

**Determinación del Índice de Confort Mediante el Uso de Termohigrómetros en el Área de
Recepción de Pollo de Engorde en la Planta de Beneficio**

Alarcón Vargas María Camila

Universidad de Santander

Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Bucaramanga

2021

**Determinación del Índice de Confort Mediante el Uso de Termohigrómetros en el Área de
Recepción de Pollo de Engorde en la Planta de Beneficio**

Alarcón Vargas María Camila

**Trabajo de Grado para Optar por el Título de
Médico Veterinario**

Director

Rincón Uribe Josimar

Médico Veterinario Zootecnista

Codirector

Acosta Beltrán Laura Ximena

Médica Veterinaria

Universidad de Santander

Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Bucaramanga

2021



UNIVERSIDAD DE SANTANDER - UDES
ACTA DE EVALUACIÓN PARA TRABAJO DE GRADO
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA
ACTA No. 009

En Bucaramanga, a los 09 días del mes de junio de 2021, se reunió el Comité de Proyectos de Grado, con asistencia de los docentes que a continuación firman el acta de "Evaluación para trabajos de grado":

María Camila Alarcón Vargas

CODIGO: 15351057

TITULO DEL PROYECTO: "DETERMINACION DEL INDICE DE CONFORT MEDIANTE EL USO DE TERMOHIGROMETROS EN EL AREA DE RECEPCION DE POLLO DE ENGORDE EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE AVIDESA MAC POLLO"
."

CONCEPTO: Aprobado CALIFICACIÓN TOTAL: TRES PUNTO SIETE (3.7)

OBSERVACIONES:

EN CONSTANCIA FIRMAN:

Dr. ALBEIRO PATIÑO HERRERA
Dr. Director Programa MV

Dr. ANGEL A. FLOREZ MUÑOZ
Jurado

Dra. LAURA ACOSTA BELTRÁN
Directora Trabajo de Grado

Dra. ANNY L. CELIS ESTUPINAN
Jurado

Tabla de Contenido

	Pag.
Introducción	11
Planteamiento del Problema	15
Justificación	17
Marco Teórico.....	18
Estado del Arte.....	22
Hipótesis	24
Objetivos.....	25
Objetivo General.....	25
Objetivos Específicos.....	25
Metodología	26
Pasos de la Recolección de Datos.....	27
Resultados y Discusión.....	31
Conclusiones.....	35
Referencias Bibliográficas	36

Lista de Tablas

	Pag.
Tabla 1. Datos recolectados para el estudio de estrés calórico en pollos de engorde.....	28
Tabla 2. Descripción de valores normales de temperatura, humedad relativa e índice de confort de acuerdo con el grado de estrés	30
Tabla 3. Promedio de temperaturas inicial vs final, en su respectiva clasificación de índice de confort en pollos de engorde.....	32
Tabla 4. Promedios de temperatura de los vehículos provenientes de diferentes municipios del departamento de Santander	34

Lista de Figuras

	Pag.
Figura 1. Ave con estrés calórico jadeando, con presencia de secreción oral	12
Figura 2. Ave con estrés calórico jadeando, con presencia de secreción nasal	13
Figura 3. Área de recepción de la planta de beneficio	26
Figura 4. Imagen área de la planta de beneficio, Avides Mac pollo	26
Figura 5. Termohigrómetro referencia Elitech Rc-4HC	27
Figura 6. Promedio de temperaturas vs porcentaje de animales	32

Resumen

Titulo

Determinación del Índice de Confort Mediante el Uso de Termohigrómetros en el Área de Recepción de Pollo de Engorde en la Planta de Beneficio.

Autor

Alarcón Vargas María Camila.

Palabras Clave

Carne PSE, estrés calórico, jadeo, pollo de engorde, termorregulación.

Descripción

El bienestar animal se ha convertido en un requerimiento en diferentes producciones; en el área de la avicultura se implementan medidas para garantizar que se cumpla con la sanidad y el bienestar animal para traer consigo beneficios económicos.

Las altas temperaturas representan un problema económico para la empresa y de calidad para el consumidor, lo que imposibilita la termorregulación fisiológica del pollo, facilitando así la pérdida de agua, presentando signos de aumento de la frecuencia respiratoria reflejándose como jadeo, aumento de la temperatura rectal, quietud y elevación de las alas, presencia de secreciones oculares y nasales, entre otros.

Además de esto signos de carne PSE (pálido, suave y exudativo), disminuyendo así la capacidad de retención de agua, observándose un tamaño reducido después de la cocción de la carne. El estrés por calor es uno de los factores más relevantes en el área de la avicultura, con efectos nocivos donde se afecta la salud del ave, la productividad y la calidad de la carne.

Los pollos de engorde son susceptibles al estrés por su metabolismo acelerado además de la tasa de crecimiento, estos padecen un trastorno de alcalosis respiratoria, como respuesta compensatoria padecen acidosis metabólica, favoreciendo la aparición de signos de carne PSE.

En el presente estudio, se pretende recolectar y analizar datos midiendo la temperatura y humedad relativa en el momento de llegada del vehículo al área de recepción minutos antes del sacrificio.

Se obtuvo como resultado que las aves expuestas al ventilador durante el monitoreo aumentaron la temperatura y en los que no se usó el ventilador disminuyó la temperatura, además otro resultado de las variables es que las aves que llegan mojadas tienden a jadear más, es por esto que se concluye que la exposición a altas temperaturas es un factor que induce al estrés calórico en aves.

Abstract

Title

Determination of the Comfort Index Through the Use of Thermohygrometers in the Broiler Reception Area at the Processing Plant.

Author

Alarcón Vargas María Camila.

Keywords

Broiler chicken, caloric stress, panting, PSE meat, thermoregulation.

Description

Animal welfare has become a requirement in different productions; in the area of poultry, measures are implemented to ensure compliance with animal health and welfare to bring economic benefits.

High temperatures represent an economic problem for the company and a quality problem for the consumer, being heat stress due to high temperatures in the environment, which makes physiological thermoregulation of the poultry impossible, thus facilitating the loss of water, showing signs of increased respiratory rate reflected as panting, increased rectal temperature, stillness and elevation of the wings, presence of eye and nasal secretions, among others.

In addition to these signs of PSE meat (pale, soft and exudative), thus reducing the water retention capacity, observing a reduced size after cooking of the meat. Heat stress is one of the most relevant factors in the area of poultry farming, with harmful effects where the health of the bird, the productivity and the quality of the meat are affected.

Broilers are susceptible to stress due to their accelerated metabolism in addition to the growth rate, they suffer from a respiratory alkalosis disorder, as a compensatory response they suffer from metabolic acidosis, favoring the appearance of signs of PSE meat. In the present study, it is intended to collect and analyze data by measuring the temperature and relative humidity at the time of arrival of the vehicle to the reception area minutes before slaughter.

It was obtained as a result that the birds exposed to the fan during the monitoring increased the temperature and in those that the fan was not used the temperature decreased, also another result of the variables is that the birds that arrive wet tend to pant more, that is why It is concluded that exposure to high temperatures is a factor that induces heat stress in birds.

Introducción

El estrés representa una alteración en el equilibrio fisiológico del organismo, es por esto que el estrés calórico se da por un balance negativo entre la cantidad de energía del cuerpo hacia el ambiente y la cantidad de energía calórica producida por el ave, esto a causa de variables en la interacción de factores medioambientales como en el caso de la luz solar, radiación térmica, temperatura y humedad en el ambiente, sumado a la raza, el peso, la línea de producción, el alimento, el tipo de manejo y los mecanismos de autorregulación (Renaudeau et al., 2012).

Es necesario comprender y controlar las condiciones ambientales de un tipo de producción para lograr beneficios zootécnicos además del bienestar animal. Para un estado de confort en pollos de engorde, el rango mínimo de temperatura debe ser de 18 hasta 22°C (Charles, 2002), con una humedad relativa menor a 60% (Baumgard, 2013).

Las aves es una especie homeoterma, es decir que tienen la capacidad de termo regular hasta una temperatura máxima de 41°C, controlando así el balance de energía, es decir, el calor generado del metabolismo igualando la pérdida de calor al medio ambiente; no obstante, esta condición de homeostasis resulta alterada por condiciones ambientales extremas, más específicamente como las altas temperaturas generando estrés calórico, o de lo contrario estrés por bajas temperaturas (Willmer et al., 2009).

En condiciones donde la temperatura es superior a 22°C con una humedad mayor a 60%, las aves se muestran alteradas en su comportamiento para así poder termo regular reduciendo la temperatura corporal (Lin, 2002). Las aves tratan de compensar las fluctuaciones de temperatura manteniendo el equilibrio térmico, es por esto, que cuentan con variedad de mecanismos de adaptación, por medio de alteraciones en su comportamiento y fisiología. Los métodos empleados por los pollos de engorde son: el mecanismo de convección, radiación y evaporación

(DeShazer, 2009). La convección, se refiere al movimiento de las alas con el fin de enfriar el aire, (Lara & Rostagno, 2013); por conducción cuando las aves se aproximan a superficies frías en las instalaciones donde se encuentren; por radiación cuando se trasmite el calor por medio de ondas electromagnéticas a las paredes, techos, equipos, entre otros; y el método de la evaporación, donde la cavidad nasal aumenta el intercambio O_2 y CO_2 , generando incremento en frecuencia respiratoria observándose como signo característico de estrés calórico el jadeo (Mustaf et al., 2015). En la Figura 1 se presenta un ave con estrés calórico jadeando con secreción oral y en la Figura 2 se puede observar un ave con estrés calórico jadeando con secreción nasal.

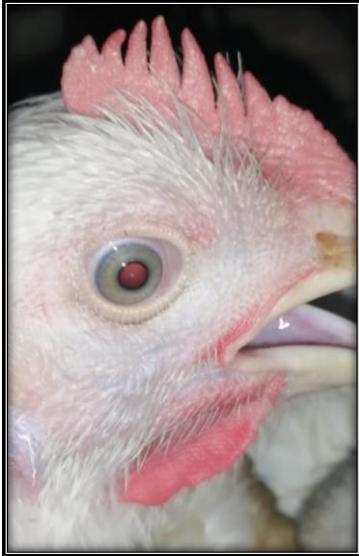
Figura 1

Ave con Estrés Calórico Jadeando, con Presencia de Secreción Oral



Figura 2

Ave con Estrés Calórico Jadeando, con Presencia de Secreción Nasal



Nota. Imagen de ave expuesta a altas temperatura, con jadeo y presencia de secreción nasal.

En casos de estrés calórico, los pollos de engorde tratan de mantener distancia entre ellos, sin embargo, en vista de la reducción en el espacio en los huacales donde se sitúan durante el transporte de granja a planta de beneficio, ellos no pueden evadir la limitación y la aglomeración a la que son sometidos, es por esto que los pollos de engorde recurren a disipar el calor por medio del jadeo, resultando en deshidratación, generando una alteración del equilibrio ácido base, conllevando a la síntesis de calor metabólico (DeShazer, 2009).

El estrés por calor es uno de los eventos más estresantes en la vida del ganado con efectos nocivos consecuencias para la salud animal, la productividad y la calidad del producto.

Cuando las aves sufren de estrés calórico minutos antes del sacrificio además de considerarse un problema de bienestar animal, ocurren alteraciones metabólicas donde se genera un estímulo de la glucogenolisis muscular resultando en signos de carne PSE (pálida, suave y exudativa), que se caracteriza por la baja capacidad de retención de agua, esto explica la

reducción de la carne en el momento de la cocción. Estos factores, traen consigo problemas en la comercialización y venta del producto, pues principalmente se compromete la calidad y composición de la canal, una reducción del peso del mercado y un aumento de los problemas de bienestar animal.

Planteamiento del Problema

El estrés por calor es uno de los eventos más tensionantes en la vida de las aves, generando efectos nocivos que ocasionan consecuencias para la salud animal, la productividad y la calidad del producto. Debido al alto nivel de producción y a la rápida tasa metabólica a la que son sometidos los pollos de engorde, se ve afectada de manera significativa la calidad de la carne que se pretende comercializar, de forma aguda presentando estrés calórico tan solo minutos antes del sacrificio signos de carne PSE y reducción en la cocción; de forma crónica signos de carne ODS (oscura, dura y seca) (Majid, 2018).

Asimismo, la exposición a altas temperaturas conduce de manera gradual a estrés oxidativo de lípidos y proteínas, donde se ve comprometida la seguridad alimentaria por el aumento en el crecimiento bacteriano (Chauhan et al., 2014).

A medida que la temperatura y humedad en los pollos de engorde se alteran, una forma de aminorar ese impacto es la identificación de las variables que conllevan al estrés calórico, evaluando las adecuaciones del área donde se hace la recepción del vehículo en la planta de beneficio con el fin de disminuir la temperatura con la que llegan del viaje y disminuir así estrés por calor (Baumgard, 2013).

Los ventiladores permiten el cambio de gases regularmente, además, ocurre una concentración de la humedad que se forma entre los huacales del vehículo por la actividad que realizan en granjas como mojar el pollo antes del viaje, sumado al jadeo generado por los animales y por la radiación solar, además de la ventilación natural que entra por las aberturas de los huacales.

Con la identificación de la interacción de las variables que conducen a estrés calórico seguido de las modificaciones en el área de recepción del vehículo cuando llega a la planta de

beneficio, se logrará encontrar un estado de confort entre el ave y el medio donde se encuentre mediado por condiciones óptimas físicas y fisiológicas, donde la calidad de vida del ave y los rendimientos productivos muestren resultados significantes de manera positiva (Dai et al., 2014).

Los factores ambientales más influyentes que afectan a las aves son: la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación y el movimiento del aire, pudiendo afectar el bienestar animal y la productividad (Lara, 2013); es por esto, que, se busca moderar el ambiente natural utilizando adecuaciones que ayuden a mitigar el calor generado en las instalaciones de recepción en la planta de beneficio.

Justificación

En Colombia, la industria avícola es una de las líneas de producción que presenta un crecimiento exponencial sin precedente, es de enunciar que es una economía en constante crecimiento y no se espera en próximos años un tope del incremento en la producción de pollo de engorde en el país; esta investigación identifica las razones por las cuales se presenta el estrés calórico, la interacción de los factores de riesgo, beneficiando esta información a empresas productoras y procesadoras de pollo de engorde; en este proyecto el método cuantitativo brindará un apoyo claro y contundente para demostrar los objetivos generales y específicos trazados en el mismo, sin embargo, por medio de registros cualitativos se logró la evaluación de signos que permiten al investigador determinar los factores que conducen al estrés calórico con el que llegan algunas de las aves destinadas a ser procesadas en la planta de beneficio, es importante resaltar que por medio de estas pruebas, se lograra determinar las factores que causan esta condición de estrés que lleva a una disminución considerable en la calidad del producto que llega al consumidor, comprometiendo así los beneficios económicos percibidos por la planta de beneficio, la información recolectada será verificada y analizada en el siguiente trabajo, no solo entrando a revisar la información obtenida con los distintos sujetos de prueba, sino también con lo expuesto en los textos académicos de los grandes investigadores de la medicina veterinaria, es procedente aclarar que los referentes a enunciar hacen parte de las corrientes medico veterinarias de los países protestantes.

Marco Teórico

Según Fenavi (2018), Colombia en la industria avícola ha tenido un crecimiento durante las últimas décadas gracias al aumento de demanda de la carne de pollo. Actualmente, como resultado de esta industria, la avicultura en Colombia está posicionada a nivel continental en el sexto de la producción de pollo, después de (Estados Unidos, Brasil, México, Canadá y Argentina); en el segundo lugar dentro de las actividades agropecuarias a nivel nacional, seguido de la industria cafetera. La producción de pollo de engorde, se concentra en los departamentos Cundinamarca, Tolima, Huila y Boyacá (32%) de la región central, seguida del departamento de Santander (25%), (Gallardo, 2016).

La determinación del confort térmico, se caracteriza directamente del ambiente, así mismo, de la infraestructura donde se hace la recepción del vehículo cargado, teniendo en cuenta factores de temperatura, humedad, polvo, ventilación, techo, luminosidad y densidad de población (Cassuce, 2011); además del entorno donde las aves se encuentren, ejerce una influencia positiva o negativa en su comportamiento, lo que hace necesaria la identificación, cuantificación y caracterización de las condiciones de confort térmico y bienestar (Estrada, 2007). La calidad del ambiente se ha vuelto cada vez más significativa relacionado con la temperatura, humedad y ventilación (González et al., 2019). Algunos estudios muestran que la temperatura y la humedad relativa del aire actúan como vehículos en la disipación de calor de las aves, ayudando a mantenerse en equilibrio en su zona de termo neutralidad (Lima, 2007).

Para asegurar la máxima eficiencia productiva de las aves, es necesario proyectar lotes de aves sanos y eficientes, garantizando el bienestar animal. Los animales de líneas de producción se someten a diversos factores estresantes como el frío y el calor, desviando la energía de producción como la de mantenimiento (Oliveiro, 2001). En casos de que la temperatura del

ambiente se acerque a la temperatura de las aves el proceso para disipar se realiza por medio de la evaporación, no obstante, cuanto mayor sea la presión de vapor del ambiente, mayor es la dificultad de liberar el calor por medios evaporativos (Ferreira et al., 2013).

La humedad relativa (HR) y la temperatura de bulbo seco (Tbs) juegan un papel importante en la disipación de calor en pollos de engorde. Un estudio de Grant (1995), afirma que el efecto de valores altos de Tbs y HR en los animales es muy perjudicial para las líneas de producción porque la HR varía con la temperatura del ambiente en las instalaciones técnicas. Es por esto, que se necesita controlar estos factores que cambian la humedad relativa. En ambientes donde la temperatura ambiental se acerca a la temperatura corporal del animal o alcanza un valor más alto, la pérdida de calor se debe principalmente a la evaporación, que está influenciada por la HR. La evaporación en estas condiciones reduce el gradiente de vapor de agua presente bajo la influencia de los aumentos de HR y se reduce la probabilidad de evaporación del vapor de agua a través del sistema respiratorio y el medio ambiente (Kawabata, 2005). Así mismo, Lima et al. (2009), mencionan que cuanto mayor es la humedad relativa del aire, más difícil es para el ave disipar el calor interno a través del tracto respiratorio, lo que aumenta la frecuencia respiratoria. Además, según Lee (2009), se recomienda un rango de HR de 50 a 60%, lo que muestra que los cambios térmicos entre los animales y el medio ambiente no se ven afectados por este intervalo de HR.

El ambiente de las adecuaciones se utiliza como determinante de activación del sistema de climatización para realizar análisis generales de la temperatura y humedad relativa del ambiente biotecnológico. Es importante considerar las condiciones cómodas y estresantes en las que está expuesto el animal. Estas variables representan las propiedades psicométricas del aire húmedo relacionadas con el proceso de transferencia de energía, sirviendo para cuantificar el

balance de energía térmica en el ambiente. Comparando el rendimiento entre diferentes modelos de instalación, en este caso debido a la gran cantidad de variables relacionales, la región receptora se encuentra fácilmente mediante índices de confort térmico. Los animales actúan como sistemas termodinámicos que intercambian energía continuamente con el medio ambiente. Como tal, el medio ambiente tiene la capacidad de inducir cambios dentro de los animales y juega un papel importante al influir en la cantidad de energía intercambiada entre ellos. Este fenómeno conduce a la necesidad de un ajuste fisiológico en el que se produce el equilibrio térmico. Estos ajustes tienen un efecto directo e inmediato sobre el comportamiento animal, la productividad y las respuestas reproductivas (Cassuce, 2011). Por tanto, existe un efecto de ajuste en el análisis de las características ambientales para cada tipo de confort térmico ligado a las características fisiológicas que se pueden definir como el ambiente térmico y el confort según la situación del ambiente (Baumgard, 2013).

Las condiciones micro climáticas de las instalaciones se utilizan como elementos decisivos para accionar sistemas de climatización, los cuales recomiendan realizar un análisis conjunto de la temperatura y humedad relativa del aire en los ambientes donde el vehículo espera cargado minutos antes del sacrificio, debido a la importancia de verificar la situación de confort y estrés a que los animales están sometidos (Renaudeau, 2012). Estas variables son responsables de la cuantificación del balance de energía térmica en el ambiente, representando las características psicométricas del aire húmedo, responsables por las transferencias de energía. Las comparaciones de rendimiento entre diferentes modelos de instalaciones, en este caso, de áreas de recepción debido al gran número de variables que son implicadas, son facilitadas y descubiertas por los índices de confort térmico (Sevegnani et al., 1994).

El animal se porta como un sistema termodinámico que intercambia energía con el ambiente de forma continua. De esta forma el medio ambiente juega un papel importante ya que puede producir variaciones internas en el animal, lo que influye en el intercambio de energía. Este fenómeno lleva a la necesidad de ajustes fisiológicos para que ocurra el balance de calor. Tales ajustes ejercen acción directa e inmediata sobre las respuestas comportamentales, productivas y reproductivas de los animales (Davies, 2012). Así, se puede definir el ambiente térmico como el confort basado en contexto ambiental térmico, el análisis de las características ambientales en función de la zona de confort térmico de la especie ligada a características fisiológicas que actúan en la regulación de la temperatura interna del animal (Estrada, 2007). La humedad relativa del ave es función de la temperatura ambiente, flujo de vapor de agua que entra en el galpón por el sistema de ventilación, sistema de enfriamiento evaporativo y de la cantidad de vapor de agua de los bebederos de las aves y de los desechos (Willmer, 2009). La energía calórica se añade al entorno interno de la instalación de la planta o instalación avícola a través de diversas fuentes, tales como: el metabolismo, la luz, motores, radiación térmica proveniente directamente a los huacales.

La temperatura y humedad relativa del aire, en conjunto, son las dos variables climáticas que proporcionan mayor influencia al confort térmico animal, ya que, a altas temperaturas, el principal medio de disipación de calor de las aves es la evaporación, la cual depende de la humedad relativa del aire (Charles et al., 2021). La zona de confort térmico varía entre especies y entre individuos de la misma especie. En las aves, este rango de temperatura está relacionado con factores como su constitución genética, edad, sexo, tamaño corporal, peso, consumo y tipo de ración y etapa de postura (Spier, 2012).

Estado del Arte

Pese a que es una problemática recurrente en el ámbito avícola, más específicamente en los pollos que son usados en las plantas de beneficio, no hay escritores prominentes que tengan investigaciones directamente abordando con profundidad la temática de estrés calórico en áreas de recepción minutos antes del sacrificio, por esto, es imprescindible una abstracción clara al problema planteado, esto significa que para dilucidar el contenido de la investigación se ha de emplear un idealismo profundo que se ha de diseñar mediante una inducción reflexiva en el área de llegada de los pollos a la planta de beneficio, pues estos animales deberán ser inspeccionados de forma general, evaluando las condiciones de transporte y la forma en la que llegan a la zona de recepción de la planta de beneficio, se debe diseñar además, un mecanismo de análisis enfocado mayormente sobre la experimentación controlada, esto, llevado a cabo por medio de abstracciones que permitirán visualizar los diferentes resultados arrojados en las pruebas. Cabe mencionar que las inspecciones a estas aves se harán bajo un ambiente controlado y serán enfocadas en la recopilación de datos que proporcionaran las bases de la investigación cuantitativa, sin dejar de lado una investigación deductiva, debido a que este método investigativo permitirá englobar todo un abanico de posibilidades que orientaran al investigador desde un marco general de variedad de respuestas, hasta una especificidad comprobable de resultados, por consiguiente mediante esta información se podrá individualizar las aves que sufren de esta alteración metabólica; posteriormente la clasificación según el nivel de avance que demuestren los instrumentos serán estudiados para comprobar las circunstancias peculiares que causaron el estrés calórico en estas aves de corral. Este fenómeno no debe tomarse a la ligera entre los avicultores y las plantas de beneficio, debido a que pueden llevar a pérdidas económicas cuantiosas, que disminuirán su margen de ganancia y su credibilidad en el manejo de sanidad de

las empresas, en el mismo sentido, si se hace un enfoque netamente económico, esta problemática debe ser atendida con especial atención por cuenta de los inversionistas, puesto que al desarrollar esta condición de estrés calórico en las aves de corral, el consumidor notara una baja calidad en el producto, pues al momento de la compra se apreciaran unas dimensiones desproporcionadas de las piezas de pollo en comparación al momento de consumir él producto, pues su porción se ve reducida al exponerse al calor. Por medio de pruebas estadísticas, se dará una interpretación clara y profunda a la información compendiada en diferentes textos académicos fundamentales para la investigación.

Hipótesis

¿Se presenta estrés calórico en pollos de engorde en el área de recepción de la planta de beneficio de Avidesa Mac Pollo?

Objetivos

Objetivo General

Determinar el índice de confort en las aves durante la estadía en el área de recepción de la planta de beneficio.

Objetivos Específicos

- Determinar las fluctuaciones de temperatura para establecer las condiciones medioambientales a las que son sometidas las aves en el área de recepción de la planta de beneficio.
- Realizar el respectivo análisis de los datos mediante el uso de un software estadístico para determinar las variables que afectan el estrés calórico en las aves.
- Proponer estrategias que ayuden a mitigar el impacto de las condiciones ambientales en la recepción de la planta de beneficio.
- Instaurar la metodología adecuada para la determinación de lotes con estrés calórico en la planta de beneficio.

Metodología

El presente trabajo se desarrolló en el área de recepción de la planta de beneficio de Avidesa Mac Pollo ubicada en el Km 7 de Floridablanca, Santander (Figuras 3 y 4); con el propósito aportar a la necesidad de conocer la condición de temperatura y humedad relativa en la que llegan los lotes de aves a la planta de beneficio, determinando el efecto en el estrés calórico con las nuevas adecuaciones en la zona de recepción evaluando si esta área es eficiente y así sugerir modificaciones.

Figura 3

Área de Recepción de la Planta de Beneficio



Figura 4

Imagen Área de la Planta de Beneficio, Avidesa Mac pollo



Nota. Adaptado de Avidesa Mac Pollo, Ortíz, 2014.

Este estudio se describe principalmente como un diseño descriptivo y observacional, donde el medio y objeto experimental son 156 vehículos de transporte de carga con un alrededor de 490.000 pollos de engorde entre ellos machos y hembras, de dos razas comerciales (RossAp, Cobb) y edad de 5 a 7 semanas, provenientes de granjas de ambiente controlado y ambiente tradicional ubicadas en diferentes municipios de Santander (Lebrija, Barrancabermeja, Los santos, Piedecuesta, Girón, Sabana de Torres, Ríonegro y Zapatoca), entre latitudes mínimas de 834-2788 metros sobre el nivel del mar.

Se realizó inicialmente la recolección de los datos por medio de formatos físicos, posterior a esto fueron digitalizados en archivos de Excel, para así ser analizados en el programa estadístico.

Pasos de la Recolección de Datos

1. En la zona de recepción se registra la hora en la que el vehículo se estaciona completamente en el módulo de ventilación, se ubica el termo higrómetro de referencia Elitech Rc-4HC (Figura 5) en la parte delantera en el segundo huacal del vehículo subiendo de la primera pesada; el termómetro debe colocarse del lado opuesto a los ventiladores laterales.

Figura 5

Termohigrómetro Referencia Elitech Rc-4HC



2. Una vez colocados los termómetros se registra la temperatura inicial y humedad inicial en el formato.
3. Mientras espera el camión con el termómetro, se solicita la remisión al conductor y se completa la información de placa del vehículo, hora de llegada a la recepción de la planta, nombre de granja, galpón, edad de las aves, genero, hora de inicio de cargue y hora salida de la granja.
4. Durante la espera del camión se debe realizar el monitoreo de las variables cualitativas como lo son: Jadeo, pollo mojado, plumas erizadas, secreciones oro-nasales, funcionamiento de ventiladores, se realiza una inspección completa por la parte exterior a los huacales del vehículo, completando en el formato con el término “SI” si se observa más del 20% de las aves revisadas con la condición.
5. Se registra la hora, temperatura y humedad final en el momento que el vehículo procede a salir del área de recepción.
6. Se registran los datos recolectados (Tabla 1) en un documento Excel, agregando datos específicos de cada vehículo monitoreado, entre ellos el peso promedio de las aves, unidades transportadas y número de aves ahogadas del viaje.

Tabla 1

Datos Recolectados para el Estudio de Estrés Calórico en Pollos de Engorde

Variables	Discretas	Continuas
Edad	5-7 semanas	-
Sexo	Macho, Hembra	-
Raza	Cobb, RossAp	-
Municipio	Nombre del municipio	-
Vereda	Nombre de la vereda	-
Plumaje mojado	Si, No	-

VARIABLES	Discretas	Continuas
Secreciones oronasales	Si, No	-
Plumaje erizado	Si, No	-
Jadeo	Si, No	-
Ventilación	Si, No	-
Duración de cargue	-	Minutos
Tiempo de transporte	-	Minutos
Temperatura inicial	-	Grados Celsius
Temperatura final	-	Grados Celsius
Humedad relativa inicial	-	Porcentaje
Humedad relativa final	-	Porcentaje
Peso promedio	-	Kilogramos
Numero de ahogados	-	Unidades
Mortalidad	-	Porcentaje
Índice de confort inicial	-	Grados celsius
Índice de confort final	-	Grados celsius

7. Se calcula la fórmula de índice de confort térmico inicial y final por medio de una herramienta en línea que proporcionaba una calculadora psicométrica de temperatura y humedad relativa (Herramientas de ingeniería, 2019), donde se ingresan las variables temperatura y humedad y se obtiene como resultado la temperatura de bulbo húmedo, lo que se registra como dato de TIH en el documento de Excel de inspección por vehículo, donde automáticamente se clasifica por medio de reglas del sistema el estado térmico del ave, teniendo en cuenta los rangos del índice de confort en pollos de engorde.

8. Se analizan los datos por medio de graficas desde el documento Excel, utilizando reglas que permitan diferenciar las variables que interactúan para desarrollar estrés calórico en aves.

9. Se lleva la información recolectada a un software estadístico SPSS.

10. Se generan los resultados por medio del software, utilizando pruebas de significancia del estudio (Prueba de Kolmogorov-Smirnov, Prueba de Levene).

11. Se analizan los resultados.

Adicionalmente, en la Tabla 2 se presenta la descripción de valores normales de temperatura, humedad relativa e índice de confort de acuerdo con el grado de estrés.

Tabla 2

Descripción de Valores Normales de Temperatura, Humedad Relativa e Índice de Confort de Acuerdo con el Grado de Estrés

Variable	Nivel de estres			
	Ninguno	Leve	Moderado	Severo
Temperatura	15° C	25° C	28° C	33° C
Humedad relativa	50%	60%	60%	70%
Índice de confort	Menor a 22	22 – 24,5	24.6-30,4	Mayor a 30,5

Nota. Tomado de Broilers Program Heat Stress, por Phileo by Lesaffre, 2019.

Resultados y Discusión

La recolección de los datos de los parámetros establecidos de forma cualitativa de cada uno de los vehículos cargados con lotes durante lapsos de horas durante día y noche, se estudiaron en total 196 vehículos, donde se registraba la temperatura y humedad relativa inicial una vez el vehículo se estacionara en el área de recepción, los vehículos fueron estudiados con una variable que indicaría argumentar la eficiencia de las condiciones en infraestructura del área de recepción, buscando comparar el índice de confort con el uso de dos ventiladores distribuidos por un lateral de manera individual por vehículo en el lugar del estacionamiento del área de recepción de la planta de beneficio de Avidesa Mac Pollo; 111 vehículos fueron estudiados con ventiladores apagados y 85 vehículos del total de las muestras se estudiaron con los ventiladores encendidos; dando como resultado por medio de la prueba de T student donde 'DIF' se refiere a la diferencia de temperatura inicial y temperatura final para determinar si existe significancia estadística en las dos variables del uso o no de ventiladores, con ventilador el promedio de viajes aumentó $0,04^{\circ}\text{C}$ en temperatura y sin ventilador esta disminuyó $0,02^{\circ}\text{C}$ (Tabla 3 y Figura 6), esto se explica de forma que los ventiladores están ubicados paralelamente, a un costado del vehículo, el aire entra por un lateral del vehículo donde este queda atrapado y es obstaculizado por diferentes barreras como lo son las estructuras de los huacales y las aves, no permitiendo el flujo de salida por alguna superficie, quedando el aire que ingresa, atrapado en el interior del vehículo entre los huacales y la población estudiada, concentrándose de manera lenta y progresiva, aumentando así la temperatura, por otro lado cuando los ventiladores están apagados, algunos lotes de aves que llegaron al área de recepción lograron mantener y/o disipar el calor por mecanismos fisiológicos de evaporación, es por esto que se veía en algunos casos de la evaluación en su gran mayoría donde se presentó altas temperaturas signos de pollos jadeando.

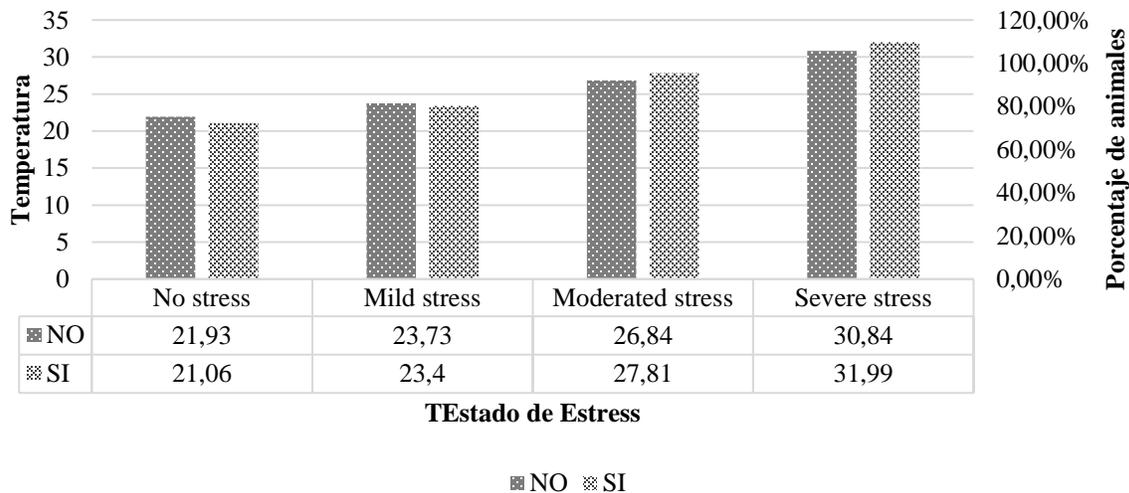
Tabla 3

Promedio de Temperaturas Inicial vs Final, en su Respectiva Clasificación de Índice de Confort en Pollos de Engorde

Variable	Nivel de estrés			
	Ninguno	Leve	Moderado	Severo
Con ventilación	21,93	23,73	26,84	30,84
Total animales TI	3	34	152	7
Sin ventilación	21,06	23,4	27,81	31,99
Total animales TF	4	29	146	17
Total animales porcentaje TI	1,53%	17,34%	77,50%	3,50%
Total animales porcentaje TF	2%	14,70%	74,40%	8,60%

Figura 6

Promedio de Temperaturas vs Porcentaje de Animales



Las diferencias de promedios anteriormente expuestas no garantizan que estén directamente ligadas a la variable de ventilación, es por esto que se realiza la prueba T, los promedios usados para determinar la eficiencia del uso de ventilación son estadísticamente significativos (p- value <0,05) un 95%; debido a estos resultados, debe haber una modificación

estructural en la ubicación y distribución de los ventiladores, colocando tres ventiladores distribuidos uniformemente por un costado y por el otro lado ubicar dos ventiladores que cubran los espacios entre los ventiladores del lado opuesto, ayudando así al flujo del aire para que salga por alguna dirección y no se quede allí concentrado permitiendo que aumente la temperatura y humedad del aire. Debido a esto, como otro resultado significativo, se encontró que el pollo que viene mojado de granjas con el fin de evitar que el ave eleve la temperatura por el ambiente, está predispuesto a jadear más, pues la misma humedad y temperatura que se concentra dentro de los huacales donde están las aves aumenta el riesgo de desarrollar estrés calórico, pues el aire que ingresa por la cavidad nasal ingresa caliente, aumentando la temperatura corporal de manera más rápida, iniciando el mecanismo de termorregulación por medio del jadeo donde resulta de manera efectiva para las aves que están ubicados en los costados porque reciben más aire, pero las aves que están en el centro o en la área donde tienen poco flujo de aire se ven más afectados, llevando a su punto máximo el mecanismo de ventilación para regular la temperatura. Otra de las variables que se relacionó, fue el porcentaje de mortalidad con el número de ahogados que se reportan una vez las aves entran a la planta de beneficio y llegan sin signos clínicos, descartándose con sospecha de estrés por calor; de este modo como resultado de esta prueba, la diferencia de la temperatura inicial y temperatura final como promedio un valor de 0,09 mostrando que no hay significancia estadística, además de la comparación de porcentaje de mortalidad con un promedio de 0,34, es decir que tampoco hay significancia estadística por ser valores superiores a 0,05. La correlación de Pearson se usó para contrastar las diferentes variables cuantitativas del estudio contrastándose contra las mismas variables (plumas mojadas, jadeo, secreción oro nasal, plumas erizadas, ventilador encendido) destacando los municipios, obteniendo resultado valores mayores a 0,05, esto quiere decir que no presenta significancia

estadística, sumado a una dispersión de los datos por las variables de mínimos y máximos (Tabla 4).

Tabla 4

Promedios de Temperatura de los Vehículos Provenientes de Diferentes Municipios del Departamento de Santander

Municipio	Media	Mediana	Desviación estándar	Límite mínimo	Límite máximo
Barrancabermeja	0,32	0,03	2,05	4,47	5,97
Betulia	0,67	0,41	0,99	0,16	1,76
Girón	0,31	-0,25	1,45	2,15	3,98
Lebrija	0,50	0,66	2,51	5,41	4,98
Los Santos	0,29	0,35	2,36	5,57	4,26
Mesa de los santos	0,70	-0,58	1,98	3,46	2,53
Piedecuesta	-0,17	-0,25	1,92	4,08	4,68
Retirada	0,82	0,82	2,16	0,70	2,35
Rio Negro	-3,26	-3,79	1,77	4,67	-0,79
Sabana de Torres	-0,66	-0,83	1,54	2,90	2,61
Zapatoca	0,45	0,32	1,87	1,83	3,14

Nota. Los promedios de las temperaturas iniciales de vehículos que provienen del departamento de Santander, indicando que los valores negativos disminuyeron su temperatura y los positivos aumentaron.

Conclusiones

La predisposición de las aves al estrés calórico aumenta a medida que la humedad relativa del aire y la temperatura sobre pasan la zona de confort térmico, lo cual dificulta la disipación de calor y aumenta de manera peligrosa la temperatura corporal del ave. En base a los resultados, los lotes de aves que se evaluaron con ventilador encendido aumentaron progresivamente la temperatura, haciendo que entraran en un proceso de estrés calórico. Los lotes de aves que llegaban al área de recepción de la planta de beneficio arrojaron como resultado que si estos llegan mojados, tienden a jadear más cuando el vehículo no está en movimiento. Cuando las aves están sometidas a estrés, se activan los procesos fisiológicos para mantener la homotermia corporal, en este caso el jadeo como principal mecanismo de termorregulación.

Una recomendación para disminuir la temperatura y poder llegar a la zona de confort térmico ideal, es haciendo una modificación en la ubicación y disposición de los ventiladores, ubicando dos ventiladores en un lateral y por el otro costado ubicar otros dos ventiladores de forma que se ubiquen de manera intercalada para que haya un flujo de aire constante y por los dos costados reciba ventilación, esta modificación se realizaría en el hangar del área de recepción de la planta para cada vehículo estacionado.

Referencias Bibliográficas

Baumgard, R. R. (2013). Effects of heat stress on post-absorptive metabolism and energetics.

AnnRev Anim Biosci, 311-337.

Cassuce, D. (2011). *Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. Locus UFV. Universidad Federal de Viscosa.*

Obtenido de <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/704>

Cottrell, J. J. (2015). Nutritional strategies to alleviate heat stress in pigns. *Animal production Science* , 1391-1402.

Charles, D. R. (2002). *Poultry environment problems: a guide to solutions*. UK: University of Nottingham, Sutton Bonington Campus, Loughborough.

Chauhan, C. P. (2014). Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium. *Animal Production Science*, 1525-1536.

Dai, M. y. (2014). *Estres calorico en la produccion de pollos: 1- Introduccion. Sitio Argentino de produccion animal*. . Obtenido de http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_aves/stres_calorico/04-Estres_calorico.pdf

Davies, C. J. (2012). Bienestar de las aves de corral en los países en.

DeShazer, J. A. (2009). Basic Principles of the Thermal Environment and Livestock Energetics.

Angricultural and byosistems engineering .

Estrada, S. M. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parametros productivos y la tranferencia de calor en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias pecuarias*.

- Fenavi. (2018). *Produccion Nacional de huevo y pollo en Colombia*. Obtenido de <https://avicultura.info/fenavi-consumo-historico-huevo-pollo-colombia/>
- Feng, Z. Z. (2001). Effects of High Temperature on Multiple Parameters of Broilers In Vitro and In Vivo. *Polutry Science*, 2133-2139.
- Ferreira, S. S. (2013). Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. *Bras saúde Prod. Anim*, v 14, n.1, p. 132-141.
- Gallardo, J. G. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE BIENESTAR ANIMAL EN AVES EN LA EMPRESA PIMPOLLO*. Bucaramanga Santander.
- Gonzalez, C. M. (2019). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat. *Pre-proof*.
- Grant, A. (1995). Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Animal Science*.
- Hernandez, D. (2017). HIPERACTIVACIÓN NORADRENÉRGICA AMIGDALAR EN LA FISIOPATOLOGÍA DE UN MODELO DE TRASTORNO POR ESTRÉS POST-TRAUMÁTICO EN RATA. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*.
- Herramientas de ingeniería. (2019). *DIAGRAMA Y CALCULADORA DE PARÁMETROS PSICROMÉTRICOS ONLINE*. Obtenido de Herramientas de ingeniería. (30 de abril de 2019) Calculadora psicrométrica de temperatura y humedad relativa <https://www.herramientasingenieria.com/onlinecalc/spa/psicrometricos/psicrometricos.html>
- Iken Lee, S. H. (2009). Improvement of the ventilation system of a naturally ventilated broiler house in the cold season using computational simulations.

- J. Rushen, A. B. (2011). *ANIMAL BEHAVIOR AND WELL-BEING SYMPOSIUM: Farm animal welfare assurance: Science and application*.
- Kawabata, H. S. (2005). Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas.
- Lara, R. M. (2013). Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animal*, 356-369.
- Lima, M. (2007). *Árvore de decisão aplicada a bancos de dados de incubatório de matrizes de postura*. Obtenido de http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257012/1/Lima_MarceloGomes
- Lin H, W. L. (2002). Effect of dietary supplemental levels of Vitamin A on egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. *Poult Sci*, 458-465.
- Majid Shakeri, J. J. (2018). Betaine and Antioxidants Improve Growth Performance, Breast Muscle Development and Ameliorate Thermoregulatory Responses to Cyclic Heat Exposure in Broiler Chickens. *Animals* , 162.
- Maldonado, A. B. (2016). Avances en bienestar animal en la avicultura colombiana.
- Minton, J. (1994). Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. *Journal of animal science*, 1891-1898.
- Mustaf S, K. N. (2015). Intermittent partial surface wetting and its effect on body-surface temperatures and egg production of white brown domestic laying hens in Antalya (Turkey).. *Poult Sci*, 33-38.
- Oliveiro, K. (2001). Avaliação de sistemas de ventilação mecanizada por pressão positiva e negativa utilizados na avicultura de corte. *Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp*.

Phileo by Lesaffre. (18 de Noviembre de 2019). *Broilers Program Heat Stress*. Obtenido de

<https://phileo-lesaffre.com/en/program-heat-stress-broilers/#>

Renaudeau D, C. A. (2012). Adaptation to hotclimate and strategies to alleviate heat stress in

livestock production. *Animal* 6, 707-728.

Spier. (2012). Physiological basis of temperature regulation in domestic animals In R. En J. C.

Collie.

Wang, R. P. (2009). Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of

pectoralis majors in broilers. *Poultry science*, 1078-1084.

Willmer, G. S. (2009). Environmental Physiology of Animals. En G. S. Pat Willmer. Estados

Unidos: Wiley-Blackwell.