 2/9/2023 10:19:00 PM	 4
SA	TESIS EMPYREAL BROILERS 01-12-2017.docx Document TESIS EMPYREAL BROILERS 01-12-2017.docx (D33306494)	 1
W	URL: https://www.veterinariadigital.com/articulos/avicultura-estres-termico/ Fetched: 2/9/2023 10:19:00 PM	 1
SA	final tesis lam URKUND.doc Document final tesis lam URKUND.doc (D19494242)	 2
SA	Guanga-Efectos de la betaína en pollos de engorde.docx Document Guanga-Efectos de la betaína en pollos de engorde.docx (D125544701)	 1
W	URL: https://actualidadavipecuaria.com/la-solucion-liquida-para-aliviar-problemas-respiratorios-en-... Fetched: 2/9/2023 10:20:00 PM	 2
W	URL: https://avinews.com/podemos-reducir-el-impacto-del-estres-calorico-mediante-el-uso-de-simbioticos/ Fetched: 2/9/2023 10:19:00 PM	 2
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / REVISION TESIS ENRIQUE GIRIBALDI.pdf Document REVISION TESIS ENRIQUE GIRIBALDI.pdf (D142946380) Submitted by: cvilchezp@lamolina.edu.pe Receiver: cvilchezp.unalm@analysis.arkund.com	 4
SA	TESIS BELEN MERCHAN 4 Oct 2021.doc Document TESIS BELEN MERCHAN 4 Oct 2021.doc (D114257213)	 1
SA	NIVELE_1 (1).pdf Document NIVELE_1 (1).pdf (D147860003)	 1
SA	ANTEPROYECTO EMPYREAL BROILERS V0 11 04 2017.docx Document ANTEPROYECTO EMPYREAL BROILERS V0 11 04 2017.docx (D30047941)	 2
SA	Documento PA Maria Camila Alarcón Vargas.docx Document Documento PA Maria Camila Alarcón Vargas.docx (D109077881)	 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN

**“ALTERNATIVAS NO NUTRICIONALES PARA REDUCIR ESTRÉS
TÉRMICO EN POLLOS DE ENGORDE”**

Presentado por:

PAULET ESTEFANIA NUÑEZ LÓPEZ

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO

DE INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

M.S. Daniel Zárate Rendón
Presidente

Mg.Sc. Erickson Ruíz Figueroa
Miembro

Dra. Gladys Carrión Carrera
Miembro

Ph.D. Carlos Vílchez Perales
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres
por su amor y apoyo incondicional
en mi vida personal y profesional.
Por ser ejemplo siempre.

AGRADECIMIENTO

- A mi asesor Ph. D. Carlos Vélchez quien con mucha paciencia brindó soporte a mi trabajo.
- A todos los profesores de mi querida Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por sus enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

Número

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL POLLO DE ENGORDE	3
2.1.1. Temperatura	3
2.1.2. Ventilación	4
2.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DEL POLLO DE ENGORDE	5
2.2.1. Zona de termo neutralidad térmica	6
2.3. RESPUESTAS CONDUCTUALES DEL AVE	7
2.4. RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL AVE	8
2.4.1. Termorregulación	9
2.4.2. Pérdida de calor	9
2.4.3. Fisiología del jadeo y alcalosis respiratoria	11
2.5. ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL ESTRÉS CALÓRICO	11
2.5.1. Adaptación de instalaciones	12
2.5.2. Medidas de manejo	13
2.5.3. Estrategias nutricionales	14
2.6. PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS NO NUTRICIONALES OFRECIDAS EN LA ACTUALIDAD	14
2.6.1. Betaína	14
2.6.2. Estimulantes del apetito	15
2.6.3. Aceites esenciales	15
2.6.4. Simbióticos, probióticos y prebióticos	15

III. DESARROLLO DEL TRABAJO	17
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN.....	17
3.2. INSTALACIONES, EQUIPOS, Y MATERIALES	17
3.3. PRODUCTO EVALUADO.....	17
3.4. ANIMALES EXPERIMENTALES.....	18
3.5. ALIMENTACIÓN	18
3.6. TRATAMIENTOS	18
3.7. MEDICIONES	18
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	22
V. CONCLUSIONES	24
VI. RECOMENDACIONES	25
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
VIII. ANEXO	29

INDICE DE TABLAS

Número

Tabla 1: Tabla de temperatura requerida por los pollos en las diferentes semanas.....	4
Tabla 2: Dietas experimentales y contenido nutricional	19
Tabla 3: Efecto de la inclusión de Apetimix sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde de 1 a 21 días de edad	22

INDICE DE FIGURAS

	Número
Figura 1: Zona de confort térmico (Aviagen, 2009).....	7

ÍNDICE DE ANEXO

Número

ANEXO 1: OBJETIVOS DE RENDIMIENTO PARA POLLOS DE LA LÍNEA ROSS

308 (AVIAGEN, 2022) 30

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar aditivos no nutricionales para mitigar el estrés calórico en pollos carne sobre el comportamiento productivo. Se utilizaron 60 pollos mixtos de un día de edad de la línea Ross 308, los cuales fueron distribuidos al azar en cinco unidades experimentales para T1 con cinco aves cada una, y siete unidades experimentales para T2 con cinco aves cada una. Las unidades experimentales del T1 recibieron durante 21 días el tratamiento de Dieta control, y las siete unidades experimentales del T2: Dieta control + Apetimix. El alimento (en forma de harina) y agua fresca fueron administrados ad libitum. El peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, y conversión alimenticia fueron registrados semanalmente. Los datos registrados fueron sometidos a análisis estadísticos. Los resultados mostraron que los parámetros productivos no tienen diferencia significativa. Por ello, la finalidad es mostrar la inclusión de aditivos comerciales naturales como un complemento alimenticio para mitigar el estrés calórico dentro del ciclo productivo.

Palabras claves: *Estrés calórico, aditivos, índices productivos.*

ABSTRACT

The main objective of this work is to present non-nutritional additives to mitigate heat stress in meat chickens on productive behavior. Sixty one-day-old mixed chickens from the Ross 308 line were used, which were randomly distributed into five experimental units for T1 with five birds each, and seven experimental units for T2 with five birds each. The experimental units of T1 received the control Diet treatment for 21 days, and the seven experimental units of T2: Control Diet + Apetimid. Food (in the form of meal) and fresh water were administered ad libitum. Live weight, weight gain, feed intake, and feed conversion were recorded weekly. The recorded data were subjected to statistical analysis. The results showed that the productive parameters do not have a significant difference. Therefore, the purpose is to show the inclusion of natural commercial additives as a food supplement to mitigate heat stress within the production cycle.

Keywords: *Thermal comfort, additives, heat stress*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMÁTICA

La avicultura en nuestro país es una de las actividades pecuarias de mayor importancia, debido a la alta demanda. Con el fin de mejorar la producción avícola se han dado avances a nivel nutricional, genético, sanitario, manejo e instalaciones; generando así mejoras en los índices productivos. Actualmente, uno de los grandes desafíos para el productor es el manejo del estrés térmico que se viene dando por la alta temperatura ambiental y la alta humedad relativa, que afecta directamente al consumo de alimento y por ende a los parámetros productivos (Moya y Barba, 2022).

El metabolismo de las aves se ha acelerado aún más, con avances en genética y nutrición orientados hacia un rápido crecimiento, con máxima deposición de proteínas, principalmente de la pechuga y el muslo, mejor utilización de los nutrientes de la dieta y buenas conversiones de alimentos. Sin embargo, su capacidad termorreguladora sigue siendo deficiente para afrontar los grandes retos de la alta temperatura. (Lagana, 2008). Uno de los efectos del estrés por calor en las aves que provoca pérdidas sustanciales es la reducción del consumo de alimento, ya que las aves intentan reducir la producción de calor interno debido al consumo de energía de alimentación. Tanto la digestión como la absorción de nutrientes generan energía, que liberada en forma de calor es el llamado “incremento calórico” (Cassuce, 2011). Frente a estos desafíos, las empresas han venido tomando medidas presentando nuevos productos que, al ser otorgados vía agua o alimento, reducen efectos de estrés calórico, ofreciendo así una producción más rentable en condiciones climáticas poco favorables para el ave.

Por lo tanto, en la presente investigación se presentará información de los desafíos observados en situaciones de altas temperaturas y la problemática que estos

representan al productor y las alternativas no nutricionales ofrecidas para mitigar el estrés térmico por las diferentes empresas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Describir aditivos no nutricionales para mitigar el estrés calórico en pollos de engorde.

1.2.2. Objetivos específicos

- Describir los efectos causados por altas temperaturas en centros de producción de pollos de engorde.
- Describir los principios activos de las alternativas no nutricionales utilizados en la producción de pollo de engorde para reducir el estrés calórico.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL POLLO DE ENGORDE

El ambiente al que se someten las aves, definido como la sumatoria de impactos biológicos y físicos, es uno de los principales aspectos del que depende el éxito o el fracaso en la producción avícola. Entre los factores ambientales, las condiciones de temperatura, humedad relativa y movimiento del aire, son los factores que afectan directamente a las aves, pues estos comprometen el mantenimiento de la homotermia (Montecinos, 2019).

2.1.1. Temperatura

Los pollos muy jóvenes tienen poca capacidad de regular su temperatura interna y necesitan calor, con aire a una temperatura de aproximadamente 30°C (86°F), asumiendo que la humedad relativa sea de 60 a 70%. Conforme las aves crecen, su rango de temperatura en la “zona de confort” se amplía un poco, pero va bajando de nivel, de tal manera que llegado el momento de capturarlas para enviarlas al mercado se sentirán más confortables alrededor de los 20°C (68°F), siempre y cuando la humedad relativa sea de 60 a 70%. Esto significa que al principio de la parvada nuestra principal preocupación suele ser asegurarnos de mantenerlas suficientemente calientes, pero conforme crecen, el problema más común es el exceso de calor, lo que puede ocurrir incluso en invierno (Aviagen, 2009).

Durante los primeros días es importante que el pollo se halle bajo una fuente de calor dado que es muy poco eficiente para mantener su temperatura corporal; además, debido al bajo peso, produce una cantidad reducida de calor sensible. La fuente de calor debe brindar un ambiente de 32°C, una temperatura más elevada causa deshidratación, debilitado su desarrollo, y temperaturas inferiores a los 30°C interfieren con la absorción del saco vitelino impidiendo la protección inmunitaria durante los primeros días de vida (Estrada y

Marquez, 2005). Cassuce (2011) presenta una tabla indicando los requerimientos de temperatura de los pollos de engorde en sus diferentes edades.

Tabla 1: Tabla de temperatura requerida por los pollos en las diferentes semanas

Edad (semana)	Rango de temperatura (°C)
1	34-32
2	32-28
3	28-26
4	26-24
5	18-24
6	18-24

FUENTE: Cassuce, 2011

La capacidad del aire para mantener la humedad depende de su temperatura. El aire tibio puede contener más humedad que el aire frío. El término humedad relativa se refiere al porcentaje de saturación de agua en el aire a cualquier temperatura dada. El nivel de humedad influye en la capacidad del ave para enfriarse mediante el jadeo, e influye en la producción de amoníaco (Fairchild, 2012)

La humedad dentro del galpón depende casi exclusivamente de características propias del galpón como el número y el tamaño de las aves alojadas y por consiguiente por su proceso respiratorio, densidad, ventilación y temperatura. En menor medida depende de la humedad ambiente, sin embargo, este es un factor que influye en el consumo de alimento porque tiene influencia sobre los factores mencionados anteriormente (Quishpe, 2006)

Se recomienda que la humedad relativa se mantenga entre 50 a 70 por ciento durante todo el período de crecimiento, incluso en el período de crianza. La producción de amoníaco se da debido a la descomposición microbiológica de materia fecal en la cama. Las condiciones polvorientas en el galpón de las aves de corral están asociadas con una humedad relativa inferior al 50 por ciento (Fairchild, 2012).

2.1.2. Ventilación

Cuando la ventilación no es la necesaria se acumula en el interior gases como amoníaco, dióxido de carbono y monóxido de carbono, los cuales causan estrés en las aves y predisponen a enfermedades respiratorias y digestivas. Además, hay un incremento de temperatura y humedad en el galpón (San Martín, 2017).

Se debe introducir el aire fresco uniformemente, bien mezclado con aire del galpón y debe distribuirse correctamente en toda la caseta. El patrón de flujo dentro del galpón es muy importante. La circulación de aire en la caseta se logra mediante presión negativa en los galpones de túnel (Fairchild, 2012). Se pueden usar ventiladores que retiran aire del galpón, creando una presión negativa. El aire ingresa a través de las entradas de aire ubicadas en las paredes o en el techo, y se dirige para mezclar el aire. (Fairchild, 2012).

2.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL RENDIMIENTO DEL POLLO DE ENGORDE

Las aves, al ser animales homeotermos tienen un centro termorregulador situado en el hipotálamo capaz de controlar la temperatura corporal a través de mecanismos fisiológicos y respuestas comportamentales, mediante la producción y liberación de calor determinando así el mantenimiento de la temperatura corporal normal (Cassuce, 2011).

Para un animal homeotermo, la temperatura del ambiente juega un papel decisivo en todas sus respuestas fisiológicas, permitiendo o no que alcance su mayor productividad. El ambiente que rodea al animal comprende de elementos físicos, biológicos, sociales y climáticos que influyen en su crecimiento. Entre los factores climáticos que componen en ambiente térmico del animal incluyen la temperatura, la humedad relativa, el movimiento del aire y la radiación considerados como los más relevantes, por ejercer una acción directa e inmediata sobre las respuestas de comportamiento, productivo y reproductivo en el animal (Cassuce, 2011).

Considerándose como principales la temperatura y la humedad relativa; estos son los que regulan la zona termo-neutral o zona de confort en la cual se espera un máximo rendimiento productivo (Estrada, et al 2007).

Lagana (2008) en su investigación menciona que durante el estrés por calor hay una reducción en la eficiencia de los alimentos. Esta reducción también puede deberse a una

menor digestibilidad del alimento. Se ha demostrado en diferentes investigaciones que las aves sometidas a estrés por calor no solo disminuyen el consumo, sino que aun cuando el consumo es el mismo en dos grupos, las aves sometidas a estrés por calor no tenían la misma tasa de conversión alimenticia que las aves en ambiente termo neutro.

Procesos como jadear y abrir las alas, en un intento de disipar calor, requieren de un gasto extra de energía, que representa una reducción en la eficiencia de los alimentos, teniendo como resultado una mayor conversión alimenticia en pollos de engorde (San Martin, 2017)

2.2.1. Zona de termo neutralidad térmica

Se conoce con el nombre de zona neutral térmica aquellos límites de temperatura ambiente entre los cuales el ave lleva a cabo pequeños cambios en la producción calórica. Es también llamada zona de confort térmico. Dentro de esta zona, la temperatura orgánica está regulada por variaciones en la pérdida de calor. Cuando la temperatura ambiente se eleva por encima o cae por debajo de los límites de la zona de neutralidad térmica, se incrementa la producción calórica (Estrada y Marquez, 2005).

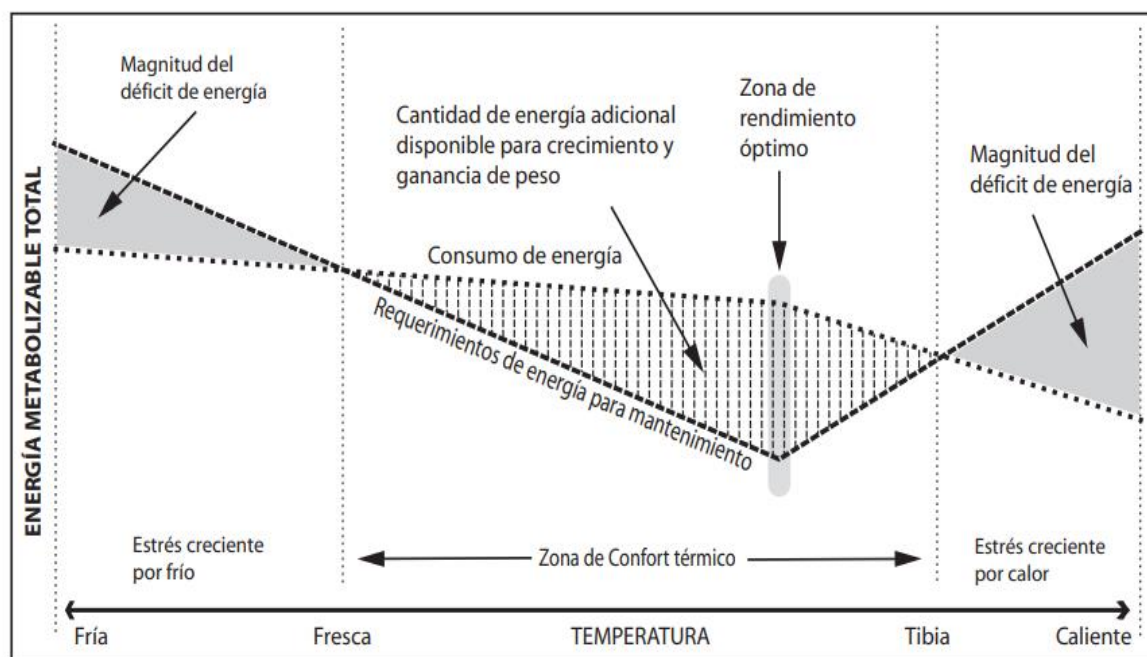
La denominada zona de confort indica el estrecho rango de confort máximo en que la temperatura es ideal para lograr el objetivo de rendimiento. Si la temperatura es muy baja, las aves tienden a consumir más alimento y tienen que utilizar más de la energía de la ración para mantener su cuerpo caliente, de lo contrario si la temperatura es muy alta, reducen el consumo para limitar la producción de calor, es decir si la temperatura se sale unos grados de la zona de confort, calentándose o enfriándose, los pollos tendrán que utilizar mayor proporción de la energía de la ración para mantenimiento y menos para su crecimiento (Aviagen, 2009).

Lagana (2008) además menciona que la temperatura ambiente incluye a la humedad relativa e indica que, de elevarse por encima del termo neutro, o zona de confort, la capacidad de las aves para disipar el calor disminuye drásticamente. Como resultado, la temperatura corporal del ave aumenta y pronto aparecen síntomas de estrés por calor.

Por lo tanto, salir de la zona termoneutral crea una situación estresante para el ave y debe emplear algún mecanismo para regular la temperatura. Las temperaturas demasiado altas

o demasiado bajas no solo impiden el crecimiento, sino que también matan a las aves. (Estrada y Marquez, 2005).

Figura 1: Zona de confort térmico (Aviagen, 2009)



2.3. RESPUESTAS CONDUCTUALES DEL AVE

Las aves buscan lugares frescos, adoptan posturas específicas (extremidades extendidas, se entierran en la cama). Al dilatar los vasos sanguíneos periféricos, bajan la temperatura de los órganos genitales y digestivos, dirigiendo más flujo sanguíneo a la piel de la espalda y el tórax, crestas, barbillas, lengua, laringe y tráquea, favoreciendo la eliminación del calor sensible. Durante el estrés por calor, el flujo de sangre a los músculos abdominales involucrados en la respiración puede aumentar hasta en un 400%. (Estrada y Marquez, 2005).

Según Cassuce (2011) Las parvadas bajo estrés por calor se vuelven inquietas, extienden sus alas para disipar el calor y reducen el consumo de alimento para reducir la producción de calor metabólico, lo que resulta en una ganancia de peso deficiente. Además, dejan de moverse, jadean, se acuestan boca abajo y aumentan su frecuencia respiratoria (130 respiraciones por minuto) para disipar el calor latente que puede provocar alteraciones

en el equilibrio ácido-base y un pH sanguíneo elevado. El comportamiento de las aves es indicativo del estrés calórico que pueden estar sufriendo. Según San Martín (2017), algunos signos externos son:

- Inicialmente el ave tiende a adoptar posiciones estirando las alas o tendiéndose en la cama con las alas levantadas para favorecer el enfriamiento.
- Cuando los mecanismos de disipación de calor son insuficientes, la temperatura corporal normal de 41°C se incrementará entre 42,5 a 43°C y tienden a respirar más rápido y profundo (jadeo) tratando de aumentar el paso de aire por los pulmones y así evaporar la humedad (enfriamiento evaporativo).
- Expanden las alas para así aumentar la superficie de exposición al aire para liberar calor.
- El plumaje puede mostrarse ligeramente erizado.
- Aumenta considerablemente el consumo de agua para el enfriamiento directo y para el enfriamiento evaporativo en los pulmones.
- Se reduce el consumo de alimento al bajar las necesidades de energía.
- Se echan cerca de los bebederos, ya que en esas zonas hay más humedad por la caída de agua y de esa manera tratan de refrescarse.
- Actividad reducida para limitar la producción de calor por esfuerzos musculares.
- Cuando la temperatura ambiental continúa incrementándose o se mantiene a niveles cercanos a la temperatura corporal, el ave es incapaz de desarrollar sus mecanismos de defensa y muere, aparentemente debido a un fallo cardiovascular.

2.4. RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL AVE

2.4.1. Termorregulación

El equilibrio térmico necesario a la vida es termogénesis = termólisis. Termogénesis es la producción de calor para el metabolismo (mantenimiento, crecimiento, producciones, actividades del tubo digestivo) y para la actividad física (contracción muscular). Termólisis es la eliminación de este calor al medio ambiente por vías sensible; conductividad: contacto del cuerpo con materiales más fríos en el ambiente, radiación: importante cuando hay muchas aves en un área pequeña, y convección: por movimiento del aire y vía latente (evaporación pulmonar). Cuando TA aumenta, el ave puede reducir su consumo de alimento (reducir su termogénesis) y jadear (aumentar su termólisis) porque los medios de termólisis sensibles basados en intercambios térmicos entre el ave y el ambiente son menos y menos eficaces a medida que aumenta la TA (De Basilio, 2006).

2.4.2. Pérdida de calor

El calor debe ser disipado ya que de lo contrario la temperatura corporal profunda aumentaría. A diferencia de otros animales domésticos las aves no poseen glándulas sudoríparas para regular la temperatura corporal, de tal manera que la eliminación o transferencia de calor para lograr termorregularse es por radiación, conducción, convección y evaporación de agua del tracto respiratorio (Estrada y Marquez, 2005).

- Radiación: Cuando la temperatura en la superficie del ave es mayor que la del aire adyacente la pérdida de calor del cuerpo es por radiación y cesa cuando la temperatura del alrededor baja o reduce el área superficial del ave. El calor en forma de ondas electromagnéticas se transfiere del cuerpo a superficies en el medio que están a menor temperatura que la piel o el plumaje (San Martin, 2017).
- Conducción: El calor puede transferirse directamente a objetos más fríos con los cuales el ave este en contacto, tales como la jaula, la cama o los pisos u otras aves. Involucra la transferencia de energía de molécula a molécula, pero a diferencia de la convección no hay una translación de moléculas. La cantidad de calor eliminado depende de la conductividad térmica del medio (San Martin, 2017).
- Convección: El intercambio de calor por convección ocurre cuando las partículas relativamente calientes de un fluido se mezclan con partículas más frías. En el ave,

esta pérdida de calor ocurre cuando el aire que entra en contacto con esta, se calienta y se eleva, permitiendo que el aire más frío descienda y se caliente a su vez. (San Martín, 2017)

Estos mecanismos de disipación de calor que tienen las aves para eliminar el exceso de calor se dividen en dos grupos, en donde las tres primeras (conducción, convección y radiación) pertenecen a la pérdida sensible de calor las cuales son efectivas cuando la temperatura ambiente está por debajo o dentro de la zona de termoneutralidad (zona de confort) que en las aves adultas es de 12 a 24°C (Estrada y Marquez, 2005).

Una vez que la temperatura ambiental llega a aproximadamente 25°C, el método de eliminación de calor empieza a cambiar de pérdida sensible de calor a pérdida de calor latente, que es la segunda clasificación y es por jadeo, también llamada disnea por otros autores. (Estrada y Marquez, 2005)

La pérdida sensible de calor que causa que la temperatura ambiente de los pollos incremente, es un producto final de la actividad muscular y del metabolismo del alimento consumido. La pérdida de calor latente, es el calor que se pierde del cuerpo eliminando la humedad en la respiración (San Martín, 2017). El calor sensible puede representar entre 50 - 75% de las pérdidas totales de calor, siendo más elevado cuanto más baja es la temperatura. La suma del calor perdido por los distintos medios de evaporación de agua se denomina calor latente o insensible. La disipación del calor sensible se produce especialmente a bajas temperaturas, mientras que la del calor latente adquiere su máxima importancia en época calurosa.

Pérdida latente de calor (jadeo). A medida que la temperatura ambiente se va acercando a la temperatura del ave los tres mecanismos citados se muestran ineficaces para regular la temperatura corporal por lo que entra en marcha este cuarto mecanismo. La temperatura elevada provoca en el ave un aumento de la tasa respiratoria y el flujo sanguíneo para aumentar el enfriamiento por evaporación (por cada gramo de agua que se evapora se disipan 540 calorías de energía). La eliminación del calor por evaporación de agua del tracto respiratorio, puede inducir a una alcalosis respiratoria, pues el ave al expirar pierde el dióxido de carbono excesivo (CO₂). Como resultado, los fluidos corporales se vuelven

alcalinos, causando que los riñones excreten grandes cantidades de electrolito (Estrada y Marquez, 2005).

2.4.3. Fisiología del jadeo y alcalosis respiratoria

Los pollos cuando están en un ambiente termo neutro, respiran 25 veces por minuto; sin embargo, cuando la temperatura pasa su límite, aumentan su frecuencia respiratoria, el jadeo o disnea marca la frontera entre el umbral superior de la “zona termo neutra” del ave y la aparición del estrés calórico. La frecuencia respiratoria aumenta de 22 a 175 y a veces hasta 250 respiraciones/ minuto, aunque la frecuencia cardiaca no se modifica dentro de estos límites de temperatura. Los índices elevados continuos de intercambio respiratorio tendrán como resultado una excreción excesiva de CO₂, de esta manera, la presión parcial de CO₂ disminuye, lo que conduce a la caída de la concentración de ácido carbónico (H₂CO₃) y de hidrógeno (H⁺). El equilibrio entre CO₂ y iones pH CO₃ mantienen el pH sanguíneo dentro de límites relativamente estrechos a ambos lados del valor normal de 7.4, conforme disminuye el pH CO₂ por el jadeo, se eleva el pH CO₃ y el pH sanguíneo se desvía de 7,4 a un valor más elevado (alcalino) (San Martin, 2017).

Generalmente, el jadeo comienza a partir de los 32 a 35°C y aunque no existe incremento en la temperatura corporal se desarrolla una alcalosis leve (con un pH sanguíneo de 7,55). A los 38°C se presenta una alcalosis moderada, mientras que, a los 41°C, la condición se vuelve severa con pH sanguíneos de 7.65. Se ha reportado que estados de hipertermia aguda producen alcalosis profunda y, por otro lado, la hipertermia crónica no tiene este efecto. Como una respuesta a la alcalosis, se presenta una acidosis metabólica debido a un aumento de ácido láctico. Este aumento en los niveles de ácido láctico es debido a que el pH elevado inhibe la gluconeogénesis y el ácido láctico no puede convertirse a glucosa, cada molécula de dicho ácido contribuye con un ión H⁺, que es amortiguado con el HCO₃⁻ aumentando la disponibilidad de eliminación de CO₂ (H⁺ + HCO₃⁻ = H₂O + CO₂) por vía respiratoria. Esta condición se agrava por la baja disponibilidad de este ión bicarbonato y en condiciones extremas se puede presentar acidosis metabólica (San Martin, 2017).

2.5. ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL ESTRÉS CALÓRICO

2.5.1. Adaptación de instalaciones

2.5.1.1. Ventilación

Es muy importante tener implementados sistemas de ventilación, e incluso de refrigeración en aquellos climas que lo requieran, con el fin de incrementar el bienestar animal y mantener la temperatura en un rango de confort (Diez, 2019).

La ventilación consiste en remover el aire que ha permanecido por algún tiempo en el interior del galpón y que ha adquirido calor, agua, gases tóxicos, polvo y olores, los cuales en su conjunto pueden resultar perjudiciales para las aves. Por tanto, la función de la ventilación es otorgar oxígeno renovado, eliminar gases tóxicos y regular la temperatura y humedad del galpón (Diez, 2019).

a. Ventilación de túnel o de presión negativa

Este tipo de ventilación está recomendado para climas cálidos no así en lugares fríos, consta de fogones o paneles evaporativos en un extremo del galpón y en el otro extremo con extractores, de esta manera el aire frío entra, recorre todo el galpón y sale el aire caliente (San Martín, 2017).

b. Ventilación positiva

Este sistema entra aire del exterior al interior del galpón, se instalan ventiladores en las paredes laterales del galpón, se coloca un quemador circular frente a la hélice de modo que el aire que entra se caliente. Este sistema de ventilación es utilizado en zonas frías (San Martín, 2017).

c. Ventilación por recirculación de aire

Este tipo de ventilación es el más empleado en galpones convencionales, consiste en ventiladores de movimiento de aire de caudal medio (aproximadamente 1 metro de diámetro), los cuales pueden estar dispuestos de muchas formas, en la parte central, en un lateral o intercalados. Este sistema de ventilación produce una alta velocidad de aire en una

distancia cercana al ventilador, pero rápidamente disminuye conforme nos vamos separando de él, por lo tanto genera un confort adecuado en la zona más cercana al ventilador (San Martín, 2017).

2.5.1.2. Micro aspersores

También llamado sistema de refrigeración en galpones convencionales, en virtud a su función. Los microaspersores de refrigeración inyectan en el aire agua que al evaporarse reduce la temperatura. El enfriamiento depende de la humedad ambiente inicial y del tamaño de las gotas diseminadas (San Martín, 2017).

2.5.2. Medidas de manejo

2.5.2.1. Manejo de la densidad

Esta técnica es quizás una de las más usadas en la actualidad en todos los países del mundo, incluyendo aquellos de clima templado, durante el verano. Consiste simplemente en ajustar el n° de aves por metro cuadrado según las condiciones ambientales, sobre todo, TA. En condiciones de confort térmico, se utilizan de 15 a 25 pollos por m² según el tipo de instalación, mientras que en situaciones de estrés térmico > 30°C, hablamos de 6 a 7 pollos por m² (De Basilio, 2006).

2.5.2.2. Manejo de la iluminación

Otra forma de mejorar la situación de los pollos en condiciones de estrés calórico es, tratar de reducir la producción de calor en las horas más calurosas del día. Por ello extender durante la noche el periodo de consumo de alimento, colocando iluminación artificial en las noches, ayudando a aumentar el consumo durante las horas frescas (noche) y a reducirlo durante el día en las horas más calurosas. Algunas otras técnicas de estimulación lumínica, como la luz intermitente, una hora con luz y otra sin luz, Mas experiencias deberán realizarse en torno a esta técnica, para conocer sus efectos en galpones tropicales. Un régimen intermitente de luz puede mejorar los parámetros productivos. El efecto favorable es relacionado con una baja producción de calor durante ambos periodos (De Basilio, 2006).

2.5.3. Estrategias nutricionales

2.5.3.1. Reducir el valor proteico de la dieta

Reducir el contenido proteico del alimento por adición de aminoácidos esenciales libres (lisina, metionina, treonina, triptófano) para reducir la producción de calor debido a la eliminación de los aminoácidos en exceso por encima de una composición de proteína ideal (Cassuce, 2011).

2.5.3.2. Sustituir calorías

Sustituir calorías (en energía metabolizable) de carbohidratos por calorías de lípidos que producen menos calor metabólico por una parte de los ácidos grasos pueden ser almacenado directamente en la grasa de los animales (Cassuce, 2011).

2.6. PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS NO NUTRICIONALES OFRECIDAS EN LA ACTUALIDAD

2.6.1. Betaína

La betaína se puede encontrar en diferentes plantas y especies de animales como sustancia natural. La betaína actúa en el metabolismo de pollos como donante de grupos metílicos para la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y colina. Es un derivado metílico de la glicina y un metabolito de la degradación de la colina que actúa como osmolito, ayudando a mantener el agua celular, el equilibrio de iones, la conservación de la metionina y la distribución de grasas. Entre los beneficios de la betaína está que puede mejorar la retención de agua debido al efecto osmótico, aumentando el volumen celular y por lo tanto la actividad anabólica, la integridad de la membrana celular y el rendimiento general del pollo. La propiedad osmolítica de la betaína permite la adaptación celular a ambientes osmóticos adversos, en climas calientes y húmedos. Como donante del grupo metil, la betaína también puede reemplazar hasta el 20% de la metionina en la dieta y hasta el 100% de la colina en las dietas de pollos de engorde comerciales, ahorrando costos de alimentación (Moya y Barba, 2022).

2.6.2. Estimulantes del apetito

Los ingredientes de la dieta pueden tener buen valor nutritivo, pero también diferir en el gusto. El uso de subproductos de origen animal como la harina de sangre o harina de pluma pueden afectar el sabor de la dieta y como consecuencia reducir el consumo de alimento y disminuir el crecimiento o la producción de huevo. El sentido del gusto es poco desarrollado en las aves; sin embargo, se ha demostrado que tienen la capacidad de diferenciar los sabores dulce, salado y amargo (Cortes et al, 2005)

2.6.3. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son sustancias naturales presentes del reino vegetal, que por sus propiedades se utilizan desde la antigüedad y se emplean en medicina humana y veterinaria por sus efectos beneficiosos para la salud y también como aromatizantes y conservantes de los alimentos. (Martinez-Alesson et al., 2009). Los aceites esenciales representan una forma concentrada de fitogénicos, con metabolitos secundarios ampliamente bioactivos. Varios estudios han demostrado las propiedades antibacterianas, antivirales, antioxidantes, estimulantes digestivas e inmunomoduladores de este tipo de sustancias (Celis et. al., 2022).

El mentol y el eucaliptol estimulan receptores termosensibles específicos, produciendo en ellos una respuesta similar a la aplicación de frío. Se trata de la misma sensación refrescante que obtenemos al saborear caramelos de menta. El anetol, componente principal del aceite esencial de anís, mejora el apetito de los animales y estimula el consumo de alimento (Prieto, 2022).

2.6.4. Simbióticos, probióticos y prebióticos

Los simbióticos son aditivos científicamente desarrollados que incluyen una combinación de probióticos y prebióticos. Sabiendo que el estrés calórico tiene un impacto en el tracto gastrointestinal y el sistema inmunitario, los simbióticos pueden utilizarse para reducir este impacto a través de la actividad biológica de bacterias beneficiosas, tal como: Protección

de la salud intestinal, la inmunomodulación y la reducción de los procesos antiinflamatorios (Bellés, 2020).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN

El caso estudio se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de investigación en nutrición y alimentación de aves (LINAA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Con una duración de 21 días.

3.2. INSTALACIONES, EQUIPOS, Y MATERIALES

Para el alojamiento de las aves se utilizaron dos baterías metálicas que contarán con calefacción eléctrica controlada por termostatos e iluminación. Cada batería consta de cinco pisos, y cada piso estará dividido en cuatro compartimentos.

En cada compartimento hubo un comedero y en la primera semana de la investigación se usaron bebederos tipo tong; pasada la primera semana se usó un bebedero lineal. Para la limpieza de los equipos e instalaciones se usaron escobas, baldes, desinfectante, etc.

3.3. PRODUCTO EVALUADO

APETIMIX es una formulación de extractos de hierbas cuidadosamente seleccionadas con múltiples acciones que son beneficiosas para mejorar el apetito de los animales, ayudando a aumentar el consumo de alimento bajo diferentes condiciones de manejo o ambientales, mejorando los parámetros zootécnicos.

Apetimix es una combinación de 4 extractos: *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare*, *Nigella sativa*, *Trigonella foenumgraecum* que contienen aceites esenciales y fitoquímicos como fenoles, glicósidos fenólicos, cumarinas, flavonoides, ácidos fenólicos y esteroides etc.

3.4. ANIMALES EXPERIMENTALES

Para esta investigación se usó 60 pollos BB de la línea Ross 308 de un día de edad.

3.5. ALIMENTACIÓN

La preparación de las dietas se realizó en la planta de alimentos balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina. La presentación de la dieta fue en harina.

El alimento y el agua fueron suministrados ad libitum. Se llevó el registro de la cantidad de alimento suministrado y el alimento residual cada día.

3.6. TRATAMIENTOS

T1: Dieta control: Formulada según requerimientos nutricionales para pollos de carne de la línea Ross 308.

T2: Dieta con producto natural estimulante del apetito: Nutricionalmente semejante al T1. Cuenta con (-0.1% de Maíz grano) que fue reemplazado con (0.1% producto natural estimulante del apetito).

La composición y valor nutricional de las dietas experimentales se presentan en la Tabla 2.

3.7. MEDICIONES

a. Peso vivo

Los animales fueron pesados al inicio del experimento, para obtener pesos individuales por repetición. Se usó una balanza con capacidad de 15 kg. Esta operación se repitió cada semana hasta los 21 días.

Tabla 2: Dietas experimentales y contenido nutricional

Ingredientes (%)	Control (C)	C + Apetimix
Maíz grano – 7.86%PB	58.71	58.61
Torta de soya – 47%PB	34.54	34.54
Aceite crudo de soya	2.54	2.54
L-lisina HCL	0.17	0.17
DL-metionina	0.30	0.30
L-Treonina	0.06	0.06
Sal común	0.36	0.36
Fosfato dicálcico (18.5%)	1.93	1.93
Carbonato de calcio	0.89	0.89
Cloruro de colina 60%	0.10	0.10
Premezcla de pollos	0.10	0.10
Secuestrante – Aluminosilicato	0.10	0.10
Bicarbonato de sodio	0.10	0.10
Zinc Bacitracina 10%	0.05	0.05
Sulfato de colistina 10%	0.05	0.05
Apetimix	0.00	0.10
Total	100.00	100.00
<i>Contenido nutricional calculado</i>		
Energía Metabolizable, Kcal/kg		3050.00
Lisina Digestible %		1.154
Metionina Digestible %		0.579
(Met+Cisteína) digestible, %		0.865
Treonina digestible, %		0.774
Triptófano digestible, %		0.239
Calcio, %		0.875
Fosforo disponible, %		0.437
Sodio, %		0.183
T1: Dieta control; T2: Dieta C+ Apetimix		

b. Ganancia de peso

Se calculó con la diferencia de los pesos vivos al final y al inicio de cada semana para cada repetición.

$$\text{Ganancia de peso (semanal)} = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

c. Consumo de alimento

Se llevó un registro del alimento ofrecido durante todos los días de la investigación. Al término de cada semana, se pesó el residuo en todos los comederos y se calculó la diferencia con el total suministrado.

$$\text{Consumo de alimento, Kg/pollo/Semana} = \text{Alimento suministrado, Kg} - \text{Alimento residual, Kg.}$$

d. Conversión alimenticia

La conversión alimentaria relaciona el consumo de alimento, y la ganancia de peso por cada repetición

$$\text{C.A. semanal} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Ganancia de peso de pollo semanal (kg)}}$$

Para el análisis final durante el periodo experimental se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{C.A. Acumulada} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (kg)}}{\text{Ganancia de peso acumulado (Kg)}}$$

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos registrados se sometieron a un ANOVA bajo un Diseño Completo al Azar y para ello se utilizó programa Minitab. Para la comparación de medias se empleó la Prueba de Tukey con una significancia del 5%.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

μ = media general de cada variable respuesta

T_i = efecto i-ésimo tratamiento ($i = 1, 2$)

ϵ_{ij} = error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la respuesta productiva se muestran en la Tabla 3. Se observa que la adición de Apetimix en una dieta de pollos de engorde hasta el día 21 no presenta diferencias significativas para las variables peso, ganancia de peso, consumo de alimento, y conversión alimenticia ($P \geq 0.05$), lo que coincide con Celis et al; (2022), en su evaluación de un fitobiótico para mejorar el rendimiento productivo del pollo de engorde. Sin embargo, al día 42 de crianza la variable de conversión alimenticia acumulada fue 6.25% inferior en el grupo de aves suplementadas con el aditivo fitobiótico. El presente estudio a los 21 días no se encuentra diferencias significativas; por lo que sería de interés llevar a cabo otra prueba, y ver los resultados obtenidos hasta los 42 días de edad con el aditivo en estudio.

Tabla 3: Efecto de la inclusión de Apetimix sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde de 1 a 21 días de edad

Medición	Tratamiento		Pr > F
	T1	T2	
Peso vivo, g	997 ± 42	1002 ± 61	0.8547
Ganancia de peso, g	958 ± 42	959 ± 61	0.9709
Consumo de alimento, g	1136 ± 40	1131 ± 84	0.9004
Conversión alimentaria g/g	1.186 ± 0.024	1.179 ± 0.037	0.4966

Tratamiento: T1, Dieta Testigo; T2, Dieta con Apetimix.

En la dieta con Apetimix el consumo fue 4% menor frente al control, la ganancia de peso aumentó en 0.65% en comparación con el control, y tuvo una conversión alimenticia menor en 1.6%. Estos resultados concuerdan con Grashorn, (2021) quien encontró solo diferencias numéricas en el consumo de alimento con una reducción de 2.1%, y una mejora de 3.4% en la conversión alimenticia.

Por otro lado, en el estudio de (Celis et al, 2022) obtuvo una conversión de 11.9% mayor a la conversión alimenticia obtenida en este estudio al igual que (Ruff et al, 2021) con un resultado similar en cuanto conversión alimenticia a los 21 días de edad, siendo 12.8% mayor que el presente estudio. Si se toma como referencia a Aviagen (2022) y su tabla de peso objetivo en la línea Ross 308, los resultados obtenidos en el presente estudio no difieren mayormente lo que demuestra que el producto no perjudica ni mejora el desempeño productivo.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo de investigación, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Existen varias alternativas no nutricionales para contra restar los efectos negativos del estrés calórico.
- La inclusión del aditivo Apetimix en la dieta de las aves no tuvo influencia sobre la respuesta productiva de las aves.

VI. RECOMENDACIONES

En relación a los resultados obtenidos, se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

- Considerar la aplicación de las diferentes prácticas de manejo, tales como ventilación, densidad adecuada, suministro de alimentos en horas con menor sensación térmica del día, para mitigar los efectos negativos de estrés por calor.
- Evaluar la inclusión de Apetimix en dietas de aves en situaciones más extremas de calor, como por ejemplo, en condiciones de la Selva peruana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aviagen (2009). Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde. Recuperado de: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpón-Pollo-Engorde-2009.pdf.
- Aviagen (2022). Broiler performance objectives. Recuperado de: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/Specialty_Males/EPMxRoss308AP-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf
- Bellés, S. (6 de Octubre del 2020). ¿Podemos reducir el impacto de estrés con el uso de simbióticos?. Avinews.com . <https://avinews.com/podemos-reducir-el-impacto-del-estres-calorico-mediante-el-uso-de-simbioticos/> .
- Cassuce, D. (2011). Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. [Tesis doctoral, Universidad Federal de Vicosa]. Repositorio institucional da UFV <https://locus.ufv.br/handle/123456789/704>
- Celis, A., Orduz, Y. & Niño, A. (2022) Efecto de un aditivo fitobiótico sobre el rendimiento productivo y calidad de carne de pollo de engorde en ambiente de cría tropical. Revista de investigaciones veterinarias del Perú. 33(4). <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i4.21509>
- Cortes, A., Laparra, J. & Ávila, E (2005) Influencia de un estimulante del apetito sobre el consumo de alimento y comportamiento productivo en pollos de engorda. Vetrinaria México. 36 (2) 127-133
- De Basilio V. (2006) Estress calorico en aves. Producción-animal. recuperado el 25 de octubre del 2022. <https://produccion-animal.com>.

- Diez, D. (19 de Setiembre del 2019) El estrés térmico en avicultura. 1 digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/avicultura-estres-termico/>
- Estrada, M. & Marquez, S. (2005) Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. Revista colombiana de ciencias pecuarias. 18(3) 248-257.
- Estrada, M., Marquez, S. & Restrepo, L. (2007) Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. Revista colombiana de ciencias pecuarias 20(3) 289-290.
- Fairchild, B. . (03 de Julio del 2012) Control de factores ambientales en la crianza de pollitos: 2 . El sitio avícola. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2188/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollitos-2/>
- Grashorn, M. (2010) Use of phytobiotics in broiler nutrition - an alternative to infeed antibiotics?. Journal of Animal and Feed Sciences 19(3) 338-347
- Lagana, C. (2008). *Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. Pesquisa e Tecnologia* 5(2) 1-9.
- Martínez-Alesson, R., Meuter, A & Paulus, C. (2009) Aceites esenciales y ácidos orgánicos: Beneficios productivos y sanitarios en las aves 16(1) 34-38
- Montecinos, L. (2019) Efecto del estrés calórico sobre el rendimiento zootécnico de dos estirpes de pollo de engorde en el trópico de Cochabamba. . [Tesis de pre-grado, Universidad Mayor de San Simón]. Repositorio Universidad Mayor de San Simon <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/20752/1/FERNANDO%20MONTECINOS.pdf>
- Moya, W., Barba, J. (2022). Control del estrés térmico agudo en pollos de engorde línea ross 308 mediante la inclusión de betaína en agua de bebida y su análisis económico en la parroquia el quinche. La granja: Revista de ciencias de la vida 35(1) 72-84.

Prieto, J. (20 de Junio del 2022) La solución líquida para aliviar problemas respiratorios en aves y actuar frente al estrés térmico. Actualidad avipecuaria. <https://actualidadavipecuaria.com/la-solucion-liquida-para-aliviar-problemas-respiratorios-en-aves-y-actuar-frente-al-estres-termico/>

Ruff, J.,Tellez, G.,Forga, A., Señas, R. & Vuong, C (2021). Evaluation of Three Formulations of Essential Oils in Broiler Chickens under Cyclic Heat Stress. *Animals* 11(4) 7-13

San Martín A. (2017) Estrés calórico en producción de pollos parrilleros. [Tesis para obtener grado de médico veterinario, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires] Repositorio Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RIDUNICEN_44432996015668359556e3e074f407e8

VIII. ANEXO

ANEXO 1: OBJETIVOS DE RENDIMIENTO PARA POLLOS DE LA LÍNEA ROSS 308 (AVIAGEN, 2022)

As-Hatched Performance

Day	Weight (g) ¹	Daily Gain (g)	Av. Daily Gain (g)	Daily Intake (g)	Cum. Intake (g) ²	FCR ³
0	44					
1	61	17			12	0.191
2	79	18		16	27	0.344
3	100	21		19	47	0.465
4	123	23		23	70	0.563
5	150	26		27	96	0.643
6	179	29		30	127	0.708
7	212	33	24	34	161	0.762
8	247	36	25	38	200	0.807
9	287	39	27	43	242	0.846
10	329	43	29	47	289	0.879
11	375	46	30	52	341	0.909
12	425	50	32	56	397	0.935
13	478	53	33	61	459	0.959
14	535	57	35	66	525	0.982
15	595	60	37	71	596	1.003
16	658	63	38	77	673	1.023
17	725	67	40	82	756	1.042
18	795	70	42	88	843	1.061
19	868	73	43	93	937	1.079
20	944	76	45	99	1036	1.097
21	1023	79	47	105	1141	1.115
22	1104	81	48	111	1251	1.133
23	1188	84	50	116	1368	1.151
24	1275	86	51	122	1490	1.169
25	1363	89	53	128	1618	1.187
26	1454	91	54	134	1751	1.205
27	1547	93	56	139	1891	1.222
28	1641	94	57	145	2035	1.240
29	1737	96	58	150	2186	1.258
30	1835	97	60	156	2341	1.276
31	1933	99	61	161	2502	1.294
32	2033	100	62	166	2668	1.313
33	2134	101	63	171	2838	1.331
34	2235	101	64	175	3014	1.349
35	2337	102	66	180	3194	1.367
36	2439	102	67	185	3378	1.386
37	2542	103	68	189	3567	1.404
38	2645	103	68	193	3760	1.422
39	2748	103	69	197	3957	1.441
40	2851	103	70	200	4157	1.459
41	2953	103	71	204	4361	1.477
42	3056	102	72	207	4568	1.496
43	3158	102	72	210	4778	1.514
44	3259	101	73	213	4991	1.533
45	3360	101	74	216	5207	1.551
46	3460	100	74	218	5425	1.570
47	3559	99	75	221	5646	1.588
48	3657	98	75	223	5869	1.606
49	3754	97	76	225	6093	1.625
50	3850	96	76	226	6320	1.643
51	3945	95	77	228	6547	1.661
52	4039	94	77	229	6777	1.680
53	4132	93	77	230	7007	1.698
54	4224	91	77	232	7239	1.716
55	4314	90	78	232	7471	1.734
56	4403	89	78	233	7704	1.752