

## EXPOSICIÓN AL MATERIAL PARTICULADO PM<sup>10</sup> Y PM<sup>2.5</sup> EN GALPONEROS DE GRANJAS AVÍCOLAS EN ECUADOR

Neusa Guillermo<sup>1</sup>, Alvear Rodrigo<sup>2</sup>, Saraguro Ramiro<sup>3</sup> y Caballero Jonny<sup>4</sup>.

gneusa@utn.edu.ec<sup>1</sup>, rralvear@utn.edu.ec<sup>2</sup>, rvsarguro@utn.edu.ec<sup>3</sup>, jxcabelleroy@utn.edu.ec<sup>4</sup>.

Laboratorio de Investigación en Ergonomía e Higiene Ocupacional, Universidad Técnica del Norte, Carrera de ingeniería industrial, Ibarra, Ecuador

Recibido (17/10/19), Aceptado (25/11/19)

**Resumen:** Las condiciones ambientales ergonómicas de salud en trabajadores o galponeros de las granjas avícolas en Ecuador, se presentan por la exposición a distintos factores como la iluminación, temperatura, ruido, vibración y en mucho de los casos, por el material particulado MP-10 y MP-2; este último, se produce por la distribución de alimento, vientos externos que ingresan al galpón o por el plumón de las aves durante la crianza. Sin embargo, la exposición por la presencia de MP-10, genera en los trabajadores la "enfermedad del galponero", concibiendo molestias cardiorrespiratorias a corto y larga plazo. Objetivo, analizar las infecciones por inhalación de MP10, en cada uno de los procesos productivos de crianza de las aves, para determinar el ausentismo por enfermedad profesional en los galponeros de la producción avícola. Material y método: la investigación descriptiva y cuantitativa en diferentes granjas de producción de aves, se estudia desde las condiciones del ambiente en el aire y espacios de trabajo, conforme al cálculo de la muestra finita a 1000 galponeros, con un promedio de 525 de diferentes edades. Procedimientos: la identificación por patología, se toma desde el punto de vista específico y en base a las condiciones anteriores y concurrentes, por el tiempo y espacios de exposición disergonómica, con la aplicación de consultas de datos sobre síntomas presentes en la salud. Resultados: se analiza la revisión bibliográfica fundamentada. En esta revisión jerarquía de las precauciones ocupacionales por MP-10 y MP-2, el sistema cardiorrespiratorio y las patologías de cuadros clínicos, contribuye al control médico ocupacional y evitar las enfermedades profesionales.

**Palabras Clave:** Galponero, Patología, Ergonomía, Salud Ocupacional, Material Particulado.

## EXPOSURE TO PARTICULATE MATTER PM-10 IN POULTRY FARMS IN ECUADOR

**Abstract:** Ergonomic environmental health conditions in workers or barns of poultry farms in Ecuador, are presented by exposure to different factors such as lighting, temperature, noise, vibration and in many cases, by the particulate material MP-10 y MP-2, the latter is produced by the distribution of food, external winds that enter the barn or by the feather of the birds during breeding. However, the exposure due to the presence of MP-10 y MP-2, generates in the workers the "disease of the storehouse", conceiving cardiorespiratory discomfort in the short and long term. The objective is to analyze MP-10 inhalation infections in each of the productive processes of poultry breeding in order to determine absenteeism due to occupational disease in poultry production sheds. Material and method: descriptive and quantitative research in different poultry production farms are studied from environmental conditions in the air and work spaces, according to the calculation of the finite sample of 1000 barns, with an average of 525 of different ages. Procedures: identification by pathology is taken from the specific point of view and based on previous and concurrent conditions, by time and spaces of dysergonomic exposure, with the application of consultations of data on symptoms present in health. Results: the literature review is analyzed. In this review, the hierarchy of occupational precautions by MP10, the cardiorespiratory system and pathologies of clinical pictures contribute to occupational medical control and avoid occupational diseases.

**Keywords:** Warehouse, Pathology, Ergonomics, Occupational Health, Particulate Material.

## I.INTRODUCCIÓN

La ergonomía, “es la ciencia técnica y científica que estudia cómo ajustar la relación del ser humano y su entorno”, según la definición oficial que el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía [1]. Sin embargo, una de las ramas de la ergonomía, estudia las condiciones ambientales inapropiadas, llamándola así riesgo disergonómico. Son aquellos factores inadecuados del sistema hombre-máquina-ambiente, desde el punto de vista de diseño, construcción, operación, ubicación de maquinaria, los conocimientos, la habilidad, las condiciones y las características de los trabajadores y las interrelaciones con el medio ambiente de trabajo, tales como: monotonía, fatiga, malas posturas, movimientos repetitivos y sobrecarga física [2]. La Ergonomía Ambiental, concretamente significa el estudio de los ambientes de trabajo. La Ergonomía reconoce no solamente la exposición física del galponero durante la jornada laboral, sino también, los ambientes que día a día se enfrenta en cada actividad o tarea en los subprocesos productivos del galpón de aves. Pues el objetivo, es analizar la situación actual del trabajo, que permita y fomente el mejor uso de sus prácticas, garantizando el bienestar físico y social en su entorno de laboral, permitiendo una armonía con las condiciones óptimas para la ejecución de sus actividades.

El galponero es un ser humano, que puede ser flexible, adaptable y aprender perennemente el desarrollo de la crianza de aves, pero en mucho de los casos las discrepancias individuales pueden ser muy grandes al momento de tomar decisiones por su inestabilidad al ambiente laboral. Sin embargo, algunas disconformidades, tales como la constitución física o fuerza, son indudables, pero hay otras, como las disconformidades culturales, de estilos de vida o de destrezas que son más arduas de identificar. La Asociación Internacional de Ergonomía-AIE (1999), Definen la ergonomía: “como una disciplina técnica y científica, de orientación hacia la comprensión fundamental e interacción entre los seres humanos y los otros componentes. Pues es, un sistema de producción o de prestación de servicio. Su

principal contribución, es la elaboración de principios y teorías, con métodos de recolección de data adecuadas a la situación de trabajo estudiada”.

Según los autores; Fernando A. Correa V. [3] el riesgo profesional es el suceso al que se encuentra expuesto el trabajador por la actividad que desarrolla en ejercicio de una relación de trabajo; Estos sucesos se pueden clasificar en dos tipos: Enfermedades y en accidentes. El manejo técnico de la salud ocupacional parte de la clasificación de los riesgos a los que está expuesto un trabajador, sea el área que sea en la que se desempeña este. [3]. No obstante, estos ambientes por exposición a polvos de origen inorgánico por MP-10 y MP-2, se ven frecuentes durante la crianza de aves cuando estas cambian de plumón durante las semanas de crecimiento o por el amónico producido por las heces de las aves, que al inhalar afecta al galponero la respiración al momento de presentarse vientos o al agitar las alas de las aves durante el proceso de crianza. Con este contexto dialógico, los trabajadores de las granjas avícolas, son la base fundamental todos los procesos de crianza, sea en las micro, pequeñas y medianas empresas (MYPMES) o grandes empresas, pues, en base al tamaño de muestra de la población, 7,0% de 10, conocen el desarrollo de las actividades en un galpón. Por lo tanto, la responsabilidad en cada uno de los procesos, conlleva diferentes aspectos durante toda la jornada laboral, si consideramos al mismo tiempo, se toman disposiciones a diario sobre la actividad o tarea, el deseo de un trabajador de granja es ver sus aves crecer, delimitando una dificultad ética a la hora de tener que practicar una actividad de alto riesgo ergonómico ambiental.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos 2018, el sector avícola en el Ecuador en los últimos cinco años aumentado el 17,2% entre las MIPYMES, a comparación de los años 2.000 al 2.013 del 6,7%. Sin embargo, el número de trabajadores por granja se estima con un promedio de 7 a 14 por granja avícola. En la tabla I, se definen los números de aves criadas en los planteles avícolas según especies:

**Tabla I. Aves criadas en los planteles avícolas según especies por provincia y región en Ecuador**

Región y Provincia	TOTAL	AVES CRIADAS EN PLANTELES AVÍCOLAS				
		Gallinas Ponedoras	Gallinas Reproductoras	Pollitos, Pollitas, Pollos, Pollas	Pavos	Codornices
Total, Nacional	37.282.213	7.589.624	2.169.552	27.277.910	183.900	61.227
Región Sierra	22.299.440	6.788.040	1.205.804	14.073.196	183.900	48.500
Región Costa	14.075.090	801.584	690.624	12.570.155		12.727
Región Amazónica	797.783		173.124	624.659		
Zonas no Delimitadas	109.900		100.000	9.900		

En la actualidad, el análisis de riesgo en la sanidad del sector avícola, se basa en los lineamientos de investigación técnica y científica establecidos por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), dando lugar a un proceso de disposición documentado, el cual también está apoyado en el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), siendo el análisis de riesgo los procesos que comprende cuatro etapas (OMSA-2016) [4]:

- Identificación del peligro
- Evaluación del riesgo
- Evaluación de la introducción (difusión)
- Evaluación de la exposición
- Evaluación de las consecuencias
- Estimación del riesgo

Los análisis de riesgo, se debe tener en cuenta dos aspectos fundamentales, que esta establecen la medición del riesgo y sus metodologías de aplicación:

a. Cuantitativo, es decir, facilitarán una estimación matemática sobre las contingencias y la magnitud de consecuencias que podrían ocurrir por la exposición a MP-10 y MP-2, y

b. Cualitativo, que involucra un enfoque representativo. Sin embargo, las evaluaciones cuantitativas facilitan información más precisa a la hora de analizar los tipos de patologías, siempre y cuando se basen en los análisis metodológicos apropiados, que contemplen las etapas del proceso durante la crianza para el análisis de riesgo disergonómico.

Después de haberse realizado un estudio de Análisis de Sistemas de Medición-ASM, sobre las condiciones de trabajo en las granjas avícolas, para discutir las condiciones de los galponeros o trabajadores de granja a diferentes exposiciones, y crear una dinámica de prevención de los riesgos disergonómicos ambientales, se logra determinar cuales el objetivo de la ASM “es tener mejor conciencia de los panoramas de riesgo específico de la labor en los productores avícolas, con el fin de prevenir accidentes o enfermedades profesionales, mejorando su estado de salud y sanitario durante la jornada laboral.

En una investigación técnica y científica en las industrias avícolas en Colombia, y mediante la aplicación del: “Cuestionario Epidemiológico Estandarizado de Síntomas Respiratorios. ATS-DLD-78-A [5]”. Participaron 113 trabajadores del sector avícola comúnmente conocidos como galponeros, quienes son responsables

de alimentar y cuidar a las aves (pollos), además de veterinarios. La prevalencia general de síntomas respiratorios fue del 45,1% (n=50), siendo el síntoma de sibilancias, la manifestación más prevalente representando el 34,4% (n=39). Se encontró asociación significativa entre la manifestación clínica de sibilancias y género, siendo mayor la prevalencia en los hombres que en las mujeres (22,8% vs. 5,4%, p=0,008). En el síntoma respiratorio de tos se encontró asociado al género (p=0,012), siendo el género masculino el más afectado (29,8% vs. 10,7%) [5].

## II. DESARROLLO

Galponero o trabajador de granja: Al microempresario de una granja avícola o trabajador que labore con aves, como en el caso de los pollos de engorde, ponedoras o granjas para la comercialización de huevo, se le denomina al trabajador “galponero”. Más resumidamente, son aquellos cualificados para trabajar en producción de aves, pues, elevan el estándar del rendimiento de las aves y hacen que la producción o el negocio tenga mayor éxito y crecimiento [6]. Un estudio demostró que “los galponeros más competentes, laboriosos, meticulosos, buenos observadores, y que poseen pasión por aprender, o la empatía y una buena actitud positiva, logran el éxito en la producción avícola. todas estas características están relacionadas tanto con la productividad como el bienestar de las aves y la misma salud del galponero [7].

Componentes disergonómicos y patológicos clínicos: Naturalmente, los galponeros al efectuar una labor que incluye la exposición a diferentes factores ambientales pueden experimentar niveles significativos de aflicción y/o intranquilidad.

Esto, se lleva a cabo un número considerable de análisis y estudios realizados sobre la reacción frente a la calidad de vida y las actividades en cada jornada. Por ende, estos estudios revelan reacciones de depresión, tristeza, enfado, miedo, culpa o en mucho de los casos la impotencia, que son causados por la falta de orientación medica ocupacional, frente a los riesgos asociados al trabajo. Toda patología por más insignificante que sea puede crear un cuadro clínico en los galponeros a corto, mediano o largo plazo.

El presente estudio se evaluó a 525 galponeros de diferentes MIPYMES y grandes empresas del sector avícola en el Ecuador; estos cuadros clínicos de síndromes cardiopulmonares contraen infecciones al corazón y los pulmones, por la exposición al MP10 que pueden causar cáncer u otros síntomas en la salud. Podemos decir qué, en general las patologías derivadas de riesgo qui-

mico por exposición a MP10 en actividades tipo avícola, han aumentado en los últimos años en el desarrollo productivo de las granjas en Ecuador.

Las medidas de protección en los galponeros, no son las suficientes para prevenir un cuadro clínico durante la ocupación en las actividades o tareas a realizar. No obstante, en la mayoría de los empleadores, pasan por alto estos riesgos que pueden generar deterioro a la salud del galponero.

Los factores tanto ambientales en el entorno de trabajo, y el sobreesfuerzo físico en cada proceso, tienen una relación directa con el riesgo químico. Según-Marisa, Ventura da Silva, [8] especifica que, las personas con poca o ninguna experiencia en la crianza de aves, pueden invertir en la producción avícola intensiva de pequeña escala o construir con pequeñas granjas para las gallinas ponedoras o en mucho de los casos, en los

**Tabla II. Método aplicable del tamaño muestra de galponeros Ecuador**

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN GALPONEROS	
Total, de la población (N)	7.589.624
(Si la población es infinita, dejar la casilla en blanco)	1000
Nivel de confianza o seguridad (1- $\alpha$ )	95%
Precisión (d)	2%
Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir)	7%
TAMAÑO MUESTRA(n)(promedio)	385
MUESTRA REAL APLICABLE DE LA POBLACIÓN A GALPONEROS	
	<b>592</b>

Al determinar las granjas con exposición al MP-10 y MP-2,5, se relaciona los galponeros por la edad en las diferentes MIPYMES. Según CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores de Ecuador) y AMEVEA (Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura del Ecuador), el incremento poblacional de galponeros en el Ecuador y al desarrollo del sector avícola, asido complejo en los últimos años, ya que, en la mayoría son sexo masculino acorde al sector clasificado por el INEC [10].

Con los resultados temporales de los galpones y el número de galponeros evaluados, se analiza las por edad entre los 18-28 años y de los 29-40 años, como base para el análisis por la jornada de exposición por MP-10 y MP-2,5.

Procesos de actividades avícolas: Durante el proceso en los galpones, sea en granjas de gallinas ponedoras para la comercialización de huevo o pollos de engorde, la exposición en cada una de las actividades o tareas que realiza el galponero sobrelleva a distintos aspectos durante todo el proceso de crianza para pollos de engorde.

Método aplicable: Según estudios realizados [11], en el sector avícola en este momento se presentan obsesiones y falencias en las condiciones laborales para los

pollos de engorde, a menudo, se establecen cerca de asentamientos o barrios nuevos. En estas explotaciones pequeñas, el uso de antibióticos o productos químicos, con el que pretende compensar las malas consecuencias derivadas por la inexperiencia en los procesos de la gestión avícola, no son los adecuados.

### III.MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación (In-Situ) por MP-10 y MP-2, se analiza lo cualitativo como base a exposición del galponero, identificando en varios planteles avícolas de pollos de engorde a nivel nacional en el Ecuador, un diagnóstico inicial de los galponeros y, al cálculo de la muestra (finita) de 1000, como base a 592, con una margen de error del 2,0%, en la tabla 2, se presenta la muestra (finita-pequeña), con el número de galponeros [9].

galponeros, que afectan la productividad o desarrollo productivo de una granja. Las MIPYMES del sector avícola, muestran un promedio de veintiséis patologías ocupacionales o laborales anuales en el último período, presentándose el 2017, siendo el de mayor crecimiento de enfermedades profesionales con cuarenta y dos casos.

Material Particulado- MP-10 y MP-2,5: Al denominar material particulado- MP-10 y MP-2,5. a una composición de partículas líquidas o sólidas, por sustancias orgánicas e inorgánicas, que se localizan en suspensión en el aire. El MP-10 y MP-2, forma fragmentos en la contaminación del aire. Su composición es muy cambiada que pueden encontrarse en sus principales componentes como; los nitratos, sulfatos, amoníaco, carbón, cloruro sódico, polvo producidos por el aserrín o en el cambio de plumón de las aves, cenizas metálicas o en el agua. Sin embargo, estas partículas pueden producir reacciones químicas en el ambiente del galpón y en el aire. Se pueden catalogar en función a un tamaño y, en al ámbito de calidad del aire, hablamos de PM 10, que existirían de mayor tamaño, cuyo diámetro aerodinámico teórico sería de 10  $\mu$ m (micrones de metro = milonésima parte del metro) y las partículas finas, conocidas

también como como PM 2.5 cuyo diámetro estaría de 2.5  $\mu\text{m}$ .

El efecto en la salud de los galponeros por exposición a partículas se origina por los niveles de exposición normal, pues, en la mayoría se presentan dentro del galpón. Por lo tanto, No hay que realizar una actividad o tarea especial, o ni estar en un entorno específico. Las exposiciones crónicas, pueden aumentar un riesgo patológico como cardiovasculares, respiratorios o cáncer de pulmón. Sin embargo, últimamente, los estudios científicos han comenzado a centrar en investigaciones por los efectos de partículas ultrafinas.

Aunque estas contribuyen muy poco a la masa de PM-10 y PM-2.5, pues, éstas están presentes en gran cantidad. Algunos científicos han planteado, que las partículas sean estas ultra finas y especialmente tóxicas, ya tendrían más riesgo de penetrar e interactuar con las células más profundo en el pulmón a comparación de las más grandes. Por lo tanto, estas se mueven rápidamente a los tejidos exteriores de las vías respiratorias. Mientras que la partícula PM-10, permanecerían estáticas en las vías respiratorias, produciendo efectos patológicos a nivel del sistema respiratorio. No obstante, las partículas menores de PM 2.5 (ver figura 1), tienen la facilidad de ingresar al torrente sanguíneo, dañando cualquier órgano o sistema.



**Fig. 1. Exposición al PM por el plumón de las aves.**

Toma de muestras por PM-10 y PM-2.5: En base al cálculo o número de las granjas sean estas MIPY-MES, se toma el 47,8% de diferentes galpones, para los análisis de la investigación, por medio de equipos de medición (calibrados), como: El AEROCET 531S (ver figura 2) que simultáneamente mide 6 rangos de concentración de masa, así como tamaños de partículas acumuladas como (>0.3, 0.5, 1.0, 5.0, y 10.0 micrones) para una conversión de masa única.



**Fig. 2. Equipo AEROCET 531S**

La Bomba manual Dräger accuro (ver figura 3), posee tubos colorimétricos, que permite establecer un rango corto o largo los gases expuestos en el galpón.



**Fig. 3. Bomba manual Dräger**

Unidades para expresar concentración volumétrica para MP-10 y MP-2,5:

ppm: partes en volumen del gas o vapor (contaminante) en un millón de partes en volumen de aire.

Unidades para expresar concentración:

$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$  = miligramos del contaminante (sólido líquido o gaseoso) en metro cúbico de aire.

$\frac{\text{ug}}{\text{m}^3}$  = microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Con el estudio de sustancias cancerígenas, con límites de exposición muy bajos.

Otras unidades: Las MPPMC: millones de partículas por metro cúbico en el aire, se establecen de acuerdo con los tiempos de exposición durante la jornada [12]. Por lo tanto, si son de origen orgánico, las partículas obtenidas de un impactado deben ser contadas en fondo claro del microscopio, estas han sido parcialmente como reemplazo por el método gravimétrico, para una mejor ventaja en la toma de  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Cálculo del valor límite umbral media ponderada en el tiempo: La ACGIH basa sus límites compilado en su libro "Documentation of TLV" que contiene resúmenes de efectos comprobados y su correspondiente bibliografía. Los límites deben aplicarse en conjunción de los métodos de muestreo y análisis que le dieron origen y que la conferencia remite a los que los solicitan. Los límites de la ACGIH son concentraciones admisibles para una jornada de trabajo, tales como:

Concentración Admisible (CA): concentración de un contaminante en el aire que se permite la exposición de la mayor parte de los trabajadores, sin efectos adversos.

Concentración admisible para la jornada laboral (CAL), en inglés TLV: concentración admisible para exposiciones diarias durante toda la vida laboral sin efectos adversos. No protege al 100%, los más susceptibles puede afectarse, por eso se deben detectarse por exámenes médicos y protegerse adecuadamente.

Concentración Admisible Promedio para la jornada laboral (CAP): es la CAL que se expresa como promedio ponderado en el tiempo para 8 horas diarias y 40 horas semanales. En la ecuación (1), se determina la Concentración Admisible Promedio (CAP) para la jornada laboral:

#### Ecuación 1:

$$\frac{T_1 \times C_1 + T_2 \times C_2 + \dots + T_n \times C_n}{Tt} \quad (1)$$

Este tiempo es especificado para ACGIH. EL NIOSH (National Institute For Occupational Health & Safety) ha emitido límites hasta 10 hr, 40 hr semanales (TWA en inglés).

Cálculo del valor límite de concentración media de amoníaco (NH<sub>3</sub>) ponderada en el tiempo – Muestreo: Según la fundación MAPFRE, este muestreo se podrá llevar a cabo cuando el trabajo conlleve que el galponero quede expuesto a concentración que se repite periódicamente. Sin embargo, la jornada consiste en la repetición de una o varias actividades o tareas por ciclo de trabajo. Efectivamente, hacer una valoración por la exposición en base en los niveles de encontrados en varios periodos o ciclos. Cada medición debe alcanzar un ciclo, debido, por ejemplo: a la necesidad que el propio método de

muestreo y/o análisis muestren un tiempo mínimo, cada medición comprenderá un número entero por ciclos:

-La concentración media a la que queda expuesto el trabajador a lo largo de un ciclo de trabajos será: en la ecuación (2), la medición se toma por ciclos de trabajo conforme a su exposición:

#### Ecuación 2:

$$CC \cong \frac{C_1 + C_2 + C_n}{t_T} \quad (2)$$

Por tanto, en la ecuación (3), determina la exposición diaria, considerando un tiempo (T) por 8 horas:

#### Ecuación 3:

$$ED \cong CC * \frac{T}{8} \quad (3)$$

## IV.RESULTADOS

En las mediciones del MP-2,5 μm y 10 μm en los galpones con crianza de pollos y gallinas ponedoras, en el análisis y estudio por MP-2,5 μm y 10 μm. Sin embargo, se analizan los galpones de crianza de gallinas ponedoras, tomando como base de muestra (ug/m<sup>3</sup>), el resultado se define por los tiempos de exposición durante la jornada laboral. Por lo tanto, el resultado de base, se multiplicará por el total para el Cálculo Concentración Admisible (CAP). Sin embargo, en las tablas 3 y 4, representa los resultados de la medición del MP de 2,5 μm en los galpones, con las actividades ya identificadas en cada uno de las tareas y los procesos, mientras que en la tabla 5, representa los resultados de la medición del MP de 10 μm en los galpones, con forme al CAP.

**Tabla III. Medición del material particulado de 2,5 µm en galpones de pollos**

N°	Actividad	Galpón #1 Pollos	Galpón #2 Pollos
		Mediciones al galponero #1 (ug/m <sup>3</sup> )	Mediciones al galponero #2 (ug/m <sup>3</sup> )
<b>Dato Base Cálculo Muestra</b>			
1	Lavar y desinfectar los bebederos	326,2	384,2
2	Limpia las bandejas que suministran el alimento	420,3	401,3
3	Colocar alimento y agua a los pollos (Broilers)	512,3	419,3
4	Revisar los pollitos inactivos para tomar acciones (sacrificarlos)	398,6	368,7
5	Realizar la limpieza del galpón	625,8	598,3
6	Verificar el consumo de alimentos e inventarios	352,3	340,7
7	Descanso (Lunch)	199,6	242,3
<b>Tiempos de Exposición</b>			
1	Lavar y desinfectar los bebederos	283,794	334,254
2	Limpia las bandejas que suministran el alimento	365,661	349,131
3	Colocar alimento y agua a los pollos (Broilers)	896,525	733,775
4	Revisar los pollitos inactivos para tomar acciones (sacrificarlos)	346,782	320,769
5	Realizar la limpieza del galpón	1095,15	1047,025
6	Verificar el consumo de alimentos e inventarios	306,501	296,409
7	Descanso (Lunch)	173,652	210,801
<b>TOTAL</b>		<b>3468,065</b>	<b>3292,164</b>
<b>CAP</b>		<b>433,51</b>	<b>411,52</b>

**Tabla IV. Medición del material particulado de 2,5 µm en galpones granjas ponedoras**

N°	Actividad	Galpón #1 Pollos	Galpón #2 Pollos
		Mediciones al galponero #1 (ug/m <sup>3</sup> )	Mediciones al galponero #2 (ug/m <sup>3</sup> )
<b>Dato Base Cálculo Muestra</b>			
1	Colocar alimento a las gallinas	425,6	415,6
2	Limpia el galpón por dentro y fuera	560,2	550,2
3	Recolectar y clasificar la producción de huevos	421,2	486,9
4	Registrar el inventario de la producción de huevos	358,9	366,6
5	Descanso (Lunch)	195,3	201,3
<b>Tiempos de Exposición</b>			
1	Colocar alimento a las gallinas	638,4	623,4
2	Limpia el galpón por dentro y fuera	840,3	825,3
3	Recolectar y clasificar la producción de huevos	1263,6	1460,7
4	Registrar el inventario de la producción de huevos	358,9	366,6
5	Descanso (Lunch)	195,3	201,3
<b>TOTAL</b>		<b>3296,5</b>	<b>3477,3</b>
<b>CAP</b>		<b>412,06</b>	<b>434,66</b>

**Tabla V. Medición del material particulado de 10 µm en galpones de pollos**

N°	Actividad	Galpón #1	Galpón #2
		Pollos	Pollos
		Mediciones al galponero #1 (ug/m <sup>3</sup> )	Mediciones al galponero #2 (ug/m <sup>3</sup> )
<b>Dato Base Cálculo Muestra</b>			
1	Lavar y desinfectar los bebederos	3988,2	2857,3
2	Limpiar las bandejas que suministran el alimento	4072,5	3211,1
3	Colocar alimento y agua a los pollos (Broilers)	9983,1	9473,5
4	Revisar los pollitos inactivos para tomar acciones (sacrificarlos)	9066	7939,5
5	Realizar la limpieza del galpón	13727,4	15555,4
6	Verificar el consumo de alimentos e inventarios	6421,6	8695,4
7	Descanso (Lunch)	1488,1	1842,6
<b>Tiempos de Exposición</b>			
1	Lavar y desinfectar los bebederos	3469,734	2485,851
2	Limpiar las bandejas que suministran el alimento	3543,075	2793,657
3	Colocar alimento y agua a los pollos (Broilers)	17470,425	16578,625
4	Revisar los pollitos inactivos para tomar acciones (sacrificarlos)	7887,42	6907,365
5	Realizar la limpieza del galpón	24022,95	27221,95
6	Verificar el consumo de alimentos e inventarios	5586,792	7564,998
7	Descanso (Lunch)	1294,647	1603,062
<b>TOTAL</b>		63275,043	65155,508
<b>CAP</b>		<b>7909,38</b>	<b>8144,44</b>

Con estos datos de Análisis del MP-2,5 CAP, por jornada laboral en galpones de gallinas ponedoras, arrojados en las mediciones de MP-2,5 a cada una de las actividades y con sus tiempos respectivos de duración, se procede a realizar el cálculo de la CAP (conforme a la formula) para la jornada laboral.

Fórmula en el Galpón#1, gallinas ponedoras se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP=412,06 \text{ ug/m}^3$$

Formula en el Galpón #2, gallinas ponedoras se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP= 434,66 \text{ ug/m}^3$$

Fórmula en el Galpón #1, en el área de crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP= 433,51 \text{ ug/m}^3$$

Fórmula en el Galpón #2, en el área de crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP= 411,52 \text{ ug/m}^3$$

Datos Análisis del MP-2,5 CAP, por jornada laboral en galpones de crianza de pollos: Con los datos arro-

jados en las mediciones de material particulado a cada una de las actividades y con sus tiempos respectivos de duración, se procede a realizar el cálculo de la concentración admisible para la jornada laboral, tomado en cuenta la ecuación (4), determina el CAP para la jornada laboral:

$$CAP = \frac{T1 \times C1 + T2 \times C2 + \dots + Tn \times Cn}{Tt} \quad (5)$$

Formula en el Galpón #1, en el área de crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP= 7909,38 \text{ ug/m}^3$$

Formula en el Galpón #2, en el área de crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP= 8144,44 \text{ ug/m}^3$$

Datos Análisis del MP-10 CAP, por jornada laboral en galpones de gallinas ponedoras: Las actividades identificadas en los estudios, se especifica las mediciones de material particulado para cada actividad que los galponeros que realizan en sus respectivos galpones, sean estos en galpones de crianza, como en galpones de gallinas ponedoras. Con los datos arrojados en las mediciones de material particulado a cada una de las

actividades y con sus tiempos respectivos de duración, se procede a realizar el cálculo de la concentración admisible para la jornada laboral en la siguiente ecuación (5), corresponde al CAP para la jornada laboral:

$$CAP = \frac{T1 \times C1 + T2 \times C2 + \dots + Tn \times Cn}{Tt} \quad (6)$$

En el Galpón #1, de gallinas ponedoras se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP = 9798.40 \text{ ug/m}^3$$

En el Galpón #2, de gallinas ponedoras se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP = 9220.99 \text{ ug/m}^3$$

Datos Análisis del MP-10 CAP, por jornada laboral en galpones de crianza de pollos: Con los datos arrojados en las mediciones de MP-10 a cada una de las actividades y con sus tiempos respectivos de duración, se procede a realizar el cálculo de la concentración admisible para la jornada laboral, en la ecuación (6), se comprueba el CAP para la jornada laboral:

$$CAP = \frac{T1 \times C1 + T2 \times C2 + \dots + Tn \times Cn}{Tt} \quad (7)$$

Aplicando la formula en el Galpón #1, en el área de crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP = 7909,38 \text{ ug/m}^3$$

Aplicando la formula en el Galpón #2, en el área de crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CAP = 8144,44 \text{ ug/m}^3$$

En la medición del Nivel de Amoniac (NH<sub>3</sub>), en galpones de crianza de pollos y galpones de crianza de gallinas ponedoras, el estudio para el nivel de NH<sub>3</sub>, se ejecuta en galpones de crianza de pollos y galpones de gallinas ponedoras, como se muestra a continuación.

Análisis de la Concentración de NH<sub>3</sub>, en los galpones de crianza de pollos vs ponedoras: Cada galpón seleccionado fue dividido en cuadrantes de ocho para las mediciones, tomando el punto central del cuadrante como referencia cuadrangular, en intervalos de 10 minutos a 15 minutos, durante toda la actividad y jornada en el galponero. Por lo tanto, en la tabla 6, se obtuvo un promedio de flujos de emisión conforme a la muestra:

**Tabla VI. Niveles de concentración de NH<sub>3</sub> en granjas de crianza y ponedoras**

Medición NH <sub>3</sub> - Galpones Crianza de Pollos			Medición NH <sub>3</sub> Galpones Gallinas Ponedoras		
Nº de Mediciones	Niveles NH <sub>3</sub> Galpón 1 (ppm)	Niveles NH <sub>3</sub> Galpón 2 (ppm)	Nº de Mediciones	Niveles NH <sub>3</sub> Galpón 1 (ppm)	Niveles NH <sub>3</sub> Galpón 2 (ppm)
1	32	39	1	39	34
2	28	35	2	32	38
3	34	29	3	39	34
4	46	42	4	41	47
5	45	41	5	46	42
6	40	44	6	44	40
7	35	39	7	39	35
8	39	34	8	31	36

b) CAP Promedio NH<sub>3</sub>, para jornada laboral galpones gallinas ponedoras: Con los datos arrojados de los equipos o mediciones del material particulado por NH<sub>3</sub>, en cada uno de los subprocesos y actividades, y con los tiempos relativos de duración y exposición, se analiza el cálculo de concentración admisible por jornada laboral con la ecuación (7): el CAP para galpones de gallinas ponedoras para la jornada laboral:

$$CAP = \frac{T1 \times C1 + T2 \times C2 + \dots + Tn \times Cn}{Tt} \quad (7)$$

$$CAP = 9798.40 \text{ ug/m}^3$$

CAP Promedio NH<sub>3</sub>, para jornada laboral en galpones de ponedoras: Cada galpón seleccionado fue dividido en cuadrante como en las granjas ponedoras, tomado los tiempos de 15 16 mm, de ocho partes durante toda

la jornada laboral del galponero, de esta manera se obtuvo promedios de flujo de emisión el cual se muestra a continuación:

$$CAP= 9220.99 \text{ ug/m}^3$$

Aplicando, formula del galpón crianza de pollos, se obtiene el siguiente resultado:

Al establecer los análisis de aspectos estadísticos (ver Figuras 4 y 5), por promedio de exposición durante las jornadas laborales, en cada una de las granjas (pollos y ponedoras) se aprecia la curva de exposición por jornada:

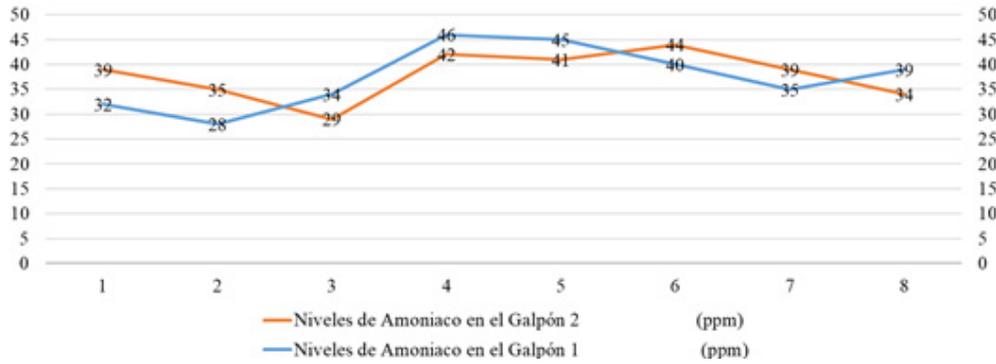


Fig. 4. Nivel NH3 en galpones crianza de pollos

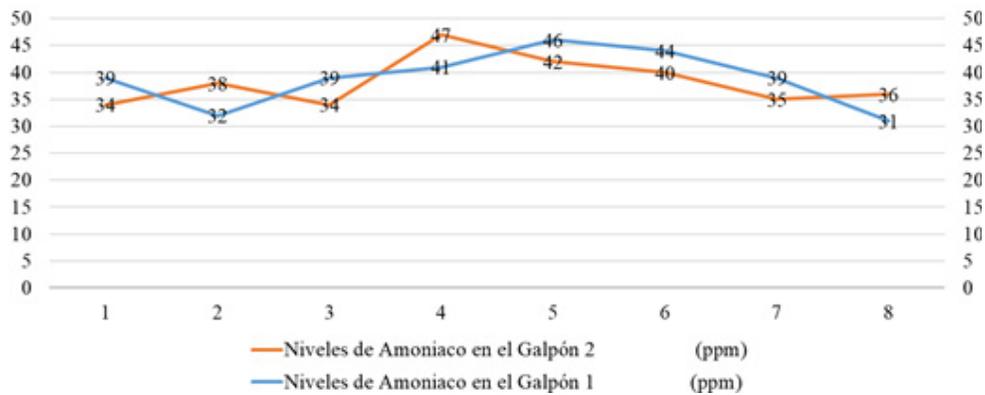


Fig. 5. Nivel NH3 en galpones gallinas ponedoras

d)Cálculo del valor límite de concentración media de NH3, ponderada en el tiempo en galpones de crianza de pollos: Con los datos de las mediciones obtenidas, el valor límite de concentración media por NH3 para cada uno de los galpones de crianza de pollos, se muestra con fórmula para realizar el cálculo, por lo tanto, en la ecuación (8), el Valor Límite de Concentración Media (VLCM) de NH3 se formula en:

$$CC \cong \frac{C_1 + C_2 + C_n}{t_T} \tag{8}$$

Donde:

C1,C2 : Concentración de Amoniaco

tT : Tiempo Total

Según: FUNDACIÓN-MAPFRE, (1995).

Reemplazando los valores para el galpón número 1 se obtuvo lo siguiente:

$$CC \cong 37,38 \text{ ppm}$$

En el reemplazando los valores para el galpón número 2 se obtuvo lo siguiente:

$$CC \cong 37,88 \text{ ppm}$$

-Los datos mostrados anteriormente, en donde se establece el nivel máximo de exposición normal al NH3, es por 20 ppm. No obstante, los niveles existentes en las mediciones realizadas en las granjas, se hallan elevados sobre los valores ambientales límites.

e)Análisis de concentración de NH3 por galpones de crianza de pollos: De la misma manera cada galpón se selecciona en una cuadrícula de ocho partes, con mediciones en cada uno de los centros de forma cuadrícula, con intervalos de 15 - 16 minutos durante toda la actividad desarrollada por el galponero, alcanzando un promedio de flujos de emisión por muestra, con forme a

la tabla VII, del promedio de cálculo por Nivel NH<sub>3</sub> en galpones gallinas ponedoras.

f)Cálculo del valor límite de concentración media de amoniaco (NH<sub>3</sub>) ponderada en galpones de ponedoras: Con referencia a los datos y al análisis realizado en varios galpones de crianza, se establece un cálculo por el valor límite de concentración media, el NH<sub>3</sub> en la mayoría de los galpones de crianza de pollos, son considerables, conforme a la muestra y fórmula como se aprecia en la ecuación (9) para realizar su cálculo, se analizan algunos aspectos como:

### Valor Límite de Concentración Media de Amoniaco

$$CC \cong \frac{C_1 + C_2 + C_n}{t_T} \quad (9)$$

Donde:

C1, C2: Concentración de Amoniaco

t<sub>T</sub>: Tiempo Total

Considerando los valores por los galpones, se obtuvo lo siguiente:

$$CC \cong (32+28+34+46+45+40+35+39)/8h$$

$$CC \cong 37,38 \text{ ppm}$$

Por lo tanto, en la ecuación (10) a la hora de reemplazar estos valores por galpón, se obtuvo conforme a:

$$CC \cong \frac{39+32++39+41+46+44+39+31}{8h} \quad (10)$$

$$CC \cong 38,88 \text{ ppm}$$

A al delegar los valores para el galpón, se alcanzó en el resultado conforme a la ecuación (11) que determina:

$$CC \cong \frac{34+38+34+47+42+40+35+36}{8h} \quad (11)$$

$$CC \cong 38,25 \text{ ppm}$$

Todos los datos realizados anteriormente, determina el nivel máximo por exposición normal, al NH<sub>3</sub> por 20 ppm. Por lo tanto, los niveles actuales presentados en las granjas de pollos de ponedoras, mediciones realizadas por la empresa se encuentran elevados sobre los valores ambientales límites.

### V.CONCLUSIONES

En este sumario se analizan cinco síndromes cardiopulmonares de condiciones disergonómicas ambientales conforme a la investigación, que pueden generar estados de salud desfavorables para los galponeros por

MP-10, o 2,5 y NH<sub>3</sub>, estos pueden producir por exposición a contaminantes peligrosos, ocasionado cáncer pulmonar:

a.Por tos crónica: La exposición puede durar entre diez semanas y al más. Sin embargo, puede presentar con cuadro de síntomas o clínico ocupacional, como secreción o congestión nasal por la acumulación de MP, más la mucosidad en la parte posterior nasal y la garganta, con inconveniente respiratorio agudo por la falta de oxigenación del aire, pueden presentarse causando también, asma, sinusitis, alergias, enfermedad por el reflujo gastroesofágico (ERGE) u otros afectos a la salud.

b.Por derrame pleural maligno: En esta patología ocupacional el cáncer puede recoger en el conjunto inconcebible de líquido, al introducirse a las capas finas del tejido (pleura) recubriendo del exterior pulmonar, asimismo, entre las paredes de la cavidad torácica. El cáncer pulmonar, producen casi siempre derrames pleurales malignos.

c.Por derrame neoplásico pericárdico: Estas afecciones clínicas ocupacionales, se acumulan en exceso de líquido al interior de la bolsa al rodear el corazón. Estos excesos líquidos pueden producir presión en el órgano, impidiendo bombear sangre normalmente. No obstante, los vasos linfáticos obtienen a estar bloqueados y originar infecciones pulmonares. Estos principios frecuentes de derrames neoplásicos pericárdicos, desarrolla una patología ocupacional en los galponeros.

d.Por síndrome de la vena cava superior: Otros de los efectos de producirse un cáncer pulmonar, es la obstrucción de la vena cava superior; esta vena grande, transporta la sangre de regreso al corazón.

Otros factores disergonómicos en diferentes granjas y galpones de pollos de engorde y ponedoras, los galpones estudiados con material particulado PM 2,5; la dosis total de exposición diaria no excede el VLA de los 3 mg/m<sup>3</sup>; Por lo tanto, lo que determina una dosis tolerable para los galponeros. Sin embargo, esto no quiere decir que el galponero deba trabajar toda su jornada laboral sin el uso de una mascarilla protectora para las vías respiratorias. Ya que, en el estudio PM 10-2,5, arrojó resultados que demuestran altos niveles de concentración en los galpones de gallinas ponedoras como en los galpones de pollos de engorde; Pues, las dosis muy altas de partículas con PM-10-2,5, existiendo así un riesgo alto para la salud de los galponeros dentro de las granjas.

Estos niveles de dosis pueden llegar a los pulmones de los galponeros ocasionando así la enfermedad neumonitis por hipersensibilidad también denominada enfermedad del “pulmón del granjero”:

- El riesgo químico de amoníaco (NH<sub>3</sub>) existente en el área de crianza de pollos como en los galpones de gallinas ponedoras es intolerable, ya que supera el Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria (VLA-ED).

- El amoníaco-NH<sub>3</sub> es una sustancia corrosiva y los efectos principales de la exposición al NH<sub>3</sub>, ocurren en el sitio de contacto directo, por ejemplo, la piel se irrita, los ojos comienzan a lagrimear, la boca comienza a toser, y los sistemas respiratorio y digestivo.

Por último; el amoníaco tiene un olor muy fuerte cuando se encuentra expuesta una gran cantidad de este gas (35-50 partes por millón). Por consiguiente, el olor a amoníaco alerta al galponero, Pues, ante la exposición a cierta cantidad puede dañar a individuos asmáticos o sensibles, que puede originar neumonía atípica (infección en los pulmones por bacterias), tuberculosis aviar y alveolitis alérgica (inflamación del pulmón). Sin embargo, en las labores del galponero y durante la crianza de aves o ponedoras, pueden estar expuestos al amoníaco procedente por estiércol en descomposición. Por lo tanto, al establecer un programa de salud ocupacional de Vigilancia Epidemiológica en el Trabajo (VET), con énfasis en patologías cardiorrespiratorias para el control de zoonosis, asma laboral, silicosis, entre otros., que pueden también ser transmitir a las aves. Estos controles medios ocupacionales, deben efectuarse cada seis meses como exámenes específicos.

## REFERENCIAS

[1]M. J. Delgado-Carrillo, «Algunas especificidades acerca de la Ergonomía y los factores de riesgo en salud ocupacional,» Ciencias de la educación, vol. 2, n° 5, pp. 1220-1229, 2017.

[2]R.-S.-T, S.E.H.OCUPACIONAL, «<https://www.rimac.com.pe/>,» Riesgos disergonómicos, 27 agosto 2018. [En línea]. Available: [http://prevencionlaboralrimac.com/Cms\\_Data/Contents/RimacDataBase/Media/fasciculo-prevencion/FASC-8588494766701701032.pdf](http://prevencionlaboralrimac.com/Cms_Data/Contents/RimacDataBase/Media/fasciculo-prevencion/FASC-8588494766701701032.pdf). [Último acceso: 30 septiembre 2019].

[3]C.V.Fernando.A., «<https://www.engormix.com/>,» 10 6 2008. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/salud-ocupacional-industria-avicola-t27609.htm>. [Último acceso: 30 septiembre 2019].

[4]H. Assad, «Uso del análisis de riesgo en la evaluación de la bioseguridad avícola,» XXV Congreso Latinoamericano de Avicultura 2017, vol. 25, n° 18, pp. 1-137, 2018.

[5]C. Rojas-Silva, «Prevalencia de síntomas respiratorios en avicultores de una empresa de Bogotá,» Universidad del Rosario, 08 agosto 2014. [En línea]. Available: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/8843>. [Último acceso: 30 septiembre 2019].

[6]S. A., Pule Reina, «<http://repositorio.utn.edu.ec/>,» Universidad Técnica del Norte, 28 marzo 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6477>. [Último acceso: 30 septiembre 2019].

[7]C. Argoti, «Original Article: Ergonomic Work Pathologies in Some Poultry Farms in Ecuador,» libro COMPAS, vol. 9, n° 3, pp. 684-688, 2018.

[8]V. d. S. Marisa, «Aves de corral y productos avícolas: riesgos para la salud humana,» Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2008.

[9]O. d. F. Margarita, «[https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_283.pdf/305322a8-b6c7-47f1-af4d-3ad948a48440](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_283.pdf/305322a8-b6c7-47f1-af4d-3ad948a48440),» Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 13 agosto 2011. [En línea]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_283.pdf/305322a8-b6c7-47f1-af4d-3ad948a48440](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_283.pdf/305322a8-b6c7-47f1-af4d-3ad948a48440). [Último acceso: 01 octubre 2019].

[10]INEC-2018, «<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>,» 13 junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>. [Último acceso: 03 octubre 2019].

[11]L. & A. N. Peláez, Evaluación del programa de salud ocupacional para la comercializadora avícola “Max Pollo Ltda.” de la Tebaida Quindío., Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2018.

[12] P. C. Marcelo, Higiene y seguridad en el trabajo, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2001.