



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN A NIVEL  
NACIONAL DE POLLO RECIÉN NACIDO**

**SERGIO GILBERTO PÉREZ MORALES**

**Asesorado por: Ing. Julio César Rivera Peláez**

**Guatemala, agosto de 2004**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN A  
NIVEL NACIONAL DE POLLO RECIÉN NACIDO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**SERGIO GILBERTO PÉREZ MORALES**

ASESORADO POR: Ing. Julio César Rivera Peláez

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL  
Guatemala, agosto de 2004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	<b>Sydney Alexander Samuels Milson</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Lic. Amahán Sánchez Alvarez</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Ing. Julio David Galicia Celada</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. Elisa Yazminda Vides Leiva</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Jorge Mario Morales</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Byron Orlando Serrano</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Gonzalo Pérez Ixchop</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Edgar Bravatti Castro</b>

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1 ANTECEDENTES GENERALES	
1.1 Características del pollo recién nacido	1
1.1.1 Peso	1
1.1.2 Uniformidad	2
1.2 Estándares para el manejo del pollo recién nacido	3
1.2.1 Bioseguridad	3
1.2.2 Humedad relativa	6
1.2.3 Temperatura	7
2 SITUACIÓN ACTUAL	
2.1 Flujograma del proceso	9
2.2 Cuadros estadísticos en la recepción del pollo	11
2.2.1 Humedad relativa del ambiente recién nacido	11
2.2.2 Temperatura del ambiente	13
2.2.3 Temperatura del pollo	14
2.2.4 Uniformidad en peso del pollo	15

2.3	Determinación del comportamiento de los parámetros ambientales durante el traslado	20
2.3.1	Humedad	21
2.3.2	Temperatura	23
2.3.3	Índice de oxigenación	24
2.4	Horarios de traslado del pollo recién nacido según las rutas de distribución	27
3	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE TRASLADO DE POLLO RECIÉN NACIDO	
5.2	Determinación del número de unidades de pollo recién nacido a trasladar de acuerdo al volumen disponible en la unidad de traslado	29
5.2	Determinación de las características del equipo a implementar al modelo actual	33
3.2.1	Cálculo del equipo de ventilación	33
3.2.2	Cálculo del equipo de aire acondicionado	35
3.2.3	Determinación del equipo de purificación de aire	42
3.3	Determinar el estibamiento dentro de la unidad de traslado del pollo recién nacido	46
4	IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE POLLO RECIÉN NACIDO	
4.1	Diseño de la ubicación de los equipos adicionales en el modelo propuesto	49
4.1.1	Presentación de los planos respectivos de ubicación	49

4.1.2	Presentación de los planos de alimentación y control de estos equipos	51
4.2	Determinación de los costos del diseño propuesto	53
4.3	Determinación de los costos en el traslado del pollo recién nacido con el nuevo proceso	54
5	MEJORAS CONTINUAS	
5.1	Rediseño de la caja para el embalaje del pollo recién nacido	57
5.2	Determinar el gradiente de variación de temperatura dentro de la unidad de traslado al aplicar revestimientos exteriores con el fin de mejorar el acondicionamiento del pollo recién nacido	62
5.3	Mejoras en el área de recepción que minimicen el tiempo de distribución	65
5.3.1	Diseñar el flujograma alternativo que disminuya los traslados de las cajas que contienen al pollo recién nacido en el área de incubación	65
5.3.2	Determinar el equipo adecuado para lograr lo detallado en el flujograma alternativo	68
	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	75

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Requerimientos de temperatura en el ambiente en °C	8
2	Flujograma de proceso de distribución de pollito de 1 día de nacido	10
3	Comportamiento de la humedad relativa dentro del área de incubación	12
4	Temperatura dentro del área de incubación	13
5	Comportamiento de la temperatura del pollito en °C	15
6	Humedad relativa dentro de la unidad de traslado	22
7	Temperatura ambiental dentro de la unidad de traslado	23
8	Dimensiones de la unidad de traslado	31
9	Comportamiento de resistencia a compresión de cajas de cartón	48
10	Distribución de los equipos de ventilación y acondicionamiento del aire en la unidad de traslado	50
11	Diagrama del circuito eléctrico de fuerza	51
12	Diagrama del circuito eléctrico de protección y mando	52
13	Base de caja de pollo	57
14	Separadores verticales para caja de pollo	58
15	Fondos para piso de caja de pollo	59
16	Tapadera principal para caja de pollo	59
17	Base de caja de pollo integrada con el separador transversal	61

18	Tapadera de caja de pollo integrado el separador longitudinal	61
19	Flujograma propuesto para el proceso de traslado de pollito	67
20	Estantería móvil para el traslado de cajas de pollito vivo al interior de la unidad de traslado	69



## TABLAS

I	Muestreo de pesos de pollitos lote 56	17
II	Muestreo de pesos de pollitos lote 57	18
III	Muestreo de pesos de pollitos lote 54	19
IV	Muestras de presión de saturación de oxígeno de los pollitos en la unidad de traslado	26
V	Datos de requerimiento de aire en pies cúbicos por minuto para el traslado de pollito	34
VI	Muestreo del volumen de los pollitos	36
VII	Muestreo de temperatura para calculo del calor generado por los pollitos	39
VIII	Características del filtros Hepa-Gard	45

## GLOSARIO

<b>Cliente directo</b>	Persona individual o empresa que compra producto para consumo propio, es decir que tienen granjas propias.
<b>Cliente mayorista</b>	Persona individual o empresa que compra producto para revender.
<b>Conversión</b>	Relación entre el alimento consumido por una ave y el peso ganado por ésta en el mismo periodo.
<b>Desinfección</b>	Es la acción por medio de la cual se eliminan o destruyen los gérmenes nocivos o se evita su desarrollo.
<b>Elemento térmico</b>	Accesorio que actúa de acuerdo a la temperatura que se genera al circular una corriente eléctrica a través de él.
<b>Energizar</b>	Suministrar corriente eléctrica a un equipo o elemento eléctrico para realizar una operación.
<b>Galpón</b>	Cobertizo grande con paredes, en el cual se desarrollan las aves.
<b>Patógenos</b>	Es la acción mediante la cual se origina o se desarrolla una enfermedad.

<b>Relé</b>	Aparato destinado a producir en un circuito una modificación dada, cuando se cumplen determinadas condiciones en el mismo circuito o en otro distinto.
<b>Saneamiento</b>	Conjunto de técnicas y elementos destinados a fomentar las condiciones higiénicas en galpón o unidad de traslado.
<b>Unidad de traslado</b>	Equipo automotriz utilizado para trasladar a las aves desde el área de incubación hacia los clientes mayoristas o clientes directos.

## RESUMEN

Debido a la gran competitividad en el mercado y otros factores como la apertura de nuevos mercados internacionales, la disminución de costos en cualquier renglón de algún proceso es imprescindible.

En la industria avícola existen una serie de costos a evaluar y poder mejorar, dentro de éstos tenemos los costos generados en el proceso de traslado de los pollitos de un día a los clientes mayoristas y clientes directos.

Condiciones inadecuadas en la unidad de traslado son requisitos suficientes para tener una incidencia de enfermedad o una disminución en su conversión.

Tomar en cuenta los factores de humedad relativa, temperatura y aireación desde el almacenaje, traslado y su posterior crianza en granja aseguran un rendimiento óptimo que generará beneficios para el productor y el consumidor final.

La escasa información sobre este tema en el traslado de las aves, hace que la determinación de ciertos parámetros sean de tipo experimental y que funcionen de acuerdo a las características existentes en cada medio donde se tenga que aplicar.

Para poder elaborar y determinar las características que requieren las aves para su traslado se tienen que elaborar procedimientos estadísticos para determinar las condiciones existentes y determinar con principios termodinámicos el curso a seguir para implementar los equipos requeridos y con esto corregir los procedimientos existentes.

Una evaluación económica de las mejoras que se tienen que realizar para evaluar técnicamente el momento de implementarlo, es decisivo ya que esto determinará la rentabilidad del proyecto.

## OBJETIVOS

- **General**

Diseñar sobre la base de los parámetros de humedad y temperatura, un ambiente adecuado en el traslado del pollo recién nacido, de los lugares de incubación hacia las granjas de desarrollo que mejoren las condiciones actuales.

- **Específicos**

1. Presentar las características físicas y biológicas del pollo recién nacido que se utiliza en la industria avícola.
2. Indicar las condiciones adecuadas que se deben tener para la recepción en el área de incubación.
3. Enumerar los factores de riesgo que involucran el traslado del pollo recién nacido, así como los procedimientos que lo minimicen.
4. Dar a conocer los diferentes procedimientos de entrega.
5. Establecer los costos en que se incurren en el traslado del pollo recién nacido.
6. Establecer por medios estadísticos los rangos en los cuales debe encontrarse los parámetros de temperatura y humedad en el traslado, para con éstos mejorar el proceso.
7. Presentar, por medio de un estudio técnico, los elementos que se deben incluir en el proceso para mejorar las condiciones actuales, en el traslado del pollo recién nacido.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumo de carne blanca es base primordial en la dieta del guatemalteco. Su demanda hace que cada día más personas se dediquen a la crianza y engorde del pollo recién nacido como una alternativa para incrementar sus ingresos satisfaciendo dicha demanda.

Por ello, es necesario contar con procedimientos, económica y técnicamente adecuados, que coadyuven a desarrollar en forma eficiente, en todas las etapas de su producción, el crecimiento de las aves, para poder mantener los márgenes de ganancia.

Existen varios factores inherentes al proceso, mismos que incluyen la buena clasificación del huevo fértil, el adecuado mantenimiento en granja, así como el adecuado transporte de pollos recién nacidos de los lugares de incubación hacia los diferentes puntos de distribución y crianza, factor importante que como se verá influye en el desarrollo del animal.

El modelo que se presenta toma en consideración los diferentes factores que influyen en el proceso, desde la recepción en incubación, los factores inherentes al traslado, la entrega adecuada al consumidor final y los diferentes controles en cada etapa.

Se inicia con la descripción de las características que deben tener los pollos recién nacidos para ser comercializados en el mercado y los métodos para su evaluación. Luego se indican los cuidados que se deben tener tanto en el almacenaje como en el embalaje, considerando las características de empaque para su traslado. Se describen los diferentes factores de riesgo que involucran el traslado de las aves vivas, así como las estrategias para minimizarlos. Con estos datos se procede a calcular la unidad de traslado que llene estas características, finalizando con la elaboración de los diferentes cuadros para evaluar la confiabilidad de éste.



# **1 ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 Características del pollo recién nacido**

Son los parámetros requeridos por los productores de aves que garantizan una conversión adecuada en un tiempo determinado, es decir que si no se tienen estas características al inicio de la producción los rendimientos esperados serán bajos, ya que se necesitará mayor tiempo y recursos para lograr las características deseadas.

### **1.1.1 Peso**

El peso en las aves es importante debido a que éste determina la cantidad de alimento que tendrá que ingerir el animal durante el tiempo que esté en granja, antes de salir a la siguiente etapa. También determina cuánto tiempo estará en granja, es decir, que a menor peso, mayor tiempo de crianza en granja para lograr un crecimiento final óptimo. El peso del pollito viene relacionado desde la selección del huevo fértil, en el cual se determina que se incuben huevos de 52 gramos como peso mínimo. Durante la incubación que dura 21 días, éste pierde entre el 12 y 14 % de peso.

De esto tenemos que el peso mínimo debe estar entre 44.72 y 45.76 gramos. Con lo cual se garantiza que, con un adecuado manejo en granja, se obtendrán los resultados esperados.

### **1.1.2 Uniformidad**

Es una característica determinada por el lote del ave reproductor ( el tamaño del huevo fértil), se logra haciendo que en los despachos para un cliente coincida para toda la entrega el mismo número de lote.

Esto logra que en los galpones al tener todos el mismo tamaño no se limiten entre sí para llegar a la fuente de alimento y que al final de su desarrollo todas las aves tengan el mismo peso y tamaño y por ende no tener que prolongar la estadía en el galpón de las aves que ingresaron a éstas con bajo peso. Adicionalmente, a la hora de ser colocados los pollos dentro del galpón para empezar su crecimiento y engorde, la uniformidad ayuda a que los pollos crezcan al mismo ritmo y que disminuya la cantidad de pollos lastimados, heridos o muertos. Esto a causa de que no habrán pollos mucho más grandes o mucho más pequeños que lastimen o sean lastimados por otros.

La uniformidad se calcula basado en el muestreo de peso de un lote, tomando como muestra el 1 % de éste.

Con estos datos se calcula el coeficiente de variación, el resultado de éste tiene que ser menor o igual al 8%. Un valor mayor de 8 % indica grandes variaciones de peso en el lote.

## **1.2 Estándares para el manejo del pollo recién nacido**

Los estándares para el manejo del pollo recién nacido constituyen los procedimientos básicos para que se tenga un ambiente adecuado en el cual exista una barrera que garantice la inmunidad a cualquier microorganismo patógeno y que mantenga el ambiente adecuado antes y durante el traslado.

Estos estándares se refieren a las prácticas elementales consideradas como buenas o aceptables, a la hora de manipular, transportar o entregar el pollo recién nacido. Con ellas se garantiza la protección física del pollo contra golpes, microorganismos patógenos e incluso contra las condiciones ambientales que repercutirán directamente en la salud del animal.

### **1.2.1 Bioseguridad**

La bioseguridad es una práctica diseñada para impedir la diseminación de enfermedades en un ambiente. Ésta se realiza manteniendo el ambiente de tal forma que haya un tránsito mínimo de organismos biológicos a través de sus límites.

Con el nombre de bioseguridad se conoce al ambiente biológicamente seguro para el pollo recién nacido, que impida el nacimiento, crecimiento y propagación de enfermedades o agentes patógenos de un lugar determinado. Este ambiente seguro se logra creando una barrera física a través de la cual haya un tránsito mínimo de organismos biológicos que lleguen hasta el animal.

La bioseguridad consta de tres componentes importantes:

1. El aislamiento: el cual se refiere al confinamiento de los pollos recién nacidos dentro de un ambiente controlado.
  
2. Control de la unidad en donde serán trasladados los pollos: esto incluye el control de las unidades, en las entregas consecutivas que se dan entre granjas así como del saneamiento y desinfección de las unidades en cuestión, como la ropa y accesorios de las personas que manipularán a los animales en el proceso de entrega. Esto con el fin de no contaminar una granja o un lote de pollos, con las enfermedades que hayan podido tener las granjas que se visitaron con anterioridad, así como zapatos y ropa de las personas que entran en la operación de entrega.
  
3. La sanidad: que consiste en evitar el contacto con objetos inanimados que pudieran estar contaminados con los organismos de una enfermedad. Estos objetos pueden ser:
  - Impurezas del agua
  - Los insectos
  - Las unidades de entrega y jaulas de estibamiento
  - Trasmisión de organismos por vía aérea

Normalmente, con el objeto de crear una barrera sanitaria entre los organismos patógenos y los utensilios involucrados en el manejo del pollo, se utilizan ciertos productos. Entre estos productos, los más utilizados por su eficacia, disponibilidad y variedad, son los desinfectantes.

Los desinfectantes pueden dividirse en varias clases, de acuerdo a su composición química:

- Fenoles, los cuales son derivados de carbón-brea.
- Hipocloritos derivados del cloro.
- Yodoformos que son una combinación de yodo elemental y una sustancia que hace al yodo soluble en el agua.
- Amonio cuaternario.
- Formalina.
- Peróxidos.

Por contar con una gama muy amplia de desinfectantes, éstos deben escogerse tomando en cuenta los siguientes factores:

1. Costo: se refiere a cómo se diluye el precio del producto en el área que se está trabajando.
2. Eficiencia: eficiencia de destrucción contra virus, bacterias, hongos.
3. Actividad con la materia orgánica: es decir que retenga su actividad y no se inactive rápidamente en presencia de éste.
4. Toxicidad: se refiere a la seguridad relativa para los animales que se encuentran en las proximidades donde la aplicación se realiza.
5. Actividad residual: que se refiere a la capacidad del desinfectante de actuar durante un tiempo prolongado después de ser aplicado.

6. Actividad con el jabón: es decir que al ser aplicado en áreas donde se ha utilizado el jabón éste no lo neutralice.

7. Tiempo de contacto.

8. Rango de temperatura en la cual puede trabajar.

### **1.2.2 Humedad relativa**

La humedad relativa es una unidad de medida expresada en porcentajes, ésta consiste en la relación de la presión parcial del vapor en el aire con la presión de saturación del vapor correspondiente a la temperatura existente . En otras palabras se puede decir que es la relación de la densidad del vapor de agua en el aire con la densidad de saturación a temperatura correspondiente.

El manejo de este parámetro en el traslado de pollo recién nacido es muy importante ya que gran parte del calor del cuerpo del pollito se pierde por evaporación. La evaporación se debe a la baja humedad relativa en el aire. Las altas humedades las retardan. Los excesos de la humedad relativa producen no solamente reacciones fisiológicas molestas sino que afectan algunas propiedades de los materiales y equipos involucrados en el proceso de traslado. Debido a esto es necesario mantener la humedad lo más estable posible, es decir en un valor promedio del 75%, para reducir la deshidratación.

Para lograr esto se deben instalar, en el ambiente confinado del pollito, humidificadores ya que cuando el clima es muy caluroso se puede humidificar el aire y controlar el ambiente.

### **1.2.3 Temperatura**

Los pollitos recién nacidos son de sangre caliente (es decir, son animales homeotérmicos) con capacidad de conservar la temperatura de sus órganos internos en forma bastante uniforme; sin embargo, este mecanismo es eficiente cuando la temperatura ambiente se encuentra dentro de ciertos límites, es decir que las aves no pueden adaptarse a temperaturas extremas.

El pollito produce calor continuamente mediante los procesos metabólicos y la actividad muscular. Para poder estabilizar esta temperatura la pérdida de calor del cuerpo debe ser igual a la producida por el animal, de otra forma la temperatura corporal del pollito aumenta.

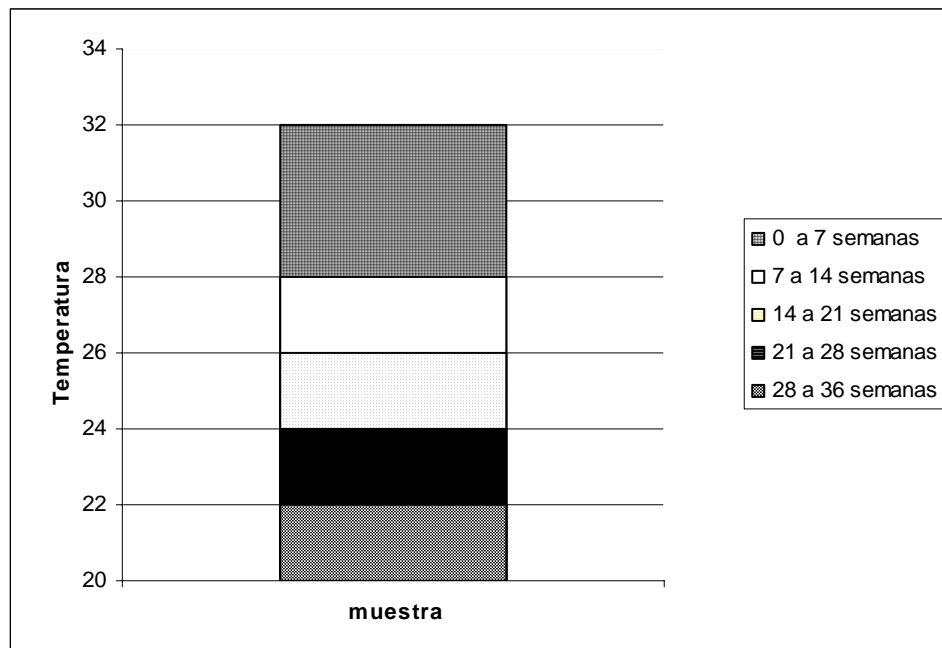
El pollito utiliza diferentes formas para poder liberarse del calor, siendo éstas:

La radiación, que se presenta cuando la temperatura en la superficie del ave es mayor que la del aire adyacente por lo cual el calor se transfiere al aire; la conducción que se da cuando la superficie del ave entra en contacto con cualquier objeto a su alrededor y este calor se transfiere al objeto; la convección se presenta cuando el aire frío entra en contacto con la superficie del ave, este aire se calienta y se expande, obligando a que el calor se desplace, pues el aire continúa su movimiento.

Otro método que utilizan los pollitos es la evaporación del agua. Ésta se verifica cuando los animales evaporan la humedad por medio del recubrimiento húmedo del aparato respiratorio. Por último, tenemos la excreción, ya que una parte del calor se libera del cuerpo por las excreciones.

En la figura 1, se muestran los requerimientos del medio ambiente del pollo con respecto a la temperatura. Como se aprecia los requerimientos de éste van desde 32 °C en los primeros días de vida y llega a 20 °C al finalizar su etapa de engorde, por lo que el intervalo para el pollito está entre 28 °C y 32 °C.

**Figura 1. Requerimientos de temperatura en el ambiente en °C**





## **2 SITUACIÓN ACTUAL**

Para realizar alguna mejora en cualquier proceso es necesario contar con una base de datos y procedimientos que nos den una visión de los puntos que se pueden mejorar y sobre la base de esto proceder a diseñar los cambios a introducir.

### **2.1 Flujograma del proceso**

El flujograma del proceso de distribución de pollito de un día nos presenta las diferentes actividades que se tienen que realizar. Éste empieza desde cuando el pollito es extraído de las incubadoras, pasando por el área de preparación para luego ser trasladado por los vehículos a los diferentes clientes localizados dentro de la república. Esto se evidencia en la figura 2, que presenta el flujograma del proceso que se elaboró en el sitio de trabajo.

**Figura 2.** Flujograma de proceso de distribución de pollito de 1 día de nacido

RESUMEN		#	T(hrs)	D(kms)	Diagrama de flujo del proceso						
○	operación	1	0.0069		■	presente	fecha	elaboro			
□	inspección	6	0.06		□	propuesto	10-11-03	s.p.m.			
→	traslado	5	6.8	300.023	asunto			posible accion			
⊐	demora	0			distribución de pollito de un día de nacido						
▽	almacenaje	2	17.5								
TOTAL		14	24.3669	300.023	eliminar	combinar	secuencia	lugar	persona	mejorar	
PESO	SIMBOLO	TIEMPO	DIST.	ESP	PASOS DEL PROCESO						
1	▽	4 hrs			en el área de incubación						
2	→	3 min	6 mts		trasladar al pollito al área de selección						
3	□	5 seg			sexado del pollito						
4	□	12 seg			muestreo de tamaño y deformidades del pollito						
5	○	25 seg			colocar 102 pollitos en cada caja						
	→	14 seg	10 mts		trasladar las cajas de pollito al área de pedidos						
6	▽	13 hrs			esperar llegada vehículos para traslado						
7	□	12 seg			muestreo de peso del pollito (1% del pedido)						
8	□	180 seg			muestreo de número de pollitos por caja						
	→	0.75 hrs	7 mts		trasladar las cajas de pollito del área de pedido al interior del vehículo de traslado						
9	→	6 hrs	300 kms		traslado de la incubadora a los clientes						
10	□	3 seg			muestreo de temperatura ambiental						
11	□	4 seg			muestreo de humedad ambiental						
12	▽	0.5 hrs			entrega al cliente según pedidos						

Fuente: Registro de datos tomados en incubadora de pollito

## **2.2 Cuadros estadísticos en la recepción del pollo recién nacido**

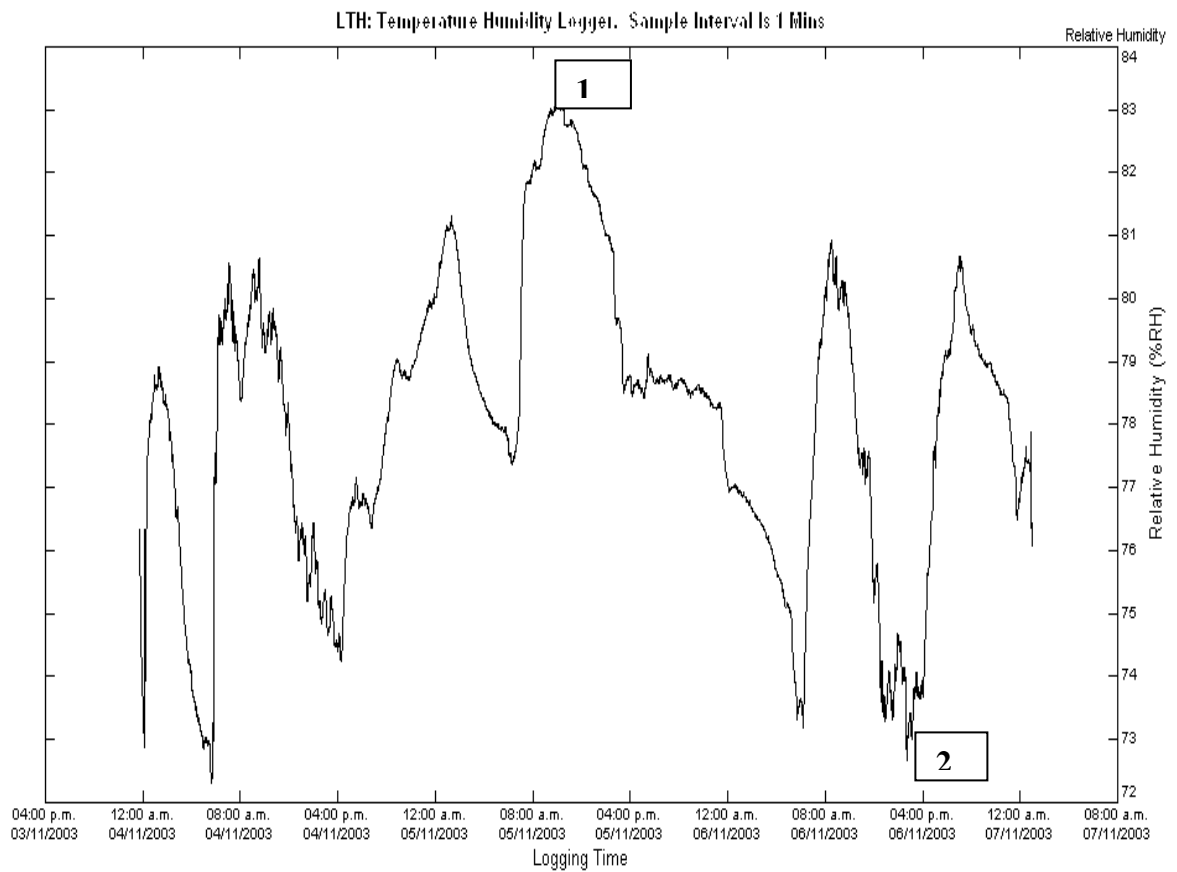
Estos cuadros permiten tener un historial de las diferentes variaciones que se presentan de acuerdo a la temporada y respecto a esto realizar cualquier mejoramiento al proceso.

### **2.2.1 Humedad relativa del ambiente**

En la gráfica 3, se presenta el comportamiento de la humedad relativa dentro del lugar de almacenamiento y entrega de pollito, para lo cual se utilizó un equipo de monitoreo de humedad marca Logger, ésta muestra tres días de operación y, basados en esto, se podrán estimar de mejor manera los cambios que sean necesarios.

En el mismo cuadro se puede ver que la humedad del ambiente varía desde un nivel inferior de 73 % hasta un nivel superior de 83 % disminuyendo durante la tarde hasta las primeras horas de la mañana y aumentado éste durante el transcurso de toda la mañana. Como se puede establecer en esta gráfica el proceso está controlado con una variación del 12.04 %.

**Figura 3. Comportamiento de la humedad relativa dentro del área de incubación.**



Fuente: Datos de equipo graficador de humedad del 03 al 07 de noviembre del 2003

punto 1= 83 %

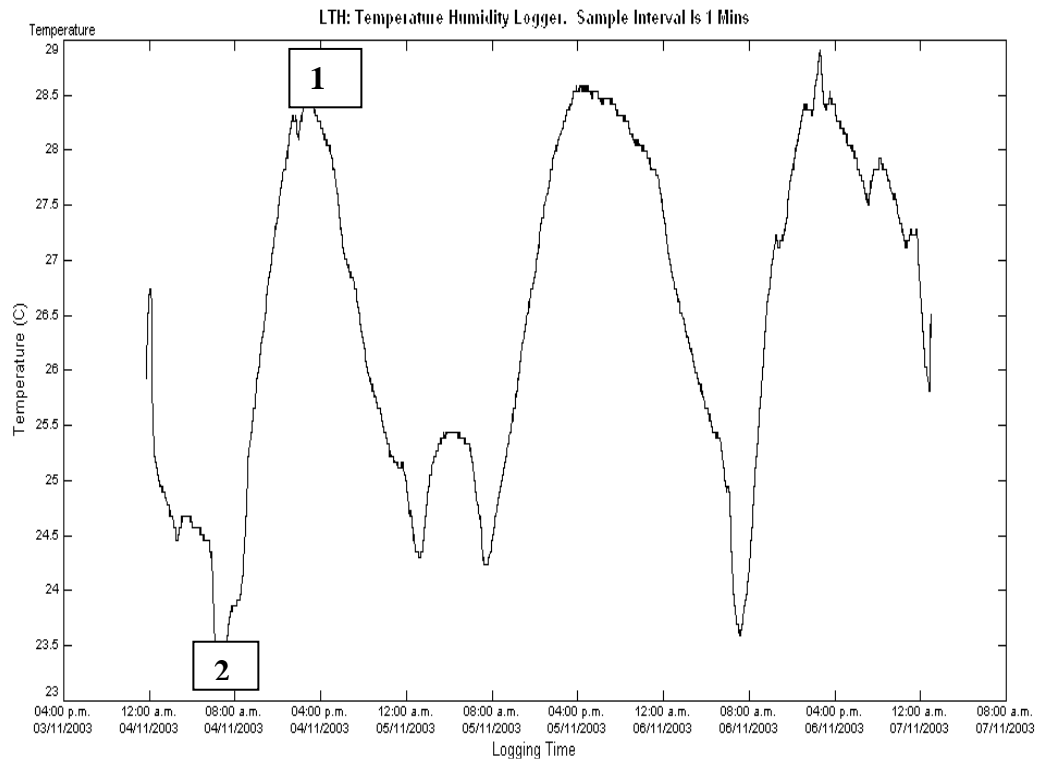
punto 2= 73 %

variación % =  $((83-73)/83)*100$   
= 12.04 %

## 2.2.2 Temperatura del ambiente

En la gráfica 4, se presenta las variaciones de temperatura que se verifican en el área de entrega de pollito dentro de la incubadora. Para elaborar esta gráfica se utilizó un equipo de monitoreo de temperatura marca Logger. Se establecen límites superiores de 28 °C y límites inferiores de 23.5 °C teniendo una variación de 16.07 °C. Podemos observar incrementos de la temperatura durante todo el transcurso de la mañana y parte de la tarde para luego descender durante las primeras horas de la noche hasta en la madrugada.

**Figura 4. Gráfica de temperatura dentro del área de incubación**



Fuente: Datos de equipo graficador de temperatura del 03 al 07 de noviembre del 2003

Punto 1 = 28.00 °C  
Punto 2 = 23.50 °C

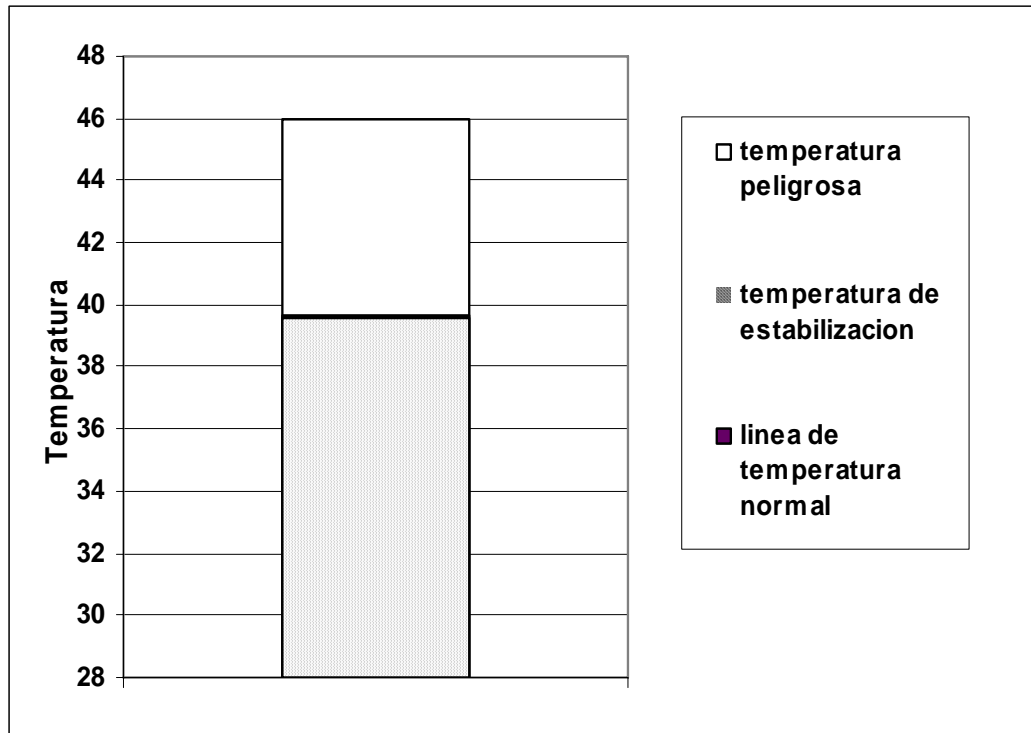
$$\text{Variación total \%} = ((28-23.5)/28)*100$$
$$16.07 \%$$

### **2.2.3 Temperatura del pollo**

La temperatura normal del pollito es aproximadamente de 39.7 °C, es decir que es bastante estable. Por lo cual si la temperatura del ambiente llega a este valor o lo excede la pérdida de calor se detiene totalmente y a una temperatura de 46 °C la muerte del ave ocurre. Con temperaturas inferiores a ésta, el pollito regula su temperatura corporal hasta estabilizarla a su valor normal, como se observa en la gráfica 5.

Es importante hacer mención que, aunque la literatura no muestra un valor bajo de temperatura peligrosa, se sabe que a temperaturas bajas el pollito aunque no muere, se ve afectado de tal manera que su salud y desarrollo no llega a ser normal.

**Figura 5. Comportamiento de la temperatura del pollito en °C**



Fuente: Chapman & Hall, **Comercial Chicken**, pág 195

#### **2.2.4 Uniformidad en peso del pollo**

Con los siguientes datos estadísticos de 4 lotes diferentes se procedió a hacer los cálculos para estimar la uniformidad y es posible apreciar que los lotes tienen diferentes pesos promedio, ya que corresponden a aves ponedoras con diferentes semanas de desarrollo, pero se encuentran próximos al intervalo aceptable de uniformidad.

Para calcular la uniformidad utilizamos las siguientes fórmulas estadísticas

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Media

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Desviación estándar

$$CV(\%) = \frac{(S \times 100)}{\bar{X}}$$

Coficiente de variación



Tabla I Muestreo de pesos de pollitos

Número de lote 56

41 semanas

Tamaño de la población : 18,800 pollitos

Pesos (grs.)			Frecuencia total
35		3	3
36	1	5	6
37	5	9	14
38	3	6	9
39	7	8	15
40	6	7	13
41	10	11	21
42	6	7	13
43	23	3	26
44	7	9	16
45	6	3	9
46	3	6	9
47	6	4	10
48	3	8	11
49	3	3	6
50	3	1	4
51	1	1	2
52	1		1
Totales			188

$$\bar{X} = \frac{7980}{188} = 42.44 \text{ gramos}$$

$$S = \sqrt{\frac{2800.46}{187}} = 3.86$$

$$CV = \frac{(3.86 \times 100)}{42.44} = 9.14 \%$$

Tabla II Muestreo de pesos de pollitos #2

Número de lote 57

46 semanas

Tamaño de la población : 43,900 pollitos

Pesos (grs.)							Frecuencia total
35			1				1
36	1			2			3
37	3	2		3		2	10
38	6	4		3	3	2	18
39	7	2		7	3	3	22
40	6	8	2	6	6	7	35
41	5	5	1	4	4	6	25
42	8	7		10	7	9	41
43	37	10	4	5	6	6	68
44	11	4	2	8	10	8	43
45	4	7	2	6	3	11	33
46	5	10	4	4	7	3	33
47	3	4	6	4	3	6	26
48	1	3	6	2	1	3	16
49	1	5	7	2	4	3	22
50	1	3	8	7	3	2	24
51		1	3	2	5	1	12
52				1			1
53			2				2
54			4				4
Totales							439

$$\bar{X} = \frac{19275}{439} = 43.90 \text{ gramos}$$

$$S = \sqrt{\frac{6257.19}{438}} = 3.77$$

$$CV = \frac{(3.77 \times 100)}{43.90} = 8.58 \%$$

**Tabla III Muestreo de peso de pollito**

Número de lote 54

52 semanas

Tamaño de la población : 33,500 pollitos

Pesos (grs.)							Frecuencia total
37		2		1			3
38		3	2	2			7
39	1	6	10	2	7		26
40	1	4	4	6	4		19
41	2	10	12	3	4		31
42		8	7	8	3		26
43	3	6	6	7	4		26
44	4	8	5	4	6		27
45	4	6	8	3	7		28
46	4	4	5	10	5		28
47	6	10	4		2		22
48	5	6	6	7	1		25
49	3	2	2	3	2		12
50	2	4	2	10			18
51	5	3	10	3	1		22
52		4	4	2			10
53	1	1	1	1			4
54	1						1
Totales							335

$$\bar{X} = \frac{14998}{335} = 44.77 \text{ gramos}$$

$$S = \sqrt{\frac{5391.30}{334}} = 4.01$$

$$CV = \frac{(4.01 \times 100)}{44.77} = 8.95 \%$$

De los datos anteriores se puede concluir que si queremos una buena uniformidad tenemos que seleccionar huevos para incubar de la misma ave ponedora o de aves ponedoras con la misma edad. Debido a esto se numeran los lotes para cada corrida de producción, que aseguran que los huevos fértiles cumplen con estos requisitos y así hacer los despachos con un mismo número de lote.

### **2.3 Determinación del comportamiento de los parámetros ambientales durante el traslado**

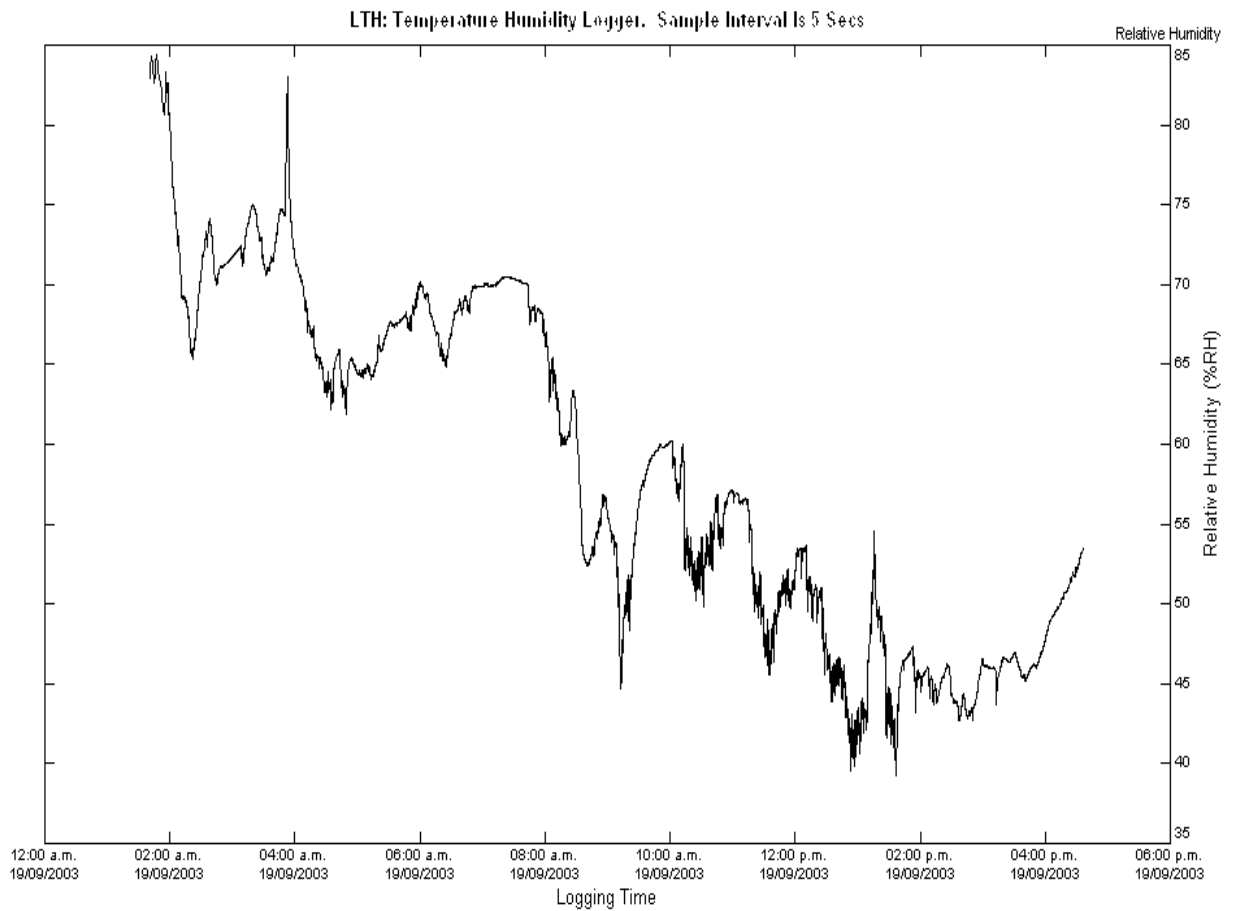
Para analizar las condiciones en las cuales se realiza el traslado de pollito se tomaron datos de temperatura y humedad dentro de las unidades de traslado, a lo largo de diferentes temporadas. De estas gráficas se tomaron las que presentaban los mayores valores extremos. Basado en estas gráficas se elegirán los datos para poder hacer cualquier cálculo que permita determinar la mejor elección en cuanto a lo que se tiene que implementar.

### **2.3.1 Humedad**

Como se puede ver en la gráfica 6, la humedad relativa tiene un valor máximo de 85 % al inicio del día prolongándose éste durante el transcurso de la madrugada y tiende a disminuir desde las 5:00 AM, hasta llegar a un valor de 40 % en el transcurso de la tarde. Para elaborar esta gráfica se utilizó un equipo de monitoreo de humedad marca Logger .

Si tomamos las características básicas para el traslado tendremos que el mejor período para hacer cualquier traslado de pollito es durante el transcurso de la mañana ya que los valores que se presentan en este lapso de tiempo, son los más cercanos al requerimiento de la humedad del ambiente del pollito.

**Figura 6. Gráfica de humedad relativa dentro de la unidad de traslado**

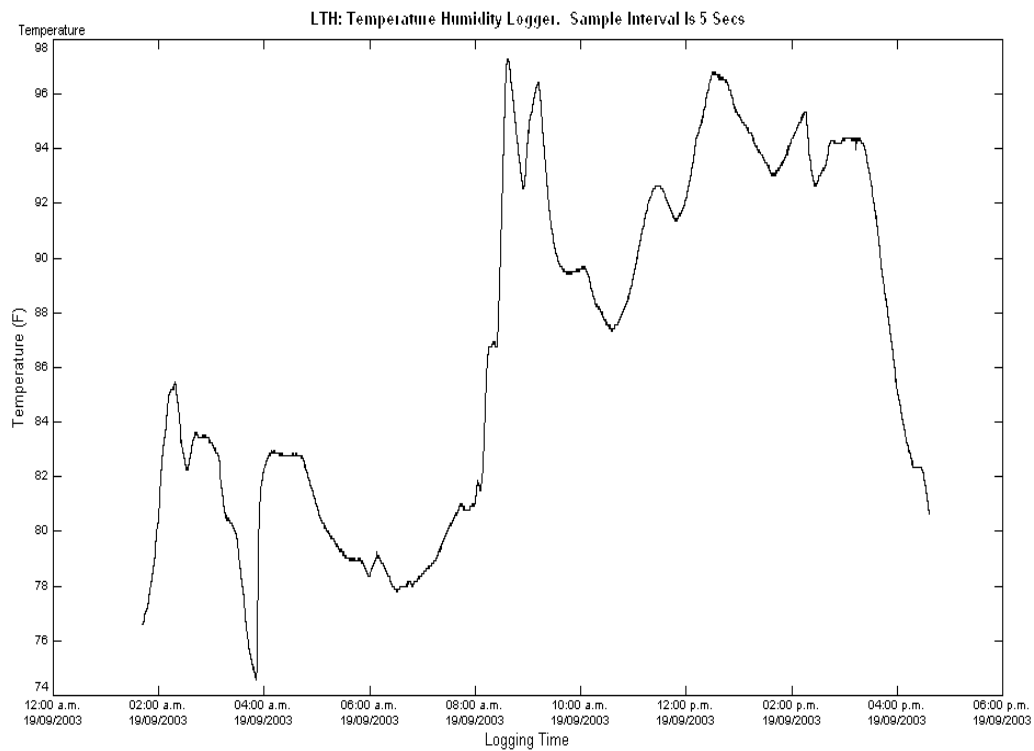


**Fuente: Datos de equipo graficador de humedad del 19 de septiembre del 2003**

### 2.3.2 Temperatura

En la gráfica 7 se puede observar que los valores extremos se encuentran entre los 75 °F y los 96 °F (23.88 °C y 35.50 °C ). Se observa que el intervalo de tiempo en el cual el parámetro de temperatura es el más adecuado para el traslado es el período de las 2:00 AM a las 9:00 AM. En el restante período de tiempo se presenta una temperatura que como se observa no llega a límites de daño para el animal pero no es recomendable manejar el pollo después de este horario. Para elaborar esta gráfica se utilizó un equipo de monitoreo de temperatura marca Logger.

**Figura 7. Temperatura ambiental dentro de la unidad de traslado**



**Fuente: Datos de equipo graficador de temperatura del 19 de septiembre del 2003**

### 2.3.3 Índice de oxigenación

La ventilación y la transferencia de gases obedece a fuerzas físicas y su comportamiento se fundamenta en leyes físicas como son la ley de los gases perfectos, ley de Henry y ley de Dalton entre otras.

En la acción de respirar, se hace ingresar una mezcla de gases que se denomina aire. Este aire está sometido a una presión que varía de acuerdo a la altura en la que se encuentre. El aire es, en realidad, una mezcla de gases cuya composición es la siguiente:

Oxígeno	20.93 %
Nitrógeno	78.09 %
CO <sub>2</sub>	0.03 %
Argón	0.94 %
Helio	0.0004 %
Kriptón	0.00005 %
Xenón	0.0000006 %
Hidrógeno	0.01 %

La presión atmosférica es resultante de las presiones parciales de estos gases y estas presiones parciales se mantienen sin cambios y son independientes de la presión parcial de otros gases de la misma mezcla a una misma altura (ley de Dalton).



Los gases tienen la propiedad de cruzar membranas celulares debido a un gradiente de presión y se difunden del lado de mayor presión hacia el de menor presión para establecer el equilibrio. Además si exponemos un líquido a la atmósfera, las moléculas del gas de la atmósfera penetrarán en el líquido y se mantienen en solución si no hay combinación con los componentes del líquido (ley de Henry), es decir, que las presiones parciales de los gases en los líquidos son iguales a las presiones parciales de los gases atmosféricos. Esto es lo que sucede en el proceso de respiración, ya que el aire ingresa a través del aparato respiratorio, hasta ponerse en contacto por medio de los alvéolos, con los capilares aéreos y los capilares sanguíneos.

Aquí en los alvéolos es donde se encuentra la membrana que separa ésta de los capilares, el oxígeno se difunde a los capilares por la diferencia de presión y se disuelven en la sangre manteniendo cada gas su misma presión original, es decir, que la presión de la atmósfera determina la cantidad de oxígeno que se pueda difundir a través de la membrana.

Esta cantidad medible de oxígeno es la que determina el índice de oxigenación de un animal, también conocida como  $SPO_2$  (presión de saturación de oxígeno).

Para determinar el índice de oxigenación de los pollitos, se toman muestras de sangre y se procede a determinar el grado de arterialización, o sea, la eficiencia de la ventilación del alvéolo o también se determina por el contenido de oxígeno combinado con la hemoglobina. Un proceso práctico es realizar esta medición por medio de la oximetría de pulso.

La oximetría de pulso es un método no invasivo para medir la saturación de oxígeno circulante en la sangre, puede utilizarse en forma continua o intermitente.

Para nuestro caso se tomó una muestra de pollitos en condiciones óptimas, es decir, en el área de despacho de incubación. Para luego muestrear los pollitos en ruta, o sea, durante su traslado al cliente, tomando esta muestra del interior de la unidad de traslado. Para nuestros datos se utilizó un oxímetro de pulso marca Palco modelo 100 portátil con sensor de extensión

Muestra A (pollito en condiciones óptimas)

Presión de saturación de oxígeno

$$SPO_2 = 94$$

Es importante hacer mención que el valor a obtener en el índice de oxigenación ( $SPO_2$ ) está entre 90 y 100, esto nos indica que el ambiente en el cual está confinado el pollito es el adecuado.

**Tabla IV Muestreo B (Muestras de pollito en la unidad de traslado)**

Presión de saturación de oxígeno

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
78	81	85	75	80	79	80	75	86	80	98	74	78	79	78	78	78	75	72	71	70	81	80	80	77	76	78

$$\bar{X} = \frac{2122}{27}$$

$$SPO_2 = 78.6$$

#### **2.4 Horarios de traslado del pollo recién nacido según las rutas de distribución**

Por las variaciones existentes en la unidad de traslado, se trata de lograr que el horario de traslado coincida con el período en el cual las condiciones ambientales sean las más adecuadas. Como podemos observar en la gráfica 6 y gráfica 7, el intervalo de tiempo en el cual las condiciones atmosféricas presentan los mejores valores para el traslado es de la 01:00 AM a las 08:00 AM ya que los valores de humedad y temperatura están más cercanos a los valores estándares para el manejo del pollito.

Aunado a esto tenemos otros factores que se toman en cuenta para la programación de la ruta de entrega. Éstos son:

El horario que el cliente determina para su recepción: ya que si es una entrega para venta a terceros, es recomendable que sean entregados a la apertura de sus negocios.

Los horarios en los cuales el congestionamiento del tránsito en las rutas es más severo se debe evitar para que no provoque pérdidas de tiempo e incremente el tiempo de estadía en la unidad de traslado.

Debido a que se tiene que realizar una distribución a nivel nacional se toman como referencia los puntos más lejanos y en base a esto se definen los horarios para empezar a despachar los vehículos programando los más lejanos a primera hora para que su recorrido esté dentro de los mejores factores que se mencionaron anteriormente.

Es importante mencionar que en el período de las 08:00 AM en adelante no es recomendable el traslado de pollito ya que las condiciones atmosféricas no son extremas, pero sí presentan problemas en el acondicionamiento del pollito.

### **3 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE TRASLADO DE POLLO RECIÉN NACIDO**

Actualmente, el traslado de pollo recién nacido, se realiza, en el mejor de los casos, bajo condiciones que se han aprendido por ensayo-error, dando como resultado que dicho traslado se realice empíricamente y sin fundamentos teórico-prácticos, que justifiquen y que optimicen la realización de dicha tarea.

A continuación se presentan aspectos que, de ser observados, darán como resultado un transporte adecuado, eficiente y seguro, que redundará en la salud, bienestar y desarrollo de los animales trasladados, así como en la utilidad económica de quien realice esta actividad.

#### **3.1 Determinación del número de unidades de pollo recién nacido a trasladar de acuerdo al volumen disponible en la unidad de traslado**

Un punto crítico en el traslado de pollo recién nacido, lo constituye el espacio físico en el cual se colocará el pollo durante su traslado.

Este espacio, además de tener las condiciones de bioseguridad que ya se mencionaron, debe ser adecuado para que tanto los animales como las cajas y los equipos que las acompañan, puedan ser trasladados de forma segura y estable, así como propiciar un ambiente estable en lo que a temperatura y flujo de aire se refiere.

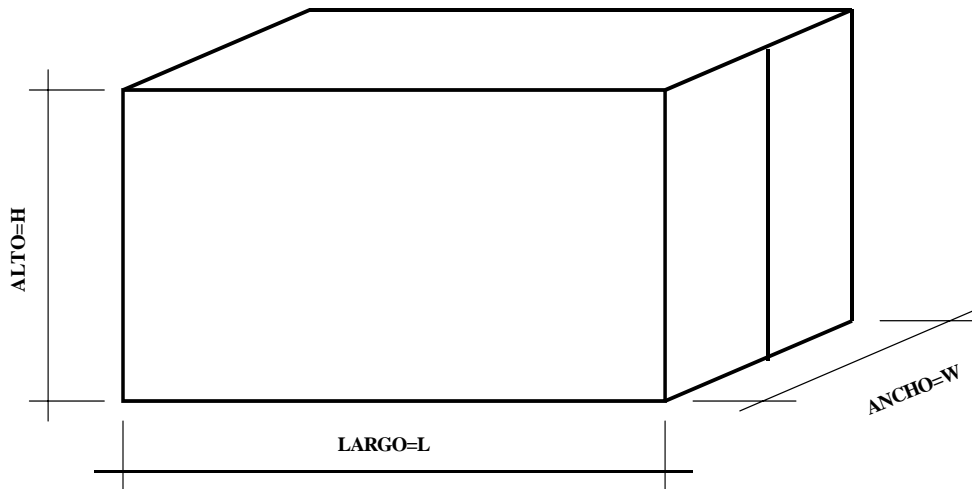
Para determinar el número de cajas a trasladar es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

1. El volumen de la caja que contiene a los pollitos.
2. El volumen disponible en la unidad de traslado.
3. El espacio necesario para el montaje y mantenimiento del equipo a utilizar.
4. La carga máxima de soporte de la caja (también conocida como estiba máxima).

Adicionalmente es necesario tomar en cuenta que las características del vehículo en donde se transportarán las cajas de pollo, están en función de los lugares a donde se harán las entregas, es decir, que en las granjas de engorde de difícil acceso o condiciones de caminos difíciles, las unidades serán de un tamaño y características distintas a las que llevarán los pollos a granjas cuyos accesos están en buen estado, cerca, con facilidad de tránsito y seguridad.

La única constante que se mantiene en todas las unidades de traslado, independientemente de su tamaño, marca, etc., es que dichas unidades cuentan con un furgón dentro del cual se colocan las cajas y los equipos de traslado. Tomando en cuenta lo anterior, se propone a continuación el cálculo para un furgón de características determinadas, según muestra la figura 8.

**Figura 8. Dimensiones de la unidad de traslado**



$$\begin{array}{lcl} H & = & 2.25 \text{ mts} \\ W & = & 2.15 \text{ mts} \\ L & = & 6.50 \text{ mts} \end{array}$$

En donde H es la altura, W el ancho y L el alto del furgón.

Esto nos da el primer parámetro, es decir que el volumen disponible es:

$$\text{Volumen} = H * L * W$$

Tomando en cuenta que dentro de la unidad de traslado estará montado el equipo de ventilación y purificación y que se tendrá que maniobrar cajas para el despacho de cada pedido, es necesario reservar el espacio que ocupará esto. Para ello se resta del área de la base del furgón, quedando las dimensiones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Área del equipo} &= 0.50 \text{ mts} * (2.15-0.70) \text{ mts} \\ &= 0.725 \text{ mts}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Área de paso} &= 0.70 \text{ mts} * 6.50 \text{ mts} \\ &= 4.55 \text{ mts}^2 \end{aligned}$$

Por lo cual el volumen disponible para el traslado de pollito es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Volumen real} &= \text{alto} * (\text{área de furgón} - \text{área del equipo} - \text{área de paso}) \\ &= 2.25 * ((2.15 * 6.50) - 0.725 - 4.55) \\ &= 19.57 \text{ mts}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen de la caja de pollito} &= (0.60 * 0.7 * 0.25) \text{ mts}^3 \\ &= 0.105 \text{ mts}^3 \end{aligned}$$

De estos valores podemos entonces determinar el número de unidades de cajas de pollito que podemos trasladar, el cual será:

$$\begin{aligned} \text{Número de cajas de pollito} &= \frac{\text{Volumen real}}{\text{Volumen de la caja de pollito}} \\ \text{a trasladar} &= \frac{19.57 \text{ mts}^3}{0.105 \text{ mts}^3} \\ &= 186.42 \end{aligned}$$

Por distribución de las cajas dentro del furgón, se toma como base para los próximos cálculos la cantidad de 180 cajas de pollito.



### **3.2 Determinación de las características del equipo a implementar al modelo actual**

#### **3.2.1 Cálculo del equipo de ventilación**

Para poder hacer el cálculo de la cantidad de flujo de aire que se requiere para poder satisfacer las necesidades proyectadas se hace uso de la fórmula siguiente:

Flujo de aire (Pies cúbicos por minuto)

$$=0.012* \text{ peso de pollitos( lb.)}*\text{temperatura( }^{\circ}\text{ F )}$$

Al introducir diferentes valores de temperatura y carga de pollito en los cuales podríamos estar trabajando durante el traslado, se genera la tabla V.

El paso siguiente es establecer la zona en la tabla sobre el cual se encuentra nuestro modelo. Tomando en cuenta los datos históricos tenemos:

Temperatura máxima	=	96 ° F
Temperatura mínima	=	75 ° F

De acuerdo a la cantidad de pollo calculado en el inciso anterior que fue de:

Carga máxima de pollos	=	180 cajas de pollo
------------------------	---	--------------------

**Tabla V Datos de requerimiento de aire en pies cúbicos por minuto (cfm), para el traslado de pollito**

		TEMPERATURA EN ° F							
CAJAS	LBS	60	70	80	90	100	110	120	130
50	485.00	349	407	466	524	582	640	698	757
60	582.00	419	489	559	629	698	768	838	908
70	679.00	489	570	652	733	815	896	978	1059
80	776.00	559	652	745	838	931	1024	1117	1211
90	873.00	629	733	838	943	1048	1152	1257	1362
100	970.00	698	815	931	1048	1164	1280	1397	1513
110	1067.00	768	896	1024	1152	1280	1408	1536	1665
120	1164.00	838	978	1117	1257	1397	1536	1676	1816
130	1261.00	908	1059	1211	1362	1513	1665	1816	1967
140	1358.00	978	1141	1304	1467	1630	1793	1956	2118
150	1455.00	1048	1222	1397	1571	1746	1921	2095	2270
160	1552.00	1117	1304	1490	1676	1862	2049	2235	2421
170	1649.00	1187	1385	1583	1781	1979	2177	2375	2572
180	1746.00	1257	1467	1676	1886	2095	2305	2514	2724
190	1843.00	1327	1548	1769	1990	2212	2433	2654	2875
200	1940.00	1397	1630	1862	2095	2328	2561	2794	3026
210	2037.00	1467	1711	1956	2200	2444	2689	2933	3178
220	2134.00	1536	1793	2049	2305	2561	2817	3073	3329
230	2231.00	1606	1874	2142	2409	2677	2945	3213	3480
240	2328.00	1676	1956	2235	2514	2794	3073	3352	3632
250	2425.00	1746	2037	2328	2619	2910	3201	3492	3783

Ploteando estos datos en la tabla tenemos que los valores de flujo de aire están en el rango

Flujo máximo = 2095 pies cúbicos por minuto

Flujo mínimo = 1467 pies cúbicos por minuto

Por lo cual el flujo de aire a tomar como base es de 1676 pies cúbico por minuto ya que acondicionaremos este aire a una temperatura de 82 °F

### **3.2.2 Cálculo del equipo de aire acondicionado**

Para poder determinar el equipo adecuado que mantenga el aire acondicionado para comodidad de los pollitos, se toman en cuenta varias cargas de refrigeración, es decir, las diferentes cantidades de calor generadas por los diferentes elementos del sistema. Estos son:

1. La carga de calor generada por los pollitos.
2. La carga de calor generada por el equipo.
3. La carga de calor generada por el aire.

Para poder calcular estos factores se procede de la siguiente manera:

#### **Cálculo de carga generada por el pollito**

Para calcular la carga generada por el pollito vivo se procede a determinar el volumen del pollito para luego introducirlo dentro de un depósito aislado y calibrado con sensores de temperatura interna y externa.

Estos sensores monitorearán las temperaturas del aire en el interior y la temperaturas del aire en el exterior. Con estos datos podemos calcular el trabajo realizado por el calor generado por el pollito al aire contenido dentro del depósito, suponiendo que se comporta como un proceso a volumen constante.

Para calcular el volumen del pollito se procedió a utilizar el principio de Arquímedes que indica que al sumergir un cuerpo dentro de un volumen de agua determinado, el agua desalojada del recipiente es equivalente al volumen del objeto sumergido. Tomando en cuenta este principio se procedió a introducir dentro de un depósito de agua de 200 ml , muestras de pollitos con el peso más utilizado para la venta, dando los siguientes resultados con respecto al volumen de agua desplazado.

**Tabla VI Muestreo del volumen de los pollito**

<b>Pesos (grs.)</b>	<b>Volumen (ml)</b>
42	50
42	50
42	50
42	50
42	50
42	50
42	50
42	50
42	50
42	50
42	60
42	50
<b>Totales</b>	<b>610</b>

Con estos datos calculamos el volumen promedio del pollito, el cual nos proporciona el siguiente resultado:

$$X = \frac{610}{12}$$

$$X = 50.83 \text{ ml}$$

Este dato nos sirve para determinar el volumen real de aire dentro del depósito, en el cual introduciremos los pollitos

$$\text{Volumen del depósito} = 710 \text{ ml}$$

$$\text{Volumen del pollito} = 50.83 \text{ ml}$$

Tomando en cuenta que en el depósito introduciremos 3 pollitos a la vez tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Volumen real de aire en el depósito} &= (710 - 50.83 * 3) \text{ ml} \\ &= 557.51 \text{ ml} = 557.51 \text{ cms}^3 \end{aligned}$$

Utilizando la ecuación característica de los gases perfectos:

$$PV = nRT$$

En donde P es la presión, V el volumen, m es la masa, R es la constante del gas y T es la temperatura a la cual se encuentra.

A continuación procedemos a calcular la masa del aire contenido en el depósito:

$$m = \frac{PV}{RT}$$

$$m = \frac{0.5771 \frac{lbs}{pul^2} * 144 \frac{pul^2}{pie^2} * 557.51 cms^3 * \frac{pie^3}{28316.84 cms^3}}{53.3 \frac{pie - lbs}{lbs^{\circ}R} * (83.8 + 460)^{\circ}R}$$

$$m = 0.0000562 \text{ lbs}$$

Esta masa corresponde a la masa del aire contenida en el depósito ya que se le restó anteriormente el volumen de los tres pollitos que se ingresarán dentro de éste.

El siguiente paso consiste en introducir los tres pollitos dentro de este depósito y proceder a sellarlo, tomando en consideración los valores iniciales de temperatura interior y exterior. Debido a que los pollitos tienden a estabilizar su temperatura por los procedimientos que se detallaron anteriormente se procede a tomar en consideración la medición hasta que los datos de temperatura interior tiendan a mantenerse constantes, con lo cual se elabora la tabla VII.

**Tabla VII Muestreo de temperaturas para cálculo del calor generado por los pollitos**

<b>TIEMPO (MINUTOS)</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>	<b>3.5</b>	<b>4.0</b>	<b>4.5</b>
<b>TEMPERATURA AMBIENTE EN °F</b>	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8
<b>TEMPERATURA INTERIOR EN °F</b>	83.8	84.9	85.2	85.4	85.7	85.9	86.0	86.9	87.2

<b>TIEMPO (MINUTOS)</b>	<b>5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>6.0</b>	<b>6.5</b>	<b>7.0</b>	<b>7.5</b>	<b>8.0</b>	<b>8.5</b>	<b>9.0</b>
<b>TEMPERATURA AMBIENTE EN °F</b>	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8
<b>TEMPERATURA INTERIOR EN °F</b>	87.5	87.7	87.8	87.9	88.0	88.1	88.2	88.9	89.1

Como podemos darnos cuenta la variación de temperatura del aire dentro del depósito fue de 5.30 ° F.

Con estos resultados procedemos a calcular la carga generada por los pollitos haciendo uso de la fórmula de calor en procesos a volumen constante, por lo que tenemos:

$$Q = mC_v(T_2 - T_1)$$

En donde  $m$  es la masa,  $C_v$  es el calor específico a volumen constante,  $T_2$  es la temperatura final y  $T_1$  es la temperatura inicial del ensayo. De lo anterior tenemos que:

$$Q = 0.0000562 \text{ lbs} * .1714 \frac{\text{BTU}}{\text{lbs}^\circ\text{F}} * (89.10 - 83.8)^\circ\text{F}$$

$$Q = 0.00005105 \text{ BTU en un tiempo de 9 minutos}$$

$$Q = 0.00034 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}}$$

Tomando en cuenta que este valor corresponde al calor generado por los 3 pollitos ingresados al depósito, procedemos a calcular el calor generado por la carga total de pollitos que en nuestro caso es de 18000 pollitos (asumiendo una cantidad de cien pollitos por caja):

$$Q = \frac{18000 * .00034}{3} \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}}$$

$$Q = 2.04 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}}$$

El siguiente factor es el calor ganado debido al equipo instalado dentro de la unidad. Debido a la cantidad de aire que se tendrá que manejar dentro de la unidad tenemos que utilizar 2 motores de 1/2 HP para manejar los ventiladores y tener una mejor distribución del aire en el sistema. Tomando en cuenta que el calor disipado durante el funcionamiento de éstos es de aproximadamente 4250 Btu/hr tendríamos que el total de calor generado por las dos unidades es:

$$Q = 8500 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}}$$



El siguiente factor a calcular es la ganancia de calor debida al aire para ventilación, haciendo uso de la formula siguiente tenemos que:

$$Q = 1.08 * V * (t_e - t_i)$$

Donde  $V$  constituye los c.f.m. (pies cúbicos por minuto) que se están inyectando al sistema,  $t_e$  es la temperatura del ambiente exterior y  $t_i$  es la temperatura a la cual tendremos que llevar el aire inyectado al sistema. Por lo tanto, tenemos que la ganancia de calor debida al aire es:

$$Q = 1.08 * 1676 \text{ c.f.m.} * (96^\circ F - 82.4^\circ F)$$

$$Q = 24617.08 \frac{BTU}{Hr}$$

Resumen de ganancias de calor:

La carga de calor generada por los pollitos  $Q = 2.04 \frac{BTU}{Hr}$

La carga de calor generada por el equipo  $Q = 8500.00 \frac{BTU}{Hr}$

La carga de calor generada por el aire  $Q = 24617.08 \frac{BTU}{Hr}$

De acuerdo a lo anterior tenemos que nuestra carga total para acondicionar a nuestra unidad de traslado es de:

$$Q_t = 33119.12 \frac{BTU}{Hr}$$

### **3.2.3 Determinación del equipo de purificación de aire**

Debido a los contaminantes a los cuales está expuesto el pollito en el momento de su traslado del área de incubación hacia los diferentes puntos de entrega, como son el polvo y gases de combustión de los vehículos en ruta, que vienen mezclados con el aire que se está inyectando al sistema, es necesario proveer una barrera que limite el paso de estos contaminantes pero que no restrinja el paso del aire inyectado.

Esto se logra utilizando algún sistema de separación mecánica que de acuerdo al equipo utilizado están agrupados en diferentes categorías, las cuales son:

1. sedimentación
2. centrifugación
3. filtración
4. tamizado

Todas estas categorías de equipos de separación mecánica cuentan como base un medio de filtración el cual debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Retener los sólidos que han de filtrarse con una rapidez después que se inicie la alimentación, dando un filtrado suficientemente claro
2. No debe obstruirse, es decir, que el medio filtrante debe tener una velocidad baja de arrastre de sólidos dentro de sus intersticios
3. Resistencia mínima al flujo de filtrado, es decir, que no disminuya la velocidad del flujo de aire que se está limpiando
4. Ser químicamente resistente, es decir, que en presencia de materiales corrosivos el material no se destruya

5. Tener la suficiente consistencia física para resistir las condiciones del proceso, es decir que debe tener suficiente resistencia para sostener la presión de filtración
6. Resistencia aceptable del desgaste mecánico, debido a la manipulación y a la fijación de éste sobre el separador mecánico
7. Permitir la descarga limpia y completa de la masa formada
8. Tener un costo que sea amortizado por los gastos del proceso, es decir que tenga un costo mínimo.

Entre los medios filtrantes tenemos las telas, tejidos de fibra, fieltros o fibras no tejidas, sólidos porosos o perforados y membranas poliméricas.

El filtrado está sometido a tres clases de resistencias en serie:

Las resistencias de los canales que llevan el fluido hasta la cara anterior del material sólido acumulado y el filtrado desde que sale del medio filtrante, es decir la resistencia de las conexiones de entrada y salida, la resistencia correspondiente al material sólido acumulado y la resistencia correspondiente al medio filtrante. Generalmente en filtros bien diseñados esta resistencia es despreciable en comparación a la resistencia del material sólido acumulado y del medio filtrante.

El caso que nos ocupa, es aquel en el cual los contaminantes más importantes son los gases expelidos por los vehículos en ruta y el polvo. Además tomando como base el volumen de aire que tenemos que manejar, procederemos a utilizar un sistema de filtración con tecnología de dispositivo de control (captura-disposición), con elemento filtrante de papel, es decir, material no tejido (HEPA) filtro de aire de alta eficiencia para partículas.

Estos filtros se clasifican por su eficiencia mínima de recolección y se definen como aquellos que tienen la designación de eficiencia mínima para la recolección de (MP) materia particulada con diámetro 0.3 micras o mayor.

Para nuestro caso, se seleccionó basado en los datos suministrados por el fabricante de elementos filtrantes HEPA-GARD que se resumen en la tabla 8, el modelo que se ajusta a los requerimientos de nuestro diseño:

Flujo de aire	=1676 cfm
Eficiencia	=80 - 85%

Para comodidad de distribución del aire filtrado dentro de la unidad de traslado se hará huso de dos elementos filtrantes según número de modelo:

HG85H 2420WA22

Esta numeración del modelo nos indica que utilizaremos un filtro HEPA-GARD con un 85 % de eficiencia en recolección de polvo según ASHRAE 52-76 con las dimensiones y características que para éste se especifica en la tabla VIII.

**Tabla VIII Características de filtros Hepa-Gard**

HEPA-GARD MODEL NUMBER	CAPACITY AND DIMENSIONS								SHIPPING WEIGHT	
	DIMENSIONS ACTUAL DEPTH 5 7/8 AND 11 1/2						CAPACITY			
	INCHES			MILLIMETERS					CFM	M3/HR
	H	W	D	H	W	D				
HG(1)(2)2412(3)(4)(5)(6)	24	12	6	610	305	152	500	850	10	4.5
HG(1)(2)2016(3)(4)(5)(6)	20	16	6	508	406	152	656	1105	16	7.3
HG(1)(2)2418(3)(4)(5)(6)	24	18	6	610	457	152	750	1275	15	6.8
HG(1)(2)2020(3)(4)(5)(6)	20	20	6	508	508	152	800	1360	16	7.3
HG(1)(2)2420(3)(4)(5)(6)	24	20	6	610	508	152	825	1400	18	8.2
HG(1)(2)2424(3)(4)(5)(6)	24	24	6	610	610	152	1000	1700	20	9.1
HG(1)(2)2412(3)(4)(5)(6)	24	12	12	610	305	305	1000	1700	20	9.1
HG(1)(2)2016(3)(4)(5)(6)	20	16	12	508	406	305	1100	1870	28	12.7
HG(1)(2)2418(3)(4)(5)(6)	24	18	12	610	457	305	1500	2500	30	13.6
HG(1)(2)2020(3)(4)(5)(6)	20	20	12	508	508	305	1400	2380	28	12.7
HG(1)(2)2420(3)(4)(5)(6)	24	20	12	610	508	305	1600	2805	35	15.9
HG(1)(2)2424(3)(4)(5)(6)	24	24	12	610	610	305	2000	3400	40	18.2

(1) SPECIFY

95 = (90 - 95) %  
 85 = (80 - 85) %  
 65 = (60 - 65) %

(4) SEPARATOR MATERIAL

A = ALUMINUM  
 P = HEPA SEP

(2) DEPTH OF FILTER

H = 5 7/8 "  
 A = 11 1/2 "

(3) FRAME

W = PARTICLE BOARD  
 FW= FIRE RETARDANT WOOD BOARD  
 M = 16 Ga. - 16 Ga. GALCANIZED, STA-  
 INLESS STEEL. ALUMINUM EXTRUSION

(5) GASKET LOCATION

O = NONE  
 D = DOWNSTREAM  
 U = UPSTREAM  
 2 = BOTH SIDES

(6) HEADER LOCATION

O = NONE  
 D = DOWNSTREAM  
 U = UPSTREAM  
 2 = BOTH SIDES

### 3.3 Determinar el estibamiento dentro de la unidad de traslado del pollo recién nacido

Para poder determinar el procedimiento para poder acomodar las cajas dentro de la unidad de traslado se toman en consideración los siguientes factores:

1. La capacidad de carga de la caja, es decir, cuál es la carga máxima que soporta la caja antes que empiece a deformarse la estructura principal de la caja.
2. Capacidad máxima de diseño de cajas por unidad de traslado.

Dado que el peso promedio de una caja llena de pollitos es de:

$$W = (44 \frac{\text{gramos}}{\text{pollito}} * 102 \frac{\text{pollitos}}{\text{caja}}) / 460 \frac{\text{gramos}}{\text{libra}}$$

$$W = 9.75 \frac{\text{libras}}{\text{caja}}$$

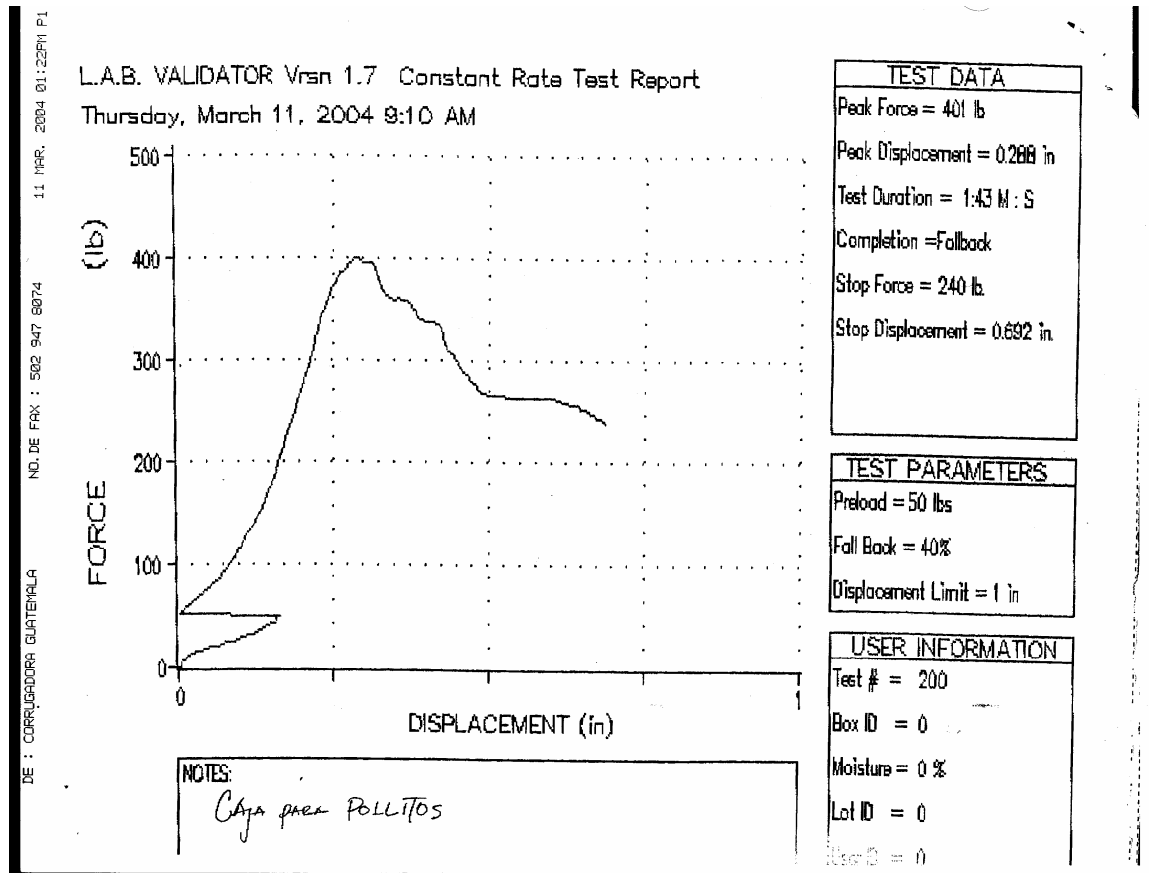
Según gráfica 9, proporcionada por fabricante de cajas de cartón corrugado, se puede apreciar que con una precarga de 50 lb. existe ya un desplazamiento aproximado de 0.22 pulg. Tomando en cuenta que en la prueba de laboratorio la humedad era del 0% y que esta condición no es la que se maneja dentro de la unidad de traslado, ya que el nivel de humedad está arriba del 60 %. Se toma este valor como base límite de carga para la caja de pollito, dado esto tenemos que la estiba máxima es:

$$\text{Estiba máxima} = 50 \text{ lb.} / 9.75 \frac{\text{lbs}}{\text{caja}}$$

$$\text{Estiba máxima} = 5.12 \text{ cajas}$$

$$\text{Estiba máxima} = 5 \text{ cajas}$$

**Figura 9. Comportamiento de resistencia a compresión de cajas de cartón**



**Fuente: Corrugadora Guatemala**



## **4 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE POLLO RECIÉN NACIDO**

### **4.1 Diseño de la ubicación de los equipos adicionados en el modelo propuesto**

#### **4.1.1 Presentación de los planos respectivos de ubicación**

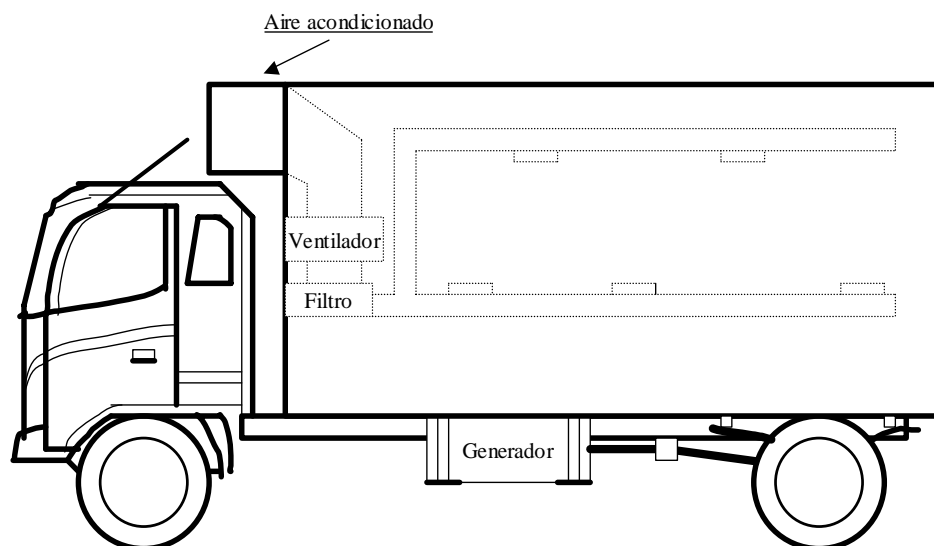
En la figura 10 se muestra el plano de ubicación de los cuatro elementos que comprende el sistema de acondicionamiento de la unidad de traslado, siendo éstos:

1. El aire acondicionado que se encuentra en la parte externa del furgón y en la parte superior, esto se debe a las condiciones de operación de este equipo que necesita tener el condensador en el exterior de la unidad que se está acondicionando, para que exista un sistema que permita evacuar el agua que se genera.
2. Los ventiladores que están seguidos por el aire acondicionado y se encuentran en la parte interna de la unidad que se está acondicionando.
3. El sistema de filtrado que sigue a los ventiladores y que también se encuentra en la parte interna del vehículo, ya que de esta forma se encuentra protegido de la lluvia y nos proporciona una manera fácil de limpieza de las partículas que ha retenido.

4. El generador que se encuentra a lo largo del chasis del vehículo y se encuentra en el exterior debido a la posible contaminación que pueda provocar dentro del vehículo.

Todos estos elementos están unidos con conductos que sirven para guiar el aire ya acondicionado y limpio a través de la unidad de traslado por medio de las cinco salidas que presenta a lo largo de ésta.

**Figura 10. Distribución de los equipos de ventilación y acondicionamiento del aire en la unidad de traslado**



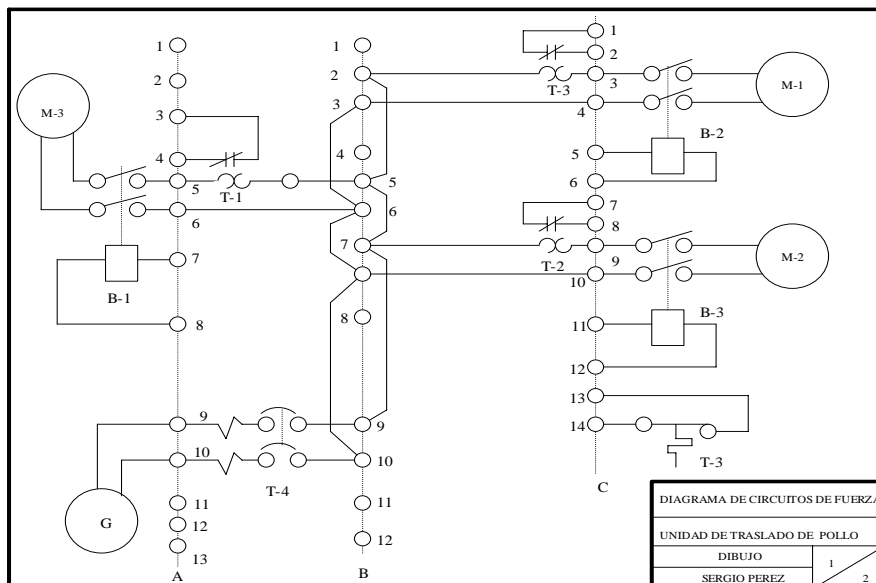
#### 4.1.2 Presentación de los planos de alimentación y control de estos equipos

Como podemos apreciar en los siguientes diagramas eléctricos, éstos se han dividido en dos partes.

El primer diagrama corresponde a la conexión eléctrica de los elementos que producen un trabajo mecánico, figura 11, es decir las conexiones eléctricas de alimentación de los motores de los dos ventiladores (M-1, M-2), del compresor del aire acondicionado (M-3) y de la fuente de alimentación (G), es decir el generador que proporciona la energía para movilizar a éstos. En este circuito la fuente de alimentación se encuentra generando un voltaje de 220 voltios de corriente alterna.

Estos elementos operan cuando se energizan las bobinas (B-1, B-2, B-3), que son las encargadas de hacer la conexión respectiva hacia la fuente de alimentación.

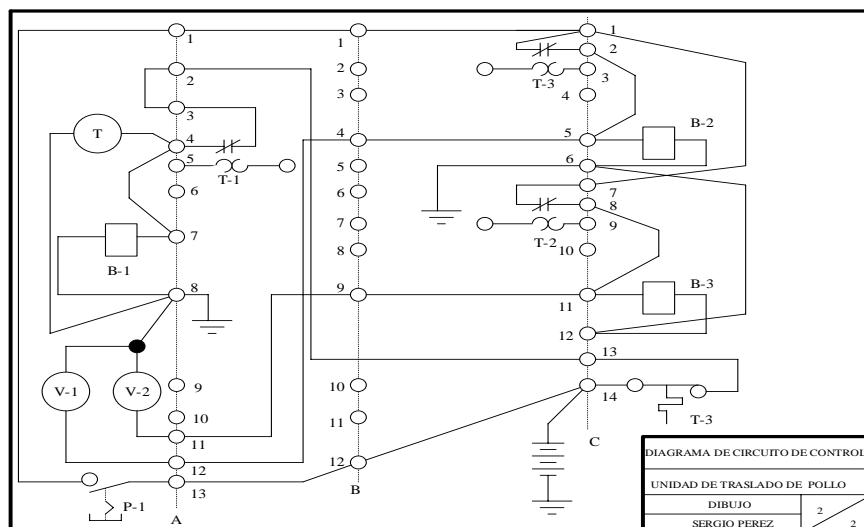
**Figura 11. Diagrama del circuito eléctrico de fuerza**



El siguiente diagrama corresponde a los circuitos de control y protección de los equipos que están en operación. Es de hacer mención que este circuito por ser de control es operado con doce voltios de corriente directa, para la protección de las personas que lo operan. Esta alimentación es tomada directamente de los acumuladores del vehículo.

Como se puede apreciar en la figura 12, los elementos de control son las lámparas de indicación de operación de los ventiladores (V), las cuales se encuentran encendidas cuando los ventiladores están operando, la lámpara indicadora de operación del compresor del aire acondicionado (T), la cual se encontrará encendida siempre que el compresor esté operando y como último elemento tenemos al termostato (T-3), con el cual podemos regular la temperatura de operación de nuestra unidad. Los accesorios de protección son los tres elementos térmicos, uno para cada motor (T-1, T-2, T-3). El pulsador (P-1) se utiliza para poner en funcionamiento el equipo de ventilación, a través de las bobinas de los relés (B-2, B-3).

**Figura 12. Diagrama del circuito eléctrico de protección y mando**



## 4.2 Determinación de los costos del diseño propuesto

Para poder determinar el costo de este diseño es necesario tener en cuenta que solamente son valores relativos al momento en el cual se están calculando ya que la inflación y otros factores económicos tienden a variar el precio de estos equipos. Los elementos a tomar en cuenta son:

1. El furgón, ya que cuenta con dimensiones especiales.
2. El sistema de aire acondicionado.
3. El sistema de ventilación.
4. El sistema de filtrado.
5. El sistema de generación de energía eléctrica.

Tomando en cuenta los precios que rigen en el mercado nacional tenemos los precios dados por los proveedores de estos equipos:

1. Furgón	\$ 3675.00
2. Equipo de aire acondicionado	\$ 1390.00
3. Unidad de ventilación	\$ 432.09
4. Unidad de filtrado	\$ 500.00
5. Generador de energía eléctrica	\$ 2345.67

### 4.3 Determinación de los costos en el traslado del pollo recién nacido con el nuevo proceso

El nuevo diseño de la unidad de traslado cuenta para su operación con un generador de corriente alterna, el cual tiene que abastecer de energía a las diferentes carga eléctricas como son los ventiladores y la unidad de acondicionamiento de aire .

Para determinar el incremento en el costo de traslado de pollito con la implementación de equipo, se tomará en cuenta los siguientes costos:

Combustible que según el proveedor de este equipo, el generador a plena carga tiene un consumo de combustible de  $0.93 \frac{gls}{Hr}$ , tomando en cuenta el costo del combustible que a la fecha es de  $2.31 \frac{\$}{gls}$ , tenemos que el incremento con respecto a este factor es de:

$$\begin{aligned} \text{Costo combustible/hr} &= 2.31 \frac{\$}{gls} * 0.93 \frac{gls}{Hr} \\ &= 2.15 \frac{\$}{Hr} \end{aligned}$$

Tomando en cuenta que el promedio de tiempo de traslado de pollito dentro de la unidad de traslado es de 6 Hr. se tiene que el costo por combustible es de:

$$\begin{aligned}\text{Costo por combustible} &= 2.15 \frac{\$}{\text{Hr}} * 6 \text{ Hr} \\ &= \$12.90\end{aligned}$$

Mantenimiento preventivo: debido al tipo de actividad y ambiente en el cual se opera este equipo, se realizará a cada  $100 \frac{\text{Hr}}{\text{servicio}}$ . Tomando en cuenta que el costo promedio por mantenimiento de este equipo es de  $43.20 \frac{\$}{\text{servicio}}$ , se tiene que el costo por hora es de:

$$\begin{aligned}\text{Costo por mantenimiento/hr} &= 43.20 \frac{\$}{\text{servicio}} / 100 \frac{\text{Hr}}{\text{servicio}} \\ &= 0.4320 \frac{\$}{\text{Hr}}\end{aligned}$$

Si tomamos 6 Hr como tiempo promedio de operación del equipo se tiene que:

$$\begin{aligned}\text{Costo por mantenimiento} &= 0.4320 \frac{\$}{\text{Hr}} * 6 \text{ Hr} \\ &= \$ 2.59\end{aligned}$$

Sumando estos dos costos, el incremento de costo por traslado, es decir el incremento en el costo por viaje es el siguiente:

$$\begin{aligned}\text{Costo total} &= \$ 2.59 + \$12.90 \\ \text{Costo total} &= \$ 15.49\end{aligned}$$

Aquí se calcularon exclusivamente los costos en los que se incurriría si se implementara esta propuesta, los demás costos no se mencionan, ya que éstos seguirán exactamente iguales no importando si se toma o no la decisión de implementar el modelo propuesto.



## 5 MEJORAS CONTINUAS

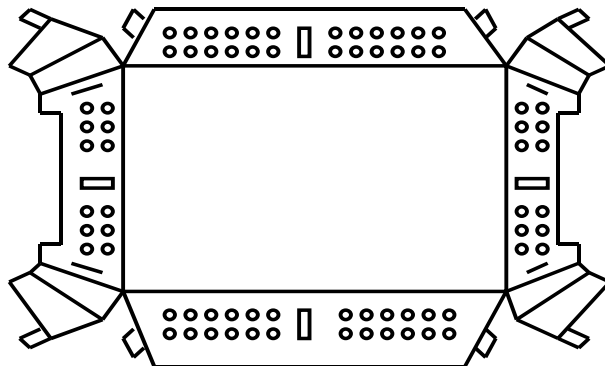
En todo proceso de producción existen operaciones, características de equipos y elementos que se agregan al proceso que de alguna manera pueden mejorarse y con esto reducir costos y mejorar actividades que están relacionadas.

En este capítulo se presentan varias mejoras que coadyuvan a que la entrega del producto se mejore.

### 5.1 Rediseño de la caja para el embalaje del pollo recién nacido

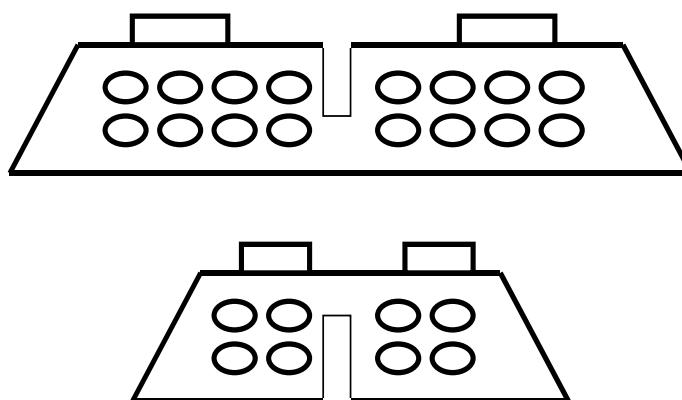
Los siguientes esquemas hacen el conjunto para armar la actual caja para el traslado del pollito. Esta caja está compuesta de ocho piezas las cuales son: una base, la que se muestra en la figura 13, es la que determina el tamaño de la caja, y proporciona la mayor rigidez a todo el conjunto.

**Figura 13. Base de caja de pollo**



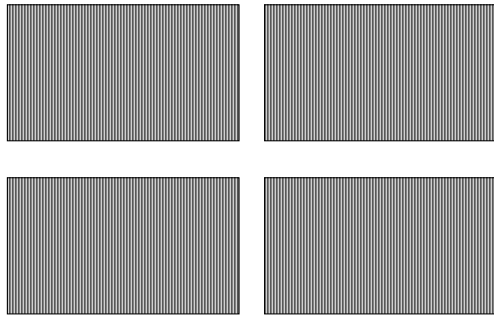
Dos separadores: como se aprecia en la figura 14, hacen que la masa de pollitos sea menor y presente una mayor comodidad para éstos en el traslado, además permite que la caja soporte más peso ya que incrementan los puntos de soporte.

**Figura 14. Separadores verticales para caja de pollo**



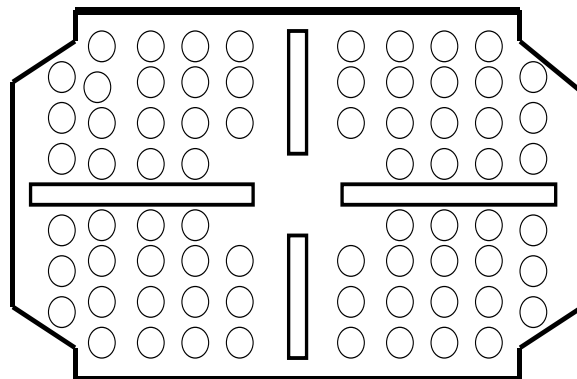
Cuatro fondos: como se aprecia en la figura 15, éstos facilitan que los pollitos tengan un piso más rugoso que no permite que el pollo se resbale dentro de su compartimento

**Figura 15. Fondos para piso de caja de pollo**



Una tapadera: que como vemos en la figura 16, asegura el confinamiento de los pollitos dentro de su compartimiento para que no salgan al exterior.

**Figura 16. Tapadera principal para caja de pollo**



Este diseño tiene el inconveniente que al manejar la caja en la carga y entrega, el fondo de la caja tiende a arquearse y separarse en el fondo del divisor, lo que provoca que las patas de los pollitos se deslicen entre esta separación. Al regresar a su posición normal en el almacenaje, el separador corta las patas de los pollitos, dañándoles gravemente y en ocasiones, provocándoles la muerte.

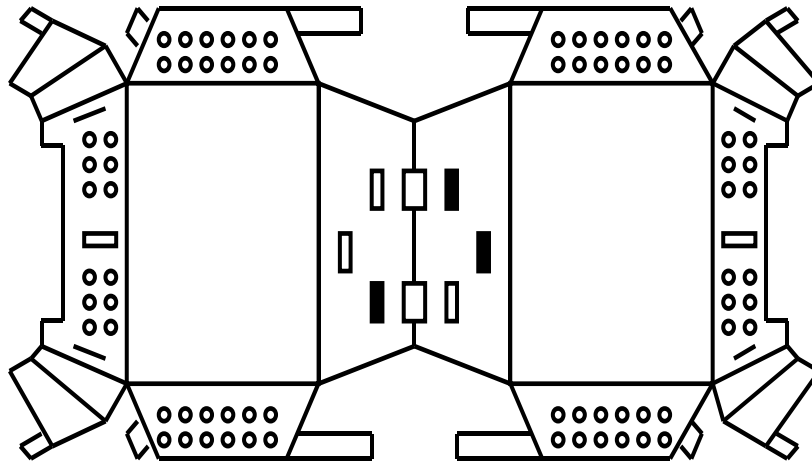
A continuación se propone un nuevo diseño en el que, fundamentalmente, se modifica la base de la caja, quedando los demás elementos iguales como se logra apreciar en la figuras 17 y figura 18.

Los cambios que se proponen hacen mejoras en los siguientes aspectos: la cantidad de piezas que conformarán la caja disminuye, dando como resultado que también las piezas a almacenar disminuyan de ocho a seis unidades, ya que los separadores están integrados en la base de la caja y en la tapadera.

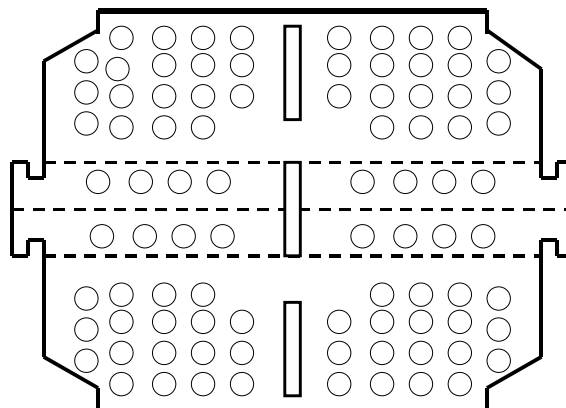
La rapidez en el armado, debido a que hay que ajustar menos piezas dentro del marco principal.

Se mejora la rigidez de la caja, ya que al maniobrar la caja el fondo no se deforma y ofrece mayor soporte al separador intermedio, evitando con esto el daño provocado a las patas de los pollitos.

**Figura 17. Base de caja de pollo integrada con el separador transversal**



**Figura 18. Tapadera de caja de pollo integrada con el separador**



## **5.2 Determinar el gradiente de variación de temperatura dentro de la unidad de traslado al aplicar revestimiento exterior con el fin de mejorar el acondicionamiento del pollo recién nacido**

Normalmente el calor fluye de las áreas calientes a las frías. En el invierno, el calor fluye del interior de la unidad de traslado al exterior y en el verano del exterior al interior. Este flujo de calor no puede ser detenido completamente, sin embargo, aquello que es susceptible de ser reducido, es la velocidad de transmisión del calor por medio de materiales aislantes que posean una alta resistencia al flujo del calor.

En los recorridos que realiza el vehículo para cumplir con los despachos programados, el factor principal en el incremento de temperatura dentro de la unidad de traslado, es la radiación de los rayos solares sobre el techo y las paredes laterales del vehículo el cual provoca un incremento sustancial en la temperatura interna.

Actualmente existen revestimientos para limitar el paso de este calor a través de las paredes de la unidad de traslado, unas actúan al reflejar este calor por medio de pinturas con base en esferas cerámicas con aire en su interior que se encuentran alineadas y hacen que parte de este calor sea reflejado hacia el exterior.

Otro procedimiento es aislar el techo y paredes de la unidad de traslado con materiales a base de poliuretanos, los que no reflejan los rayos solares pero actúan como una barrera que disminuye la velocidad de transmisión del calor.

En la espuma de poliuretano para el aislamiento térmico, los componentes están diseñados para conseguir una estructura ligera, rígida y de celdas cerradas. Éstas encierran en su interior el agente expandente que, al estar inmóvil, otorga unas características de aislamiento térmico muy superiores a las de otros materiales que encierran en su interior otros productos (aire, anhídrido carbónico, etc.). Su característica principal es su bajo coeficiente de conductividad térmica.

Dentro de sus propiedades tenemos:

1. Elevado poder aislante a pesar de utilizar espesores reducidos.
2. Aplicación posible en un elevado margen de temperaturas.
3. Peso reducido.
4. Transformación simple y económica.
5. Propiedades mecánicas elevadas.
6. Óptima resistencia al envejecimiento.
7. Estabilidad química y biológica.

La toma de decisión de la utilización de estos materiales se fundamenta en su costo.

Al utilizar la espuma de poliuretano como aislante térmico, logramos tener una conductividad térmica de:

$$k = 0.16 \frac{BTU * in}{Hr * ft^2 * ^\circ F}$$

De esto tenemos que la fuga de calor a través del aislante térmico desde el exterior al interior es de:

$$Q \left( \frac{BTU}{Hr} \right) = k * \text{área}(ft^2) * dif.Temp(^{\circ}F)$$

Para áreas en las que los requerimientos del ambiente son de 50  $^{\circ}F$  o más, se requiere un espesor mínimo de aislamiento de 2 in .

De acuerdo a las características de nuestro furgón tenemos que:

$$dif.Tem(^{\circ}F) = \frac{Q \left( \frac{BTU}{Hr} \right)}{\text{área}(ft^2) * 0.08}$$

De esto tenemos que nuestra diferencia de temperaturas es directamente proporcional a la fuga de calor a través del medio aislante e inversamente proporcional al área total de la unidad de traslado, es decir la sumatoria de las áreas de techo, paredes laterales y pared posterior. Estos factores dependen del diseño que se quiera elaborar.



### **5.3 Mejoras en el área de recepción que minimicen el tiempo de distribución**

Debido a que las primeras horas de vida del pollo son cruciales para su posterior desarrollo, es necesario minimizar el tiempo de manejo y manipulación de éste.

#### **5.3.1 Diseñar el flujograma alternativo que disminuya los traslados de las cajas que contienen al pollo recién nacido en el área de incubación**

Como se puede observar, en el flujograma actual del proceso, capítulo 2.1, figura 2, hay varias acciones que se podrían mejorar ya que presentan retrasos en la operación, así como costos adicionales, por involucrar personal realizando operaciones de verificación fuera de la secuencia de la línea de producción. En este caso nos referimos a las inspecciones que se tienen que realizar con respecto a la cantidad de pollitos dentro de cada caja. Es decir, que cada caja lleve la cantidad mínima de 100 pollitos.

El otro factor es la inspección que se realiza para tomar los pesos de los pollitos de cada lote para ver si se encuentra dentro del peso esperado. Estas inspecciones se realizan ya cuando toda la operación se ha concluido. Es decir, que se realizan ya cuando el pedido de cada cliente se encuentra clasificado en el área de almacenaje para poder ser ingresado al camión de distribución.

Si la inspección del peso del pollito se realizara antes de ingresar al área de selección, tomando en consideración que el coeficiente de variación de peso sea menor del 8% se aseguraría que el lote pasaría una inspección posterior sin ningún problema, además estaría en el área de selección inspeccionando otro tipo de característica del pollito. La inspección del número de unidades por caja tendría que estar antes de trasladar la caja al área de pedidos. Tomando en consideración la inspección anterior de peso del pollito se podría manejar ésta no por un conteo por caja, si no, una verificación más rápida que podría ser el peso total de la caja. Estos cambios se pueden visualizar en el flujograma de la figura 19.



### **5.3.2 Determinar el equipo adecuado para lograr lo detallado en el flujograma alternativo**

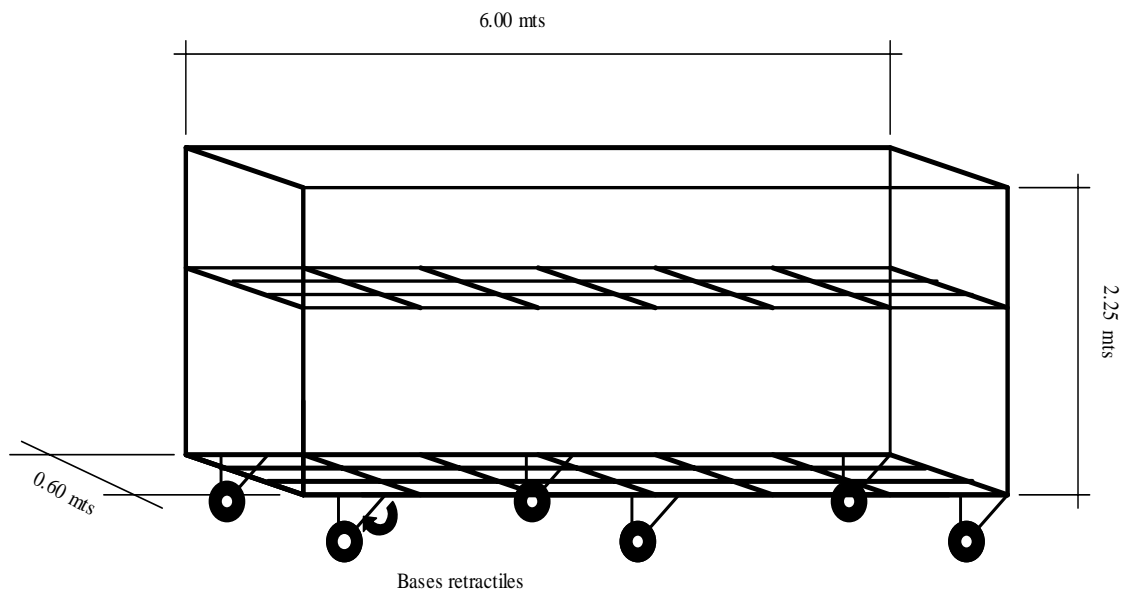
Como se pudo ver en el mejoramiento del flujograma se procedieron a realizar varios cambios, unos fueron cambios en la secuencia de la actividad que en sí no requieren de algún equipo adicional para su realización y otros fueron mejoramientos propiamente en el proceso, para este último tipo de cambio, se hace necesario contar con equipo adecuado con el cual se realizará esta operación.

Dicho equipo deberá cumplir con los requisitos siguientes:

1. Se pueda estibar la cantidad de cajas de pollitos diseñada.
2. Su movilización desde los vehículos de traslado hacia el área de pedidos y viceversa, sea seguro y realizando el mínimo esfuerzo.
3. Que cuente con las dimensiones adecuadas para ingresar dentro de la unidad de traslado sin ningún obstáculo.
4. Pueda ser fácil de identificar los pedidos que están contenidos en ésta y que se tenga un acceso fácil para una posible inspección en el área de almacenaje o en ruta.
5. Cuente con los aditamentos necesarios para quedar fijada en el interior del vehículo de traslado.
6. Permita el fácil acceso a limpieza y desinfección.

Tomando en consideración todos estos factores se presenta el siguiente diseño en la figura 20, en el cual se pueden trasladar noventa cajas de pollitos .

**Figura 20. Estantería móvil para el traslado de cajas de pollito vivo al interior de la unidad de traslado**



## CONCLUSIONES

1. Los valores de índice de oxigenación en el pollito, temperatura y humedad en el ambiente son determinantes para contar con una relación de conversión adecuada que determina la rentabilidad de este negocio.
2. Contar con un sistema de aireación filtrado, permite que los pollitos se encuentren en condiciones cómodas, dentro de la unidad de traslado y esto hace que disminuya la incidencia de enfermedades respiratorias en éstos.
3. Una correcta evaluación de las condiciones de sanitización de las diferentes granjas a las cuales se les está entregando pedidos de pollito es necesaria ya que con esto se podrá hacer una mejor programación de entregas que minimicen la contaminación de los demás pedidos de pollito en entregas consecutivas. Esto se logra aislando los pedidos de clientes directos en los cuales se determinen condiciones no adecuadas.
4. La incidencia en el incremento al costo total de pollito con respecto al modelo propuesto, no es significativo si se toman en cuenta los beneficios que se logran al implementar un sistema en el que los parámetros de humedad, temperatura y aireación sean los más cercanos a los requerimientos de los pollitos.

5. Para formar una estiba de cajas que contienen pollitos, es necesario conocer las características de construcción de éstas y tomar en cuenta la humedad del ambiente donde se está laborando.
6. Una correcta selección del huevo fértil a procesar, es básico para poder contar con una uniformidad en el peso del ave y con esto garantizar al mayorista o cliente directo la estandarización en el consumo de alimento.
7. La coordinación de rutas diarias es necesaria para reducir los tiempos en las entregas y con esto disminuir el tiempo de estancia del pollito dentro de la unidad de traslado.
8. El mejor período de tiempo, en lo que corresponde a las mejores condiciones ambientales de traslado del pollito, es durante el transcurso de la madrugada, teniendo como hora límite las 09:00 horas.

## RECOMENDACIONES

1. Llevar un historial de los parámetros de temperatura y humedad que se presentan en ruta, en la pre-entrega, que sirvan de base para tomar alguna decisión acerca de los reclamos que el cliente mayorista o los clientes directos realicen, con respecto a la calidad del pollito que se les entregó .
2. Realizar un estudio de las condiciones de manejo del pollito de un día, que establezca los parámetros de humedad y temperatura en los cuales se desarrolla el proceso de entrega de los clientes mayoristas al consumidor final, que dará datos importantes para presentarle soluciones alternativas a los clientes mayoristas para tener una mejor calidad de entrega.
3. Establecer un procedimiento de información al cliente, de la hora estimada de llegada de los pedidos, para que éstos estén preparados en lo que concierne a la recepción y pago de su pedido y que no hayan demoras entre entregas que hagan incrementar el tiempo de estadía del pollito en la unidad de traslado.
4. Determinar las mermas de pollito que se dan por ruta, para cuantificar las pérdidas por viaje y con estos datos justificar la funcionalidad del modelo propuesto.



5. Formar grupos de trabajo, para capacitar a los encargados del manejo de las unidades de traslado de los pedidos de pollito, en lo concerniente a todos los factores que intervienen en el proceso de traslado y entrega, que determinan la calidad final del pollito, su entendimiento determinará el grado de calidad final del proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chapman & Hall, **Comercial chicken production manual** (IP Edition; United States Of America, 2001) pp. 195-196-197-198
2. Claire B. Ramspeck, **Ashrae standard ventilation for acceptable indoor air quality** (IP Edition; United States Of America: American Society Of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.,2003) pp.8-9-27-28
3. Eduardo Hernández Goribar **Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración** 3ª. Edición; México: Editorial Limusa, S.A.,1980 pp. 19-20-26-27-125-126-127-128-297-298-299.
4. José Félix Patino **Gases sanguíneos fisiología de la respiración e insuficiencia respiratoria aguda** 6ª Edición; Colombia: Editorial Medica Internacional LTDA, 1998 pp.19-20-21-22-23-24-25-26
5. Klockner Moller, **Automatización y distribución de energía manual de esquemas** Federal Republic Of Germany, 1992 pp. 45-46-50
6. Mildred Geshwiler **Ashrae pocket guide for air conditioning, heating, ventilation, refrigeration** (IP Edition; United States Of America: American Society of Heating, 2001) pp. 119-120 123-130
7. Richard h. Levin & David S. Rubin **Estadística para administradores** 6ª. Edición; México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.,1996 pp. 82-83-84-117-118-119.
8. Roy J. Dossat **Principios de refrigeración** 2ª. Edición; México: Editorial Continental, S.A. De C.V.,1981 pp. 82-83-84-117-118-119.
9. University of Maryland Medicine **Filtros de aire HEPA**  
[www.umm.edu](http://www.umm.edu) pp. 1-2