

# REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

## **El estrés calórico y sus repercusiones en la producción de pollo de engorde: reporte de caso**

Yucennith Vianney Suescun Carillo

Código: 1094275416

Programa de Medicina Veterinaria, Universidad de Pamplona

155260: Trabajo de Grado

Tutor: MV. MSc. PhD. Luis Carlos Peña Cortés

Juan Frío, Norte de Santander; noviembre 24 de 2022

REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

**El estrés calórico y sus repercusiones en la producción de pollo de engorde: reporte de caso**

Yucennith Vianney Suescun Carillo

Programa de Medicina Veterinaria, Universidad de Pamplona

**Nota del autor**

Informe de pasantía elaborado como requisito para obtener el título de Médico Veterinario en la  
asignatura 155260: Trabajo de Grado

Tutor: MV. MSc. PhD. Luis Carlos Peña Cortés

**Tabla de contenido**

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>7</b>
<b>Lista de anexos .....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>Descripción del lugar de pasantía.....</b>	<b>10</b>
Granja avícola San Francisco .....	10
<b>Pasantía práctica empresarial en producción de pollo de engorde .....</b>	<b>11</b>
Actividades realizadas.....	11
Manejo productivo: .....	11
Manejo médico:.....	12
Manejo administrativo: .....	13
Certificación de granja biosegura.....	13
Curso de bienestar animal aplicado a la avicultura nacional .....	15
<b>El estrés calórico y sus repercusiones en la producción de pollo de engorde: Reporte de caso .....</b>	<b>15</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>15</b>
Palabras clave:.....	15
<b>Abstract.....</b>	<b>16</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>16</b>
<b>Factores predisponentes a estrés calórico.....</b>	<b>18</b>
Medio ambiente.....	18
La humedad relativa .....	18
Ambiente confortable .....	19
Estrés .....	19
Estrés calórico .....	20
Estrés calórico crónico .....	21
Estrés calórico agudo .....	22
<b>Termorregulación .....</b>	<b>22</b>
Termólisis.....	23
Mecanismos de regulación térmica en pollo de engorde .....	23
○ <i>Convección:</i> .....	24

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

○ <i>Radiación:</i> .....	24
○ <i>Evaporación:</i> .....	24
<b>Caso clínico</b> .....	<b>26</b>
Reseña del lote de aves.....	26
<b>Descripción del caso</b> .....	<b>26</b>
<b>Descripción del cuadro clínico</b> .....	<b>28</b>
Cambios de conducta .....	28
Alteraciones fisiológicas: .....	28
<b>Lista de problemas</b> .....	<b>29</b>
<b>Diagnósticos diferenciales</b> .....	<b>29</b>
Enteritis necrótica:.....	29
Intoxicación por micotoxinas .....	30
<b>Aproximación diagnóstica, parámetros zootécnicos y resultados</b> .....	<b>31</b>
Observación y anamnesis .....	32
Necropsias .....	35
Parámetros zootécnicos .....	38
Resultados y análisis de registro 1 .....	40
Resultados y análisis de registro 2 .....	41
Resultados y análisis de registro 3 .....	43
Resultados productivos .....	44
<b>Diagnóstico definitivo</b> .....	<b>45</b>
Estrés calórico: .....	45
<b>Aproximación terapéutica y manejo</b> .....	<b>46</b>
Manejo médico .....	47
<b>Administración de vitaminas y electrolitos.</b> .....	47
<b>Bicarbonato.</b> .....	48
<b>Restricción alimenticia.</b> .....	48
Manejo zootécnico .....	48
<b>Surtidores.</b> .....	48
<b>Ventiladores.</b> .....	49
<b>Densidad de aves y salidas.</b> .....	49
<b>Discusión</b> .....	<b>49</b>

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

<b>Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>54</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>59</b>

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b>	<i>Alimento concentrado en mal estado</i> .....	32
<b>Figura 2</b>	<i>Temperatura ambiente y jadeo en las aves</i> .....	33
<b>Figura 3</b>	<i>Hallazgos y signos presentados por estrés calórico</i> .....	34
<b>Figura 4</b>	<i>Disparidad en el tamaño de las aves en el lote 2</i> .....	35
<b>Figura 5</b>	<i>Aumento de la mortalidad de un día</i> .....	36
<b>Figura 6</b>	<i>Cambios antemortem y postmortem</i> .....	37
<b>Figura 7</b>	<i>Riñones de pollos de 30 y 34 días</i> .....	37

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b>	<i>Guía de consumo de bioconcentrado para pollo de engorde .....</i>	39
<b>Tabla 2</b>	<i>Registro 1 de pollo de engorde San Francisco, lote 1 .....</i>	41
<b>Tabla 3</b>	<i>Registro 2 de pollo de engorde en San Francisco, lote 2 .....</i>	42
<b>Tabla 4</b>	<i>Registro 3 de pollo de engorde en San Francisco, lote 3 .....</i>	43
<b>Tabla 5</b>	<i>Salidas e índices productivos (IP) de los 3 lotes de la avícola San Francisco .....</i>	45
<b>Tabla 6</b>	<i>Administración de vitaminas y electrolitos .....</i>	47

**Lista de anexos**

<b>Anexo 1</b>	<i>Esquema de vacunación pollo de engorde.....</i>	59
<b>Anexo 2</b>	<i>Certificacion de bienestar animal aplicado a la avicultura nacional .....</i>	59
<b>Anexo 3</b>	<i>Cambios adaptativos del ave frente al calor .....</i>	60
<b>Anexo 4</b>	<i>Mecanismos de mitigación del estrés calórico .....</i>	60
<b>Anexo 5</b>	<i>Sacrificio humanitario de las aves .....</i>	61
<b>Anexo 6</b>	<i>Hallazgos a la necropsia del sistema respiratorio .....</i>	61
<b>Anexo 7</b>	<i>Hallazgos a la necropsia del sistema digestivo .....</i>	62

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

### **Introducción**

El campo de la Medicina Veterinaria es uno de los más amplios en cuanto a las diferentes especializaciones que esta ofrece para el desempeño como futuros médicos veterinarios. Dentro de las áreas de desempeño profesional, juega un papel fundamental el área de la Salud Pública para el control de las enfermedades zoonóticas, rol importante para la producción de alimentos en cuanto a calidad e inocuidad de los productos que se dirigirán al consumo humano como lo son cárnicos, lácteos y huevos, obtenidos de los diferentes sistemas de producción a nivel nacional e internacional bajo los estándares reglamentarios según la industria. Teniendo en lo anterior, los profesionales de la Medicina Veterinaria deben tener la capacidad de desenvolver y capacitarse en cualquier área de su interés en la que sean solicitados, y así poder lograr de esta manera manejar de la forma más adecuada situaciones que pondrán a prueba los conocimientos adquiridos. En un sentido más específico en la práctica profesional en el sector avícola, la demanda de la carne de pollo en Colombia ha estado en constante crecimiento por lo cual los avicultores cada día implementan nuevas técnicas con el fin de lograr ciclos más cortos, eficientes y productivos para satisfacer estos requerimientos y presentar un producto de calidad al consumidor final; el avicultor en este proceso se ve enfrentado constantemente a problemáticas que pueden llevar a afectar este resultado final, lo cual implica principalmente pérdidas económicas. En este sentido, una de las principales problemáticas en algunas producciones en el sector avícola son las altas temperaturas ambientales que generan alteraciones fisiológicas en el pollo de engorde. A nivel de granja, el estrés calórico cuando se presenta perjudica ampliamente la respuesta productiva, se ven afectados los índices de productividad en general, la conversión alimenticia, la ganancia de peso diaria y la eficiencia alimenticia, así como alteración de la salud

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

llevando a aumentos en la morbilidad y mortalidad. En el desempeño como médicos veterinarios desempeñándose en la avicultura, nuestra labor se centra en lograr identificar, analizar, controlar y dar soluciones óptimas para amortiguar de una manera más eficiente los efectos del estrés calórico en las aves de producción de carne, concatenándolo con los retos que enfrenta el sector avícola con los constantes cambios en cuanto a genética, manejo, nutrición, medio ambiente y avances tecnológicos.

### **Descripción del lugar de pasantía**

#### **Granja avícola San Francisco**

Ubicada en la vereda de Juan Frío kilómetro 9, municipio de Villa del Rosario, Norte de Santander con dirección KDX60 N.º 1ª – 18, su área total es de 2 Ha, con una temperatura que fluctúa entre 26 a 34 °C y humedad relativa de 35%, siendo dirigida por el Médico Veterinario Zootecnista Nelson Francisco Rincón, a su vez siendo propietario y socio de la empresa de alimentos BIOCONCENTRADOS®, encargada de la producción, distribución y venta de alimentos concentrados para las diferentes especies animales en el sector productivo. El objetivo productivo de la granja San Francisco se orienta a la cría, levante y engorde de pollo de la línea Ross AP 308 y Cobb 500 bajo un sistema intensivo abierto con capacidad para 18.000 aves distribuidas en 4 galpones, por lo cual se establecen parámetros biosanitarios estandarizados para el control y la regulación de problemas presentados en los diferentes ciclos productivos, contando con personal altamente capacitado para el manejo correspondiente de las aves, instalaciones idóneas para el adecuado desarrollo de cada ciclo. Se cuenta con un plan sanitario acorde a las exigencias departamentales, municipales y gremiales que reportan enfermedades locales, planes nutricionales por edad, etapa y peso del ave.

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

La granja San Francisco se proyecta en modificar las instalaciones de forma progresiva a futuro, desarrollando alternamente la producción avícola con sistemas de pollo de engorde y producción porcina cuyo propósito será realizar cruzamientos de líneas puras para reproducción y venta de pie de cría, utilizando razas como Landrace y Largewhite siguiendo las normativas que han sido indicadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para la producción porcina a nivel nacional.

### **Pasantía práctica empresarial en producción de pollo de engorde**

#### **Actividades realizadas**

En la práctica las actividades que se llevaron a cabo estuvieron relacionadas con el campo productivo, donde la medicina fue aplicada de manera profiláctica y a nivel poblacional. La avícola San Francisco cuenta con 3 granjas llamadas San Francisco, La Alcancía y Avilagros, para un total de seis galpones con 37.000 aves divididos entre machos y hembras.

***Manejo productivo:*** Se realizaron actividades enfocadas en todos los procedimientos que llevaron a otorgar confort a las aves desde el inicio hasta el final de cada ciclo productivo. Estos se subdividieron en la preparación para la recepción de las aves llamado alistamiento del galpón en el cual se realizaron actividades de control de plagas ( roedores, escarabajos ), limpieza y desinfección de implementos ( tuberías, bebederos, comederos, mallas, pisos, cortinas, paredes ), preparación del criadero con el manejo de los pisos en tierra con cal, aplicación de formol; preparación de cámaras de aire con una serie de cortinajes que permitieron mantener la temperatura ideal en los primeros días después del recibimiento de las

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

aves, donde se preparó la cama con tamo de arroz y posterior ubicación de cada bebedero, comedero y criadoras a gas. El recibimiento de las aves se realizó en el menor tiempo posible para disminuir al máximo el estrés en las aves, estas se ubicaron en el galpón de cría separando hembras y machos para posteriormente realizar un pesaje inicial para determinar peso promedio y uniformidad del lote, con los cuales se programaron los consumos diarios de agua, alimento y manejo médico. En cuanto al manejo de las semanas posteriores, se incluyó el pesaje semanal para determinar la relación entre ganancia y consumo del ave, limpieza de áreas comunes, se realizó tratamiento de aguas con alumbre, cloro, ácido acético, hiposulfito de sodio todos los días, así como la medición de ppm de moléculas presentes en el agua y su pH. Al finalizar cada ciclo de producción las ventas de las aves se realizaron en pie, se pesaron las aves y se transportaron a las centrales de sacrificio; iniciando un nuevo ciclo de alistamiento con la preparación y salida de la pollinaza de los galpones vacíos.

***Manejo médico:*** Se realizó la dosificación de cada medicación, suplemento y esquema vacunal (Tabla 1) con los pesos obtenidos cada semana, en relación con los consumos de agua programados cada semana, la administración de antibióticos como medida profiláctica dos veces en el ciclo productivo respetando los tiempos de retiro según su indicación, la administración de bicarbonato de sodio, aminoglucósidos, melaza y electrolitos según cada caso correspondiera y según criterio médico. Las vacunaciones se realizaron con previa programación y según protocolo de la granja. El sacrificio humanitario en las aves se realizó previa evaluación de cada caso para otorgar bienestar animal, este se realizó mediante dislocación cervical de la articulación atlanto-occipital en aves menores a 3kg y en aves mayores a este peso se realizó por medio de electrocución con 240 mA (Anexo 5), todos los sacrificios se realizaron fuera del galpón.

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

**Manejo administrativo:** Se llevó a cabo todos los días el diligenciamiento y manejo de registros, en estos se programaron los consumos semanales de alimento, se llevó a cabo el control de la mortalidad, se llevaron anotaciones de las ganancias de peso y consumo por ave, se programaron las vacunaciones, medicaciones y fumigaciones; y con este registro se realizaron las liquidaciones de lote al final de cada ciclo productivo. Se realizó la programación cronológica de cada salida de las aves y próxima llegada para la reprogramación en la compra de los nuevos lotes de aves con cada incubadora encargada. Se coordinó la compra de alimentos según la etapa productiva de los diferentes lotes con el fin de encargar a la empresa de concentrados el alimento. Se llevo a cabo un inventario de bodegas para solicitar posteriormente los productos y medicamentos que se agotaban.

### **Certificación de granja biosegura**

El trabajo para la certificación de la granja satélite de San Francisco, conocida como La Alcancía, se llevó a cabo en labor conjunta de las partes interesadas en esta: el MVZ. Nelson Francisco Rincón propietario de la producción avícola, la pasante del programa de Zootecnia Yarley Grisales Rojas y la pasante del programa de Medicina Veterinaria Yucennith Vianney Suescun. La solicitud de asesoría para el cumplimiento de granja avícola biosegura se realizó a la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), la cual proyectó una primer visita el día lunes 4 de julio del 2022 en la cual se concluyó que la granja no estaba apta para ser certificada ya que no cumplía con los criterios de la normatividad para dicho proceso; de aquí en adelante comenzó el proceso en el cual se desarrollaron las actividades de los siguientes literales para cumplir con todos los requisitos establecidos en la **Resolución 003652, 13 Nov- 2014**, por

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación de granjas avícolas bioseguras de engorde y se dictan otras disposiciones (Brito, 2022)

- Requisitos de bioseguridad e infraestructura: En esta se realizó la evaluación de las áreas, galpones, bodegas, baños, área compost, demarcaciones, señalizaciones, control de malezas, pediluvios, dotaciones, etc, para posteriormente realizar las adecuaciones pertinentes indicadas por el ICA.
- Requisitos sanitarios para autorizar entrega de aves sujetas al programa: se realizó la solicitud de un muestreo de aves para la detección de enfermedades de control oficial.
- Procedimientos Operativos Estandarizados (POE): Se diseñaron los siguientes registros pertinentes para la granja.
  1. Ingreso de personas, objetos y vehículos a la granja.
  2. Sistema de tratamiento de aguas.
  3. Manejo integrado de plagas
  4. Manejo, tratamiento y disposición final de la mortalidad.
  5. Registro técnico de la mortalidad.
  6. Registro y control de aseo y desinfección de instalaciones, quipos y utensilios.
  7. Tratamiento térmico de la pollinaza.
  8. Programa sanitario (vacunaciones, tratamiento médico veterinario, anexos).
  9. Capacitación del personal de la granja.

El día 16 de octubre del presente año, se realizó la última visita por parte del ICA a las instalaciones de la granja, en esta visita se dispuso a realizar una exhaustiva revisión de documentaciones, áreas físicas y manejo con los correctivos realizados en las últimas visitas, logrando obtenerse la aprobación por parte del ICA como granja biosegura a la granja, no

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

obstante, aún se está en trámites administrativos.

### **Curso de bienestar animal aplicado a la avicultura nacional**

Se realizó el curso de bienestar animal aplicado a la avicultura nacional promovido por el ICA y la FENAVI de Colombia desde el día 22 de agosto hasta el día 26 de agosto con una duración total de 20 horas, las cuales comprendían una cátedra teórica, una cátedra práctica y posterior trabajo evaluativo para culminar este con la certificación, que fue aprobada el 16 de septiembre del presente año a nombre de Yucennith Vianney Suescun Carrillo (Anexo 2).

### **El estrés calórico y sus repercusiones en la producción de pollo de engorde: Reporte de caso**

#### **Resumen**

Este reporte de caso describe como se presenta el estrés calórico en la producción de pollo de engorde en la vereda Juan Frío (Norte de Santander), teniendo en cuenta las altas temperaturas ambientales reportadas y cómo influyen estas en la fisiología de la aves desencadenando una serie de mecanismos fisiológicos adaptativos como compensación a la perdida de la homeostasia y posterior análisis de las repercusiones que tiene este frente a los parámetros productivos y de manejo zootécnico en la granja avícola San Francisco. Se realizan alternativas diagnósticas como la observación, la interpretación de registros avícolas y la necropsia frente a la presencia de las alteraciones productivas que se encontraban acompañadas por un cuadro clínico en curso que rápidamente llevaba al colapso y posterior deceso de las aves, el cual requirió de una aproximación terapéutica y de manejo en granja poco usual, con los cuales se logró mitigar los efectos negativos del estrés calórico en la producción avícola.

***Palabras clave:*** Estrés calórico, colapso, uratos, pollo de engorde.

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

### **Abstract**

This case report describes how heat stress occurs in broiler chicken production in the village of Juan Frío (Norte de Santander), taking into account the reported high environmental temperatures and how they influence the physiology of the birds, triggering a series of adaptive physiological mechanisms as compensation for the loss of homeostasis and subsequent analysis of the repercussions that this has on the productive parameters and zootechnical management at the San Francisco poultry farm. Diagnostic alternatives such as observation, interpretation of poultry records and necropsy are carried out in the presence of productive alterations that were accompanied by an ongoing clinical picture that quickly led to the collapse and subsequent death of the birds, which required an unusual therapeutic approach and farm management, with which it was possible to mitigate the negative effects of heat stress on poultry production.

**Keywords:** *Heat shock, collapse, urates, broiler chicken.*

### **Introducción**

El sector avícola se ve enfrentado constantemente a problemáticas que pueden llevar a afectar el resultado de su producción final, esto repercute principalmente y directamente en la economía de los productores, ya que las temperaturas ambientales suelen representar uno de los principales obstáculos para este sector, teniendo en cuenta que en las últimas décadas estas han ido en aumento a nivel global (Kumar et al., 2021) al mismo tiempo se han incrementado el número de aves por metro cuadrado en las producciones buscando la intensificación de la producción obteniendo como un resultado indeseable el estrés calórico, este se ve fácilmente transformado en uno de los retos más importantes para el sector avícola (Díaz, 2012) A nivel de granja este estrés calórico perjudica ampliamente el rendimiento de las aves, provocando que se

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

vean afectados los índices de productividad en general, al igual que la conversión alimenticia, la ganancia de peso diaria y la eficiencia alimenticia; de igual forma se altera su salud conllevando a aumentos en la morbilidad y mortalidad de las aves (Fathi et al., 2022; San Martín et al., 2017), esto es debido en gran medida a que las aves no tienen glándulas sudoríparas, por lo cual no pueden tolerar las altas temperaturas, especialmente cuando se combinan con mucha humedad.

Estas a través de sus mecanismos de adaptación fisiológicos y de comportamiento, pueden mantener la temperatura corporal dentro de un nivel normal de acuerdo a su edad y es por ello que se pueden notar los cambios en el consumo de alimento, de agua, variaciones en su comportamiento y respuestas en cuanto a productividad para disminuir la tasa de energía metabólica (Fathi et al., 2022), pero todos estos mecanismos fisiológicos que tiene el ave para llegar a un estado de termo neutralidad pueden verse infructuosos, si el manejo que se realiza en el momento en el que se presenta el estrés calórico es ineficiente, ya que la incorporación de un ambiente controlado en las instalaciones avícolas resultaría en un precio elevado (Sánchez-Chiprés et al., 2021). Por lo tanto, los principales métodos para manejar el estrés calórico se enfocan en las dietas a términos de peso, administración de electrolitos, administración de minerales, manejo de agua de bebida, manejo de temperaturas y humedad relativa junto a una constante vigilancia en los días en que la temperatura ambiente es elevada (Madkour et al., 2022).

Sí bien el estrés calórico es un problema que en el pasado no representaba mayores inconvenientes a los productores, en los últimos años se ha intensificado, con ello hay nuevas alternativas para contrarrestar sus efectos en la fisiología de las aves y en el valor económico que estas representan en la industria, la manera en la que desde un manejo primario se puede llegar a

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

mitigar esta respuesta se encuentra en manos del mismo productor siempre y cuando cuente con un asesoramiento adecuado por parte de profesionales en el manejo del sector avícola.

### **Factores predisponentes a estrés calórico**

#### **Medio ambiente**

El medio ambiente al que se ven expuestas las aves, será en definición la sumatoria de los impactos biológicos y físicos como uno de los principales aspectos del que posteriormente dependerá el éxito o el fracaso de la producción avícola (Díaz et al., 2016) este ambiente en Colombia, se presenta como una gran variedad en los diferentes pisos térmicos, donde el pollo de engorde generalmente se explota en los pisos templados y cálidos, los cuales están entre los 700 y 2000 msnm con variación en la temperatura de los 18 y 24°C, y una humedad relativa de 65 a 75% (Estrada & Márquez, 2022), en este sentido el estrés calórico se produce cuando son altas la humedad relativa y la temperatura ambiental llevando a que disminuya el ritmo de crecimiento de las aves, la eficiencia alimenticia y la supervivencia de las mismas. Cualquier estrés ambiental requiere un gasto de energía por parte del ave, lo que significa que esta energía es desviada por el pollo para poder lograr sobrevivir frente a este estrés térmico (Alvarez & Machado, 2002) de tal forma que sí estas aves sobreviven, si se desarrollan en un ambiente con confort adecuado, este marcaría la conjunción de cada una de las condiciones que pueden afectar su desarrollo, sus respuestas y su crecimiento de forma positiva (Estrada & Márquez, 2022).

#### **La humedad relativa**

Esta es la cantidad de humedad que contiene el aire, la cual se puede medir en porcentaje, esta depende tanto de las características del galpón como el tipo de ave, el número de aves y estructura del mismo incluyendo la orientación, la densidad, el área, la ventilación y la temperatura, lo que puede llevar a elevarla sobre rangos mayores a 75% y tiende a aumentar la

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

humedad en el material de cama y por consiguiente desmejora el ambiente para las aves (Estrada & Restrepo, 2007). La suma de los valores numéricos de la humedad relativa y la temperatura ambiente no debe ser mayor al número 105 ya que se ve directamente perjudicado el confort térmico del ave, ya que diferentes elementos pueden perturbar el ambiente aviar, como aquellos que tienen que ver con las características de evaporación del agua dentro del galpón y aire que en general dependen de la bioclimática del galpón (Ugarte, 2020).

### **Ambiente comfortable**

Este implica que en el diseño de las instalaciones y la adecuación con los equipos garanticen el bienestar al animal, ya que al interactuar estos elementos de la instalación con los diferentes fenómenos climáticos se puede otorgar calidad en el aire al permitir un flujo continuo del mismo dentro de este, favoreciendo los procesos de transferencia de calor entre los diferentes instrumentos dentro del galpón y las aves permitiendo mantener a esta dentro de su zona termo segura (Estrada & Márquez, 2022).

### **Estrés**

Es la respuesta del organismo como mecanismo de defensa para hacer frente a un estímulo negativo (de Basilio, 2019), bajo este fenómeno se producen una serie de alteraciones fisiológicas frente a estímulos que se repiten y que perturban su homeostasia en los individuos (Arias, 2019) el cual incluye al distrés, este se presenta con efectos negativos para el ave que lo exhibe. Es importante saber que, si una respuesta al estrés se extiende demasiado en el tiempo, esta llevará a provocar agotamiento celular pero también se incluye el estrés con consecuencias positivas para el sujeto estresado donde se favorecerá una adaptación al estímulo estresante (de Basilio, 2019). Teniendo en cuenta lo anterior, entre los agentes capaces de provocar estrés se encuentran los de naturaleza física (altas temperaturas, bajas temperaturas, sonidos), química

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

(fármacos como tratamiento de enfermedades, promotores de crecimiento), mecánica (traumatismo, injurias, lesiones, luchas), psicológica (cambio de ambiente y prácticas de manejo, transporte), biológica (estado nutricional, estado fisiológico y agentes patológicos) y también de origen social, como dominancia y jerarquía entre las mismas aves (Díaz, 2012).

Revidatti et al. (2016) menciona que frente a una respuesta al estímulo estresante, algunos procesos fisiológicos como los digestivos, reproductivos y de crecimiento en las aves, pueden suspenderse definitivamente o parcialmente, de forma tal que las fuentes de energía van a ser orientadas para cumplir las demandas de otros sistemas en el organismo ya que en el momento que el individuo se enfrenta a retos de diferentes tipos, los recursos disponibles para su crecimiento, procesos de mantenimiento y reproducción, disminuyen ostensiblemente. No obstante, los pollos de engorde presentan una alta sensibilidad a los factores de generan tensión antes mencionados, llevando a perjudicar su estado de salud productiva, ocasionando consecuentemente la presentación de enfermedad clínica (Sandoval et al., 1999).

### **Estrés calórico**

El estrés por calor o golpe de calor representa un estado de tensión en el ave. Este estado siempre es provocado por temperaturas y humedades relativas elevadas, las cuales llevan a un estado fisiológico peligroso, debido a que las aves son incapaces de sostener las diferentes funciones de su organismo provocando un choque en el sistema nervioso central que puede fácilmente llevar al ave a la muerte por falla en los sistemas cardiaco y respiratorio (San Martín et al., 2017). En las aves su actividad termorreguladora es efectiva a partir de 8-10 días de edad permitiendo una producción de calor o termogénesis (Corona, 2012). Teniendo en cuenta lo anterior, cuando la temperatura ambiente y la humedad relativa van en aumento por encima de la zona de confort térmico o también llamada zona termoneutral, la competencia para disipar el

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

calor se ve reducida drásticamente, obteniendo como resultado que el ave aumente su temperatura corporal y junto con ella surge la sintomatología de estrés por calor (Laganá, 2018). Por el contrario, sí la duración y la incidencia del estímulo que genera la agresión es leve, los pollos pueden acondicionarse sin que se vea afectado su rendimiento o pueden sobrevivir si se limitan sacrificando su productividad (Sandoval et al., 1999) por consiguiente, los índices de producción como la conversión alimenticia y la ganancia de peso disminuirán en las aves de engorde (Saeed et al., 2019).

Teniendo como base lo anteriormente mencionado, según la duración y severidad del estímulo térmico, este problema se presenta de dos formas: estrés calórico agudo y estrés calórico crónico.

### **Estrés calórico crónico**

Este se presenta cuando existe un estímulo calórico ininterrumpido y duradero por varios días, a un grado en el que el ave experimenta repetidos episodios de alcalosis respiratoria y momentos en los que esta alcalosis no se presenta ya que en determinadas horas del día la temperatura es óptima lo que le confiere al ave un proceso de adaptación permitiéndole recuperar el equilibrio fisiológico, posteriormente con este tipo de variables adaptativas a lo largo del tiempo, los parámetros productivos son alterados (San Martín et al., 2017).

Este proceso comienza una vez que el ave se encuentra en un ambiente con temperatura ambiental y humedad relativa superiores a su óptimo de temperaturas ambientes mayores a 26 ° C y humedad relativa superior a 72% (de Basilio, 2019), este en su forma crónica, a temperaturas ambientales superiores a 28° C, el consumo de alimento concentrado se ve reducido y el consumo de agua fresca se duplica, por consiguiente, la ganancia de peso diario se ve afectada (Corona, 2012) además, los pollos sometidos a este estrés demuestran una pérdida de peso de aproximadamente del 10 %, hablando de los parámetros zootécnicos. En cuanto a la calidad de la

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

carne, esta se ve alterada detrimentalmente, provocado por la desnaturalización de proteínas, de grasas, agua, el aumento en sangre de corticosterona y niveles elevados de especies reactivas del oxígeno (Salem et al., 2022).

### **Estrés calórico agudo**

Este se presenta cuando existe una onda de calor, pero esta es rápida y severa, por estas características provoca una rápida alcalosis respiratoria la cual es muy profunda y letal, con ella el ave muere súbitamente (San Martín et al., 2017). Este se genera ya sea por el constante aumento de la temperatura ambiental en poco tiempo 28 - 32 °C (por un par de horas), o también por temperaturas radicales de más de 32 °C, en el punto más crítico que es cuando se finaliza la etapa de engorde, provocando amplias pérdidas por aumento de la mortalidad (de Basilio, 2019).

Con base en lo anterior, existen formas de amortiguar los efectos que estos dos tipos de estrés calórico causan a las aves, estas utilizan mecanismos para la pérdida de calor, donde uno de ellos es la hiperventilación, que oscila de 50 a 350 inspiraciones por minuto (Farfán et al., 2010), con la presencia de taquipnea y el jadeo por parte del ave, los esfuerzos infructuosos para disipar el calor, llevan inevitablemente a un colapso en el sistema termorregulador y posterior falla en el sistema cardiaco y respiratorio, provocando la muerte.

### **Termorregulación**

Las aves como animales homeotermos, poseen su centro termorregulador en el hipotálamo, este controla la temperatura corporal independientemente de la influencia del ambiente externo mediante mecanismos fisiológicos y mecanismos conductuales para llevar a cabo los procesos de generación de calor conocidos como termogénesis y la posterior liberación del mismo llamado termólisis, estos determinaran el mantenimiento equilibrado de la temperatura en el ave (San Martín et al., 2017). Este centro regulador hipotalámico funciona a

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

través de varios termorreceptores neuronales que son sensibles al calor y al frío, estos emiten señales o impulsos eléctricos hacia la medula y a través del hipotálamo se produce la posterior respuesta y activación hormonal de la hipófisis y del sistema nervioso autónomo (Oladokun & Adewole, 2022).

Teniendo en cuenta los procesos antes mencionados de termólisis y termogénesis, se debe aclarar que ya que la temperatura corporal normal de un pollo es de aproximadamente 41 °C (106 °F); si la temperatura corporal sube más de 4 °C, el ave morirá (Saeeda et al., 2019). Por tal motivo cuando más alta es la temperatura del ambiente y la humedad relativa, menor será la pérdida de calor por parte del ave (Arias, 2019; San Martín et al., 2017).

### **Termólisis**

Para las aves es de gran utilidad cada uno de los mecanismos fisiológicos que las llevan a perder calor, como lo son: el aumento en la frecuencia cardíaca con un consecuente aumento en el volumen sanguíneo que circula a nivel de las zonas periféricas sin pluma como cresta, barbilla, patas, con el fin de optimizar los procesos de termólisis; por otra parte, la pérdida de calor asociada a mecanismos comportamentales como la búsqueda de zonas frescas y ventiladas (Lisboa, 2012)

### **Mecanismos de regulación térmica en pollo de engorde**

Bajo la condición de estrés calórico, las aves por naturaleza toman medidas en respuesta al estímulo negativo que genera el ambiente alterando su comportamiento y realizando modificaciones fisiológicas según la intensidad del mismo.

Estas aves de producción utilizan mayormente las pérdidas de calor sensible como la conducción, la convección y la radiación de calor; así como la pérdida de calor latente por evaporación para disminuir su temperatura corporal (Salem et al., 2022). No obstante, también se

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

indica que un 5% de calor se elimina por la orina y las heces (San Martín et al., 2017).

- *Conducción*: es la pérdida de calor por contacto directo del ave con superficies adyacentes más frías, como el piso, la jaula, los bebederos, la cama, los cerchas, las paredes laterales y otras aves, dentro del gallinero; es decir, que la parte del ave que tiene contacto con la superficie fría siempre es pequeña; por tal motivo, solo se realiza una mínima pérdida de calor (Saeed et al., 2019).
- *Convección*: esta pérdida de calor ocurre cuando la temperatura de la cresta, barbas, cara, patas, y alas se pierde en el aire circundante a medida que el aire circula dentro del gallinero (Saeed et al., 2019). En otras palabras, ocurre cuando el aire que entra en contacto con el ave se calienta y se eleva, permitiendo que el aire más frío descienda y se caliente de nuevo (San Martín et al., 2017).
- *Radiación*: cuando la temperatura del ave es mayor que la del ambiente, el calor se transfiere desde la superficie del cuerpo del ave al ambiente a través de la radiación electromagnética (Saeed et al., 2019)
- *Evaporación*: el jadeo puede remover el calor mediante evaporación (Estrada & Restrepo, 2007). Con temperaturas ambientes mayores a 26 °C, el ave aumenta el jadeo y reduce su tasa metabólica para disipar calor corporal Haz clic o pulse aquí para escribir texto.(Fathi et al., 2022).

En consecuencia, si la humedad relativa y la temperatura ambiente son elevadas sobrepasando el nivel de confort térmico, estos provocan que el ave no logre respirar lo suficientemente rápido para disipar el calor de su cuerpo y como resultado, desencadena un desequilibrio en la concentración de dióxido de carbono, ya que las aves excretan más rápido CO<sub>2</sub> que la velocidad en que se obtiene, por lo tanto se promueve un fallo en el sistema amortiguador del bicarbonato

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

ya que disminuye aún más los niveles de protones ( $H^+$ ) y ácidos carbónicos ( $H_2CO_3$ ), que posteriormente llevan a aumentar los niveles iones de bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), incrementando finalmente el pH respiratorio y consecuentemente alterando el estado alcalino de la sangre, lo que conduce inevitablemente a una acidosis de tipo metabólica como mecanismo compensatorio y posteriormente a una alcalosis respiratoria, que finalmente puede llevar a una pérdida irreversible de la homeostasia del ave (Madkour et al., 2022).

Por tal motivo bajo estas condiciones, el ave pierde calor de forma reducida ya que la mayor parte del tiempo está bajo estrés calórico, y a medida que la temperatura ambiente se acerca a la temperatura corporal del ave, es más probable que estos mecanismos de termólisis sean ineficaces regulando la temperatura y lleven a pollo a un colapso respiratorio (Sánchez-Chiprés et al., 2021), en consecuencia, a esta pérdida de homeostasia, como mecanismo compensatorio el corazón provocará el aumento de la frecuencia de sus latidos para hacer más eficiente la circulación sanguínea y como consecuencia el intercambio gaseoso a nivel pulmonar y para tratar de termorregular al ave por los mecanismos anteriormente mencionados, priorizará la circulación periférica hacia piel, cresta, barbillas y extremidades para acelerar la termólisis, este proceso posteriormente dificultará la correcta oxigenación de los órganos y tejidos no irrigados (Abioja & Abiona, 2021; Macuello, 2011).

Paralelamente se incrementa la pérdida de bicarbonato, sodio, potasio y calcio a nivel renal, ocasionando pérdida de agua en el ave por heces acuosas, por tal motivo para que esta se compense el ave aumenta su consumo de agua, pero esta no es suficiente para suplir las pérdidas, lo que establece rápidamente una deshidratación.

Esta deshidratación a su vez afecta el correcto funcionamiento de varios órganos y sus procesos, ya que el volumen en circulación sanguínea disminuye, por tal razón la irrigación es

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

inadecuada en el organismo, a nivel renal se lleva a un fallo del órgano disminuyendo su capacidad para eliminar el ácido úrico lo que provoca acumulación de uratos (Revidatti et al., 2016); la pérdida de conciencia se debe principalmente a la falta de irrigación cerebral, las crestas y barbillas del ave también se ven afectadas por la falta de oxígeno tras el colapso del sistema respiratorio tornándose cianóticas (Macuello, 2011). Estos procesos afectan inevitablemente el metabolismo del ave si es que esta sobrevive (estrés calórico crónico) o llevan a un fallo multisistémico y posterior muerte (estrés calórico agudo).

### **Caso clínico**

#### **Reseña del lote de aves**

- Líneas genéticas: Lote 1 COBB 500, lote 2 ROSS AP, lote 3 COBB 500.
- Edades de cada lote: 30 días (lote 1), 33 días (lote 2), 34 días (lote 3)
- Pesos promedios de cada lote: 2.657 gr (lote 1), 2.729 gr (lote 2), 2.539 gr (lote 3)
- Sexo: hembras y machos
- Total, de aves: 16.855 aves
- Esquema de vacunación completo (Anexo 1).
- Tratamientos: Lote 2, línea ROSS AP; tratado por 5 días consecutivos desde el 28 de agosto hasta el 01 de septiembre con un broncodilatador y expectorante (Respirox®), por haber presentado ruidos respiratorios.

### **Descripción del caso**

En la granja San Francisco el día 06 de agosto se reportó y alertó sobre la mortalidad en un grupo de aves (25 en total), en fase final de engorde en el día 30 de producción en el lote 1 de la línea COBB 500, días después se reportó un suceso similar en el lote 2 de la línea ROSS AP

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

con la muerte de 5 aves en el día 33 de producción y posteriormente este episodio se repitió el 01 de septiembre en el lote 3 de 34 días productivos de la línea COBB 500 en el cual la mortalidad fue de 27 aves.

- A la visita de los galpones el operario menciona datos de manejo importantes como:

**Instalaciones:** Los galpones son convencionales para la avicultura artesanal por ello no cuentan con un sistema refrigerante o de ambiente controlado, maneja sistema de cortinaje y ventiladores como control de temperaturas, con termómetro digital de Max/Min °C.

**Alimentación:** se suministró normalmente la ración del alimento concentrado de engorde peletizado en horas de la madrugada y cerca de las 10 de la mañana se retiraba este, las aves disponían de agua las 24 horas; por otra parte, en días previos uno de los bultos de alimento concentrado se encontraba en mal estado por el lugar en el que estaba almacenado, este no se administró a las aves.

**Manejo:** Se reporta que cuando comenzó a elevarse la temperatura interna de los galpones y las aves se encontraban afectadas por esta, se encendieron los ventiladores cada día aproximadamente a las 10 am, hora en que aumentaba la temperatura en la zona.

Es importante mencionar que durante el transcurso del mes de agosto parte de la mortalidad total presentada correspondió con episodios de temperaturas elevadas, donde las aves morían en las horas donde la temperatura ambiente se mantuvo en 32°C - 34°C, con una sensación térmica de 34°C y 35°C, lo cual aumentaba la humedad relativa a más de 72% y las aves que se mantenían deprimidas por estas altas temperaturas durante el día perecían en las horas de la noche.

- Si bien la reseña indica claramente que las aves de más de 2 kg que fueron enlistadas hicieron parte de lotes que ya se liquidaron en el mes de septiembre y hasta el mes de octubre se encontraron 3 nuevos lotes de 22 días, en los cuales también se presentaron

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

alteraciones por las altas temperaturas, compatibles con cuadros de estrés calórico en una menor proporción e intensidad.

### **Descripción del cuadro clínico**

En cada uno de los 3 lotes de las diferentes líneas genéticas en las diferentes fechas antes mencionadas, se observaron alteraciones tanto en el comportamiento de las aves como la presencia de disturbios fisiológicos, los cuales correspondieron con lo que se describe a continuación:

#### **Cambios de conducta**

Las aves se ubicaban bajo los bebederos, cerca de las paredes y rocas, escarban la cama para quedar en contacto directo con el suelo, de forma que esta les cubra partes del plumaje, algunas se posicionaron con sus miembros extendidos (alas y patas) sobre la cama abarcando el mayor área posible de la misma, también se observó que algunas aves redujeron sus movimientos o se presentaban letárgicas, posteriormente se evidenció que la mayoría de las aves habían disminuido la ingesta de alimento pero también aumentaron el consumo normal de agua.

#### **Alteraciones fisiológicas:**

- Algunas de las aves se presentaban estupidas, deprimidas y tambaleantes; en la cama se encontró presencia de heces acuosas y un gran número de aves defecando continuamente las mismas.
- Se evidenciaron aves con jadeos leves discontinuos y aves jadeando muy rápidamente o hiperventiladas, las crestas y barbillas de algunas aves presentaban una coloración cianótica, acompañadas por plumajes erizados.
- Algunas aves no presentaban respuesta a los estímulos del medio o presentaban disminución

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

de la conciencia.

- Muerte.

### Lista de problemas

- I. Deshidratación
- II. Hipertermia
- III. Hiperventilación
- IV. Taquipnea
- V. Lipotimia
- VI. Poliuria
- VII. Polidipsia
- VIII. Hiporexia

### Diagnósticos diferenciales

#### Enteritis necrótica:

Se tomó como diagnóstico diferencial esta enfermedad por enterotoxemia ya que ésta afecta principalmente a aves de engorde desde la cuarta hasta la octava semana de vida (Teirlynck et al., 2008) y según la anamnesis realizada en la cual se mencionó por parte del operario que uno de los bultos de concentrado se encontraba en mal estado, por lo cual es importante mencionar que esta enfermedad se adquiere siempre y cuando se cuente con la presencia de la bacteria *Clostridium perfringens* (Lu et al., 2006) ya que su transmisión se debe en algunos de los casos por alimento contaminado y en otros por vectores y fómites (Calefi et al., 2014; Liu et al., 2019) tomando en cuenta lo anterior, esta enfermedad se relaciona directamente con los signos clínicos presentados en los lotes afectados en San Francisco; como la presencia de

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

heces acuosas, la presentación de plumaje erizado, el letargo, la deshidratación y depresión de las aves dentro del galpón (Chasser et al., 2019).

También se reporta que esta enfermedad afecta notablemente el hígado en el cual se presenta una congestión marcada tornándolo de un color rojo negruzco (Dinev, 2014), con presencia de focos necróticos. No obstante, otros autores como Hofacre et al., 2018, mencionan que las pérdidas económicas para los avicultores se relacionan directamente con la presentación clínica de la enteritis necrotizante, porque provoca una marcada reducción de la tasa de crecimiento y posterior aumento de la conversión alimenticia, es de esperarse que estos indicativos zootécnicos correlacionarán negativamente los datos de consumo y rendimiento de las aves que cursan con esta enfermedad (Calefi et al., 2014). En los hallazgos a la necropsia de las aves se reportan lesiones severas que se caracterizan principalmente por focos necróticos en el intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) de las aves, estas frecuentemente son observables desde el exterior del órgano y en el lumen las cuales son causadas por las toxinas alfa liberadas en el tejido (Abd El-Hack et al., 2022; Zhang et al., 2022) por lo cual se decidió realizar una serie de necropsias a las aves afectadas.

### **Intoxicación por micotoxinas**

Se tomó como diagnóstico diferencial esta micotoxicosis de origen alimentario teniendo en cuenta que las micotoxinas se pueden encontrar fácilmente en los concentrados destinados al consumo de las aves de engorde (Volkova et al., 2021), y basados en la anamnesis donde se mencionó que uno de los bultos de alimento concentrado se encontraba en mal estado se procedió a la revisión de este, el cual se encontraba presuntamente roído y húmedo con cambio en la coloración amarilla normal a una apariencia de color verde oscuro, promoviendo la proliferación de hongos ya que estos son fuente primaria para la producción de toxinas siempre y

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

cuando las condiciones ambientales como la humedad y la temperatura sean favorables para su crecimiento (Tavangar et al., 2021). En un reporte de caso por Shlosberg et al., 1997 se menciona al igual que en la granja San Francisco las aves se presentaban deprimidas, con plumajes erizados, con presencia de diarreas, disnea severa, la reducción marcada en la ganancia de peso y una gran mortalidad en poco tiempo, según Tavangar en el 2001, se menciona que estas toxinas tienen efectos negativos en las aves de producción, como disminución de los parámetros zootécnicos, presencia de lesiones oscuras en la molleja y erosiones del proventrículo; también Dinev, 2014 reporta que el hallazgo más indicativo macroscópicamente de la presencia de micotoxicosis es la coloración amarillenta del hígado acompañada por múltiples focos hemorrágicos en el parénquima del órgano. No obstante, se sabe que el epitelio intestinal es considerado clave frente a la exposición de estas micotoxinas a concentraciones elevadas más que otros órganos del cuerpo, por tal motivo el intestino delgado resulta afectado con la presencia de necrosis en el lumen del órgano acompañado de la pérdida de su permeabilidad y acortamiento de las microvellosidades lo que promueve la presencia de diarreas acuosas y proliferación de enterobacterias (Xu et al., 2022), por tal motivo posteriormente se realizaron necropsias a las aves afectadas.

### **Aproximación diagnóstica, parámetros zootécnicos y resultados**

En el campo avícola la recolección de datos para determinar las patologías presentes en lotes afectados es de suma importancia, ya que con un buen abordaje médico que parta desde los recorridos en los cuales la observación y anamnesis son las herramientas clave para orientar hacia un diagnóstico definitivo; también, dentro de este campo las pruebas diagnósticas como

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

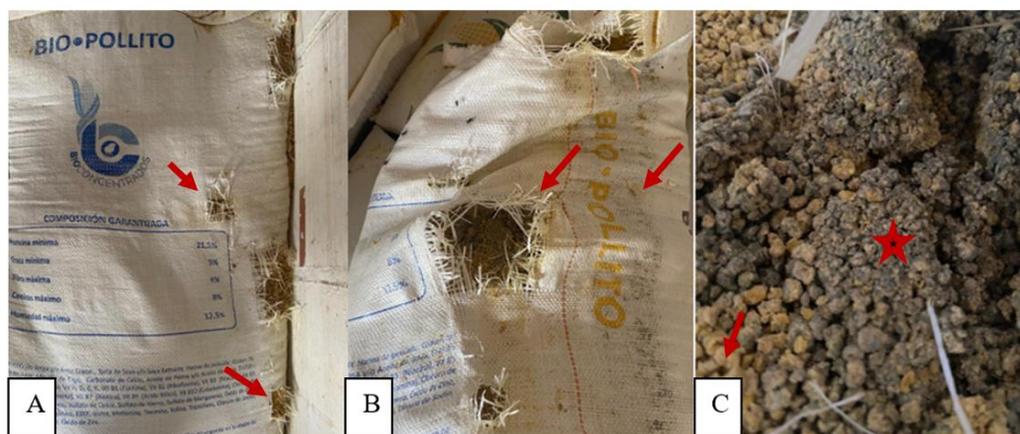
laboratorio clínico, toma de muestras, necropsias, entre otras, son necesarias para llegar a un diagnóstico y pronóstico más asertivos. Estas pruebas se implementaron o no, según el caso y bajo criterio médico, en este sentido cabe mencionar que no se realizaron pruebas paraclínicas, pero sí exámenes médicos en el caso presente por estrés calórico ya que el valor económico de estas pruebas en relación a las aves no compensa el resultado de las mismas.

### Observación y anamnesis

Estas se llevaron a cabo durante un recorrido en la producción avícola incluyendo la bodega de insumos y alimentos, las áreas comunes, senderos y finalmente los galpones; de una manera sistemática y ordenada, de forma tal que, se realizaron las preguntas necesarias al operario sobre el comportamiento de las aves en los últimos días, la alimentación de las aves en la última semana, el estado de los concentrados (Figura 1), el consumo del alimento y agua por parte de las aves, vacunaciones, el manejo en general y si tenían tratamientos previos o tratamientos vigentes estos lotes afectados.

### Figura 1

*Alimento concentrado en mal estado*



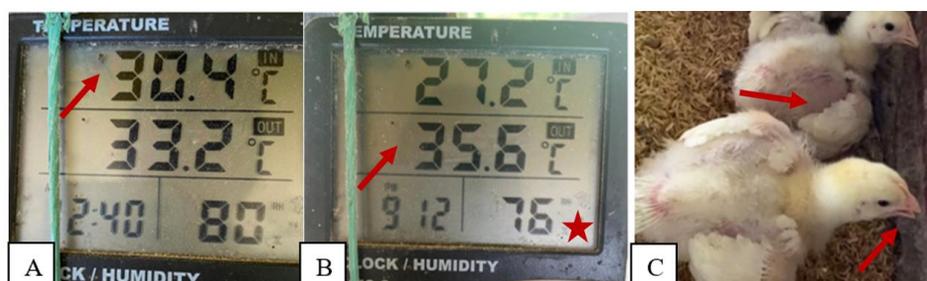
**Nota.** En la figura se observa como en (A) se evidencia el saco de alimento concentrado con múltiples rotos (flecha) presuntamente roído por un ratón. (B), humedad dentro y fuera del saco concentrado (flecha), (C) obsérvese la presencia de concentrado aglomerado (\*) comparado con el estado normal que debería tener (flecha).

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

Se fue observando al mismo tiempo la cantidad de aves afectadas vivas, la calidad y estado de la cama, la calidad del aire, la presencia de vectores o fómites contaminantes, la temperatura ambiente y la humedad relativa (Figura 2) ya que durante el mes de agosto y el mes de septiembre en el municipio de Villa del Rosario, se reportaron temperaturas ambientes de 32°C y 33°C con una sensación térmica de 34° C y humedad relativa superiores a 68% y menores a 88% (Shuttle Radar Topography Mission, 2022), estos datos son correlacionados con las tomas de temperatura del termómetro digital dentro del galpón cuyas lecturas se encuentran en un promedio de rango con las anteriormente mencionadas (Figura 2).

**Figura 2**

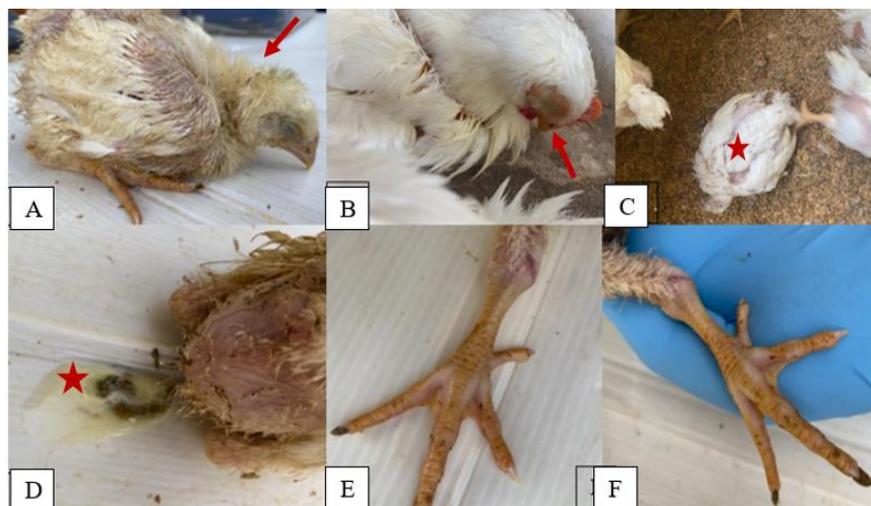
*Temperatura ambiente y jadeo en las aves*



**Nota.** Las anteriores tomas de temperatura A y B, corresponden a la temperatura dentro del galpón dato superior, el dato inferior la temperatura externa (flecha) y la humedad relativa en la esquina inferior izquierda (\*). “IN” (indica la temperatura a nivel de la cama) y “OUT” (indica la temperatura a nivel del sobre techo) es importante ya que de un momento a otro aumentó en el exterior y disminuyó de igual forma, pero en el interior del galpón a nivel de la cama esta se mantuvo por más tiempo junto con el aumento fuera de los límites de la humedad relativa. C, pollitos jadeando y abriendo sus alas siendo afectados por la temperatura (flecha).

También se observó como las aves reaccionaron frente a la presencia humana, de forma tal que permitió ir identificando cambios o alteraciones en su sistema locomotor, sistema nervioso, respiratorio, digestivo y señalar los signos clínicos como: diarreas acuosas, ruidos respiratorios, jadeos, plumajes erizados o falta de este, color de la piel de las aves, crestas y barbillas cianóticas (Figura 3), lesiones, aleteos, cambios de postura, alteración de comportamiento en cuanto a su distribución dentro del galpón, aves muertas en puntos específicos. Datos e información relevante que junto con los datos zootécnicos y hallazgos a las necropsias orientaron al diagnóstico final.

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALÓRICO EN POLLO DE ENGORDE

**Figura 3***Hallazgos y signos por estrés calórico*

**Nota.** Las figuras presentadas corresponden respectivamente a (A y B) aves con plumaje erizado, deprimidas, estupidas, deshidratadas (flecha). C, aves muertas dentro del galpón (\*). D, presencia de diarreas acuosas (\*). E y F presencia de miembros inferiores deshidratados, sin flexibilidad de la piel.

Los cambios en el comportamiento observados en los tres lotes incluyeron extensión de las alas y patas sobre la cama, contacto del ave con superficies frías, aleteo intermitente, aumento en el consumo de agua y disminución del consumo de alimento concentrado durante el día (Anexo 3). Con excepción del lote 2 en el cual se observaron aves con ruidos respiratorios y aves con disparidad en tamaño siendo de la misma edad (Figura 4), haciendo mención que a las aves con sintomatología respiratoria también se les realizó necropsia confirmando la afección en los órganos del sistema respiratorio (Anexo 6).

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

**Figura 4**

*Disparidad en el tamaño de las aves en el lote 2*



**Nota.** De la figura anterior A y B demuestran la disparidad en el tamaño de las aves de una misma edad, retraso en el crecimiento y ganancia de peso (----).

**Necropsias**

Este examen realizado a las aves postmortem, permitió observar diferentes alteraciones externas y macroscópicas en los órganos internos de las aves afectadas, estas se llevaron a cabo en diferentes fechas del ciclo productivo que abarcaron desde el 13 de agosto hasta el 27 de octubre del 2022, en un total de 15 aves de 30, 33 y 34 días de cada ciclo; para estas necropsias no se utilizaron cadáveres de más de dos horas de deceso y el sacrificio con bienestar animal de las aves seleccionadas se realizó por medio de dislocación de la articulación atlanto occipital y por medio de electrocución (Anexo 5).

Los siguientes hallazgos corresponden a aves seleccionadas y a mortalidades dentro del galpón (Figura 5).

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

### Figura 5

*Aumento en la mortalidad de 1 día*



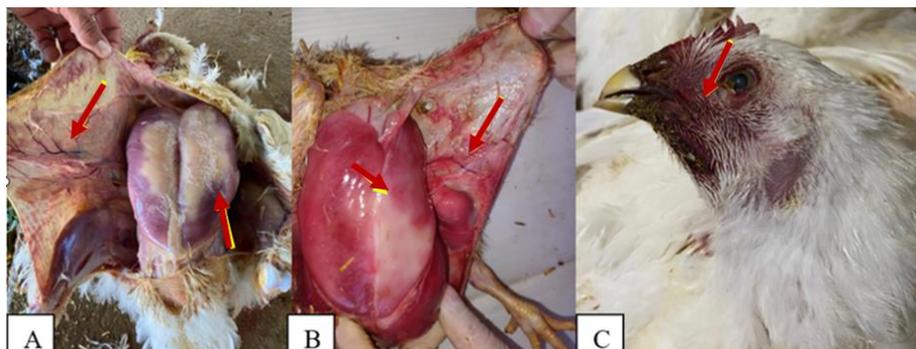
**Nota.** La figura anterior representa (A) con la mortalidad desde el primer día de presentación de estrés calórico en la avícola San Francisco.

La presencia de congestión hipostásica (Figura 6) en aves de menos de 1 hora de muerte, se presenta como una coloración roja violácea en la pechuga y la falta de ella en una porción de la misma indicó la posición en la que el pollo fallece (decúbito esternal), esta posición es de esperarse en individuos que tienen dificultad respiratoria como una forma para hacer más eficiente su respiración. La porción pálida de la pechuga indicó que la superficie de contacto que tenía el ave con la cama era pequeña lo que no promueve un eficiente mecanismo de termólisis por el mecanismo de conducción. Se presenta en la piel una marcada irrigación sanguínea (Figura 6) que se generó ante mortem por los mismos mecanismos de termólisis que priorizan una vasodilatación hacia la piel para liberar calor por convección y finalmente, la coloración cianótica de la cresta y barbillas de las aves (Figura 6) indica que no hubo un aporte de oxígeno adecuado en estas antes de la muerte del ave.

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALÓRICO EN POLLO DE ENGORDE

### Figura 6

*Cambios ante mortem y post mortem*

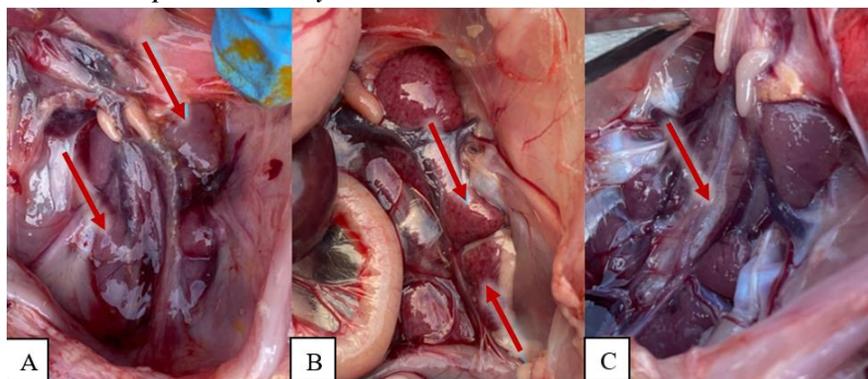


**Nota.** En la figura anterior A y B indican los cambios ante mortem con las flechas indicativas sobre la piel de la irrigación sanguínea periférica y postmortem las flechas azules en la pechuga indican el hallazgo de hipostasia cadavérica. C, la flecha indica evidencia a través del área del rostro la presencia de cianosis ante mortem.

Los órganos claves para determinar el estrés calórico en los lotes de aves en campo siempre serán los riñones ya que se puede fácilmente identificar este por medio de la acumulación de uratos en los riñones y los uréteres, junto con el aumento en el tamaño de los mismos (Figura 7) que se supuso fue provocado por una hipertrofia en los lóbulos renales como mecanismo compensatorio a la acumulación de estos para mantener la adecuada función renal, este hallazgo indicó un fallo renal en las aves provocado en este caso por la deshidratación y el desequilibrio electrolítico con el que las aves cursaban.

### Figura 7

*Riñones de pollos de 30 y 34 días*



**Nota.** En la anterior figura se pueden evidenciar los siguientes hallazgos a la necropsia. A, las flechas indican el agrandamiento

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

del órgano. B, las flechas indican la presencia de uratos renales acumulados en el tejido del órgano. C, la flecha indica la presencia de uratos dentro de los uréteres que desembocan en los riñones.

### **Parámetros zootécnicos**

La información obtenida de los registros de la graja siempre otorga información importante cuando algo no está saliendo bien. En este sentido en la avícola San Francisco, para orientar hacia el diagnóstico definitivo se tomaron en cuenta los siguientes parámetros zootécnicos basándonos en la tabla guía de consumos la cual es base para la producción avícola (Tabla 1), el consumo de las aves en gramos diarios, semanales y acumulado del ciclo productivo; también se tuvieron en cuenta de una manera organizada el conteo acumulado de la mortalidad entre aves seleccionadas y no seleccionadas, el porcentaje de esta mortalidad acumulado y la cantidad de aves totales que semana a semana disminuía, otros datos de importancia para determinar la relación consumo y ganancia de peso fueron peso promedio semana a semana, la ganancia en gramos de peso y por último la conversión alimenticia que se obtuvo al final de cada semana. Estos parámetros indicaron que los lotes afectados presentaron disminución de los consumos de alimento en fechas específicas del ciclo productivo, por consiguiente se afectaron los pesos al final de cada semana productiva y por ende el aumento de la conversión alimenticia y disminución de los índices productivos en las salidas de cada uno de los lotes de la avícola, que si bien no representaron pérdidas económicas, si disminuyeron en comparación con los otros índices productivos de los anteriores ciclos productivos del resto del año.

## REPERCUSIONES DEL ESTRÉS CALORICO EN POLLO DE ENGORDE

**Tabla 1***Guía de consumo de bioconcentrado para pollo de engorde*

Línea	Sem	Guía de Consumo para Machos								Guía de Consumo para Hembras								Pesos		% Mortalidad	
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	T. Sem	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	T. Sem	Macho	Hembra	Sem	Acum
COBB	1	13	17	21	23	27	31	35	167	13	17	21	23	27	31	35	167	186	184	1,0%	1,0%
COBB	2	39	44	49	54	59	64	70	379	37	44	47	54	57	63	68	370	470	460	0,7%	1,7%
COBB	3	77	83	90	97	104	112	119	682	73	79	84	89	92	98	103	618	971	914	0,7%	2,4%
COBB	4	124	130	136	142	148	154	160	994	111	116	124	126	134	142	144	897	1.585	1.463	1,0%	3,4%
COBB	5	165	171	177	184	192	200	209	1.298	151	155	161	163	165	167	169	1.131	2.299	2.083	1,0%	4,4%
COBB	6	212	215	218	221	225	233	233	1.553	175	179	184	189	193	197	199	1.316	3.044	2.671	1,2%	5,6%
COBB	7	237	241	245	250	255	265	270	1.763	203	203	205	204	207	208	209	1.439	3.786	3.226	1,2%	6,8%
COBB	8	265	265	265	265	265	265	265	1.855	209	213	215	219	221	225	225	1.527	4.481	3.741	1,5%	8,3%
ROSS	1	12	16	19	23	27	31	35	163	14	18	21	24	27	31	34	169	189	188	1,0%	1,0%
ROSS	2	39	44	49	54	60	65	71	382	38	42	47	51	56	61	66	361	488	473	0,5%	1,5%
ROSS	3	77	83	90	96	103	109	116	674	71	76	82	87	93	98	104	611	959	899	0,5%	2,0%
ROSS	4	122	129	136	142	149	155	162	995	109	115	120	125	130	135	140	874	1.576	1.427	0,7%	2,7%
ROSS	5	168	174	180	185	191	196	202	1.296	145	150	154	159	163	167	171	1.109	2.283	2.006	0,7%	3,4%
ROSS	6	207	211	216	221	225	229	232	1.541	175	178	182	185	188	192	194	1.294	3.023	2.595	0,9%	4,3%
ROSS	7	236	239	243	246	248	251	253	1.716	197	200	202	205	207	209	211	1.431	3.750	3.165	0,9%	5,2%
ROSS	8	256	258	260	261	263	264	265	1.827	213	214	216	217	218	218	219	1.515	4.431	3.691	1,2%	6,4%

**Nota:** Esta tabla de consumo representa los gramos y kilogramos que el pollo de engorde debe consumir a diario y semanalmente del alimento Bioconcentrado, para conseguir en promedio los pesos que esta misma indica al final de cada semana productiva junto con los porcentajes permitidos de mortalidad semana a semana en la producción avícola tanto para hembras como para machos. Bioconcentrados, (2022).

**Resultados y análisis de registro 1**

El registro del lote 1 (Tabla 2), indica que desde la semana 1 a la 4 del ciclo productivo el consumo de alimento y ganancia de peso semanal por parte de las aves estuvo sobre la tabla de referencia (Tabla 1) y los valores de mortalidad semanalmente estuvieron dentro de lo permitido por la misma, al igual que los valores de conversión alimenticia en su relación 1:1; no obstante, se indica que en la semana 5 del ciclo productivo a la cual corresponde al 13 de agosto, fecha en la cual se reportó el primer caso de mortalidad en grupos de aves y aumentos de la temperatura ambiente superiores a 31°C del mes de agosto y que se mantuvieron hasta finales del mes de septiembre; que el consumo de alimento en gramos de las aves semanalmente disminuyó, que la mortalidad y el porcentaje de la misma aumentó y posteriormente se redujo el número total de aves vivas al final de la semanas 5 y 6, relacionando que en la hembra la ganancia de peso disminuyó en estas últimas 2 semanas pero que en el macho la ganancia de peso estuvo sobre los parámetros de la tabla de referencia; y en cuanto a la conversión alimenticia, se evidencia que se incrementó desde la quinta semana. Al final de ciclo productivo la mortalidad acumulada ascendió a 354 aves de las cuales desde el primer episodio reportado murieron 213 aves elevando el porcentaje de mortalidad al 6%, cuando el máximo permitido según la tabla de consumos es 5,6%.

Tabla 2

Registro 1 de pollo de engorde San Francisco, lote 1

Cliente: Nelson Rincón		Fecha: Julio 15 / 2022		Línea: COBB 500		Incubadora: Cámbulos		No. Pollitos: 6120		Peso inicial: 42 gr	
<b>HEMBRAS</b>											
Ciclo	Consumo por ave en gramos			Mortalidad			Peso Corporal por Ave				
Sem	Diario	Semanal	Acum.	No. Acum. Aves	%	Saldo de Aves	Peso Promedio	Ganancia diaria	Conversión Alimenticia		
1	24	170	170	23	0,7 %	3.037	210 gr	24 gr	0.8		
2	62	434	605	40	1,3 %	3.020	515 gr	43 gr	1.1		
3	107	754	1.364	54	1,7 %	3.006	1.000 gr	69 gr	1.3		
4	129	904	2.275	67	2,1 %	2.993	1.550 gr	78 gr	1.46		
5	150	<b>1.051</b>	3.355	92	3,0 %	2.968	<b>2.070 gr</b>	<b>79 gr</b>	<b>1.62</b>		
6	146	<b>1.022</b>	4.377	125	4,0 %	2.935	<b>2.580 gr</b>	<b>72 gr</b>	<b>1.7</b>		
7	-	-	-	163	5,3 %	2.897	-	-	-		
<b>MACHOS</b>											
1	24	170	170	23	0,7 %	3.037	200 gr	22 gr	0.8		
2	63	44	619	42	1,3 %	3.018	510 gr	44 gr	1.2		
3	115	808	1.431	68	2,2 %	2.992	1.034 gr	75 gr	1.38		
4	147	1.029	2.473	82	2,6 %	2.978	1.710 gr	96 gr	1.44		
5	170	<b>1.195</b>	3.690	<b>136</b>	<b>4,4 %</b>	2.924	2.410 gr	100 gr	<b>1.55</b>		
6	84	588	4.278	191	6,2 %	2.869	2.889 gr	68 gr	1.4		
<b>Mortalidad general</b>				<b>354</b>	<b>6 %</b>	5.766	<b>No aptos</b>		<b>125 aves</b>		

**Nota.** Esta tabla corresponde al lote 1 del avícola San Francisco que representa las alteraciones desfavorables en el consumo de alimento, aumento de la mortalidad y ganancia de peso de las aves en la quinta semana productiva correspondientes a los datos en negrilla, según los datos de consumo (Tabla 1).

## Resultados y análisis de registro 2

El registro del lote 2 (Tabla 3) indica en términos generales que durante todo el ciclo productivo que las 6.120 aves desde la primer semana hasta la sexta semana tenían un bajo rendimiento frente a los estándares de la producción, esto en parte se debió a que el galpón en el que se alojaban estaba diseñado de tal modo que las corrientes de aire que venían hacia la producción ingresaban inicialmente por este, provocando que desde la primer semana como lo muestra la tabla los consumos de alimento y demás parámetros enlistados (Tabla 3) estuvieran por debajo de lo mínimo requerido; teniendo en cuenta que se presentó en este lote en su primer semana signos respiratorios por el frio y viento dentro de este e inclusive durante la época de alta

temperatura ambiente, lote que fue tratado desde el día 10 intermitentemente hasta finalizar el ciclo productivo, con el producto RESPIROX<sup>®</sup>. En la tercera semana de producción se dio un aumento de consumo de alimento por parte de las hembras, pero sin una ganancia considerable de peso al final de esta. Cabe mencionar que este lote en particular representa el que menos mortalidad obtuvo al final de cada semana y en general del ciclo productivo. A pesar de sus resultados zootécnicos en general tuvo una conversión alimenticia menor a 1.5 lo cual no perjudicó su índice productivo.

**Tabla 3**

*Registro 2 de pollo de engorde en San Francisco, lote 2*

Cliente: Nelson Rincón		Fecha: Julio 19 / 2022		Línea: ROSS AP		Incubadora: O. Avícola		No. Pollitos: 6120		Peso inicial: 42 gr	
<b>Hembras</b>											
Ciclo	Consumo por ave en gramos			Mortalidad			Peso Corporal por Ave				
	Sem	Diario	Semanal	Acum.	No. Acum. Aves	%	Saldo de Aves	Peso Promedio	Ganancia diaria	Conversión Alimenticia	
1	22	157	157	44	1,4 %	3.016	166 gr	17 gr	0.9		
2	47	331	488	89	2,9 %	2.971	390 gr	32 gr	1.2		
3	88	619	1.107	111	3,6 %	2.949	839 gr	64 gr	1.3		
4	118	827	1.934	130	4,2 %	2.930	1.315 gr	68 gr	1.4		
5	139	974	2.908	145	4,7 %	2.915	1.898 gr	83 gr	1.5		
6	161	1.132	4.040	165	5,3 %	2.895	2.398 gr	71 gr	1.6		
<b>Machos</b>											
1	22	157	157	26	0,8 %	3.034	164 gr	17 gr	0.9		
2	47	329	487	47	1,5 %	3.013	410 gr	35 gr	1.1		
3	89	624	1.111	64	2,0 %	2.996	825 gr	59 gr	1.3		
4	122	854	1.965	90	2,9 %	2.970	1.415 gr	84 gr	1.3		
5	152	1.069	3.034	106	3,4 %	2.954	2.196 gr	111 gr	1.4		
6	160	1.122	4.156	137	4,4 %	2.923	2.889 gr	99 gr	1.4		
<b>Mortalidad general</b>				302	5 %	5.818	<b>No aptos</b>		<b>135 aves</b>		

**Nota:** Esta tabla corresponde al lote 2 del avícola San Francisco que representa las alteraciones desfavorables en el consumo de alimento, aumento de la mortalidad y ganancia de peso de las aves en el ciclo productivo correspondientes a los datos en consignados en negrilla, según los datos de consumo (Tabla 1).

### Resultados y análisis de registro 3

En el registro del lote 3 (Tabla 4), se observa que desde la cuarta semana de producción del lote 3 el consumo de alimento disminuyó considerablemente a las semanas anteriores donde los parámetros en general estaban sobre la tabla de consumos (Tabla 1). A partir de la semana 5, en la cual figura el día 1 de septiembre fecha en la cual se presenta una mortalidad elevada en comparación con días previos y una temperatura ambiental de 32°C. En las hembras decreció la ganancia de peso desde la cuarta semana y la conversión alimenticia se elevó gradualmente cada semana a diferencia de los machos que en términos generales mantuvieron una ganancia de peso superior a la esperada para cada semana y su conversión alimenticia se mantuvo en 1.4 lo cual benefició su índice productivo. Con la rápida ganancia de peso de los machos, se hizo imperante su salida ya que con estos pesos y las temperaturas ambientes se esperaba una mayor tasa de mortalidad por parte del mismo, por tal motivo se pospuso la salida de las hembras las cuales llegaron a su peso ideal para la venta a la séptima semana de producción.

**Tabla 4**

*Registro 3 de pollo de engorde en San Francisco, lote 3*

Cliente: Nelson Rincón		Fecha: Julio 30 / 2022		Línea: COBB 500		Incubadora: Incubacol		No. Pollitos: 5100		Peso inicial: 42 gr	
HEMBRAS											
Ciclo	Consumo por ave en gramos			Mortalidad			Peso Corporal por Ave				
	Sem	Diario	Semanal	Acum.	No. Acum. Aves	%	Saldo de Aves	Peso Promedio	Ganancia diaria	Conversión Alimenticia	
1	24	168	168	13	0,5 %	2.537	202gr	22 gr	0.8		
2	56	394	562	14	0,5 %	2.536	534 gr	47 gr	1.0		
3	88	618	1.180	26	1,0 %	2.524	925 gr	55 gr	1.2		
4	124	<b>871</b>	2.051	40	1,5 %	2.510	1.495gr	81 gr	1.3		
5	145	<b>1.019</b>	3.070	<b>66</b>	<b>2,5 %</b>	2.484	<b>2.040gr</b>	77 gr	<b>1.5</b>		
6	125	<b>877</b>	3.947	140	5,4 %	2.410	<b>2.466 gr</b>	54 gr	<b>1.6</b>		
7	101	<b>713</b>	4.660	281	11 %	2.269	<b>2.798 gr</b>	47 gr	<b>1.6</b>		
MACHOS											

<b>1</b>	24	168	168	11	0,4 %	2.539	<b>179 gr</b>	20 gr	0.9
<b>2</b>	55	385	553	15	0,5 %	2.535	517 gr	48 gr	1.0
<b>3</b>	93	<b>654</b>	1207	24	0,9 %	2.526	978 gr	65 gr	1.2
<b>4</b>	140	<b>981</b>	2188	37	1,4 %	2.513	1.632 gr	93 gr	1.3
<b>5</b>	172	<b>1.209</b>	3397	<b>59</b>	<b>2,3 %</b>	<b>2.491</b>	2.358 gr	103 gr	1.4
<b>6</b>	85	<b>601</b>	3998	129	5 %	2.421	2.820 gr	66 gr	1.4
<b>Mortalidad general</b>				410	8 %	4.690	<b>No aptos</b>		<b>118 aves</b>

**Nota.** Esta tabla corresponde al lote 3 del avícola San Francisco que representa las alteraciones desfavorables en el consumo de alimento, aumento de la mortalidad y ganancia de peso de las aves en el ciclo productivo correspondientes a los datos consignados en negrilla, según los datos de consumo (Tabla 1).

### Resultados productivos

Al liquidar cada uno de los lotes del ciclo productivo en la avícola San Francisco se determinó que el lote 2 correspondiente a la línea ROSS AP fue el que obtuvo el mejor índice productivo de los tres lotes (Tabla 5). Este, con mayor consumo de alimento concentrado que fue directamente proporcional a la ganancia de peso. En cuanto a la mortalidad, este parámetro no sobrepasó del indicado para semana 6 (Tabla 1), si bien obtuvo el índice productivo más alto la conversión alimenticia estuvo a nivel de los otros 2 lotes en promedio.

El lote 1 y 3 tuvieron los índices productivos (IP) más bajos del ciclo, las mortalidades más altas que excedían las permitidas para la semana 6, el consumo fue bajo y los pesos a la salida totales y promedios de la línea COBB 500 fueron bajos en comparación a la liquidación del lote 1; teniendo en cuenta que durante los episodios de aumento de temperaturas en la zona los lotes más afectados fueron precisamente el 1 y 3 en los cuales se tomaron medidas para mitigar el impacto del estrés calórico en la producción.

**Tabla 5***Salidas e índices productivos (IP) de los 3 lotes de la avícola San Francisco*

<b>Indicadores</b>	<b>Lote 1 COBB 500</b>	<b>Lote 2 ROSS AP</b>	<b>Lote 3 COBB 500</b>
<b>Entradas</b>	6.120 aves	6.120 aves	5.100 aves
<b>Salidas</b>	5.642 aves	<u>5.683 aves</u>	4.572 aves
<b>Peso a la salida</b>	14.990 kg	<u>15.510 kg</u>	11.612,7 kg
<b>Peso promedio</b>	2.657 gr	2.729 gr	2.539 gr
<b>Consumo (bultos)</b>	658 bultos	673 bultos	540,45 bultos
<b>Consumo acumulado</b>	4.583 gr	4.712 gr	4.647 gr
<b>Mortalidad</b>	<b>6%</b>	5 %	<b>8 %</b>
<b>Conversión alimenticia</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>
<b>I.P</b>	<b>89</b>	94	<b>78</b>

**Nota.** Esta tabla corresponde a la liquidación de cada lote de aves e índices productivos que obtuvo cada uno de los lotes en su ciclo productivo, los datos consignados en negrilla son los datos desfavorables y los datos subrayados son los datos a favor de la liquidación.

### **Diagnóstico definitivo**

#### **Estrés calórico:**

Se dictamina como definitivo el estrés calórico, tomando como referencia las altas temperaturas promedio para las fechas en cuestión en la vereda Juan Frío (Figura 2), al igual la información recolectada en cuanto al manejo del lote en general (densidad de lotes, la alimentación, las instalaciones, el programa biosanitario), como también la etapa productiva final de engorde en la que se encontraban las aves; sumado a esto, la sintomatología asociada junto a los hallazgos clínicos al momento de la inspección de lote y examen clínico como los cambios de conducta (Anexo 3), la depresión, hiporexia, polidipsia, poliuria, plumaje erizado, taquicardia, taquipnea e hiperventilación, jadeos, heces líquidas y disminución de la conciencia (Figuras 2 y 3) como también los resultados macroscópicos anómalos evidentes a las necropsias de las aves (Figuras 6 y 7), característicos de esta condición como lo fueron los miembros inferiores con hallazgos indicativos de deshidratación en los cuales la piel se presentaba escamosa y las patas

rígidas sin elasticidad (Figura 3), los riñones se presentaban aumentados de tamaño presuntamente por un proceso adaptativo para mejorar la función renal, acompañado de la presencia de acumulación uratos en los riñones y los uréteres (Figura 7), cresta y barbillas cianóticas, junto a esta la piel presentaba congestión de vasos sanguíneos (Figura 6). En la pechuga se encontró en la aves ya muertas presencia de lividez cadavérica que si bien su hallazgo no indicó de que murieron, si es indicativa de la posición en la que lo hicieron ya que esta fue importante para determinar que su deceso fue en decúbito esternal o decúbito lateral guiando hacia la presencia ante mortem de una dificultad respiratoria para mejorar la entrada de aire con esta posición hacia los pulmones y también se pudo confirmar con esta, que la superficie de contacto de las aves con la cama era pequeña lo cual no permitió un adecuado proceso de termólisis pudiendo llevar a agravar el cuadro clínico y posterior deceso (Figura 6). Junto a estos datos recolectados característicos del estrés calórico en aves, se sumaron los datos zootécnicos obtenidos por medio de los registros ya que estos confirmaron los bajos consumos de alimento en las fechas indicadas anteriormente (Tabla 2, 3 y 4), la alta conversión alimenticia, y afectación de los índices productivos en particular de los lotes de la línea COBB 500, los cuales fueron los más afectados (Tabla 5).

### **Aproximación terapéutica y manejo**

Las medidas que fueron tomadas para mitigar las altas temperaturas ambientales y sus efectos sobre la producción avícola en San Francisco no eliminaron el problema, pero si amortiguaron los estragos productivos y aminoraron la mortalidad desde el primer día de implementadas. Estas medidas incluyeron el manejo médico y manejo zootécnico en la producción, ya que sin la adecuada implementación de ambos manejos no se hubiesen atenuado

los efectos del estrés calórico en la producción.

### Manejo médico

#### Administración de vitaminas y electrolitos.

Para compensar la pérdida de electrolitos y la deshidratación de 10 a 15 %, en las aves desde el primer día se instauró la suplementación con vitaminas A, D3, E, K3, Tiamina (B1), B12, C, Ácido fólico, Riboflavina (B2), Piridoxina (B6) y electrolitos como cloruro de sodio, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, propionato de calcio componentes dosificados en 100 gramos del producto Fortaves-e® en este caso por la presentación de cuadro de estrés y como coadyuvante en la recuperación de aves convalecientes.

**Tabla 6**

#### *Administración de vitaminas y electrolitos*

Administración de Vitaminas y Electrolitos		
Componente	Dosis	Administración
Vitamina A	6'000.000 UI	Para pollos de cualquier edad se administró 1 gramo por cada 10 litros de agua según el consumo del agua para los días de cada lote en función de su peso, durante 10 días.
Vitamina D3	500.000 UI	
Vitamina E	5.000 UI	
Vitamina C	20.000 mg	
Vitamina K3	3.000 mg	
Vitamina B1	500 mg	
Vitamina B12	5.000 mg	
Vitamina B2	2.000 mg	
Vitamina B6	1.500 mg	
Ácido Fólico	150 mg	
Cloruro de sodio	4.000 mg	
Cloruro de potasio	3.000 mg	
Sulfato de magnesio	0.600 mg	
Propionato de calcio	0.700 mg	

**Nota.** En la anterior tabla se representa cada uno de los componentes de la terapia de reposición de electrolitos y vitaminas administradas a las aves y su respectiva administración.

**Bicarbonato.**

La administración de sales de bicarbonato de sodio se realizó con cautela para no intensificar la acidosis respiratoria con las que cursaban las aves. Posteriormente al jadeo severo, se procedió entonces a administrarse en horas nocturnas en el agua de bebida para compensar las pérdidas de este durante el jadeo y antes de las horas en que aumentaba la temperatura ambiente, de manera tal que en el agua de bebida se suministraba a razón de 2mg por cada litro de agua en 1.000 litros de agua, para un total de 2 kg de bicarbonato de sodio.

**Restricción alimenticia.**

La restricción del consumo de alimento durante la última etapa de engorde en los tres lotes se llevó a cabo según a la ganancia de peso y temperatura ambiente de cada lote (Anexo 4). Según estos, se limitó el consumo del alimento concentrado desde las 9:30 a.m. hasta las 5:00 pm de forma tal que al levantar los comederos durante el día tuvieran mayor área para mejorar el esparcimiento de las aves dentro del galpón, la ventilación de los mismos, ayudar a los mecanismos de termólisis y lo más importante evitar el aumento de la temperatura interna de las aves que lo consumieran ya que para ello se genera un gasto energético que también desencadenaría el aumento de la conversión alimenticia y por ende el aumento de la mortalidad.

**Manejo zootécnico****Surtidores.**

Se implementaron para disminuir el sobrecalentamiento del techo con 8 surtidores sobre este (Anexo 4) y posterior disminución de la temperatura “OUT” del termómetro digital.

**Ventiladores.**

Se implementaron más ventiladores de los usuales (6) ya que el ángulo y ubicación de estos no permitían un flujo de aire fresco continuo y eficiente hacia las aves (Anexo 4). Al implementarlos se apreció a las aves frente a las fuentes de aire fresco en días posteriores.

**Densidad de aves y salidas.**

Basándose en el peso de las aves en la etapa final de engorde, las altas temperaturas, humedades relativas y la velocidad en que iba en aumento la mortalidad se optó por liberar espacio en los galpones a fin de cuentas que, con la salida de las aves más pesadas y grandes, las medianas tuvieron más espacio para hacer más eficiente sus mecanismos de termólisis y por consiguiente estas ganaron más peso cada día lo que aumentaba el número de aves que salían para la venta en 1 semana.

**Discusión**

El caso clínico presentado anteriormente expone uno de los mayores retos que enfrenta la industria avícola a nivel mundial como lo es el estrés calórico. Su presencia se dio originalmente en la granja avícola San Francisco de la vereda Juan Frío del municipio de Villa del Rosario en Norte de Santander; donde las temperaturas ambientes principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre son las más altas del año oscilando desde los 32°C hasta 34°C, con humedades relativas superiores al 68%, en 3 lotes que se encontraban en su etapa final de engorde este estrés calórico se presentó con el curso de un cuadro clínico crónico y uno agudo en los cuales las aves o se adaptaban a las altas temperaturas fisiológicamente o morían respectivamente.

La presentación del cuadro clínico incluyó alteraciones en el comportamiento de las aves, conocidos como mecanismos de pérdidas de calor como la reducción en el consumo de alimento,

el aumento en el consumo de agua, la extensión de miembros, ubicaciones estratégicas dentro de los galpones y el contacto de las aves con estructuras del mismo para realizar un adecuado proceso de termólisis, esta presentación en el comportamiento es similar a la mencionada por (Laganá, 2018) indicando que todas las aves expuestas a estrés calórico como respuesta disminuirán como la ingesta de alimentos, porque disminuyen los sustratos metabólicos disminuyendo la termogénesis, de igual forma (Fathi et al., 2022) mencionan que estos cambios comportamentales son claves en los primeros estadios del estrés por calor ya que el ave debe naturalmente buscar su zona termoneutral para disipar calor.

No obstante, la presencia de las alteraciones fisiológicas provocadas por la ineficacia de estos mecanismos a medida que la temperatura ambiente se elevaba en la granja, incluyeron una alcalosis respiratoria y una posterior acidosis metabólica compensatoria que desencadenaron la presentación de los signos clínicos previamente documentados por diferentes autores (de Basilio, n.d.; Estrada & Restrepo, 2007; San Martín et al., 2017) al perderse la homeostasia del organismo, como lo fueron la presencia de diarreas acuosas, el asentamiento del desequilibrio hidroelectrolítico por el jadeo constante acentuando aún más la deshidratación, la presencia de plumajes erizados, crestas cianóticas, la hiperventilación y lipotimia. De igual forma, el estrés por calor estableció un efecto negativo sobre la ganancia de peso de las aves, la conversión alimenticia, el rendimiento productivo en la producción y aumento en la tasa de mortalidad (Estrada & Márquez, 2022), datos que se pudieron corroborar al analizar los parámetros zootécnicos de los registros avícolas de la producción de pollo de engorde incluidos anteriormente, donde se indican la semana productiva en la que las aves presentaron el primer episodio por altas temperaturas y consecuente disminución en la ganancia de peso, disminución en el consumo de alimento, aumento de la conversión alimenticia de los 3 lotes afectados

obteniendo como resultados los siguientes índices productivos para el lote 1 (89), lote 2 (92) y lote 3 (78) donde los lotes de la línea COBB 500 ( lote 1 y 3) fueron los más afectados productivamente, ya que los porcentajes de mortalidad de estos lotes superaron los marcadores permitidos con un porcentaje de 6% y 8% respectivamente.

Estos resultados se relacionan positivamente con los resultados en experimentos realizados por (Quinteiro-Filho et al., (2010) y Wang et al., (2020), donde se demuestra que bajo las temperaturas de 31°C y 36°C, se dio un aumento en los niveles de corticosterona sanguíneos lo que condujo a la consecuente disminución de ganancia de peso y consumo de alimento, sin embargo, solo los pollos sometidos a 36°C presentaron una disminución en la conversión alimenticia y un aumento de la mortalidad del 43%. En cuanto a los métodos diagnósticos algunos de los autores como (Díaz et al., (2016),; Nasr et al., (2021),; Oladokun & Adewole, (2022), mencionan que se pueden realizar pruebas sanguíneas para evaluar los biomarcadores de estrés como lo son el aumento de los niveles de corticosterona, triyodotironina T3, enzimas antioxidantes y proteínas de fase aguda, estos estudios correlacionan igualmente similitud al cuadro clínico presentado en la granja San Francisco y los parámetros zootécnicos afectados, por consiguiente mencionan que mediante la evaluación de estos se puede diagnosticar la presencia de un cuadro de estrés calórico. No obstante, cabe mencionar que estas pruebas no se llevaron a cabo en San Francisco ya que el valor de las pruebas no era compensado por el valor de las aves.

El diagnóstico definitivo se obtuvo por medio de la evaluación del caso y la presencia de los hallazgos a la necropsia de 15 aves, los cuales indicaban una marcada deshidratación, alteración de la permeabilidad intestinal por la presencia de heces acuosas, la presencia de acumulación de uratos a nivel renal y de los uréteres, con el aumento en el tamaño del órgano, sin alteraciones macroscópicas a nivel del parénquima hepático más allá de la presencia de

material blanquecino sobre este, el cual fue atribuido a la aerosaculitis que presentaban las aves del lote 2. Teniendo en cuenta los anteriores hallazgos a la necropsia se confirma lo reportado por Dinev (2014), quien reporta que los uratos renales son característicos del estrés calórico y una marcada deshidratación. La alteración en el lumen del duodeno de las aves corresponde muy probablemente a la pérdida de permeabilidad de la membrana a causa de múltiples factores asociado a la liberación de corticosterona y radicales libres (Calefi et al., 2014). También se reportan alteraciones hepáticas no observables macroscópicamente como infiltrados inflamatorios, focos de necrosis sin alteración de la morfología hepática (Tang et al., 2022), por lo cual este hallazgo no se pudo corroborar ya que no se realizaron pruebas histopatológicas de los órganos.

En cuanto al manejo terapéutico este se realizó con la adición de vitaminas, bicarbonato y electrolitos en el agua de bebida, cada día restante de lo que quedaba de la etapa de engorde hasta su salida, también la restricción alimenticia cada día, acompañado con este manejo médico se realizó un manejo zootécnico que implementaba más ventiladores y surtidores en el techo del galpón con la finalidad de bajar las altas temperaturas ambientes dentro de este y por último se realizó un manejo de densidades permitiendo que las aves que iban de salida fueran las más pesadas ya que era la población de riesgo, permitiendo más área para las aves de menor tamaño.

Este manejo está de acuerdo con el dado en estudios sobre mitigación de los efectos del estrés calórico (Farfán et al., 2010, 2013; Fathi et al., 2022; Madkour et al., 2022; Nawab et al., 2018; Saeed et al., 2019) quienes indican que el techo es de suma importancia ya que aproximadamente el 60% del calor externo ingresa por este hacia el galpón y que la aspersion de agua siempre mantiene el techo fresco frente a las altas temperaturas ambientes, que un inadecuado manejo de la densidad de los lotes provoca fallas en el suministro de la ventilación

ya que con el aumento de su tasa metabólica aumenta la temperatura dentro del galpón. Según (Salem et al., 2022), la restricción alimenticia aminora estos efectos al reducir la termogénesis producto del gasto energético que conlleva el consumo de alimento. La suplementación de la dieta con sales de bicarbonato de sodio, potasio, minerales, vitaminas y electrolitos busco amortiguar de manera positiva los efectos negativos en la fisiología de las aves, disminuyendo la mortalidad desde el primer día de su administración hasta la finalización de cada uno de los lotes.

### **Conclusiones.**

- Las temperaturas ambientales siempre representarán un reto para la industria avícola, pero depende de cómo se pueden afrontar para mitigar sus efectos negativos sobre los índices productivos.
- La importancia de herramientas diagnosticas alternativas en campo como la observación, el análisis de registros productivos y hallazgos a la necropsia pueden ser útiles y aplicables a bajos costos para llegar a un diagnóstico definitivo en producciones de pollo de engorde.
- La presentación del cuadro clínico puede rápidamente instaurarse y las aves pueden adaptarse a los cambios térmicos sacrificando sus índices productivos o pueden morir.
- El manejo de las densidades de las aves dentro del galpón debe ser precisas teniendo en cuenta las condiciones de temperatura ambiental y humedad relativa en la zona donde este se ubica.
- Los mecanismos de mitigación frente al estrés calórico dependen en su justa medida de la habilidad económica de cada granja productora.

### Referencias

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Elbestawy, A. R., El-Shall, N. A., Saad, A. M., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Khafaga, A. F., Taha, A. E., AbuQamar, S. F., & El-Tarabily, K. A. (2022). Necrotic enteritis in broiler chickens: disease characteristics and prevention using organic antibiotic alternatives – a comprehensive review. *Poultry Science*, *101*(2), 101590. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101590>
- Abioja, M. O., & Abiona, J. A. (2021). Impacts of climate change to poultry production in africa: adaptation options for broiler chickens. In *African Handbook of Climate Change Adaptation* (pp. 275–296). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-45106-6\\_111](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45106-6_111)
- Alvarez, R., & Machado, W. (2002). *Effect of two roofing systems on the reduction of heat stress in broilers*. <https://www.researchgate.net/publication/242469877>
- Arias, D. (2019). *El estrés térmico en avicultura*. Veterinaria Digital. Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/avicultura-estres-termico/>
- Brito, E. (2022, August 26). Curso de bienestar animal aplicado a la avicultura nacional. *Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)*.
- Calefi, A. S., Honda, B. T. B., Costola-De-Souza, C., de Siqueira, A., Namazu, L. B., Quinteiro-Filho, W. M., da Silva Fonseca, J. G., Aloia, T. P. A., Piantino-Ferreira, A. J., & Palermo-Neto, J. (2014). Effects of long-term heat stress in an experimental model of avian necrotic enteritis. *Poultry Science*, *93*(6), 1344–1353. <https://doi.org/10.3382/PS.2013-03829>
- Chasser, K. M., Wilson, K. M., Briggs, W. N., Duff, A. F., & Bielke, L. R. (2019). Comparison of multiple methods for induction of necrotic enteritis in broilers: II. Impact on the growth curve. *Poultry Science*, *98*(11), 5488–5496. <https://doi.org/10.3382/ps/pez405>
- de Basilio. (n.d.). *Estrés calórico en aves. Importancia del estrés térmico crónico y agudo sobre la productividad de los sistemas de producción de aves a nivel nacional*.
- de Basilio. (2019). Strategies to combat the heat stress in broilers. *Rev. Fac. Vets. UCV.*, *60*, 22–35.
- Díaz, E. A. (2012). *Efectos del estrés calórico en el piedemonte amazónico colombiano sobre algunos parámetros fisiológicos y zootécnicos en dos estirpes de pollo de engorde*. Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz, E. A., Narváez Solarte, W., & Giraldo, J. (2016). Alteraciones hematológicas y zootécnicas del pollo de engorde bajo estrés calórico. *Informacion Tecnologica*, *27*(3), 221–230. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000300021>
- Dinev, I. (2014). Diseases of poultry: a colour atlas. *Ceva Sante Animal*.

- Estrada, M., & Márquez, S. (2022). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad de Antioquia.*, 18:3.
- Estrada, M., & Restrepo, L. F. (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(288.303.).
- Farfán, C., Oliveros, Y., & de Basilio, V. (2010). Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 363–373.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692010000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Farfán, C., Rossini, M., & de Basilio, V. (2013). Efecto de la adición de electrólitos en agua y alimento sobre algunas variables productivas y sanguíneas en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico. *Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto y Departamento de Producción Animal*, 225–234.
- Fathi, M. M., Galal, A., Radwan, L. M., Abou-Emera, O. K., & Al-Homidan, I. H. (2022). Using major genes to mitigate the deleterious effects of heat stress in poultry: an updated review. *Poultry Science*, 101(11), 102157. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102157>
- Hofacre, C. L., Smith, J. A., & Mathis, G. F. (2018). An optimist's view on limiting necrotic enteritis and maintaining broiler gut health and performance in today's marketing, food safety, and regulatory climate. *Poultry Science*, 97(6), 1929–1933.  
<https://doi.org/10.3382/ps/pey082>
- Kumar, M., Ratwan, P., Dahiya, S. P., & Nehra, A. K. (2021). Climate change and heat stress: impact on production, reproduction and growth performance of poultry and its mitigation using genetic strategies. In *Journal of Thermal Biology* (Vol. 97). Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102867>
- Laganá, C. (2018). Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. *Pólo Regional Do Leste Paulista*, 5(ISSN 2316-5146).
- Lisboa, J. L. (2012). *Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde de Venezuela (Impact of heat stress in broilers Venezuela)*. Redvet Rev. Electronica.  
<https://www.veterinaria.org/index.php/REDVET>
- Liu, J. D., Lumpkins, B., Mathis, G., Williams, S. M., & Fowler, J. (2019). Evaluation of encapsulated sodium butyrate with varying releasing times on growth performance and necrotic enteritis mitigation in broilers. *Poultry Science*, 98(8), 3240–3245.  
<https://doi.org/10.3382/ps/pez049>
- Lu, J., Hofacre, C. L., & Lee, M. D. (2006). Emerging technologies in microbial ecology aid in understanding the effect of monensin in the diets of broilers in regard to the complex

- disease necrotic enteritis. *Journal of Applied Poultry Research*, 15(1), 145–153.  
<https://doi.org/10.1093/japr/15.1.145>
- Macuello, E. (2011). Tratamiento del estrés calórico en el agua de bebida; agua para aves. *Departamento Técnico de Invesa Internacional, Foro Medvet 22*.
- Madkour, M., Salman, F. M., El-Wardany, I., Abdel-Fattah, S. A., Alagawany, M., Hashem, N. M., Abdelnour, S. A., El-Kholy, M. S., & Dhama, K. (2022). Mitigating the detrimental effects of heat stress in poultry through thermal conditioning and nutritional manipulation. In *Journal of Thermal Biology* (Vol. 103). Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103169>
- Nasr, M. A. F., Alkhedaide, A. Q., Ramadan, A. A. I., Hafez, A. E. S. E., & Hussein, M. A. (2021). Potential impact of stocking density on growth, carcass traits, indicators of biochemical and oxidative stress and meat quality of different broiler breeds. *Poultry Science*, 100(11), 101442. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2021.101442>
- Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., Zhao, Y., Nawab, Y., Li, K., Xiao, M., & An, L. (2018). Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. In *Journal of Thermal Biology* (Vol. 78, pp. 131–139). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.08.010>
- Oladokun, S., & Adewole, D. I. (2022). Biomarkers of heat stress and mechanism of heat stress response in Avian species: Current insights and future perspectives from poultry science. *Journal of Thermal Biology*, 103332. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103332>
- Quinteiro-Filho, W. M., Ribeiro, A., Ferraz-de-Paula, V., Pinheiro, M. L., Sakai, M., Sá, L. R. M., Ferreira, A. J. P., & Palermo-Neto, J. (2010). Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poultry Science*, 89(9), 1905–1914. <https://doi.org/10.3382/PS.2010-00812>
- Revidatti, F. A., Fernández, R. J., Terraes, J. C., Sandoval, G. L., & Luchi, P. E. de. (2016). Modificaciones del peso corporal e indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. *Revista Veterinaria*, 12(1 y 2), 11–14.  
<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/671>
- Saeed, M., Abbas, G., Alagawany, M., Kamboh, A. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., & Chao, S. (2019). Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview. In *Journal of Thermal Biology* (Vol. 84, pp. 414–425). Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.025>
- Salem, H. M., Alqhtani, A. H., Swelum, A. A., Babalghith, A. O., Melebary, S. J., Soliman, S. M., Khafaga, A. F., Selim, S., El-Saadony, M. T., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2022). Heat stress in poultry with particular reference to the role of probiotics in its amelioration: An updated review. *Journal of Thermal Biology*, 108, 103302.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103302>

- San Martín, A., Pereira, A., Léo, V., & Fernández, H. (2017). *Estrés calórico en producción de pollos parrilleros*. UNCPBA.
- Sánchez-Chiprés, D. R., Valera-Rojas, M., Casasola-Torres, R. A., Gutiérrez-Borroto, O., & Mireles-Flores, S. (2021). Atenuación del estrés calórico en pollos con la suplementación de un producto de cromo orgánico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 13(1), e792. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.792>
- Sandoval, G., Terraes, J., Fernández, R., Revidatti, F., Esquivel de Luchi, P., & Barcht, A. (1999). *Response to physical stress and continuous hepatoprotection in chickens* (Vol. 48).
- Shlosberg, A., Elkin, N., Malkinson, M., Orgad, U., Hanji, V., Bogin, E., Weisman, Y., Meroz, M., & Bock, R. (1997). Severe hepatopathy in geese and broilers associated with ochratoxin in their feed. *Mycopathologia* 1997 138:2, 138(2), 71–76. <https://doi.org/10.1023/A:1006831009371>
- Shuttle Radar Topography Mission. (2022, September). *El tiempo en Villa del Rosario en septiembre, temperatura promedio (Colombia) - weather spark*. <https://es.weatherspark.com/m/25301/9/Tiempo-promedio-en-septiembre-en-Villa-del-Rosario-Colombia#Figures-Temperature>
- Tang, L. P., Liu, Y. L., Zhang, J. X., Ding, K. N., Lu, M. H., & He, Y. M. (2022). Heat stress in broilers of liver injury effects of heat stress on oxidative stress and autophagy in liver of broilers. *Poultry Science*, 101(10), 102085. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2022.102085>
- Tavangar, P., Gharahveysi, S., Rezaeipour, V., & Irani, M. (2021). Efficacy of phytobiotic and toxin binder feed additives individually or in combination on the growth performance, blood biochemical parameters, intestinal morphology, and microbial population in broiler chickens exposed to aflatoxin B1. *Tropical Animal Health and Production*, 53(3), 1–10. <https://doi.org/10.1007/S11250-021-02778-0/TABLES/6>
- Teirlynck, E., Gholamiandehkordi, A., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Pasmans, F., & Haesebrouck Van Immerseel, F. F. (2008). *APROXIMACIÓN CUANTITATIVA PARA EVALUAR LA SALUD INTESTINAL EN AVES*.
- Ugarte, J. (2020). Variables Bioclimáticas. *INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL*.
- Volkova, G. S., Kuksova, E. v., & Serba, E. M. (2021). Prevention of mycotoxicoses in broiler chickens exposed to a mycotoxin- contaminated diet. *Russian Agricultural Sciences* 2021 47:2, 47(2), 161–165. <https://doi.org/10.3103/S106836742102018X>
- Wang, Y., Xia, L., Guo, T., Heng, C., Jiang, L., Wang, D., Wang, J., Li, K., & Zhan, X. (2020). Research Note: Metabolic changes and physiological responses of broilers in the final stage of growth exposed to different environmental temperatures. *Poultry Science*, 99(4), 2017–2025. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2019.11.048>
- Xu, R., Kiarie, E. G., Yiannikouris, A., Sun, L., & Karrow, N. A. (2022). Nutritional impact of mycotoxins in food animal production and strategies for mitigation. *Journal of Animal*

*Science and Biotechnology* 2022 13:1, 13(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/S40104-022-00714-2>

Zhang, H., Zhou, Y., Xu, H., Liang, C., & Zhai, Z. (2022). *Bacillus amyloliquefaciens* BLCC1-0238 alone or in combination with mannan- oligosaccharides alleviates subclinical necrotic enteritis in broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 14(1), 158–168. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09853-w>

## Anexos

## Anexo 1

*Esquema de vacunación pollo de engorde*

Contra la Enfermedad	Vacuna	Laboratorio	Administración	Edad
Marek + New Castle	Vectormune	Ceva	In Ovo	1 día
Gumboro	Transmune	Ceva		1 día
New Castle + Bronquitis infecciosa	Vitabron	Ceva	Aspersión	1 día
New Castle + Bronquitis infecciosa	S/ H120	Hipra	Oral	10 días
Gumboro	CH/80 - CW	Hipra	Oral	18 días

**Nota.** La anterior tabla representa el esquema vacunal que se lleva a cabo en las aves de la granja San Francisco.

## Anexo 2

*Certificación de bienestar animal aplicado a la avicultura nacional*

## EL INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

Certifica que:

**Yucennith Vianney Suescun Carrillo**

1094275416

Asistió y aprobó el:

**“Curso de Bienestar Animal Aplicado a la Avicultura Nacional”**

Del 22 al 26 de agosto de 2022, intensidad de 20 horas  
Se expide en Bogotá a los 16 días del mes de septiembre de 2022.



**Luis Felipe Gárnica Gómez**  
Director Técnico de Inocuidad e Insumos Veterinarios



**Alfonso Araujo Baute (E)**  
Subgerente de Protección Animal



**Nota.** (Brito, 2022)

### Anexo 3

#### *Cambios adaptativos del ave frente al calor*



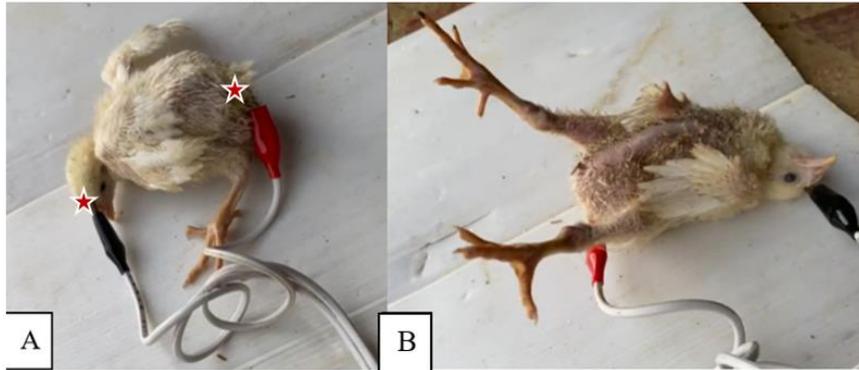
**Nota.** La anterior figura demuestra en A, la posición que adoptan las aves para disipar calor sobre la superficie de contacto y extensión de miembros (flecha). B, se observa el cambio de comportamiento para realizar procesos de termólisis como el acercamiento del ave a los bebederos y el jadeo.

### Anexo 4

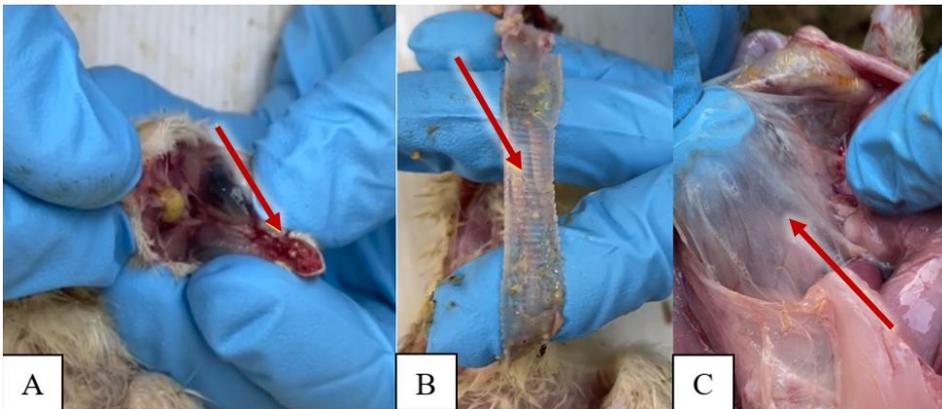
#### *Mecanismos de mitigación del estrés calórico*



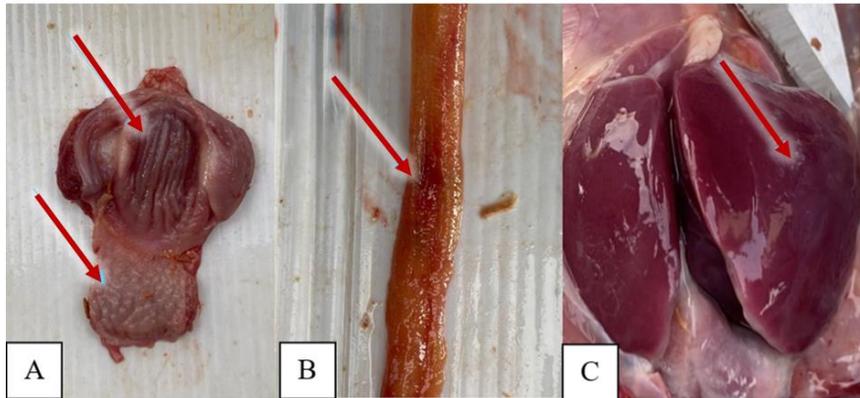
**Nota.** La figura anterior representa en el literal A, las flechas azules muestran los surtidores aéreos con los que cuentan los galpones para bajar la temperatura del techo y por consiguiente la del sobre techo. B, las flechas azules señalan el ventilador encendido para bajar la temperatura ambiente y también se señalan los comederos alzados para restringir el consumo de alimento.

**Anexo 5***Sacrificio humanitario de las aves*

**Nota.** En la imagen anterior en el literal A, se muestra el proceso de eutanasia por electrocución conectando las pinzas a la cloaca y a la cresta del ave (\*). B, se muestra el ave eutanasiada tras la aplicación de corriente.

**Anexo 6***Hallazgos a la necropsia del sistema respiratorio*

**Nota.** En el literal A, se pudo observar presencia de material mucopurulento espumoso en las fosas nasales de un pollo (flecha amarilla) del lote 2. B, se pudo observar en la tráquea material mucopurulento a nivel de los anillos traqueales (flecha amarilla) en un pollo del lote 2. C, se observaron los sacos aéreos abdominales con presencia de material mucoso espumoso (flecha amarilla).

**Anexo 7***Hallazgos a la necropsia del sistema digestivo*

**Nota.** A, las flechas azules señalan la integridad de la molleja después de retirada la cutícula de la misma, sin alteraciones en el tejido e igualmente el proventrículo incorrupto sin presencia de alteraciones. B, se indica con una flecha azul una porción del intestino delgado que presenta una lesión extensa de coloración rojiza en la superficie de la mucosa del órgano. C, se indica con una flecha azul la presencia de un material de color blanco lechoso con una distribución difusa sobre el parénquima hepático.