



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 14 de julio de 2021

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

Juan Gabriel Jimenez Perdomo, con C.C. No. 7710833, María Catalina Camargo Galindo, con C.C. No. 1075223996, autores del trabajo de grado titulado: **Chiller, Sistema de Enfriamiento y su Efectividad en la Producción de un Galpón de Aves Ponedoras en Neiva (Huila)**, presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de Especialista en Estadística;

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

AUTOR/ESTUDIANTE: Juan Gabriel Jimenez Perdomo AUTOR/ESTUDIANTE: Maria Catalina Camargo Galindo

Firma:

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: CHILLER, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE UN GALPÓN DE AVES PONEDORAS EN NEIVA (HUILA)

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Jimenez Perdomo	Juan Gabriel
Camargo Galindo	María Catalina

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Bernal castro	Edgar Andrés

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Especialista en Estadística

FACULTAD: Ciencias Exactas y Naturales

PROGRAMA O POSGRADO: Especialización en Estadística

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2021

NÚMERO DE PÁGINAS: 43

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías_X_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos_X_ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
o Cuadros_X_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):



PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Productividad | Productivity |
| 2. Producción avícola | Poultry Production |
| 3. Estrés calórico | Heat stress |
| 4. Enfriamiento de agua | Water cooling |
| 5. Alcalosis metabólica | Metabolic alkalosis |

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El enfoque de este estudio fue de carácter cuantitativo, se desarrolló siguiendo características de tipo transversal, y comparativo. Se implementó un sistema de enfriamiento en un galpón para poder comprobar el efecto producido en los niveles de producción frente a un galpón sin este sistema, se comparó una distribución de muestreo tipo Chi cuadrado con los datos obtenidos en los dos galpones durante el semestre II, del año 2020, en la Finca de producción avícola La Dominga. Los niveles de producción se segmentaron en 3 categorías: productividad baja, productividad media y productividad alta para ser cruzadas con las dos categorías: sin chiller y con chiller. Se aplicó el test estadístico de Kolmogórov-Smirnov para descartar normalidad en los niveles de productividad y mortalidad, arrojando como resultado la confirmación de no normalidad. Se determinó si existía asociación entre usar sistema de ambiente controlado o no y las categorías del indicador de producción, se utilizó una tabla de contingencia y su respectiva prueba Chi-cuadrado. Se cuantificó este nivel de asociación entre las dos variables, encontrándose un nivel de 0,505 mediante el uso del indicador V de Cramer. Se encontró que sí había asociación entre utilizar el sistema de enfriamiento y los niveles de producción, con un nivel de asociación relativamente fuerte según la V de Cramer. Estos resultados permitieron hacer la recomendación de continuar con la implementación del chiller para el enfriamiento del agua que consumen las aves, preferiblemente en un número mayor de unidades de producción, incluso en la totalidad galpones existentes.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The focus of this study was quantitative in nature, it was developed following cross-sectional and comparative characteristics. A cooling system was implemented in a shed to be able to check the effect produced in the production levels compared to a shed without this system, a Chi-square type sampling distribution was compared with the data obtained in the two sheds during semester II, of the year 2020, at the La Dominga poultry farm. The production levels were divided into 3 categories: low productivity, medium productivity and high productivity to be crossed with the two categories: without chiller and with chiller. The Kolmogórov-Smirnov statistical test was applied to rule out normality in productivity and mortality levels, yielding confirmation of non-normality as a result. It was determined whether there was an association between using a controlled environment system or not and the categories of the production indicator, a contingency table and its respective Chi-square test were used. This level of association between the two variables was quantified, finding a level of 0.505 through the use of Cramer's V indicator. It was found that there was an association between using the cooling system and production levels, with a relatively strong level of association according to Cramer's V. These results made it possible to make the recommendation to continue with the implementation of the chiller for cooling the water consumed by the birds, preferably in a larger number of production units, even in all existing sheds.



APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: JAIME POLANIA PERDOMO

Firma:

Nombre Jurado: LEONARDO FABIO MEDINA ORTIZ

Firma:

CHILLER, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE UN GALPÓN DE AVES
PONEDORAS EN NEIVA (HUILA)

1

**Chiller, Sistema de Enfriamiento y su Efectividad en la Producción de un Galpón de Aves Ponedoras en
Neiva (Huila)**

Juan Gabriel Jimenez 20202191053 y María Catalina Camargo 2020219

Especialización en Estadística, Universidad Surcolombiana

Investigación II

Mg. Edgar Andrés Bernal

18 de junio del 2021



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA

CARTA DE ACEPTACIÓN

En calidad de Coordinador del Posgrado Especialización en Estadística, programa reconocido por el Ministerio de Educación Nacional mediante Resolución de Registro Calificado No. 3683 del 2 de marzo de 2018 y adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Surcolombiana, me permito informar que el trabajo de investigación titulado: “**CHILLER, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE UN GALPÓN DE AVES PONEDORAS EN NEIVA (HUILA)**” presentado por los estudiantes Maria Catalina Camargo Galindo y Juan Gabriel Jiménez Perdomo; es **ACEPTADO** como trabajo de grado para optar el título de Especialista en Estadística.

Para constancia se firma en la Ciudad de Neiva, a los doce (12) días del mes de julio del año 2021.

JAIME POLANÍA PERDOMO
Coordinador

Agradecimientos

De Catalina:

A mis padres, Jorge Arturo y Martha Julieta quienes han creído en mí, a mi esposo Luis Felipe quien me apoya y me acompaña, a mi compañero de estudio y tesis de grado Juan Gabriel, por su dedicación y compromiso con este proyecto académico.

De Juan Gabriel:

A mi mamá y hermano por la compañía y a Catalina por el apoyo en el trabajo.

Resumen

La temperatura ambiental es un factor que influye en la producción avícola. En este estudio se analiza el nivel de asociación entre utilizar o no utilizar un sistema de enfriamiento y la productividad en un galpón de producción Avícola como medida de compensación al estrés calórico, en Neiva Huila. El enfoque de este estudio fue de carácter cuantitativo, se desarrolló siguiendo características de tipo transversal, y comparativo. Se implementó un sistema de enfriamiento en un galpón para poder comprobar el efecto producido en los niveles de producción frente a un galpón sin este sistema, se comparó una distribución de muestreo tipo Chi cuadrado con los datos obtenidos en los dos galpones durante el semestre II, del año 2020, en la Finca de producción avícola La Dominga. Los niveles de producción se segmentaron en 3 categorías: productividad baja, productividad media y productividad alta para ser cruzadas con las dos categorías: sin chiller y con chiller. Se aplicó el test estadístico de Kolmogórov-Smirnov para descartar normalidad en los niveles de productividad y mortalidad, arrojando como resultado la confirmación de no normalidad. Se determinó si existía asociación entre usar sistema de ambiente controlado o no y las categorías del indicador de producción, se utilizó una tabla de contingencia y su respectiva prueba Chi-cuadrado. Se cuantificó este nivel de asociación entre las dos variables, encontrándose un nivel de 0,505 mediante el uso del indicador V de Cramer. Se encontró que sí había asociación entre utilizar el sistema de enfriamiento y los niveles de producción, con un nivel de asociación relativamente fuerte según la V de Cramer. Estos resultados permitieron hacer la recomendación de continuar con la implementación del chiller para el enfriamiento del agua que consumen las aves, preferiblemente en un número mayor de unidades de producción, incluso en la totalidad galpones existentes.

Palabras Claves: Producción Avícola, estrés calórico, alcalosis metabólica, enfriamiento de agua, Mortalidad de aves, productividad.

Tabla de contenido

Introducción.....	9
Planteamiento del Problema	10
Presentación del Problema.....	10
Pregunta de Investigación	17
Antecedentes.....	17
Marco Teórico.....	20
Objetivos.....	22
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos	23
Justificación (Opcional).....	23
Hipótesis y variables	24
Definición de términos centrales (conceptuales).....	24
Alcances y limitaciones	27
Diseño Metodológico.....	30
Enfoque de investigación.....	30
Población y Muestra	30
Población.....	30

CHILLER, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE UN GALPÓN DE AVES

PONEDORAS EN NEIVA (HUILA)

	6
Muestra.....	31
Instrumento	31
Proceso de recolección de los datos.....	31
Resultados.....	32
Discusión	36
Conclusiones/Recomendaciones	37
Referencias bibliográficas	39
Anexos (Encuesta, evidencias, fotografías)	42

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Frecuencia por Uso de Chiller</i>	32
Tabla 2 <i>Categoría de la Productividad</i>	33
Tabla 3 <i>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para Productividad y Mortalidad</i>	35
Tabla 4 <i>Tabla cruzada entre nivel de productividad y uso del chiller</i>	35
Tabla 5 <i>Significancia de la prueba Chi-cuadrado</i>	36
Tabla 6 <i>Cuantificación de la asociación con V de Cramer</i>	36

Lista de figuras

Figura 1. <i>Temperatura promedio durante el año en la ciudad de Neiva</i>	11
Figura 2. <i>Humedad promedio durante el año en la ciudad de Neiva</i>	11
Figura 3. <i>Índice de estrés de temperatura y humedad en aves ponedoras comerciales</i>	12
Figura 4. <i>Índice de estrés de temperatura y humedad en las aves de la avícola al Dominga</i>	13
Figura 5. <i>Fotografía aérea de la avícola La Dominga en verano, junio 2019</i>	14
Figura 6. <i>Fotografía aérea de la avícola La Dominga en época lluviosa diciembre 2019</i>	15
Figura 7. <i>Plano de las instalaciones productivas de la avícola la Dominga Dic.2020</i>	16
Figura 8. <i>Histograma de productividad</i>	34
Figura 9. <i>Histograma de mortalidad</i>	34

Introducción

En 2019 Colombia se convierte en el tercer mayor productor de huevos en toda América Latina, reporta un encasetamiento de 47 millones de aves ponedoras en producción, con un incremento del 14.63% con respecto al año 2019, cuando se reporta 41 millones de ponedoras. Con estos datos, extraídos del portal Fenavi (2021) Colombia se sitúa como el tercer productor de huevos en Latinoamérica, solo superada por México y Brasil, quienes producen 165 millones y 118.5 millones de ponedoras respectivamente.

En cinco años Colombia aumentó la cantidad de ponedoras en producción en un 27.03%, consolidando el sector avícola, en especial la producción de huevo, como una de las actividades agropecuarias de mayor crecimiento y proyección (Fenavi, 2019). El crecimiento del sector implica el fortalecimiento de todos los procesos relacionados con las actividades avícolas en busca de mejores resultados técnicos, y financieros. La sana competencia entre las diferentes compañías que lideran el mercado incentiva una mejora continua al interior de las organizaciones en miras de una mayor productividad y competitividad.

Se pretende investigar en este estudio el nivel de asociación de un sistema de enfriamiento y la productividad en un galpón de producción Avícola, para esto se caracterizará la información obtenida, se aplicará el test de chi cuadrado y se cuantificará la asociación con la V de Cramer. Esto con el fin de obtener información para implementar o no el sistema de enfriamiento en la totalidad de la avícola. Se decide hacer la investigación en la Avícola La Dominga por ser la empresa donde actualmente hace parte un integrante de este estudio, facilitando la obtención de información y el conocimiento propio del funcionamiento de las unidades de producción de esta empresa.

Se enfatiza en la importancia de este estudio en esta empresa para comprobar la conveniencia de la implementación del sistema de enfriamiento con el fin de mejorar los niveles de producción y a su vez extender su aplicación en todos los galpones, teniendo en cuenta que los resultados también pueden ser replicados en todas las empresas que realicen la misma actividad económica.

Planteamiento del Problema

Presentación del Problema

Como empresa que se dedica a la producción de bienes o prestación de servicios, es de esperarse que se enfrente a retos propios de la actividad productiva; los niveles de producción, los indicadores de mortalidad, las condiciones ambientales propicias para las aves, entre otros inconvenientes que se pueden presentar y que se deben corregir estratégicamente si se espera continuar en el mercado a futuro.

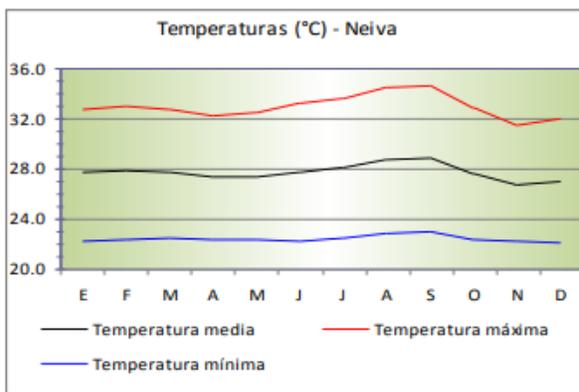
Uno de los retos a los que se enfrenta las empresas durante la ejecución de actividades es maximizar el beneficio. Se busca que la diferencia entre el coste de producción y los ingresos debido a las ventas (Salas-Fumás, 2009), sea mayor en la medida de lo posible; objetivo intrínseco en toda actividad productiva, para ser invertido en ampliación de planta de producción, parque automotor, responder a los accionistas, publicidad y numerosas finalidades.

La planta de producción de la Avícola La Dominga se encuentra ubicada en la vereda Arenoso en el Municipio de Rivera Huila. Esta zona cuenta con una temperatura de 27.7° en promedio (Alcaldía de Neiva, 2020), considerándose como ciudad de clima cálido. Esta condición climática se pretende aliviar para conseguir aumentar la productividad de las aves.

El clima de la ciudad de Neiva es cálido-seco (Ideam, 2020), el promedio de lluvia total es de 1346 mm. Durante el año existen dos periodos secos y dos periodos lluviosos. La temperatura promedio es de 27°C, al medio día la temperatura oscila entre 32 y 35°C, la humedad relativa oscila entre 54 y 74% siendo la época más húmeda y por ende más lluviosa la del segundo semestre.

Figura 1

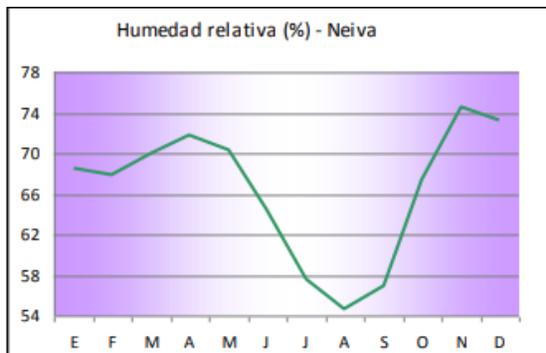
Temperatura promedio durante el año en la ciudad de Neiva



Fuente: Ideam

Figura 2

Humedad promedio durante el año en la ciudad de Neiva

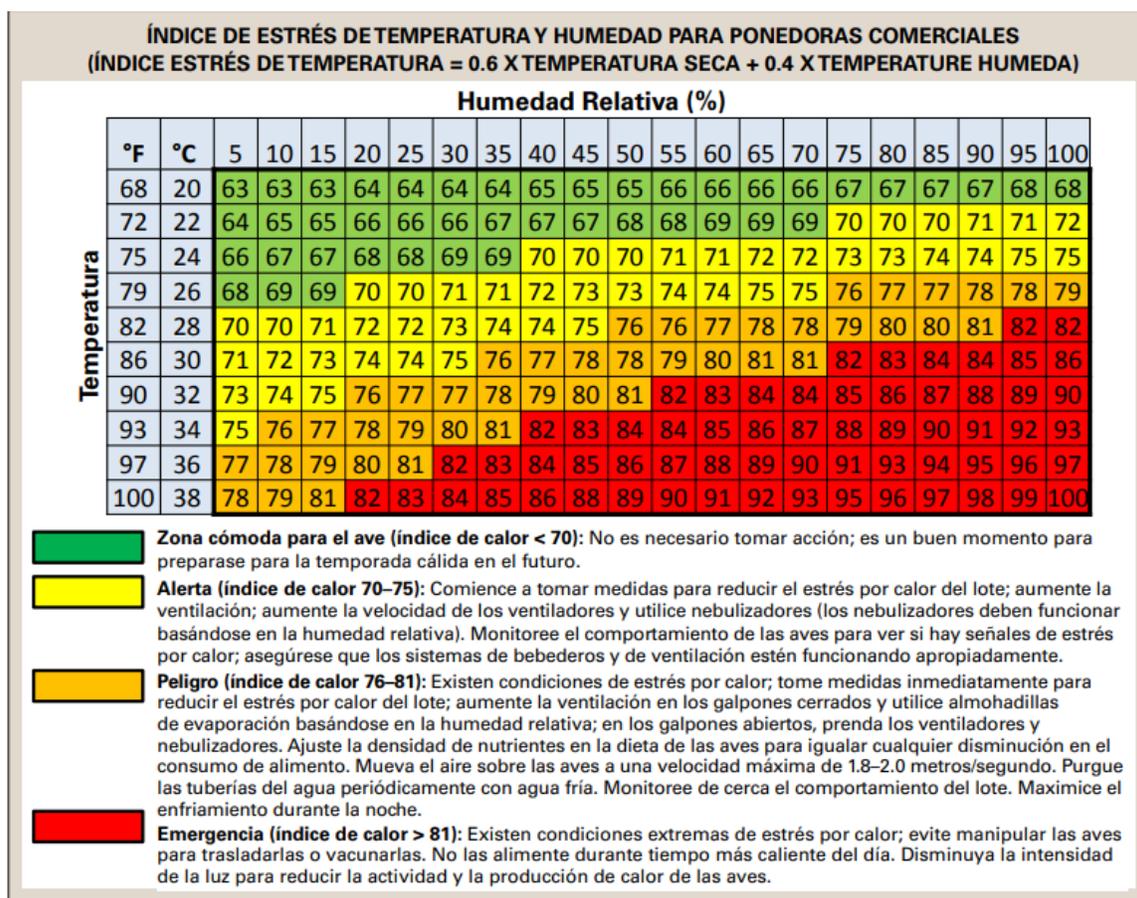


Fuente: Ideam

El estrés por calor es la combinación del efecto de la temperatura y humedad relativa del aire en el ave. Esta combinación se conoce como temperatura efectiva. Al aumentar la humedad relativa del ambiente a cualquier temperatura se aumentan las molestias del ave por el estrés por calor. Se ha desarrollado una tabla del índice de estrés térmico para ponedoras comerciales donde se conjuga la temperatura y humedad relativa a la que el ave es expuesta.

Figura 3

Índice de estrés de temperatura y humedad en aves ponedoras comerciales



Fuente: Hy-line

En ese orden de ideas, los rangos promedio de temperatura y humedad de la zona geográfica de la avícola la Dominga son críticas para la producción avícola.

Figura 4

Índice de estrés de temperatura y humedad en las aves de la avícola al Dominga

		Humedad Relativa (%)																						
		°F	°C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Temperatura	68	20	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	
	72	22	64	65	65	66	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	
	75	24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73	74	74	75	75
	79	26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79
	82	28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	
	86	30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
	90	32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	
	93	34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
	97	36	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	
	100	38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100	

Fuente: propia

En el año 2021 la avícola la Dominga posee 15 galpones con sistemas productivos diferentes: 5 galpones elevados; 3 galpones de piso; 1 galpón de jaula automática climatizada y 6 galpones de jaula californiana convencional.

A continuación, se anexa dos fotografías aéreas de la zona productiva.

Figura 5

Fotografía aérea de la avícola La Dominga en verano, junio 2019



Fuente: Propia

Figura 6

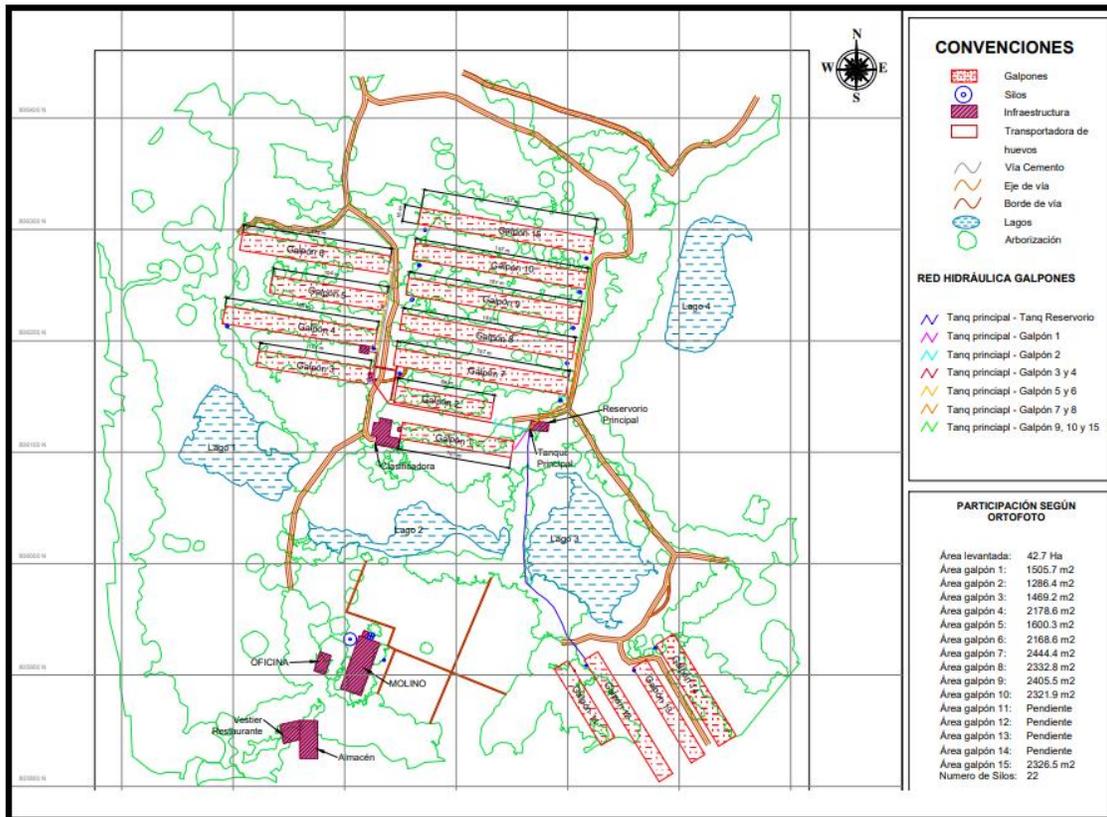
Fotografía aérea de la avícola La Dominga en época lluviosa diciembre 2019



Fuente: Propia

Figura 7

Plano de las instalaciones productivas de la avícola la Dominga Dic.2020



Fuente: Propia

Teniendo en cuenta las condiciones ambientales en donde se desarrolla la actividad avícola, se busca incursionar en las unidades de producción con un sistema de enfriamiento en el agua de bebida para elevar los niveles de productividad. En su estudio Gómez & Castañeda (2010) propusieron la comparación en términos de productividad de 3 métodos, piso, jaula y pastoreo, encontrando más eficiente el método de pastoreo para replicarlo. En nuestro caso se busca obtener información acerca de

la conveniencia de utilizar el sistema de enfriamiento en el agua de las aves y replicarlo en todas las unidades de producción.

Pregunta de Investigación

El sistema de enfriamiento del agua de bebida al interior de un galpón de producción propuesto tiene como propósito mejorar la eficiencia en la producción de huevos mediante el mejoramiento de las condiciones ambientales, específicamente la temperatura del agua de bebida en las aves. Partiendo de esta premisa este estudio pretende encontrar los resultados que faciliten una respuesta al siguiente interrogante:

¿La implementación de un chiller contribuye a mejorar los indicadores productivos en galpones de aves ponedoras?

Antecedentes

Las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa afectan el desempeño de las aves e incluso ponen en riesgo la vida de estas, aumentando los índices de mortalidad. Hyline, entendiendo el estrés calórico de las aves. (Hy-line, 2021)

La industria alimenticia a nivel mundial ha aprovechado las ventajas de los sistemas de enfriamiento (chiller) para la conservación de productos por su condición perecedera. Se sabe que, por ejemplo, los productos derivados de la ganadería y la industria avícola deben cumplir con las etapas de cadena de frío para llegar al consumidor en óptimas condiciones. En un estudio de Lorenzetti et al. (2019) se aprovechó el enfriamiento mediante inmersión en agua de cortes de carne de pollo y se midió la cantidad de agua absorbida para estar acorde con los límites de agua reglamentarios. Analizaron 720

cortes de pollo, encontrando mejoras en los índices de medición de forma significativa, comparado con la medición inicial.

Otros usos de sistemas de enfriamiento, lo presentan Esparza-López, C.J et al. (2020), donde mediante la utilización de agua evaporada, mejoraron la temperatura del aire que circulaba debajo de un dispositivo de protección solar en zonas cálidas subhúmedas. Presentaron “un estudio experimental en condiciones reales de un dispositivo de sombreado para ventanas, que permite la reducción de temperatura del aire que pasa a través de este por medio de la evaporación de agua en forma indirecta” (p. 2) Este estudio emplea un chiller, pero esta vez para la mejora de las condiciones de un espacio cerrado.

Los autores Chavda & Arya (2014) evaluaron el rendimiento de un chiller con dos diferentes configuraciones técnicas. “Los resultados del experimento muestran que el compresor de espiral de configuración y el evaporador de calor de placas pueden dar mejores resultados en comparación con el compresor de espiral de configuración y el evaporador de carcasa y tubo” (p. 19). Las ventajas de aprovechar los sistemas de enfriamiento son múltiples, su aplicación y forma de implementación es apropiada en infinidad de campos, como en los ejemplos de aplicación anteriores.

En la avícola la domingo al igual que en otras granjas a nivel mundial, se planean varias estrategias para mitigar el efecto de los factores ambientales agresivo:

- i. Purgar tuberías durante la tarde, ayuda a enfriar el agua. Se ha demostrado que esto ayuda a aumentar el consumo de alimento y sostener la producción de huevo en lotes con estrés de calor.

- ii. El mantenimiento del agua a una temperatura debajo de 25°C ayuda a mantener un mayor consumo de agua y por ende de alimento también. La temperatura arriba de 30°C tendrá un impacto negativo en el consumo de agua y también tendrá un impacto negativo en el consumo de alimento.
- iii. Utilizar vitaminas y electrolitos suplementarios en el agua de bebida para reemplazar la pérdida de sodio, cloruros, potasio y bicarbonato en la orina.
 - a. También se tienen identificadas algunas condiciones nutricionales para mitigar el efecto de calor en los sistemas de producción avícola. (Ávila, 1992) y (Hy-line, 2018)
- iv. Formular dietas con materiales altamente digestibles, particularmente fuentes de proteína. El metabolismo del exceso de proteínas es una carga caliente para el ave y empeora el desequilibrio iónico. Formular dietas con aminoácidos digestibles: los aminoácidos sintéticos pueden reducir la proteína cruda en la dieta sin limitar los niveles de aminoácidos.
- v. Aumentar la proporción de la contribución de energía en un lípido altamente digestible, en reemplazo de almidones y proteínas. Esta inclusión reducirá la producción del calor corporal que se genera en la digestión.
- vi. Se debe aumentar la inclusión de fosforo y Calcio en un 5% en comparación a condiciones ideales, debido a la excreción urinaria durante el estrés calórico. 3,5 g de Ca y 400 mg P.
- vii. Aumentar la inclusión de vitamina C a 200-300 mg/kg dieta.
- viii. El zinc orgánico puede mejorar la calidad de la cascara del huevo ayudando a la actividad de la enzima carbónica anhidrasa.
- ix. No utilizar nicarbacina (anticoccidial) en clima cálido durante el estrés calórico, porque puede aumentar la mortalidad.

- x. No cambiar la dieta en los momentos de estrés.
 - a. De los intentos de manipulación en el manejo del consumo de agua, únicamente el enfriamiento de esta parece presentar resultados favorables en la ingesta del alimento, (Ávila, 1992).
 - b. Existen varias estrategias que deben ser evaluadas para enfriar el agua de bebida de las aves:
- xi. Enfriamiento mediante adición de sales hidratantes directamente en los tanques de almacenamiento.
- xii. Adición de hielo en los tanques de almacenamiento.
- xiii. Optar por adecuar un sistema de ambiente controlado en el galpón.
- xiv. Instalar un sistema de enfriamiento en el agua de bebida: Chiller.

Marco Teórico

A nivel internacional, se conoce la importancia de este tipo de actividades y su relación con la población y el sector alimenticio. “El sector avícola sigue creciendo e industrializándose en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización” (FAO, 2021, p. 1).

El sector avícola debe contar con un gran compromiso en recursos que promuevan las condiciones favorables para las aves, que redunden en altos niveles de productividad. De acuerdo con Fenavi (2019) “se puede limitar el alcance de los logros si no se cuenta con el compromiso del sector, que garantice desde el inicio las condiciones de sanidad, productividad y eficiencia, entre otros, para alcanzar los objetivos trazados”

Se pretende conocer la incidencia del sistema de enfriamiento del agua para determinar su relación con la productividad del respectivo galpón. Como empresa que oferta bienes, la productividad es una variable en la que se presta mucho interés. Según el autor Prokopenko (1989), “la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos” (p. 19) El producto de la actividad empresarial es la obtención de huevos, que a su vez son el resultado de insumos consumidos por las aves ponedoras. Esta relación producto-insumo es lo que se busca aumentar, coincidiendo con la definición anterior, mediante la implementación del chiller.

Los sistemas de refrigeración se utilizan ampliamente en nuestra vida diaria. Los usamos en refrigeradores domésticos de pequeña escala, sistemas HVAC o acondicionadores de aire de automóviles. También se implementan sistemas de agua enfriada a gran escala en diferentes sectores: HVAC para edificios y campus completos, procesamiento de alimentos, matrices de enfriamiento en la fabricación de plástico, acondicionamiento de varios tipos de máquinas, computadoras, procesos químicos, etc. También se implementan fenómenos termodinámicos que alimentan el sistema de agua enfriada. en procesos criogénicos, como la separación de nitrógeno / oxígeno o la licuefacción de gas natural (GNL) con fines de transporte. (p. 1)

Los usos de un chiller tienen múltiples aplicaciones en muchas áreas, en nuestro caso lo empleamos en el enfriamiento del agua que consumen las aves dentro de los galpones para mejorar las condiciones ambientales relacionadas a la temperatura. Un chiller, es un sistema de refrigeración del que podemos habernos beneficiado o utilizado sin darnos cuenta (Winsconsin University, 2021).

Al estudiar el nivel de asociación entre la productividad y el uso del chiller, pensamos en una prueba estadística apropiada para medir dos variables cualitativas. Esta prueba se conoce como Chi-cuadrado (χ^2). Para Mendivelso & Rodríguez (2018, “La (χ^2) es una prueba de libre distribución (no paramétrica) que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas” (p. 92). Esta prueba nos permite determinar si existe asociación entre las dos variables de estudio, aun así, no arroja la cuantificación para conocer numéricamente ese resultado.

Existe un recurso estadístico idóneo para el propósito de cuantificar el nivel de asociación entre dos variables cualitativas como en este estudio, conocido como la V de Cramer. De acuerdo a los autores López-Roldán & Fachelli (2015) la V de Cramer “es una medida simétrica que se construye relacionando el valor del estadístico chi-cuadrado con respecto al máximo que éste alcanza” (p. 26). Al obtener el resultado de la V de Cramer se interpreta con base en la lista de valores de referencia del índice V de Cramer, donde el resultado de 0 a 0,10 no arroja ningún efecto, de 0,10 hasta 0,30, el efecto es pequeño, de 0,3 a 0,5 el efecto es moderado y de 0,5 hasta 1, el efecto es grande. (Velásquez & Niño, 2017, p. 124)

Objetivos

Objetivo General

Analizar la implementación de un chiller para el agua de bebida y su relación con la productividad y mortalidad de un galpón automático de aves ponedoras en la Avícola La Dominga.

Objetivos Específicos

Caracterizar descriptivamente variables como el nivel de producción, mortalidad, el uso o no uso del chiller en el galpón.

Determinar si existe asociación entre usar sistema de enfriamiento en el agua de bebida durante periodo de producción de 18-60 semanas de vida y el indicador productivo.

Cuantificar el nivel de asociación entre usar sistema de enfriamiento de agua durante periodo de producción de 18-60 semanas de vida y el indicador productivo.

Justificación

Las condiciones ambientales en donde se encuentran ubicadas las instalaciones productivas de la avícola La Dominga son hostiles y van en contra de las recomendaciones de manejo de la línea de genética de las aves (Guía de manejo Hyline, 2019). La temperatura promedio de la zona impacta negativamente en los resultados productivos de las aves: % de producción, tamaño de huevo, mortalidad acumulada.

(Esquivel, 2018) realiza un planteamiento que reafirma nuestra tesis: es necesario procurar que las condiciones ambientales de las aves sean óptimas en cada galpón, no solo por el cuidado sino por su incidencia en la producción, pues estas condiciones promueven el bienestar de las aves.

El suministro de agua potable en buenas condiciones de temperatura mitiga un poco las condiciones de calor extremo a los que se exponen las aves en la zona de producción. Es necesario, analizar las bondades del uso de chiller para enfriar el agua de bebida de las aves con respecto al

mejoramiento de los indicadores productivos, para replicar el uso de este equipo en otros galpones de producción, otras granjas de la compañía y otras avícolas de la zona.

Hipótesis y variables

En este estudio, el tipo de hipótesis que se tiene es una hipótesis de causalidad. Se busca conocer si el uso del chiller tiene incidencia en los niveles de productividad. Debido a esto se considera la hipótesis de investigación como sigue: Los indicadores productivos en la Avícola La Dominga están asociados con la implementación del chiller en el galpón.

Las variables principales que se tuvieron en cuenta para comprobar la hipótesis de investigación fueron: Nivel de productividad y Uso del chiller. Nivel de productividad es una variable cualitativa compuesta por 3 categorías: Productividad baja, Productividad media y Productividad alta. La variable Uso del chiller es una variable cualitativa de dos categorías: Sí y No. Donde Sí, indica el uso del sistema de enfriamiento en el galpón y No, cuando no se utilizó sistema de enfriamiento en el otro galpón.

Definición de términos centrales

Línea genética: Es el conjunto de individuos, que provienen de cruces de variedades con características fenotípicas especiales, cuyo mejoramiento genético fue dirigido para obtener la mayor producción y mejor rendimiento económico. (Terra, 2017)

Pico de producción: Momento en la etapa de producción en que un lote de aves alcanza su mayor porcentaje de postura con respecto al número total de animales, se caracteriza puesto que después de que se presenta, la producción comienza a disminuir. (Avicultura, 2020)

Zona termoneutral: Rango de temperatura en cual los animales se encuentran en confort, se caracteriza por que al sobrepasar el límite inferior o superior, el animal comienza gastar energía en mantenimiento de temperatura corporal o en termorregulación (Bonilla, 2019)

Temperatura crítica inferior: Este término es usado en producción avícola para expresar el valor mínimo de temperatura en cual las aves salen de su zona termoneutral y pueden empezar a presentar un estrés por frío. (Bonilla, 2019)

Temperatura crítica superior: Este término es usado en producción avícola para expresar el valor máximo de temperatura en cual las aves salen de su zona termoneutral y pueden empezar a presentar un estrés por calor, aumentando el consumo de agua y deprimiendo el consumo, en casos severos, causa la muerte del animal, por asfixia (programa integración de tecnologías a la docencia, Universidad de Antioquia Glosario Avicultura (udea.edu.co)

Hyline Brown: Línea genética de gallinas ponedoras de huevos comerciales. (Hy-line, 2021)

Galpón: Locación donde se ubica una población de animales en producciones pecuarias.
(Infoavicultura, 2021)

Avícola: De las aves domésticas o la avicultura, o que tiene relación con ellas. Ej. Granja avícola.
(Infoavicultura, 2021)

Chiller: Un chiller o enfriador de agua es una máquina frigorífica que sirve para enfriar un líquido, principalmente agua, más allá de lo que permite una torre de enfriamiento. (Surdry, 2021)

Huevos ave alojada: Es un parámetro que evalúa el desempeño productivo de una línea genética y se refiere a el total de huevos puestos en todo el periodo productivo de animal.

(Infoavicultura, 2021)

Tasa de conversión de alimento (20-60 semanas): Es la relación entre el alimento suministrado en kilos y los kilos de huevos producidos en un periodo de 20 a 60 semanas de producción del ave.(Infoavicultura, 2021)

Tasa de conversión de alimento (20-100 semanas): Es la relación entre el alimento suministrado en kilos y los kilos de huevos producidos en un periodo de 20 a 100 semanas de producción del ave.
(Infoavicultura, 2021)

Encasetamiento: Es la actividad correspondiente al momento en que un lote de aves es llevado a la caseta o galpón donde van a comenzar su periodo productivo. (Fenavi, 2021)

Estrés calórico: El estrés es la respuesta animal a un estímulo adverso. El estrés calórico viene dado por el balance negativo entre la cantidad de energía neta fluyendo desde el cuerpo hacia el ambiente y la cantidad de energía calórica producida por el ave, este desbalance puede ser causado por variaciones en la combinación de factores ambientales (luz solar, radiación térmica, temperatura del aire, humedad) y las características propias del ave (especie, estirpe, peso, producción, consumo, calidad del alimento y mecanismos de termorregulación), donde los agentes estresores son determinantes para la producción animal. (Bonilla, 2019)

Alcances y limitaciones

Esta investigación tiene un alto impacto financiero y productivo para la Avícola la Dominga e incluso para el sector avícola en regiones cálidas. Los resultados positivos obtenidos mediante la implementación de un sistema de enfriamiento dentro de un galpón productivo pueden replicarse en cada uno de los 13 galpones restantes que hacen parte del sistema productivo de la granja avícola La Dominga. Los beneficios que se obtienen mediante la refrigeración del agua de bebida para las aves son evidentes. Diferentes métodos de enfriamiento antes de haber instalado el sistema de enfriamiento, chiller, se habían empleado anteriormente.

El sistema más eficiente para asegurar una buena temperatura no solo del agua de bebida sino también de la temperatura ambiental, son los sistemas de ambientes controlados. Un sistema de ambiente controlado asegura todas las condiciones ambientales como temperatura, humedad, ventilación, calidad de aire, iluminación, porque posee sensores para cada una de estas variables y las controla mediante sistemas electrónicos. La tecnificación de la industria avícola en Colombia es frecuente, asegurando buenos resultados, sin embargo, requiere alta inversión. (Dutchman, 2021)

Un sistema de ambiente controlado para encasetar un lote de 70.000 aves, puede costar un poco más de 2.000.000 COP (2021). Lo que representa una inversión considerable, puesto que las tecnologías son importadas de países como Alemania, Holanda, USA entre otros.

Los costos para la adquisición e instalación de un sistema de enfriamiento del agua de bebida son despreciables en comparación de la compra e instalación de sistemas de ambiente controlado. Puesto que, en primera medida, se controla una sola variable, (temperatura del agua), y la construcción y diseño del sistema de enfriamiento se realiza en nuestro país, Colombia.

El chiller adquirido en este ejercicio, fue construido por una empresa colombiana, quienes entendieron las necesidades del equipo y diseñaron un equipo que cumple con los requerimientos y condiciones para enfriar la demanda de agua que consumen las aves de un galpón de 40.000 aves.

El chiller adquirido fue diseñado para enfriar el agua en un rango de temperatura desde 40°C hasta 12°C. Los componentes del chiller de 7TR con capacidad de 84000 BTU/hora se describen a continuación:

El evaporador: es un intercambiador de calor de tubos concéntricos, el agua fluye a través de la tubería de acero inoxidable, donde realiza en intercambio calórico con el refrigerante interno del chiller.

El compresor: El condensador, construido con serpentines de tubería de cobre y laminillas de aluminio con terminaciones en masilla epóxica, lo que garantiza la resistencia a la corrosión.

El costo del sistema de enfriamiento con estas especificaciones es de 15.000.000 COP (2020), lo que sugiere que su replicación otros galpones y/u otras granjas puede ser mucho más factible dado los bajos costos en comparación con un sistema de ambiente controlado.

Otra razón importante que refuerza la factibilidad en la implementación de un chiller en lugar del sistema de ambiente controlado es la cantidad de agua empleada en ambos sistemas. El chiller, por ser un sistema cerrado trabaja con un refrigerante que retira el calor del agua en un ciclo termodinámico en donde teóricamente no hay pérdidas de materia, empleando energía eléctrica para operar el compresor y ventilador del sistema. Mientras que los sistemas de ambiente controlado consumen agua en los paneles evaporativos, en donde aprovechando el cambio de fase del agua (entalpía de evaporación) se refrigera el aire que pasa a través de los paneles. Este sistema requiere el uso del recurso agua y de energía eléctrica. La energía eléctrica será sustituida por energías limpias y

renovables como la energía solar, sin embargo, el uso del agua debe ser controlado, puesto que con el tiempo será un recurso poco disponible.

En cuanto a las limitaciones del ejercicio cabe aclarar la forma en que se obtienen los datos que se van a comparar en este estudio. Los consumos reportados en los informes de producción son estimados a partir del suministro de alimento diario en cada galpón, dividido entre el número de aves. Los equipos de medición empleados para medir la cantidad de alimento son; bascula de alimento a la salida de la planta de alimento, y basculas de silos en cada galpón. A partir de la conciliación de estas dos mediciones se realiza el cálculo del alimento suministrado a las aves diariamente.

La cantidad de huevos producidos en los galpones se realiza mediante en dos etapas. Se realiza conteo automático mediante contadores de huevos electrónicos en los galpones 4, 7, 8, 9, 10 y 15; de forma manual en los galpones 1, 2, 3, 5, 6, 11, 12, 13 y 14. Y concilia con el valor que cuenta la clasificadora de huevos Marca Yamasa en todos los galpones.

Sin embargo, las mediciones son susceptibles a la manipulación humana, con o sin dolo. Durante las auditorias de control, se ha evidenciado perdida de inventario tanto de productos terminados, así como de semovientes, que perjudican la lectura adecuada de los indicadores productivos. En otras palabras, los indicadores productivos como mortalidad, % de producción, conversión, consumo de alimento por ave, entre otros, pueden tener errores de precisión y exactitud, dado las dificultades en la captura de la información por: perdida de alimento, de huevos o de aves con o sin dolo.

Uno de los indicadores más importantes en la industria avícola es el porcentaje de producción, el cual se calcula así:

$$\frac{\text{Numero de huevos producidos dia} * 100}{\text{numero de aves en el dia}}$$

Por lo tanto, Si los huevos producidos no son reportados en ese galpón por pérdidas o robos, el indicador no refleja la realidad del lote. De igual forma sucede con el reporte del saldo de aves, en caso de haber pérdida de aves, el indicador de % de producción no es fiel. Lo que puede generar error en los análisis y modelos empleados para describir los comportamientos de los lotes.

Diseño Metodológico

Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación fue de carácter cuantitativo. El presente estudio se desarrolló siguiendo características de tipo transversal, experimental y comparativo. El carácter transversal se concibe por ser un estudio en un momento del tiempo, lo experimental debido a que se implementó un sistema de enfriamiento en un galpón para poder comprobar el efecto producido en los niveles de producción frente a un galpón sin este sistema y comparativo porque se compara una distribución de muestreo tipo Chi cuadrado con los datos obtenidos en los dos galpones. Llevado a cabo en el semestre II, del año 2020, en la Finca de producción avícola La Dominga.

Población y Muestra

Población

La población corresponde en este caso a la misma muestra, las aves ponedoras de los lotes 63 y 69 del área de producción de la avícola La Dominga, levantadas en el galpón 9, aves de 18 a 50 semanas de vida de la línea genética Hyline Brown: se analizaron estos dos lotes, de la misma edad, y la misma línea genética, levantadas en la misma granja Casablanca.

Muestra

No se precisa aplicar muestreo debido a que la población coincide con la muestra esto porque los galpones 63 y 69 son las unidades productivas en las que se centró la atención en aplicar o no el sistema de enfriamiento mediante el chiller.

Instrumento

No se hace necesario la creación, ni validación de un instrumento en particular para la recolección de información, dado que los datos ya estaban disponibles desde el departamento de control de producción en formato Excel, información que se obtiene diariamente y que fue facilitada para el presente estudio. Las variables de interés fueron, productividad, mortalidad, usar o no usar el chiller. La variable productividad se categorizó para ser cruzada en la tabla de contingencia con la variable Uso de chiller.

Proceso de recolección de los datos

Los datos se obtuvieron directamente en un archivo de Excel con la información sobre producción por semanas, mortalidad uso y no uso del sistema de enfriamiento, luego se procedió a realizar el proceso de limpieza, organización y filtrado de los datos para llegar a la información requerida, en la fecha 20 de noviembre del 2020 dentro de las instalaciones de producción de la Avícola La dominga.

Para la caracterización de los datos obtenidos, su procesamiento se llevó a cabo con recursos estadísticos de carácter descriptivo y mediante el uso del software estadístico en versión Demo SPSS v25 (IBM, 2021). Se construyeron gráficos de barras para describir la caracterización de la información, hacer interpretación visual de la posibilidad de asociación o de diferencia entre las variables de interés.

Para conocer el tipo de estadística a aplicar, entre la paramétrica y la no paramétrica, se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para comprobar el comportamiento de normalidad en las variables cuantitativas como producción y mortalidad.

Para determinar la existencia de asociación, se decidió la aplicación de la prueba chi-cuadrado para este análisis de, se empleó tablas de contingencia para cruzar las variables niveles de productividad y galpón y por último para la cuantificación del nivel de asociación entre las variables se calculó la V de Cramer.

Resultados

Se obtuvieron los resultados para dar respuesta al objetivo específico de la caracterización. De acuerdo con las técnicas para el procesamiento y análisis de la información de las unidades de producción estudiadas, se encontró lo siguiente:

Se obtuvieron 78 observaciones de sin chiller y 35 con chiller. El 69% de los datos obtenidos pertenecían al galpón en el que se implementó el chiller, el 31 % restante no tenía instalado el sistema de enfriamiento. Ver Tabla 1

Tabla 1

Frecuencia por Uso de Chiller

	Frecuencia	%
Sin chiller	78	69
Con chiller	35	31
Total	113	100

La variable productividad se categorizó en 3 partes. Ver tabla 2. La productividad alta representó un 24,8 % junto con la productividad media. Estos dos niveles de productividad son sumados para llegar a un 67%, luego se asume como productividad aceptable.

Tabla 2

Categoría de la Productividad

	Frecuencia	%
Productividad baja	38	33,6
Productividad media	47	41,6
Productividad alta	28	24,8
Total	113	100

Se aplica el test estadístico de Kolmogórov-Smirnov para encontrar el comportamiento de las variables mortalidad y productividad, es decir, comprobar si se distribuyen de manera normal.

Visualmente las dos variables muestran asimetría, lo cual es una clara manifestación de no normalidad en su comportamiento. Figuras 8 y 9.

Figura 8

Histograma de productividad

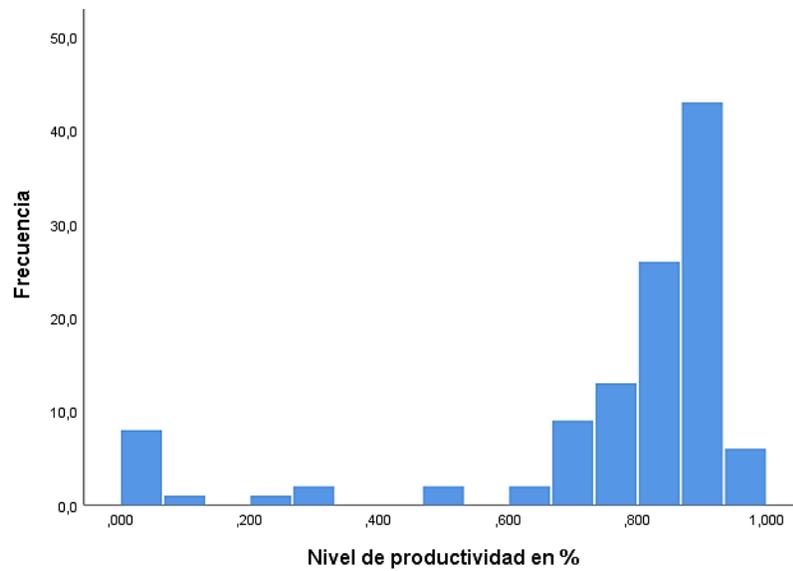
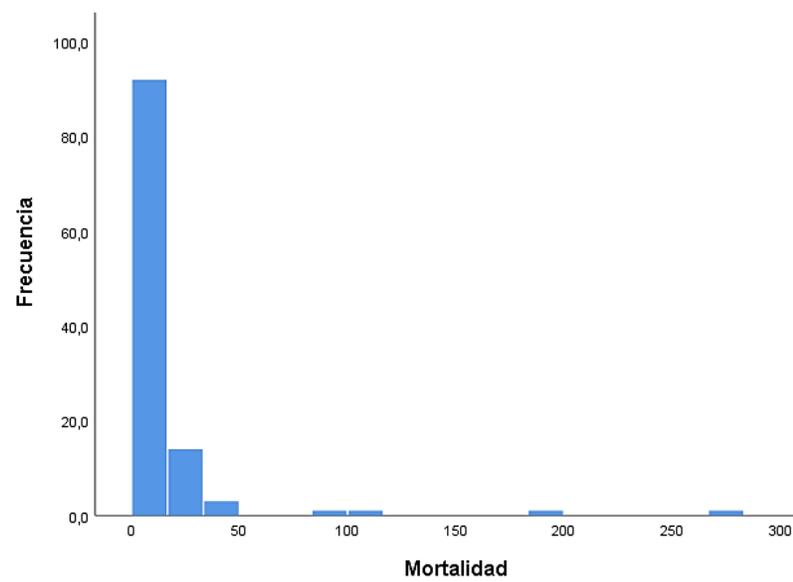


Figura 9

Histograma de mortalidad



Para probar esto, se aplicó la prueba correspondiente, Kolmogórov-Smirnov, arrojando como resultado la confirmación de no normalidad por rechazo de la hipótesis nula. Tabla 3.

Tabla 3

Prueba de Kolmogórov-Smirnov para Productividad y Mortalidad

Variable	P-value
Productividad	0,000
Mortalidad	0,000

Para determinar si existe asociación entre usar sistema de enfriamiento-chiller y las categorías del indicador productivo, se utilizó una tabla de contingencia y su respectiva prueba Chi-cuadrado. La tabla cruzada aparece a continuación en la tabla 4.

Tabla 4

Tabla cruzada entre nivel de productividad y uso del chiller

	Productividad baja	Productividad media	Productividad alta
Sin chiller	38,5%	51,3	10,3%
Con chiller	22,9%	20%	57,1%
Total	33,6%	41,6%	24,8%

Se calculó la prueba de significancia estadística de la tabla cruzada y se obtuvo como resultado el valor de la tabla 5.

Tabla 5

Significancia de la prueba Chi-cuadrado.

	P-value
Chi-cuadrado	0,000

Para cuantificar el nivel de asociación entre usar sistema de enfriamiento chiller y el indicador productivo, al realizar el cálculo de la tabla cruzada, se le pide al software estadístico la V de Cramer, arrojando como resultado el valor 0,505 en la tabla 6.

Tabla 6

Cuantificación de la asociación con V de Cramer

	Valor
V de Cramer	0,505

Discusión

Se encuentra que sí existe asociación entre los niveles de producción y la implementación del sistema de enfriamiento en la unidad productiva. Con este resultado podríamos afirmar que el consumo de agua con baja temperatura por parte de las aves tiene incidencia en su capacidad para producir más huevos, debido a la disminución del estrés calórico. Es de anotar que podría haber otros factores que pueden incidir en la producción y que en este estudio no se tocan, al igual que en el estudio de Fernández (2012) donde el sistema de enfriamiento era evaporativo, se consideró como un sistema no

perfecto. Aun así y por los resultados obtenidos, es conveniente incursionar con más sistemas de enfriamiento en la totalidad de unidades de producción de la avícola para obtener el impacto deseado en los indicadores productivos.

Ya encontrada la asociación entre nuestras dos variables objetivo, se calcula la V de Cramer para cuantificar ese nivel de asociación, obteniéndose un valor de 0,505 lo cual significa un resultado relativamente fuerte. Esto nos permite decir que, al mejorar las condiciones de temperatura ambiental, se obtiene un reflejo positivo en la cantidad de huevos producidos por las aves. Resultado parecido se encontró en Smits (2011), aunque empleaban la V de Cramer para cuantificar la asociación de otras variables, en este estudio aplicaban los mismos principios en las dos variables de interés. De esta manera se logra responder la pregunta de investigación.

Conclusiones/Recomendaciones

Se encontró evidencia estadística significativa que soporta la hipótesis inicial, donde se contemplaba la posibilidad de asociación entre las dos variables de interés, uso del chiller y nivel de productividad. Mediante el uso del software, se encontró un P-value muy inferior al nivel de significancia de trabajo del 0,05 lo cual significa que sí existe asociación entre el uso del chiller y el nivel de productividad.

El nivel de asociación obtenido con el valor del estadístico V de Cramer, arrojó como resultado 0,505. Este valor, de acuerdo a la convención para describir la magnitud de la asociación en tablas de contingencia descrita por (Smits, 2011), se considera como un nivel de asociación relativamente fuerte, lo cual soporta la respuesta esperada para determinar si era conveniente usar o no el sistema de enfriamiento en las unidades productivas.

Se recomienda continuar con la implementación del chiller para el enfriamiento del agua que consumen las aves, preferiblemente en un número mayor de unidades de producción, incluso en la totalidad galpones existentes en la Finca La Dominga, dado los resultados y evidencia estadística encontrados en este estudio, para obtener los beneficios mostrados en los porcentajes de los niveles de productividad media y alta.

Las empresas que tengan la misma actividad comercial pueden implementar este sistema de refrigeración en todos sus galpones. Las ventajas son evidentes en cuanto al nivel de producción. Consistiría en realizar una inversión inicial donde se adquiera el sistema, se instale y se ponga en funcionamiento. Con este hallazgo se puede seguir investigando que otros factores influyen en la producción para poder mejorar la industria alimenticia, especialmente la avícola, donde al final se beneficia el consumidor por tener siempre el producto disponible y en condiciones óptimas de calidad.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Neiva. (2020). *Información del Municipio de Neiva*.

<https://www.alcaldianeiva.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Avicultura. (2020). *El sexaje In Ovo, cada vez más cerca—Avicultura*. <https://avicultura.com/el-sexaje-in-ovo-cada-vez-mas-cerca/>

Bonilla, C. (2019). *Estrés calórico: Un problema para la productividad y el bienestar de las aves*.

Avicultura.mx. <https://www.avicultura.mx/destacado/Estrés-calórico:-Un-problema-para-la-productividad-y-el-bienestar-de-las-aves>

Chavda, Dr. N., & Arya, J. (2014). Design and Performance Analysis of Water Chiller – A Research.

International Journal of Engineering Research and Applications 2248-9622, 4, 19-25.

Dutchman. (2021). *▷Manejo de gallinas ponedoras ✓instalaciones avícolas ✓sistemas de alimentación*.

Big Dutchman. <https://www.bigdutchman.es/es/manejo-de-gallinas-ponedoras/productos/>

Esparza-López, C.J, C.L, U.-R., Aguilar-Lucas, S.R, & Elizondo-Mata, M.F. (2020). *Potencial del agua como sistema de enfriamiento pasivo en protecciones solares para zonas cálidas subhúmedas*. 7(42).

<http://www.riiit.com.mx/>

Esquivel, D. F. A. (2018). *EL BIENESTAR ANIMAL Y LA PRODUCTIVIDAD AVÍCOLA: UNA REVISIÓN CORTA*.

https://www.academia.edu/36583708/EL_BIENESTAR_ANIMAL_Y_LA_PRODUCTIVIDAD_AV%C3%8DCOLA_UNA_REVISI%C3%93N_CORTA

FAO. (2021). *Producción | Producción y productos avícolas | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>

- Fenavi. (2019a). Aspectos productivos y administrativos en la Industria Avícola. *FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia*. <https://fenavi.org/publicaciones-programa-tecnico/aspectos-productivos-y-administrativos-en-la-industria-avicola/>
- Fenavi. (2019b). Aspectos productivos y administrativos en la Industria Avícola. *FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia*. <https://fenavi.org/publicaciones-programa-tecnico/aspectos-productivos-y-administrativos-en-la-industria-avicola/>
- Fenavi. (2021). Estadísticas. *FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia*. <https://fenavi.org/estadisticas/>
- Fernández, J. A. F. (2012). *FUNDAMENTOS DEL ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO PARA INSTALACIONES AVÍCOLAS*. 5.
- Gómez, J. E., & Castañeda, Y. C. M. (2010). *Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea hy-line brown en tres modelos de producción piso, jaula y pastoreo*.
- Hy-line. (2021). *Hy-Line International*. <https://www.hyline.com/>
- IBM. (2021, febrero 25). *SPSS Statistics*. <https://www.ibm.com/co-es/products/spss-statistics>
- Infoavicultura. (2021). *Información de avicultura en América—Artículos, noticias y mucho más*. aviNews, la revista global de avicultura. <https://avicultura.info/paises/centro-america-caribe/>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (s. f.). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA*. 120.
- Lorenzetti, E., Puton, B. M. S., Steffens, J., Junges, A., Paroul, N., Backes, G. T., Valduga, E., & Cansian, R. L. (2019). Water absorption process capability analysis by chicken carcasses during precooling. *Food Science and Technology*, 39(4), 850-854. <https://doi.org/10.1590/fst.11618>

Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (2018). Prueba Chi-Cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN.

Revista Médica Sanitas, 21(2), 92-95. <https://doi.org/10.26852/01234250.6>

Prokopenko, I. I. (1989). *La gestión de la productividad: Manual práctico*. Oficina Internacional del Trabajo.

Salas-Fumás, V. (2009). Modelos de Negocio y Nueva Economía Industrial. *UNIVERSIA BUSINESS REVIEW*.

Smits, J. (2007). *Marketing Research with SPSS* (Vol. 1). Koala Press Limited.

Smits, J. (2011). *Marketing Research with SPSS*. 204.

Surdry. (2021). Definición de Chiller o Enfriador de Agua | Glosario de Surdry S.L. *Surdry*.

<https://surdry.com/es/glosario/chiller-o-enfriador-de-agua/>

Terra, R. (2017). *Nuevas tendencias genéticas en las líneas pesadas*. aviNews, la revista global de avicultura. <https://avicultura.info/nuevas-tendencias-geneticas-las-lineas-pesadas/>

Velásquez, A. C. B., & Niño, I. L. C. (2017). Metodología de correlación estadística de un sistema integrado de gestión de la calidad en el sector salud*. *Signos*, 10(2), 119-139.

Winsconsin University. (2021). *Chiller System*. Engineering Technology.

<https://uwosh.edu/engineeringtech/resources/teril/chiller/>

Avila F. 1992 (N°.234). Balance Avícola 2015 y Expectativas 2016. *Avicultores*, 52.

Anexos

Anexo1. Base de datos

 producti	 galpon	 mortalidad	 cat_producti
,000	Sin chiller	2	Productividad baja
,000	Sin chiller	0	Productividad baja
,000	Sin chiller	2	Productividad baja
,008	Sin chiller	4	Productividad baja
,063	Sin chiller	3	Productividad baja
,238	Sin chiller	10	Productividad baja
,519	Sin chiller	14	Productividad baja
,757	Sin chiller	18	Productividad baja
,879	Sin chiller	14	Productividad media
,921	Sin chiller	20	Productividad alta
,920	Sin chiller	12	Productividad alta
,919	Sin chiller	15	Productividad alta
,920	Sin chiller	34	Productividad alta
,908	Sin chiller	10	Productividad alta
,912	Sin chiller	11	Productividad alta
,866	Sin chiller	21	Productividad media
,889	Sin chiller	32	Productividad media
,890	Sin chiller	11	Productividad media
,893	Sin chiller	11	Productividad media
,902	Sin chiller	10	Productividad alta
,905	Sin chiller	4	Productividad alta
,895	Sin chiller	17	Productividad media
,883	Sin chiller	6	Productividad media
,890	Sin chiller	16	Productividad media
,893	Sin chiller	12	Productividad media
,886	Sin chiller	9	Productividad media
,873	Sin chiller	9	Productividad media
,883	Sin chiller	6	Productividad media
,868	Sin chiller	3	Productividad media
,874	Sin chiller	3	Productividad media
,867	Sin chiller	7	Productividad media
,882	Sin chiller	110	Productividad media
,865	Sin chiller	16	Productividad media
,846	Sin chiller	22	Productividad media

CHILLER, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE UN GALPÓN DE AVES
PONEDORAS EN NEIVA (HUILA)

43

Anexo2. Fotografías

Fotografía 1. Chiller instalado en el galpón 9.

