

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**CUATRO FACTORES FÍSICOS FUNDAMENTALES EN LA
INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVO FÉRTIL DE GALLINA
(temperatura, humedad, volteo y ventilación).**

POR

LUIS ALBERTO PÉREZ GUILLÉN

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL.

**CUATRO FACTORES FÍSICOS FUNDAMENTALES EN LA
INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVO FÉRTIL DE GALLINA
(temperatura, humedad, volteo y ventilación).**

POR

LUIS ALBERTO PÉREZ GUILLÉN

APROBADA POR

MC. JOSÉ MONCEBÁEZ PÉREZ
PRESIDENTE

M.V.Z. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ
VOCAL

M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS
VOCAL

M.V.Z. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
VOCAL SUPLENTE

M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Unidad Laguna
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL

MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

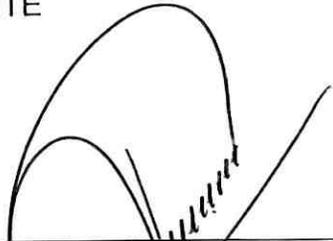
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

MC. JOSÉ MONCEBÁEZ PÉREZ
PRESIDENTE



M.V.Z. JESÚS AMAYA GONZÁLEZ



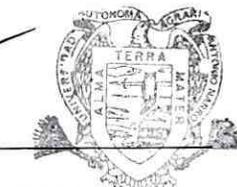
M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS



M.V.Z. JOSÉ L. FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
VOCAL SUPLENTE



M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL

TORREON, COAHUILA, MEX.

DICIEMBRE 2004

AGRADECIMIENTOS

A mi “Alma Terra Mater”, por haberme brindado la oportunidad de prepararme como profesional y permitir que se cumplieran todas mis metas en el periodo de mi carrera como estudiante.

De manera muy especial al M.C. José Moncebáez Pérez, por ser el asesor principal en este trabajo y brindarme su apoyo y confianza.

Al M.V.Z. Jesús Alfonso Amaya González, al M.V.Z. Jesús Gaeta Covarrubias, al M.V.Z. José Luis Francisco Sandoval Elías, por su valiosa participación en la elaboración de este trabajo.

A mis maestros y amigos, M.V.Z. Silvestre Moreno, M.V.Z. Rodrigo Isidro Simón Alonso, M.V.Z. Carlos Ramírez, Ing. Hugo Alberto Ruiz Flores, M.V.Z. Juan Manuel Chávez, por sus firmes consejos y valiosa amistad.

A todas aquellas personas que de alguna manera u otra han participado desinteresadamente en la realización de este trabajo y en mi formación académica.

A la familia Lozano Hernández por brindarme toda su confianza y ayudarme a no sentirme solo al estar tan lejos de mi familia y amigos, ya que me hicieron sentir un integrante mas de su familia.

A los compañeros de grupo.

A mis colegas y amigos que brindaron su apoyo dentro y fuera de mi “Alma Terra Mater”.

A mis compañeros de casa que siempre estuvieron para tenderme su mano; Miguel A. Cuchillo, Juan Flores, Oscar García, Eric, Edgar Pichón, Francisco X. Salomón M., César Medina, Julián De La Cruz, Ángel L., Luis A. Gallardo, David Díaz, José Díaz, Mauro Granados, Hugo A. Ruiz, Guadalupe Castro, Nazario C., Baltazar H., José H. Barbosa.

Estoy infinitamente agradecido con TODOS ustedes.

DEDICATORIAS

A mi madre:

La **Sra. Celia Guillén Hernández**, por brindarme todo su apoyo, dedicación, esfuerzo, y ternura durante esta etapa tan importante de mi vida.

A mi padre:

El **Sr. José Luis Pérez Sánchez**, por brindarme su confianza, esfuerzo, cariño y hacer de mí un hombre responsable.

Gracias a los dos por estar conmigo siempre. Por brindarme su apoyo incondicional y darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional, por ser mi inspiración de superación y ser unos PADRES EJEMPLARES.

A mis hermanos:

Maria Fernanda Pérez Guillén y Carlos Antonio Pérez Guillén, por regalarme parte de ustedes, por brindarme todo su apoyo y creer en mí.

A toda mi familia, abuelitos, tíos y primos, por darme su apoyo y confianza, demostrándolo con palabras de aliento para seguir adelante en mi carrera profesional.

A Lorena Lozano Hernández quien me brindo su apoyo, cariño y amor en la mayor parte de mi carrera, y quien se gano un lugar en mi corazón, A TI GRACIAS ETERNAMENTE.

A todos mis amigos del estado de Tlaxcala que siempre han estado en mi mente.

ÍNDICE DE CUADROS.

| No. | PAGINA |
|--|---------------|
| 1. Temperaturas y humedadesde la incubadora buckeye. | 9 |
| 2. Temperaturas y humedades de la incubadara robbins | 11 |
| 3. Evolución de la población mundial y de las producciones y los consumos de productos avícolas en los últimos años..... | 18 |
| 4. Temperaturas óptimas para el desarrollo embrionario..... | 28 |
| 5. Curva de temperatura y humedad | 34 |
| 6. Efectos de diferentes periodos de volteo de huevo en incubación. | 39 |
| 7. Termostatos de control. | 49 |

ÍNDICE DE FIGURAS.

| No. | PAGINA |
|---|---------------|
| 1. Corte esquemático incubadora Buckeye. | 9 |
| 2. Interior de incubadora Robbins | 12 |
| 3. Sistema de incubación Jemesway..... | 13 |
| 4. Estructura del huevo | 24 |
| 5. Levas de volteo | 38 |
| 6. Gráfica de registro..... | 40 |
| 7. Ductos de aire acondicionado. | 46 |
| 8. Ventiladores visto desde arriba..... | 47 |
| 9. Caja de termostato de humedad..... | 52 |
| 10. Temperaturas de humedad. | 54 |
| 11. Serpentes de enfriamiento..... | 56 |

CUATRO FACTORES FÍSICOS FUNDAMENTALES EN LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVO FÉRTIL DE GALLINA (TEMPERATURA, HUMEDAD, VOLTEO, VENTILACIÓN).

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| DEDICATORIAS..... | vi |
| INDICE DE CUADROS..... | vii |
| INDICE DE FIGURAS..... | viii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| I. ORIGEN..... | 3 |
| II. Los sistemas de incubación..... | 3 |
| 2.1. Incubadora Chick Master..... | 4 |
| 2.2. Incubadora Buckeye..... | 7 |
| 2.3 Incubadora Robbins..... | 10 |
| 2.4. Incubadoras Jamesway 105 y Butler..... | 13 |
| III. SITUACIÓN MUNDIAL Y TIPOS DE AVÍCULTURA..... | 16 |
| IV. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNDIAL Y DE LAS PRODUCCIONES Y LOS CONSUMOS DE PRODUCTOS AVÍCOLAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. . | 18 |
| V. ESTRUCTURA DEL HUEVO..... | 24 |
| VI. INCUBACIÓN..... | 26 |
| VII. TEMPERATURA..... | 27 |
| 7.1. Problemas que ocasionan las temperaturas erróneas..... | 30 |
| 7.2. Puntos importantes para el buen funcionamiento de la temperatura..... | 31 |
| VIII. HUMEDAD..... | 31 |
| 8.1. Problemas que pueden ocurrir por una mala humedad..... | 33 |
| 8.2. Puntos importantes para el buen funcionamiento de la humedad..... | 33 |
| 8.3. Factores que afectan la pérdida de peso por humedad..... | 34 |
| IX. VOLTEO..... | 36 |

| | |
|---|----|
| 9.4. Problemas que pueden ocurrir por falta de volteo. | 38 |
| 9.6. Efectos de diferentes periodos de volteo de huevo en incubación. | 39 |
| 9.7. Registro de volteo y temperatura | 39 |
| 9.8. Grafica | 40 |
| X. VENTILACIÓN | 41 |
| 10.1. Componentes del aire durante la incubación. | 42 |
| 10.1.1. Oxigeno | 42 |
| 10.1.2. Bióxido de carbono..... | 42 |
| 10.2. Problemas por la falta de ventilación. | 44 |
| 10.3. Puntos a cuidar para una ventilación adecuada en incubadoras..... | 45 |
| 10.4. Ductos de aire acondicionado..... | 45 |
| 10.5. Ventiladores..... | 46 |
| 10.6. Regulador automático de ingreso de aire. | 48 |
| XI. INSTRUMENTOS PARA LA MEDICIÓN Y EL BUEN FUNCIONAMIENTO EN LA MÁQUINA INCUBADORA..... | 49 |
| 11.1. Caja delantera de termostatos | 50 |
| 11.2. Caja trasera de termostatos..... | 51 |
| 11.3. Caja de termostatos de humedad..... | 52 |
| XII. CONTROLES DE MEDIO AMBIENTE..... | 53 |
| XIII. CALEFACCIÓN..... | 55 |
| XIV. CONTROLES AMBIENTALES | 55 |
| XV. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO. | 56 |
| LITERATURA CITADA. | 59 |

INTRODUCCIÓN.

La incubación artificial, tal y como la conocemos hoy en día, es relativamente joven. Se ha desarrollado mucho durante los últimos 100 o 200 años.

Los chinos y los egipcios han empleado la incubación artificial por mas de 200 años. ⁴

El huevo incubable de pollo es una estructura muy frágil, diseñado por la naturaleza como un sistema capaz de sostener al pequeño y delicado embrión.

Los pájaros silvestres se reproducen solo en ciertos periodos del año cuando el clima es favorable para la incubación. Sin embargo, el hombre se ha encargado de la incubación avícola y utilizando ambientes artificiales puede incubar huevo durante todo el año. ³

No obstante, a veces la incubación no es tan exitosa como quisiéramos y a menudo los pollitos mueren después de nacer sin que se revele la causa de la mortalidad. ²⁴

Los problemas más comunes que observamos son embriones que mueren muy temprano en el periodo de incubación y los pollitos que mueren dentro de los primeros días después de nacer. La causa de la mayor parte de esta mortalidad es la falta de por parte de los avicultores de proveer la protección necesaria y las condiciones favorables para una buena incubación. ^{12,23}

El cascarón duro que aloja al huevo ésta compuesto de material higroscópico (que absorbe o desprende humedad) Un ambiente seco puede restar humedad al huevo. Aunque él cascaron es duro, por medio del microscopio electrónico se observa que es muy poroso, diseñado así por la naturaleza para proveer un sistema por el cual el embrión puede respirar durante la incubación.

La contaminación de los huevos incubables antes de ser puestos a incubar, la evaporación excesiva de humedad antes de la incubación y durante la misma, la deshidratación de los pollitos después de nacer; estas son las causas principales de estos problemas. ^{19,27}

Al momento de ser puesto el huevo incubable, el embrión ya tiene 20-24 horas de edad. Bajo circunstancias normales se encuentra libre de enfermedades y bacterias. Su temperatura es igual a la temperatura corporal de la gallina que lo puso o sea 41 °C la manera como se maneja el huevo, la temperatura y el ambiente en que se expone inmediatamente después de ser puesto determinaran no solo el éxito del nacimiento, sino también la puntualidad del mismo y la misma del pollito. ^{13,27}

I. ORIGEN.

La incubación, no es ni remotamente hablando, un nuevo concepto o una nueva técnica. Los egipcios son los responsables de haber iniciado la incubación artificial hace unos 400 A.C. En china, se incubaron huevos desde el año 246 A.C. diversas culturas han continuado con la incubación a través del tiempo, la humanidad se ha vuelto cada vez más capaz en el desarrollo de esta actividad. ⁴

La primera patente para fabricar incubadoras fue adquirida por Corbett en 1875 y en 1915 se ofrecían 50 modelos distintos. En 1990 ya existían 24 marcas de incubadoras en el mercado norte americano. ⁴

Buckeye Incubator Company fabrico en 1917 un total de 60,000 incubadoras. Para 1918 la incubación artificial ya se había transformado en una verdadera industria. Chick Master apareció en 1927 y Robbins en el año 1929. en 1932, Petersime fabrico una máquina incubadora con capacidad para 15,000 huevos. Bundy en 1933, fue el primer fabricante que separo la nacedora de la incubadora, patente que exploto hasta 1950. La empresa Bundy fue luego adquirida por Chick master en 1953. ^{4,23}

II. Los sistemas de incubación.

Se utiliza el termino sistema de incubación para diferenciar una marca de otra, cada marca tiene su propio diseño de ventilación, calefacción, humedad, enfriamiento, volteo, carga y descarga, que en conjunto lo forman, con distintos requerimientos técnicos y sanitarios, capacidad y mantenimiento.

Cada sistema tiene sus cualidades, algunos son más sencillos de operar que otros, pero para que trabajen todos eficientemente, hay que revisar constantemente algunos puntos. Estas revisiones equivalen en las incubadoras y nacedoras, lo que representa en los automóviles la afinación.

Analizaremos en este capítulo el funcionamiento de los sistemas más comunes en México y Latinoamérica, siendo estos, Chick Master, Jamesway, Butler, Robbins y Buckeye.²⁴

2.1. Incubadora Chick Master

Uno de los sistemas de incubación preferidos de los incubadores, puede decirse que no obstante los años que han pasado desde que salió al mercado, los cambios han sido muy pocos y aun así, sigue siendo una de las más modernas y eficientes.

Su ventilación de aire forzado, provocado y distribuido por ventiladores de 18" de diámetro, con aspas a 23 grados, movidas por un motor de ½ H.P. (caballos de fuerza) a 1,735 R.P.M. (revoluciones por minuto) la calefacción es por medio de resistencias eléctricas tipo resorte, son controladas por termómetros que abren o cierran un circuito eléctrico, están instaladas dentro de los ductos. La humedad es producida por boquillas rociadoras, instaladas dentro de cada ducto, son controladas por un termómetro de bulbo húmedo. El enfriamiento es una combinación de un soplador de aire y dos serpentines, uno de cada lado. El volteo, es automático a base de un motor eléctrico, transmisión y reloj de volteo.

Para lograr el máximo aprovechamiento de este sistema, constantemente se recomienda revisar los siguientes puntos.

1.- La abertura de la toma de aire de la incubadora, que la rejilla trabaje de la forma siguiente.

- a. Totalmente cargada $\frac{3}{4}$ del total.
- b. Con menos de cuatro cargas a $\frac{1}{2}$ del total.
- c. Con una o dos cargas a $\frac{1}{4}$ del total.
- d. Nunca trabaje la maquina con la rejilla cerrada.

2.- Si se tiene problemas para aumentar la humedad se recomienda que las boquillas rociadoras, no estén tapadas y sean las correctas (de 7 galones) se debe revisar la presión del agua, 50 libras por pulgada cuadrada.

(3.51 Kg. / cm²) así como el volumen suficiente.

Tubo de $\frac{1}{2}$ " para 1 a 2 incubadoras.

Tubo de $\frac{3}{4}$ " para 3 a 5 incubadoras.

Tubo de 1" para 6 a 8 incubadoras.

Tubo de 1 $\frac{1}{2}$ para 8 a 12 incubadoras.

Si las recomendaciones anteriores no son suficientes o no se pueden ejecutar, mantenga permanentemente el ambiente a un 50% de humedad relativa.

3.- Nunca atomice o rocíe la incubadora con desinfectante o tire agua en el piso (para levantar humedad o para limpieza) ya que causa diferencias de temperatura que desequilibran la maquina y afectan al embrión.

4.- se debe revisar que los termómetros estén colocados en el área frontal izquierda del techo, sobre la tercera y cuarta columna. El otro control de temperatura esta localizado al lado derecho trasero del techo de la incubadora también sobre la tercer o cuarta columna. La luz interior sobre el techo de cada lado debe estar a un mínimo de 1.20 m de la ubicación de los termómetros.

5.- Todos los motores deben de trabajar a 1.735 R.P.M. y estar equipados con ventiladores de 18" de diámetro y con un ángulo de 23° en las aspas.

Cualquier diferencia en las aspas o en las R.P.M de los motores, causa cambios de temperatura en la incubadora, que provoca mayor cantidad de pollo de segunda y mortalidad embrionaria, al medir las temperaturas en el interior de la incubadora su lectura debe ser de 37 °C en cualquier punto de la maquina.

6.- Revisar que el volteo de 45° se realice hacia cada lado, cada 60 minutos. Menos grados de volteo le provocara mortalidad embrionaria por mal posiciones.

7.- Revisar que los conductos se encuentren limpios de incrustaciones de sarro así como sus compuertas queden bien cerradas.

8.- Revisar una ocasión al mes, la velocidad del aire utilizando un velometro. Debido a que la acumulación de sales en las aspas de los ventiladores, la fatiga del metal o el manejo de los ventiladores al cambiar motores, alteran el ángulo de las aspas y por lo tanto la circulación de aire y las temperaturas de incubadora varían.

9.- No se recomienda colocar huevo frío en las incubadoras, se recomienda introducirlo cuando el huevo tenga una temperatura interna de 28 °C a 30 °C. si no se tiene forma de atemperarlo, se debe colocar el huevo en la sala de incubación por tiempo de 6 a 8 horas a la temperatura ambiente.

Se debe introducir el huevo con menos de 28°C de temperatura interna, para que la máquina no sea forzada a producir el calor necesario para los huevos.

10.- Revisar constantemente las mechas de los termómetros de humedad, mechas sucias con acumulación de sales o partículas extrañas, proporcionan lecturas erróneas en la graduación del termómetro y alteran la humedad de incubación.^{6,24}

2.2. Incubadora Buckeye.

La Buckeye fue la pionera en la incubación, se inicio con máquinas de 200 huevos y fue la única constructora de incubaciones pequeñas que sobrevivió a la transformación de estas. En 1917 empezó a construir incubadoras de 25,000 huevos, ha tenido grandes transformaciones a través del tiempo, tiene el siguiente sistema.

Ventilación.

Tiro de aire forzado a presión provocado y distribuido por 4 ó 6 ventiladores, (según el modelo de incubadora) de 18" de diámetro, movidos por motores eléctricos de 1/3 H.P. (caballos de fuerza), 220 Volts, 60 ciclos y 1.725 R.P.M. las aspas de los ventiladores tienen paso de 3 ¾ " con aspas de mayor área de contacto que provoca una mayor presión.

Los ventiladores impulsan el aire hacia abajo con calor y humedad al centro cuando es necesario, las cortinas que siempre deben de estar extendidas y ajustadas en ambos extremos guían el aire hacia abajo, luego pasa por debajo de ellas y vuelve hacia arriba.

Este sistema de presión da una distribución pareja del aire por toda la maquina, el exceso de aire, cargado con dióxido de carbono, es presionado hacia fuera por cuatro salidas en el techo en cada lado.

Para proveerse de aire fresco hay un conducto de admisión de 9 ½ " de diámetro situado en la parte superior de cada motor de cada motor.

Calefacción.

Por 4 ó 6 resistencias eléctricas de 1,200 a 1,500 Watts cada uno y 220 Volts accionadas por circuito eléctrico.

Humedad.

Es inducido por boquillas aspersoras, dos en las incubadoras de cuatro abanicos y tres en las de seis abanicos, abren o cierran por medio de un termómetro de bulbo húmedo.

Enfriamiento.

Se realiza por medio de un soplador de aire que se combina con un serpentín de enfriamiento por agua, esta combinación es accionada por un termostato que según la temperatura de ambiente de la sala, abre o cierra el serpentín.

Volteo.

Se efectúa cada hora y esta diseñado para regular el flujo de aire, exciten dos tipos de volteo, en las incubadoras 66, 99 y 140 es mecánico, en la 360, 540 y nova que es hidráulico.

Cuadro de temperaturas y humedades.

Las incubadoras Buckeye en todos sus modelos se manejan con las siguientes temperaturas:

| | |
|--------------|--------|
| Temperatura | 37 ° C |
| Enfriamiento | 37 ° C |
| Alarma | 38 ° C |
| Humedad | 30 ° C |

Cuadro 1. ²⁴

Los termómetros maestros se encuentran localizados uno en cada lado del pasillo y están conectados en serie para que si uno falla, lo supla el otro. Su altura correcta desde el nivel del suelo es la de 1.56 metros.

El termómetro de humedad se encuentra colocado al frente de la maquina del lado derecho y se puede observar desde el exterior. ^{6,24}

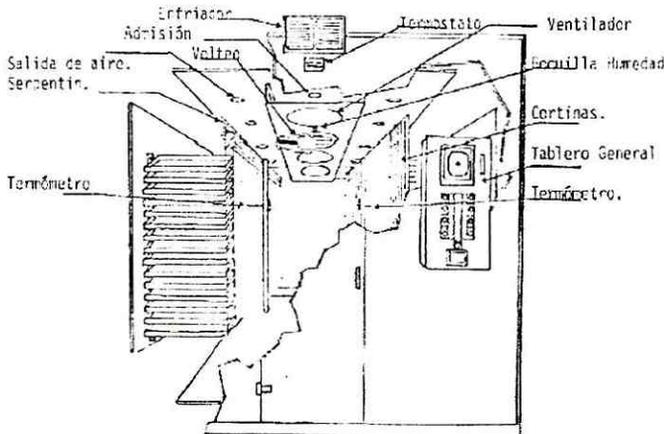


Fig. 1. ⁶

2.3 Incubadora Robbins.

Es un sistema basado en material del gabinete, volteo y charolas de plástico de 30 x 30 cm, no ha cambiado desde su fabricación y cuenta con los siguientes componentes y factores.

Ventilación.

Distribución de gran volumen de aire a baja velocidad, por un ventilador con aspas de madera que gira de 240 a 250 R.P.M movido por un motor de ½ H.P. 220 Volts, 60 ciclos, la admisión del aire se efectúa por la parte posterior de la maquina. (rotavents).

Calefacción.

Por cuatro resistencias eléctricas de 500 Watts cada una, dos son mandadas por el termómetro primario y trabajan continuamente, las otras dos son mandadas por el termómetro secundario y entran solamente cuando se arranca la maquina.

Humedad.

El ventilador tiene en la parte trasera, un costal de yute, por medio de la cual se humedece el ambiente de la incubadora, es accionado por un termómetro de bulbo húmedo que abre y cierra un circuito eléctrico.

Enfriamiento.

Se realiza por medio de un serpentín de agua fría y un extractor de aire en la parte superior al frente de la maquina. Accionado por un termómetro que abre o cierra un circuito eléctrico.

Volteo

Se debe Voltear toda la estructura del huevo, mecánicamente cada hora, un reloj acciona un mototrasmisor.

Cuadro de temperaturas y humedades.

Las incubadoras Robbins en todos sus modelos se manejan con las siguientes temperaturas:

| | |
|------------------------|-------|
| Calefactor primario | 37 °C |
| Calefacción secundaria | 37 °C |
| Enfriamiento | 37 °C |
| Alarma | 38 °C |
| Humedad | 29 °C |

Cuadro 2. ²⁴

En la ventanilla de la puerta izquierda se coloca un termómetro higrometro para dar lectura a las temperaturas de la incubadora. ²⁴

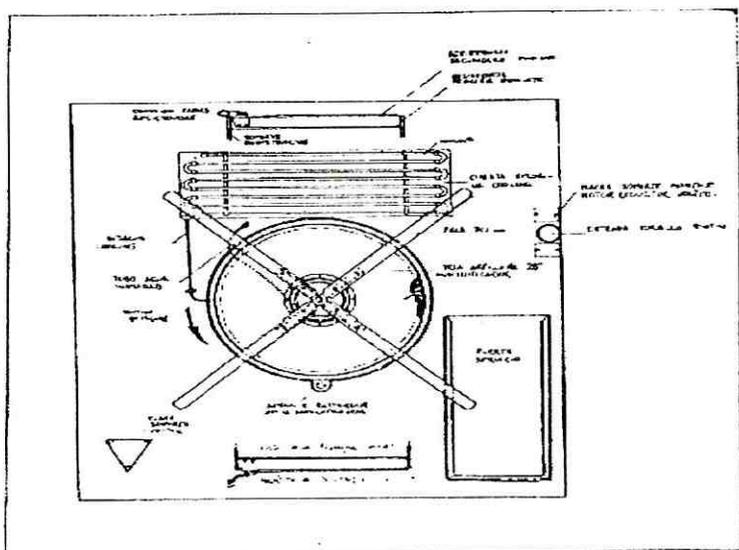


Fig. 2. ⁶

Para obtener el máximo rendimiento de este sistema de incubadoras se deben supervisar constantemente el equipo empezando por los siguientes puntos.

1. Revisar semanalmente que las R.P.M. de los ventiladores sean las correctas, (240 – 250 R.P.M.) y que giren en sentido contrario a las manecillas del reloj.
2. Mantenga el rotavents abiertos de acuerdo a la carga que tenga:
 - a. Una carga de huevo abertura de $\frac{1}{3}$
 - b. Dos cargas de huevo abertura de $\frac{1}{2}$.
 - c. Carga completa abertura de $\frac{3}{4}$.

Estas aberturas son para cada salida de rotavents.

3. En el techo al frente de la maquina tiene dos escapes, uno debe permanecer cerrado y se acciona automáticamente cuando prende el serpentín de enfriamiento, el otro debe trabajarse abierto a la cuarta parte del diámetro del escape.
4. La estructura de las levas de volteo deben llegar a los 45° hacia cada lado. ^{6,24}

2.4. Incubadoras Jamesway 105 y Butler.

Quedan en el mercado pocas incubadoras de este modelo, nos referiremos únicamente a la 105 como cele conoce en los estados unidos o la butler conocida principalmente en Canadá.

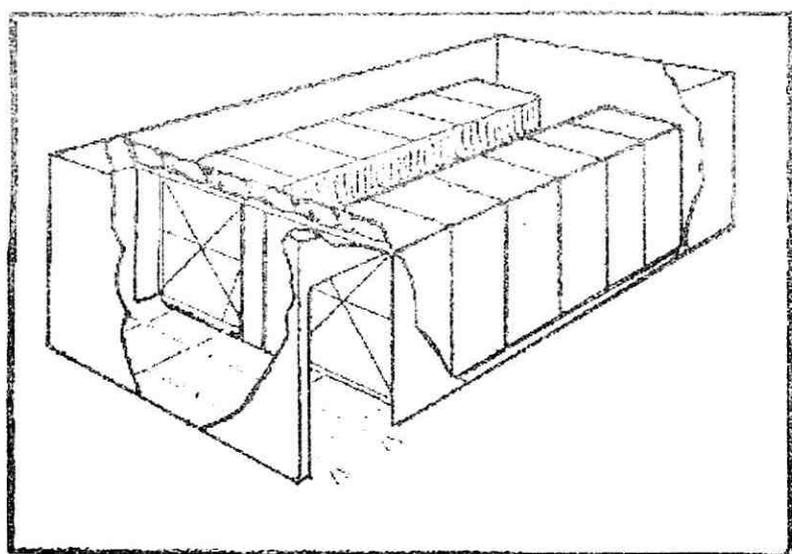


Fig. 3⁶

Ventilación.

Se requiere de aire forzado, proporcionado por 6 ventiladores instalados al frente y arriba de la incubadora, cada ventilador tiene 1,650 R.P.M. producidas por un motor de $\frac{1}{3}$ H.P. 220 Volts, equipados con aspas de 18 " de diámetro y 25° de ataque.

Calefacción.

Proporcionada por dos resistencias blindadas, rectas de 3,000 Watts cada una. Una de ellas trabaja para mantener la temperatura normal y la otra funciona como auxiliar, al necesitar la maquina de calor, son controladas por termómetros de mercurio que a base de relevadores que abren o cierran un circuito eléctrico.

Humedad.

Es proporcionada por dos boquillas aspersoras y una charola de nivel, instaladas al lado derecho de la maquina, son controladas por un termómetro de bulbo húmedo.

Enfriamiento.

Funciona principalmente basado en dos compuertas localizadas una al frente y centrada a la maquina en el techo (admisión) y la otra en le mismo lugar de la parte posterior (escape), estas compuertas se combinan para oxigenar a los embriones y mantener la temperatura en la maquina.

Volteo.

El volteo es independiente, cada carro tiene un pistón neumático que recibe aire de un compresor general acoplada a este, hay una válvula que cambia el volteo cada hora por medio de un reloj eléctrico.

Temperaturas y humedades.

Opera con dos rangos de temperaturas la primera es exclusivamente para cuando la incubadora estuvo parada, se utiliza los primeros 14 días del nuevo inicio con el fin de proporcionar el calor necesario a las primeras cuatro cargas, una vez que estas cargas empiezan a producir su propio calor, se utiliza una temperatura más baja. ^{6,24}

III. SITUACIÓN MUNDIAL Y TIPOS DE AVÍCULTURA.

1. El del huevo

La finalidad de la producción del huevo comercial es para consumo, bien sea blanco (por gallinas de raza Leghorn) o de color (por gallinas marrones, con base en las razas New Hampshire y Rhode Island Red, por lo general) al no desearse huevos fecundados, esas gallinas están sin gallos, lo que justifica que estén instaladas en baterías, sistema de elección en casi todo el mundo, aunque la situación puede cambiar en pocos años en la Unión Europea por imperativos legales basados en la presión de los grupos ecologistas.

Este tipo de producción intensiva, en los países desarrollados, ha dado lugar a otra alternativa en la que las gallinas se explotan sobre piso y/o con salida al campo. Con ello se obtienen unos huevos idénticos a los industriales pero que contentan a quienes buscan unos productos más naturales, aun con el inconveniente de resultar a un costo bastante más elevado y no tener igual garantía sanitaria que los de baterías. Aunque se trata de una producción todavía pequeña (del 5 % al 15 % en algunos países europeos), últimamente ha crecido bastante debido a la campaña antes mencionada contra las gallinas en batería.

2. El del pollo.

Parte de la crianza, hasta unas 6 a 7 semanas de edad de pollos de ambos sexos procedentes del cruce de dos razas (Cornish x White Rock), cuya característica básica es tener un crecimiento altamente acelerado y de gran masa muscular.

La explotación se realiza siempre sobre piso y una explotación de este tipo suele llevar a cabo unas 6 crianzas anuales de broilers, tras un período de limpieza de unas 2 semanas entre una y otra, otra opción en este sector es la de la producción de pollos diferenciados, iniciada recientemente como

respuesta a una demanda del consumo por unas aves criadas sin harinas animales (aunque hoy, por imperativo legal, ya lo son todas), en granjas homologadas de ventilación natural y con una menor densidad de población, con etiqueta numerada para seguir su desarrollo hasta el punto de venta, etc. Como la genética utilizada es similar a la del clásico broiler (aves de capa blanca), el período de crianza apenas se alarga unos días más y el incremento de costo que supone todo ello se compensa con unos precios de venta algo más elevados.

Por último, también en este sector existe una producción alternativa de pollos criados a la antigua usanza, los llamados pollos criollos o traspatio, cuyo consumo atrae a ciertas personas por considerarlos de mejor calidad que los broilers de las granjas actuales. En este caso se parte de aves de razas de crecimiento lento (con plumaje de color y no blanco, como el broiler), alimentadas con raciones menos concentradas y generalmente con salida al campo, lo que supone de 3 a 4 meses de vida y unos costes de producción mucho más elevados.

Para comprender mejor la situación de la avicultura en el contexto mundial es necesario ante todo examinar las producciones y el consumo de productos avícolas en el mundo.^{4, 7, 8,9}

IV. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNDIAL Y DE LAS PRODUCCIONES Y LOS CONSUMOS DE PRODUCTOS AVÍCOLAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

| AÑOS | 1980 | 1990 | 2000 |
|---|--------|--------|--------|
| Población mundial, millones..... | 4.440 | 5.266 | 6.055 |
| Producción de huevos, Miles TM..... | 27.420 | 37.556 | 54.500 |
| Consumo de huevos por persona y año, unidades..... | 110 | 130 | 161 |
| Producción total de carnes, millones TM..... | 140 | 168 | 203 |
| Producción de carne de ave, millones TM..... | 26 | 41 | 64 |
| Proporción de carne de ave sobre el total, %..... | 19 | 24 | 31 |
| Consumo de carne de ave por persona y año, Kg..... | 6 | 8 | 10 |

cuadro 3.^{9,25}

Expuesto esto, que da claro que es imposible generalizar mostrando en un cuadro esquemático la estructuración de la avicultura. En efecto, la enorme variedad de climas, renta per cápita, regímenes políticos, religiones, estructuras sociales, etc. no permiten dar una imagen única de la situación de la avicultura ya que ello distorsionaría la realidad.

Sin embargo, en plan de simplificar, podríamos establecer los siguientes grupos de países en cuanto a su situación avícola.

1. Los altamente tecnificados y con capacidad de exportación de genética.

Son aquellos con el mayor grado de desarrollo en todos los aspectos, al propio tiempo, disponen de estirpes propias que exportan a otros países, además, unas producciones avícolas excedentarias que les obligan a competir duramente en los mercados mundiales. Estados Unidos, Francia, los Países Bajos, el Reino Unido y Alemania se hallan en este grupo, aunque los dos últimos no como exportadores de sus producciones de carne y huevos. Su avicultura se caracteriza por llevarse a cabo en condiciones altamente intensivas, en complejos avícolas cada vez mayores y más automatizados.

2. Los igualmente tecnificados pero sin genética propia.

Englobando en este grupo al resto de países de la actual Unión Europea y, entre ellos a España, tienen como principal diferencia al anterior grupo, su dependencia de éste en cuanto a la falta de genética propia. Su grado de desarrollo avícola es similar al de los países del grupo anterior pero, en general, sólo son exportadores avícolas ocasionales. En este grupo se podrían incluir también algunos países de Europa Oriental y Japón.

3. Los de un desarrollo avícola medio.

Incluyendo aquí a determinados países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, México, etc.) y algún otro (Tailandia), se caracterizan por un desarrollo avícola bastante elevado aunque inmerso en algunas estructuras sociales y en unos climas condicionados, que representan un obstáculo a su desarrollo. Son países potencialmente exportadores de materias primas para alimentos, así como de productos avícolas a bajo costo (Brasil)

3. El resto del mundo.

Son la inmensa mayoría de países africanos y asiáticos, así como otros latinoamericanos, cuyos niveles de desarrollo, unidos a otras circunstancias, hacen que su avicultura sea de tipo rural, es decir casi en las mismas condiciones que hace años. Ello no quita para que en algunos de ellos (Colombia, Guatemala, etc.) existan granjas tan bien montadas como las de los grupos anteriores. Como cabe suponer, sus producciones son bajas, aunque no por ello dejan de constituir una fuente de riqueza, tanto para autoconsumo como para aportar sus escasos excedentes a los mercados locales, como puede comprenderse esta clasificación no es estática, sino dinámica, existiendo una tendencia, lenta pero irreversible, hacia la intensificación de las producciones, es decir, hacia el abandono de los sistemas rurales para la industrialización que caracteriza a los dos primeros grupos.^{9,25}

El engranaje estructural

Tanto un sector como otro de la avicultura requieren disponer de una materia prima (las pollitas para puesta o los pollitos de ambos sexos para ser engordados), lo que significa la existencia de unas granjas de reproducción que se los suministrarán.

A su vez, estas granjas han de proveerse de los reproductores de ambos sexos de las llamadas granjas de abuelos que, en el caso de España o de los países que no disponen de genética propia, han de adquirir éstos a las granjas de selección.

Se debe de aclarar que

1. En el esquema de la producción de huevos, las granjas de cría, que proporcionan las pollitas a punto de puesta (unas 16-17 semanas de vida) a aquellos avicultores que no desean adquirirlas de un día para criárselas ellos mismos, pueden colaborar con las granjas de multiplicación o bien ser totalmente independientes

2. En el esquema de la producción de broilers se hallan las granjas colaboradoras de las de multiplicación, las cuales suministran a éstas los huevos fértiles que requieren, previo contrato generalmente basado en los resultados obtenidos en la incubación.

En ambos esquemas, todo este proceso, naturalmente, incluye la existencia de unas salas de incubación que se dedicarán a transformar el huevo fértil suministrado por las granjas de reproducción en pollito. La diferencia entre el esquema para la puesta y el de la carne estriba en que en el primero se aprovechan solo las pollitas de un día, sacrificándose los machitos, en tanto que en el segundo se utilizan ambos sexos, que luego se podrán criar juntos o separados, según el mercado.

Esto último supone que las empresas integradoras han de intervenir simultáneamente en todo lo concerniente.

1. -La cría y recría de los futuros reproductores.
2. -La explotación de éstos durante el período reproductivo.
3. -La incubación de los huevos para su transformación en pollitos.
4. -La planificación de las entradas y salida de los pollos en las granjas de engorda.
5. -El sacrificio y comercialización de los pollos.

La trayectoria exitosa de la incubación ha continuado en años recientes. Las mejoras en incubabilidad se han logrado en los últimos 20-25 años a pesar de que el proceso mismo de incubación se ha mantenido relativamente constante,

sin mayores cambios. Una gran parte de las mejoras alcanzadas son resultado de un mejor entendimiento de la genética, la nutrición, el manejo y la salud de las reproductoras. ⁹

Mejoras futuras en tasas de incubabilidad, calidad de pollitos, etc. irán materializándose, a medida en que nuevas e innovadoras tecnologías sean desarrolladas e incrementen el grado de automatización y estandarización de las tareas diarias efectuadas en una planta incubadora comercial. ejemplos: candeleo y ovoscopia masiva de huevos, selección y manipulación de huevos, nuevas técnicas o métodos de vacunación, despique de pollitos (robotics), mejor control del ambiente de la planta incubadora en términos de temperatura, humedad y presión estática. ^{4,9,25}

La incubación artificial no es propiamente un invento del hombre si no que ha sido una copia fiel de un proceso de la naturaleza, pues lo que hace una incubadora es solamente lo que la gallina hace para incubar los huevos que darán como resultado los polluelos. ⁷

No obstante, las exigencias de la avicultura moderna presionan cada día para lograr mayor calidad y cantidad a menor costo, y estas exigencias nos hacen olvidar muchas veces que la incubación de huevos fértiles no es un procedimiento simple mecánico. Precisamente, para obtener buenos resultados en la operación de incubación, se debe tener en cuenta cuatro conceptos básicos que hay que seguir escrupulosamente, **(temperatura, humedad, volteo y ventilación)** y que muchas veces pasamos por alto. ⁸

El acatamiento de estos conceptos es tan fundamental y básico que si las personas que trabajan en plantas de incubación y en granjas de reproductoras no los olvidaran tan a menudo, se logra un mejor trabajo. ^{7,12}

El nacimiento del pollo es el final de un complejo proceso biológico, por medio del cual la naturaleza asegura la existencia de las distintas especies de aves, este proceso esta determinado por estos factores que son pilares de la incubación.⁸

Cuando pensamos en el manejo de una planta incubación o el manejo de un lote reproductor, frecuentemente separamos ambas áreas aun cuando en realidad están íntimamente asociadas. Debemos pensar que somos los encargados del manejo del desarrollo embrional desde el momento en que el huevo es puesto hasta la producción de los pollitos cuando salen de la incubadora.^{8,21}

El desarrollo embrionario es preciso y ordenado, cuando se interrumpe este orden a causa de uno o más de los factores; Se reduce el índice de nacimientos.³

Estos errores pequeños en el ajuste de la temperatura, humedad, ventilación y volteo causan diferencias significativas en el rendimiento y la calidad de los pollitos incubados.¹²

V. ESTRUCTURA DEL HUEVO.

En la presente figura se aprecia la composición del huevo y cada una de sus partes consecutivas.

Estructura anatómica del huevo

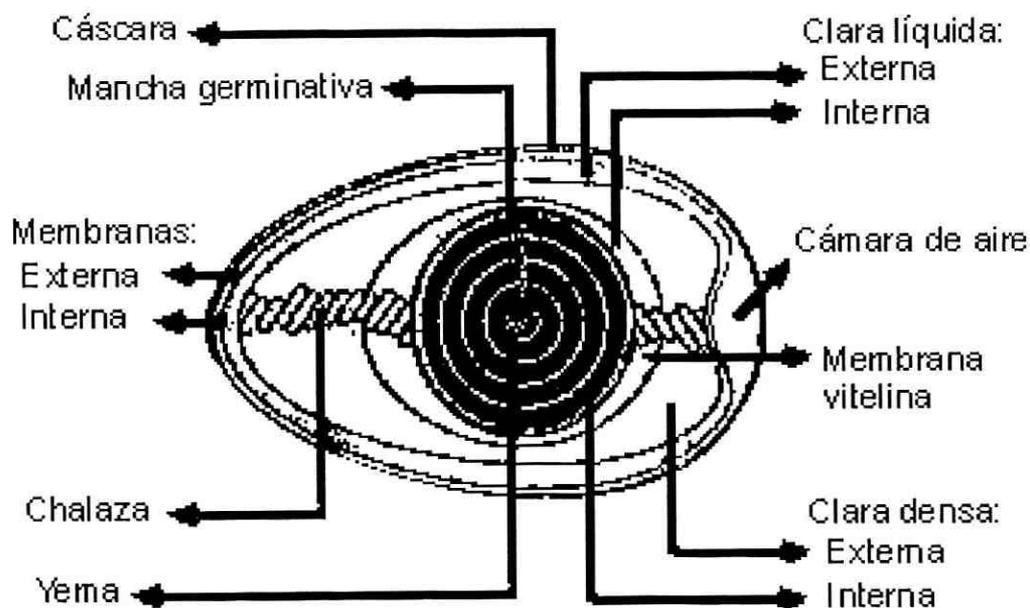


Fig. 4. 22

VI. INCUBACIÓN

La finalidad de la incubación artificial de huevos de gallina es imitar de una manera automatizada al proceso de incubación que realiza de una forma natural la propia gallina. ¹⁴

Son necesarios 21 días para que se efectuó el desarrollo completo del embrión y nazca el pollito del huevo incubado. Esta cifra de 21 días es el promedio que abarca a la mayoría de los huevos incubados de gallinas, teniendo en cuenta que en ciertas ocasiones nacerán pollitos antes de las fechas indicadas, mientras por el contrario, en otras se producirán pollitos que necesitaran más de 21 días de desarrollo embrionario. ²⁴

El periodo de incubación, utilizando las máquinas industriales, esta subdividido en dos fases.

Fase de incubación. Propiamente dicha, que abarca desde el primer día hasta el día 18 de incubación, exactamente 432 horas desde que el embrión ha recibido la temperatura adecuada par iniciar su desarrollo. ¹⁶

Fase de nacimiento. Que comprende los 3 últimos días de desarrollo embrionario, efectuándose en maquinas distintas de las empleadas en el primer periodo de incubación y que dura 72 horas. ¹⁶

Para considerar un desarrollo embrionario normal, el pollito ha de nacer a las 504 horas de haber colocado los huevos en maquinas de incubar. Cualquier adelanto o atraso sobre este tiempo presupone una anormalidad en la incubación, anormalidad que muchas veces es perfectamente conocida y depende mas de necesidades particulares. ^{1,14}

Los embriones son poiquilotermos, eso significa que su tasa metabólica se ve afectada por el medio ambiente. Cuando la temperatura a la que están expuestos cambia, ellos aumentan o disminuyen su temperatura corporal proporcionalmente de acuerdo con su medio ambiente. ¹¹

VII. TEMPERATURA

La temperatura es el factor más importante de la incubación, por medio de la temperatura las células son motivadas a multiplicarse y formar el embrión, el desarrollo celular comienza cuando la temperatura interna del huevo llega a 24°C, cada grado de aumentos sobre esta temperatura aumenta la velocidad de multiplicación celular hasta estabilizarse a los 38° C temperaturas mas altas aceleran el desarrollo y bajan los resultados de incubación, a menos de 38°C el desarrollo celular es mas lento, se retarda el nacimiento del pollito y baja su calidad, es tan critica la temperatura en el desarrollo del embrión que las variaciones nunca deben pasar de ¼ °C pues cualquier desviación de este rango hace descender rápidamente los nacimientos. ^{1,26}

Las máquinas incubadoras están diseñadas para mantener una temperatura constante de 37.2 °C. Naturalmente que hay que tomar en cuenta las especificaciones de los diversos fabricantes ya que los requisitos de temperatura pueden variar en relación con cada diseño. Principalmente en.

1. La posición de los calentadores.
2. La posición y velocidad de los ventiladores.
3. La posición de las ventanillas de ingreso de aire.
4. La posición de las ventanillas de extracción de aire.
5. La posición de las puertas.

Por lo tanto se pueden mencionar temperaturas óptimas para el desarrollo embrionario.

| Temperatura optima | Tiempo |
|--------------------|-------------------------|
| 37.5°C a 37.7°C | A los primeros 19 días |
| 36.1°C a 37.2°C | De los 20 a los 21 días |

Cuadro 4. ^{5,16}

Es necesario aclarar que la temperatura optima de incubación no es la misma para toda clase de huevos por lo que se necesita considerar los siguientes factores.

1. Tamaño del huevo.
2. Calidad del cascaron.
3. Tiempo de almacenamiento.
4. Edad de la reproductora.
5. La raza de la reproductora.
6. La relación humedad-calor en el interior de las maquinas. ^{5,16}

La temperatura que se mantiene en el interior de la maquina se obtiene por las resistencias eléctricas que posee y por el calor que eliminan los huevos a partir de los 15 días de incubación. Hay que tener en cuenta que el huevo en su primer tercio de incubación precisa recibir calor, no desprendiendo del mismo ninguna; En los tres primeros días del segundo tercio el huevo ni recibe temperatura ni clima; A partir del final de este segundo tercio de incubación y hasta el final de la misma, el huevo elimina temperatura que junto al calor que producen las resistencias ayudan a mantener las temperaturas normales de incubación. ^{1,8}

Las maquinas de incubar van equipadas con un sistema de emergencia denominado *cooling* (enfriamiento) que se pone en marcha a 37 °C para evitar los efectos negativos que un exceso de temperatura produciría sobre los

huevos. Así pues, cuando la temperatura asciende por encima de los 37 °C se activa el *cooling* (enfriamiento) que es un sistema de conducción de agua que produce, al funcionar, una refrigeración del interior de la máquina. Del equilibrio de funcionamiento entre resistencia y *cooling* resulta la temperatura normal de incubación.¹

Cuando existe un fallo de funcionamiento en la máquina, por falta de electricidad por ejemplo, se origina un paro en los ventiladores, de tal manera que al cesar el efecto de homogenización del aire caliente con el frío que entra en la maquina se produce un acumulo de aire caliente en las partes superiores, que puede ocasionar mortalidad embrionaria en los huevos situados en las bandejas superiores. Para evitar esta emergencia, se recurre a la abertura de puertas de la máquina de incubación a fin de eliminar todo el aire caliente situado en la parte superior de la misma.¹

Cuando se efectúa una carga de huevos en una máquina, se considerara que se inicia el desarrollo embrionario en el momento en el que ésta haya adquirido su temperatura de trabajo, generalmente se necesitan de 1.5 a 2 horas. Por este motivo es por el que en las máquinas de ventilación manual se cierran la totalidad de sus trampillas de ventilación en el periodo de tiempo que precisan para recuperara la temperatura normal.^{11,24}

Siempre que sea necesario manipular en el interior de la máquina, para regular termómetros, para rellenar de agua los depósitos del termómetro de bulbo húmedo, para saca bandejas de huevos a fin de efectuar la ovoscopia, etc, Se tendría en cuenta la necesidad de cerrar las ventanillas de ventilación a fin de que la máquina adquiriera la temperatura normal los mas rápidamente posible.

Como norma general se puede señalar que la máquina, durante el proceso de incubación, se abrirá las mismas veces precisas, puesto que las bajas de temperatura que ésta sufre por aberturas continuas, repercuten en el normal desarrollo embrionario y en la calidad y cantidad del pollito que se obtenga.¹²

7.1. Problemas que ocasionan las temperaturas erróneas.

Los embriones muertos de 4 días de incubación, se deben principalmente a cambios bruscos de temperatura o a sobrecalentamiento de la maquina.

Los nacimientos no uniformes se deben a que las temperaturas nos son uniformes en el interior de la maquina.

Los embriones muertos al picar el cascarón, se deben a temperaturas muy altas en la nacedora o a ventilación deficiente de la misma. La mala posición del embrión se debe a que la temperatura ha sido muy baja o a presento variaciones durante los primero 19 días.

La mortalidad total de los embriones puede deberse a.

1. Temperatura superior a 46 °C durante 3 horas.
2. Temperatura superior a 48.9 °C durante 1 hora.
3. Temperaturas por debajo del cero fisiológico durante periodos muy largos.

Los nacimientos adelantados se deben a altas temperaturas y por contraste los nacimientos atrasados se deben a temperaturas bajas.^{6,26}

7.2. Puntos importantes para el buen funcionamiento de la temperatura.

1. Revisar periódicamente los termómetros de control o sensores.
2. Cuidar que las ventanillas estén en posición correcta.
3. Cuidar que los motores de los ventiladores trabajen a las revoluciones por minuto (R.P.M.) adecuadas y que las aspas de los ventiladores estén al ángulo necesario.
4. Cuidar que no se altere la relación temperatura-humedad debido a que los pisos estén húmedos o mojados.
5. Evitar que haya objetos que obstruyan el movimiento del aire dentro de las máquinas.
6. Revisar periódicamente el funcionamiento de los calentadores.¹⁴

VIII. HUMEDAD

La determinación de la humedad en las máquinas de incubar se hace por el método indirecto del psicrómetro, que consiste en observar la relación entre temperatura del termómetro de bulbo seco con la que tiene un termómetro de bulbo húmedo. La costumbre de los incubadores es tan acentuada a este respecto, que siempre se habla de temperaturas de bulbo húmedo cuando se refieren a la humedad, sin especificar en tantos por ciento de humedad relativa media.^{1,27}

La humedad que se precisa en incubación y nacimiento varía con la clase y categoría del huevo que se incuba; En general, el huevo blanco requiere una humedad más baja que el huevo marrón, debido a que tiene una cáscara más

fin a que no precisa tanta humedad para movilizar el calcio de la misma al embrión.²⁹

El huevo blanco recibirá 28 °C en bulbo húmedo durante el proceso de incubación, mientras que el huevo marrón necesita 29 °C en nacimiento, el huevo blanco tendrá de 92 a 93 °C en bulbo húmedo, mientras que el rubio necesitara de 33 a 34 °C se refiere a humedades en máquinas de carga bisemanales; Para otro tipo de máquinas de carga única la humedad se ira reduciendo de acuerdo con las instrucciones de las mismas.^{23,29}

La regulación en las máquinas de incubación y nacimiento se efectúa mediante un higrometro que se regula desde el exterior. Una vez regulado el higrometro éste controla la humedad de la máquina.⁶

También la humedad viene controlada indirectamente por la ventilación; En la actualidad todas las máquinas modernas tienen ventilación automática, y la regulación de la humedad se efectúa independientemente de la misma.⁶

En la actualidad, los sistemas de humedad se regulan y controlan por el higrometro, mientras que la ventilación es completamente independiente y automática, regulándose de acuerdo con la temperatura de la máquina, de manera que la abertura de la entrada de aire se realizaría mediante un termómetro que accionaría el mecanismo de ventilación de acuerdo con las temperaturas internas de la máquina. A mas carga de huevos, el promedio de temperatura tenderá a ser mas elevado y por ello automáticamente la ventilación mayor.^{6,14}

8.1. Problemas que pueden ocurrir por una mala humedad.

Baja humedad.

1. Pollitos pegados al cascaron = baja humedad durante los últimos 7 días de incubación.
2. Pollitos mal calcificados = falta de humedad durante los últimos 10 días de incubación.
3. Pollitos pequeños = humedad baja en todo el ciclo de incubación.
4. Pollitos con hemorragia en el ombligo por esfuerzos al nacer.

Alta humedad.

1. Embriones con fluidos residuales = humedad muy alta en los últimos 7 días de incubación.
2. Pollitos pegajosos = demasiada humedad en los últimos 4 días de incubación.
3. Pollitos grandes y bofos = alta humedad en todo el ciclo de incubación.
4. Pollitos bofos y barrigones = alta humedad en la nacedora.^{6,20}

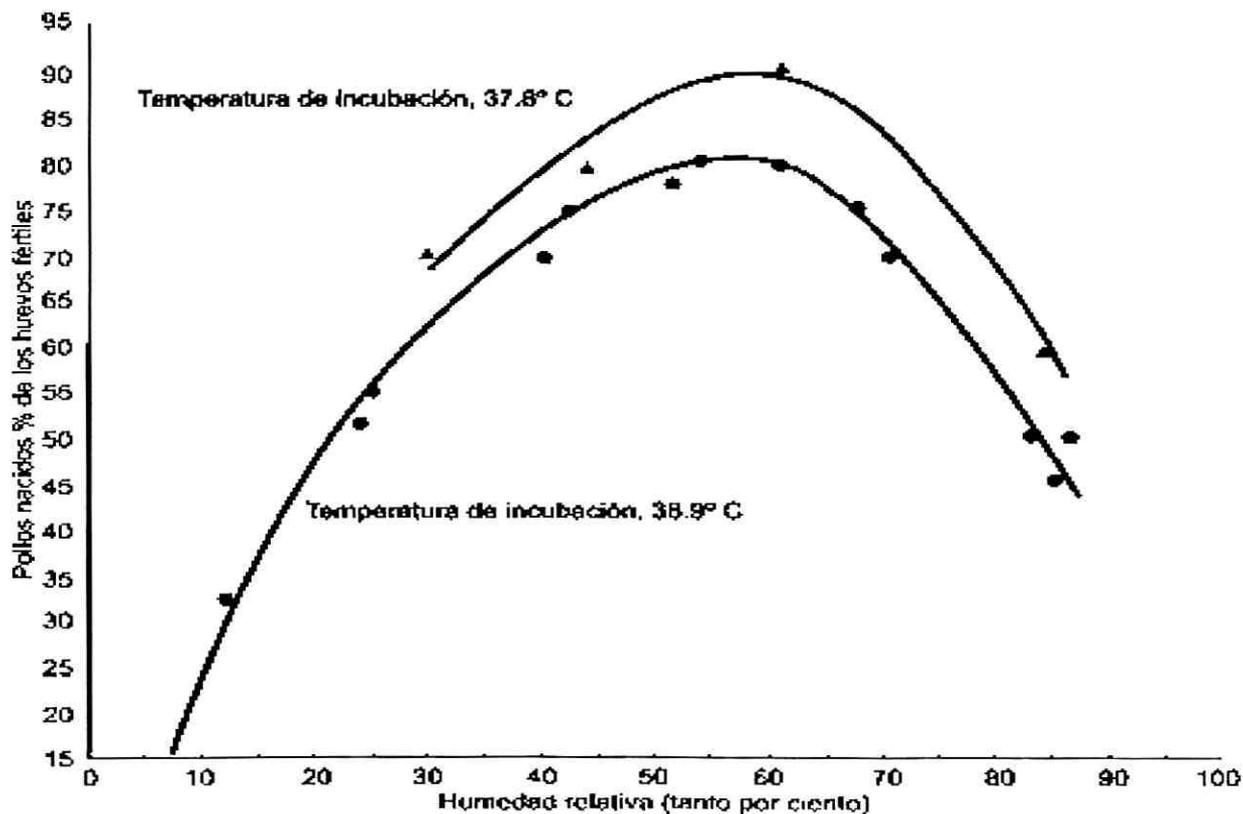
8.2. Puntos importantes para el buen funcionamiento de la humedad.

1. Se recomienda mantener una presión adecuada en toda la red hidráulica.
2. Se recomienda mantener tuberías libres de sarro así como el diámetro de la tubería acuerdo a los requerimientos.
3. Se recomienda mantener boquillas aspersoras limpias (gota fina).
4. Se recomienda la instalación de termostatos adecuados.
5. Los ventiladores deben permanecer siempre en buen estado para que estos puedan distribuir adecuada y uniformemente la humedad.

6. Se recomienda mantener las mechas de los termómetros de bulbo húmedo siempre en buen estado.
7. Se recomienda mantener los recipientes de agua limpios y llenos para el buen funcionamiento de las mechas. ^{6,27}

8.3. Factores que afectan la pérdida de peso por humedad

La humedad en la incubadora esta ajustada por los fabricantes para que el huevo no pierda mas de 0.55% de su peso original por día ó 10.5% al día 19. Esta perdida de peso no es constante, comienza muy lentamente los primeros días y muy rápidamente después del día 17. ^{11,23}



cuadro 5 ²⁹

Perdida de humedad relativa en %

1. Huevos de cáscara gruesa pierde..... 8% H.R
2. Huevos de cáscara porosa..... 13.5% H.R.

Los huevos deben siempre de incubarse en humedad baja, que varia entre 80°F y 85 °F bulbo húmedo, la humedad alta en la maquina de incubar es solamente cuando se hacen fumigaciones con gas, la cual se debe de hacer a 90 °F bulbo húmedo.²⁷

Los huevos son transferidos a los 19 días y deberán permanecer con humedad baja en la nacedora.¹³

La humedad alta ayuda al pollito a romper la membrana y la casara así como también puede prevenir que el pico del pollito se quede pegado en la cáscara o en la membrana.¹

IX. VOLTEO

La yema del huevo tiene una gravedad específica que permite que se sedimente en la albúmina delgada, esto es cuando el huevo está recién puesto. Cuando el huevo se coloca a temperaturas de incubación, disminuye la gravedad específica de la yema y tiende a subir hacia la albúmina gruesa exterior si el huevo no es volteado; Si no es volteado, las dos capas de albúmina gruesa que están separadas por la albúmina delgada se unen y el embrión generalmente muere.^{18,2}

El volteo es necesario durante los primeros 14 días de incubación, en un ángulo de 45°, ocho veces cada 24 horas para obtener buenos nacimientos. El volteo es esencial durante las primeras semanas de incubación, para evitar que las membranas extraembrionarias se peguen. Conforme crece el embrión toma menos importancia el volteo pues a los 6 días el amnios empieza a contraerse espontáneamente con contracciones rítmicas que impiden que las membranas se adhieran al embrión.^{13,15}

Por lo general, los huevos son volteados de un ángulo de 45° respecto a su vertical y luego de un periodo de descanso son colocados a 45° pero en posición contraria. Un volteo de menos de 45° puede resultar perjudicial para el embrión.

De no efectuarse dicha operación, denominada volteo, la mortalidad embrionaria por malas posiciones aumentaría considerablemente.

El movimiento a derecha e izquierda del huevo hace que el embrión vaya adquiriendo las posiciones adecuadas y se sitúe en la manera precisa para picar la cámara de aire y la cáscara; De no moverse el huevo el embrión queda en una posición inadecuada y no puede alcanzar la cámara de aire y muere

asfixiado. En pruebas realizadas sobre el volteo se encontró que: voltearlo menos de ocho veces al día baja el nacimiento. ^{13,18}

9.1. Operación de volteo automático.

El propósito es el de voltear los huevos automáticamente a través de un arco de 90° cada hora.

Para efectuar el volteo automático, se requiere de los siguientes elementos.

1. Interruptor selector en posición "auto".
2. Reloj de volteo – activa el relevador de volteo cada hora.
3. Relevador (relais) de volteo.
4. Interruptor de leva volteo.

Las charolas son soportadas en columnas desde las levas de volteo en las vigas. Las levas de volteo son activadas por las barras Pitman a través de la barra conectora, estas barras son manejadas por los brazos de la manivela al final de cada eje localizados entre las vigas en la parte delantera de la incubadora. ⁶

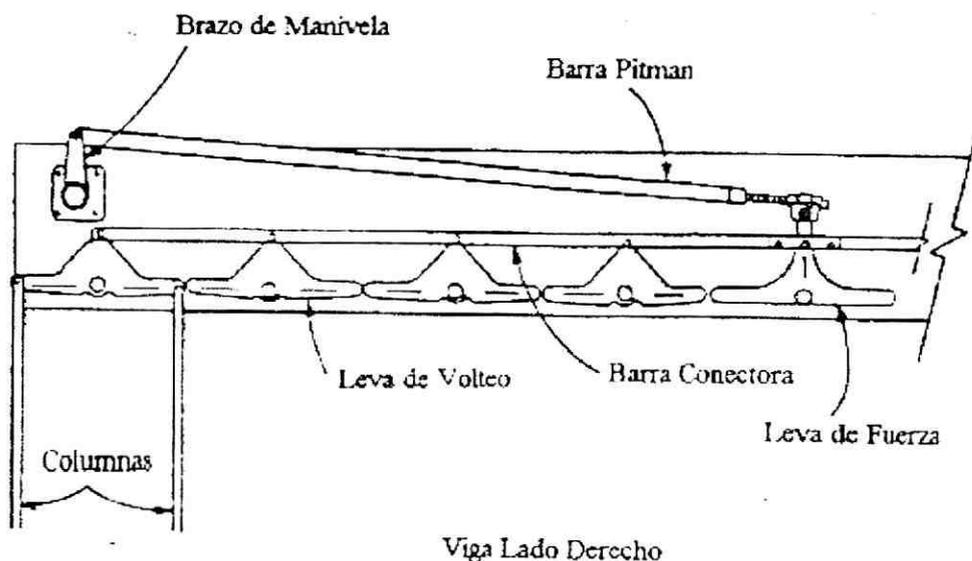


figura 5⁶

9.4. Problemas que pueden ocurrir por falta de volteo.

la falta de volteo durante los primeros días de incubación originan embriones pegados en la membrana interna, así como la falta de regularidad del volteo e decir menos de 8 volteos en 24 horas provoca malas posiciones en los embriones.

Es muy importante no confundir la falta de volteo durante los primero cuatro días con la fumigación con formaldehído, ya que en ambos casos se presenta el mismo anillo de sangre coagulada o vestigios de formación del sistema sanguíneo.^{1,6}

9.6. Efectos de diferentes periodos de volteo de huevo en incubación.

| Periodo de incubación en que son Rotados | % de eclosión de fueron huevos fértiles |
|--|---|
| sin rotación | 28% |
| 1 a 7 días..... | 78% |
| 1 a 14 días..... | 95% |
| 1 a 18 días | 92 % |

cuadro 6⁸

9.7. Registro de volteo y temperatura

El registro esta colocado en el frente de la incubadora, bajo el gabinete de control. Tiene una grafica de 7 días controlada por motor y dos lapiceros. Un lapicero registra la temperatura de bulbo seco dentro de la incubadora y el otro registra el numero de veces que los huevos han sido volteados.

1. El lapicero de volteo esta operado por una expansión y contracción termal de la longitud de un cable de alta resistencia conectado al brazo del lapicero.
2. Cuando los huevos esta en el proceso de volteo, el circuito es encendido y el “ cable caliente “ manifiesta alta temperatura sobre el lo cual origina que se expanda, El lapicero es dirigido hacia el centro de la cartilla en aproximadamente $\frac{1}{8}$ de pulgada.
3. Cuando el circuito se apaga (huevos en posición opuesta de 45 grados) el cable se enfría y permite que el lapicero regrese a su posición original. ^{6,8}

9.8. Grafica

El registro tiene la forma de pequeñas marcas radiales a lo largo de la circunferencia externa de la grafica.

Las graficas deben ser cambiadas semanalmente.

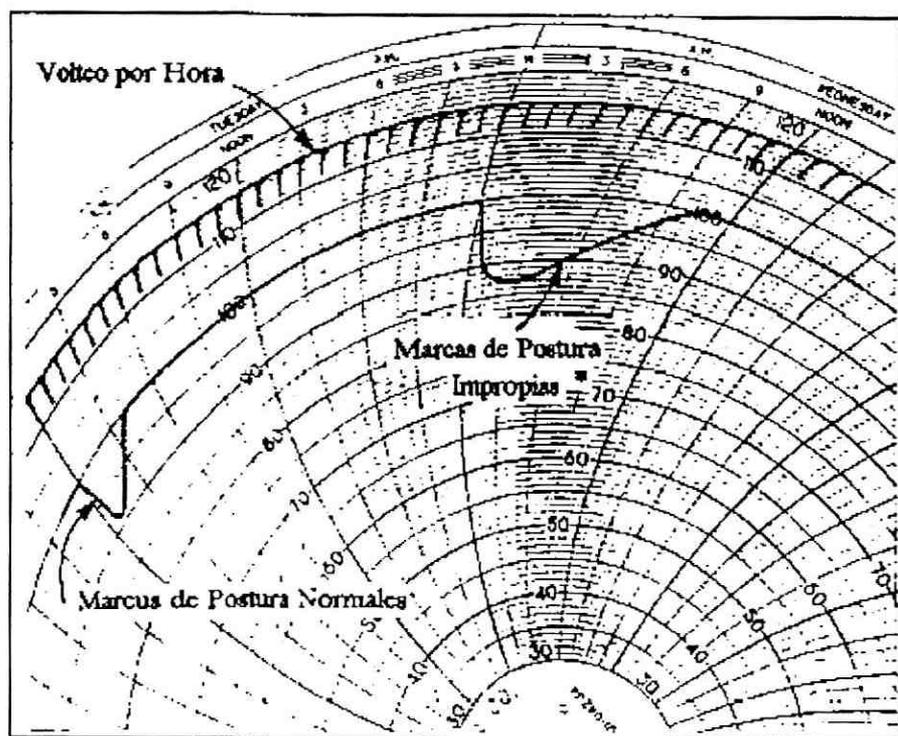


Fig. 6⁶

X. VENTILACIÓN

La definición de ventilación es “el intercambio de aire viciado por aire fresco” un buen sistema de ventilación es aquel que cambie el aire y mantenga un apropiado nivel de oxígeno y bióxido de carbón, uniforme y económico.²⁶

Durante los últimos años, constantemente se ha mejorado el sistema de ventilación de las plantas incubadoras, estas mejoras se han logrado no por el incremento del equipo utilizado, sino por el mejor aprovechamiento del mismo.⁴

Generalmente las nuevas plantas incubadoras son tan grandes que los costos del sistema de ventilación incide enormemente en el costo total, lo que aumenta el valor de la inversión por capacidad instalada, la buena ventilación es fundamental por los efectos que de ella se derivan.

1. Suministro de oxígeno (aire fresco)
2. Extracción de gases tóxicos.
3. Desarrollo embrionario.

Además, la ventilación en una incubadora o hacedora es el método de transporte de humedad y temperatura uniforme. Con esto nos podemos dar cuenta de que estos factores básicos no trabajan por separado.^{4,11}

10.1. Componentes del aire durante la incubación.

10.1.1. Oxígeno

Este elemento significa vida, si nosotros no somos capaces de suministrar un mínimo de oxígeno de 12 % en el aire que movemos, vamos a afectar el desarrollo del embrión, como también podemos provocarle la muerte ¹

Normalmente, al nivel del mar el porcentaje de oxígeno varía entre 21% y 22% en las plantas de incubación que se encuentran sobre los 1,500 metros sobre el nivel del mar. Es necesario inyectar oxígeno a las máquinas, por lo tanto, no es recomendable construir plantas de incubación que sobrepasen los parámetros de altitud indicados. ^{1,26}

Como dato importante, es bueno mencionar que en trabajos hechos en diferentes universidades de los Estados Unidos y Europa se llegó a la conclusión que por cada 1% menos de oxígeno la incubabilidad se reduce 5%. ¹

10.1.2. Bióxido de carbono.

Este elemento significa muerte, por lo tanto, tenemos que sacarlo de las máquinas lo antes posible y no dejar que se acumule, una razón más para que el flujo de aire fresco sea continuo y libre. El embrión que se está desarrollando necesita un constante suministro de oxígeno, el cual toma a través de los poros de la cáscara y al mismo tiempo expira bióxido de carbono y humedad a través de los poros; este es el bióxido de carbono que nosotros debemos sacar de las máquinas. ¹

Resumiendo todos los datos que se han expuesto en los aparatos anteriores, nos llevan a la conclusión, basada en diferentes estudios que se han

efectuado de que el 0.5% de gas carbónico en la sala de incubación será el máximo tolerable para realizar una buena incubación. Lo recomendable es mantener la concentración de gas carbónico en la sala entre el 0.1 y el 0.5%, como nivel máximo y mínimo del mismo. Por encima del 0.5 % la incubabilidad se reducirá por mortalidad embrionaria y por debajo del 1% el estímulo de crecimiento del embrión se vera también reducido. ^{1,24}

Para los cálculos de ventilación de salas de incubación hemos de calcular que el aire fresco tiene una concentración de gas carbónico del 0.031%. La cantidad de gas carbónico que producen los embriones, tomando como promedio todas las fases de incubación de 1 a 21 días, es de 0.0000067968 metros cúbicos por hora. Es decir que 10 000 embriones producirán 0.067968 metros cúbicos por hora. Un pollito recién nacido al respirar produce una cantidad de anhídrido carbónico de 0.00003273792 metros cúbicos por hora, o lo que es lo mismo 10 000 pollitos recién nacidos producirán 0.3273792 metros cúbicos por hora. Un factor también muy importante de conocer para cálculos, es que un hombre respirando normalmente produce 0.001614 metros cúbicos de anhídrido carbónico por hora.

El cálculo final, suponiendo que en la sala de incubación son necesarios 160 metros cúbicos a la hora de la renovación del aire por cada 10 000 huevos, mientras que en la sala de nacimiento se requieren 300 metros cúbicos por hora por cada 10 000 huevos y en el almacén de pollitos serán necesarios 500 metros cúbicos por hora por cada 10 000 pollitos. Además serán precisos unos 2.3 metros cúbicos por hora de aire fresco por cada trabajador que esté en la sala. El aire fresco que se introduzca ala sala de incubación, en la de nacimiento o en el almacén de pollitos, será siempre fresco y acondicionado con aparatos especiales, teniendo en cuenta que un defecto de ventilación llevara consigo una evaluación en la mortalidad embrionaria, mientras que por

el contrario, un exceso de ventilación producirá un crecimiento embrionario pobre y enlentecido. Por todas estas razones, es conveniente limitarse a las cifras recomendadas que nos darán la atmósfera con el contenido de gas carbónico preciso y necesario. ^{1,12,14}

10.2. Problemas por la falta de ventilación.

1. Embriones muertos en los primeros 7 días de incubación por altas concentraciones de bióxido de carbono, mas del 1% en la incubadora.
2. Embriones muertos entre 12 y 14 días de incubación por mala ventilación en la maquina incubadora.
3. Embriones retrazados y débiles en su nacimiento por insuficiente oxigeno en la incubadora.
4. Embriones con ombligo mal cicatrizado o con ombligo rojizo por inhalación de aire muy caliente en la hacedora.

La mortalidad del día diecinueve a veintiuno por falta de ventilación, puede deberse principalmente.

1. Bióxido de carbono.
2. Exceso de calor.
3. Aire sin renovar (estos tres puntos se presentan juntos en la
4. Nacedora) ^{1,6}

10.3. Puntos a cuidar para una ventilación adecuada en incubadoras.

Ventiladores.

1. Tipo de aspas adecuadas.
2. Aspas bien balanceadas.
3. Motores indicados por el fabricante.
4. Acceso de ventilación en posición correcta para el ingreso de aire fresco.
5. Ventanillas para expulsión de aire contaminado operando correctamente.
6. No dejar abiertas las puertas de nacedoras e incubadoras.⁶

10.4. Ductos de aire acondicionado.

Los dos ductos de aire acondicionado se encuentran colocados sobre las vigas, el aire del corredor sube a través de la abertura de los paneles de los ventiladores y entra por la abertura en la parte baja de ducto. El aire se mueve a través de las resistencias de calentamiento expuestas, pasando por las boquillas de rocío, a través del ducto y sale por los eliminadores de agua.

Este movimiento de aire es originado por una diferencia en la presión. El corredor es un área con presión alta mientras que los ductos de aire acondicionado se encuentran en un área de presión baja.

El ducto izquierdo suministra aire acondicionado a la parte trasera de la incubadora. El ducto derecho suministra aire acondicionado a la parte delantera de la incubadora. Existe una puerta de acceso delante de los elementos de calentamiento en ambos conductos. Esta puerta debe de estar bien cerrada cuando la incubadora se encuentre operando.^{6,16}

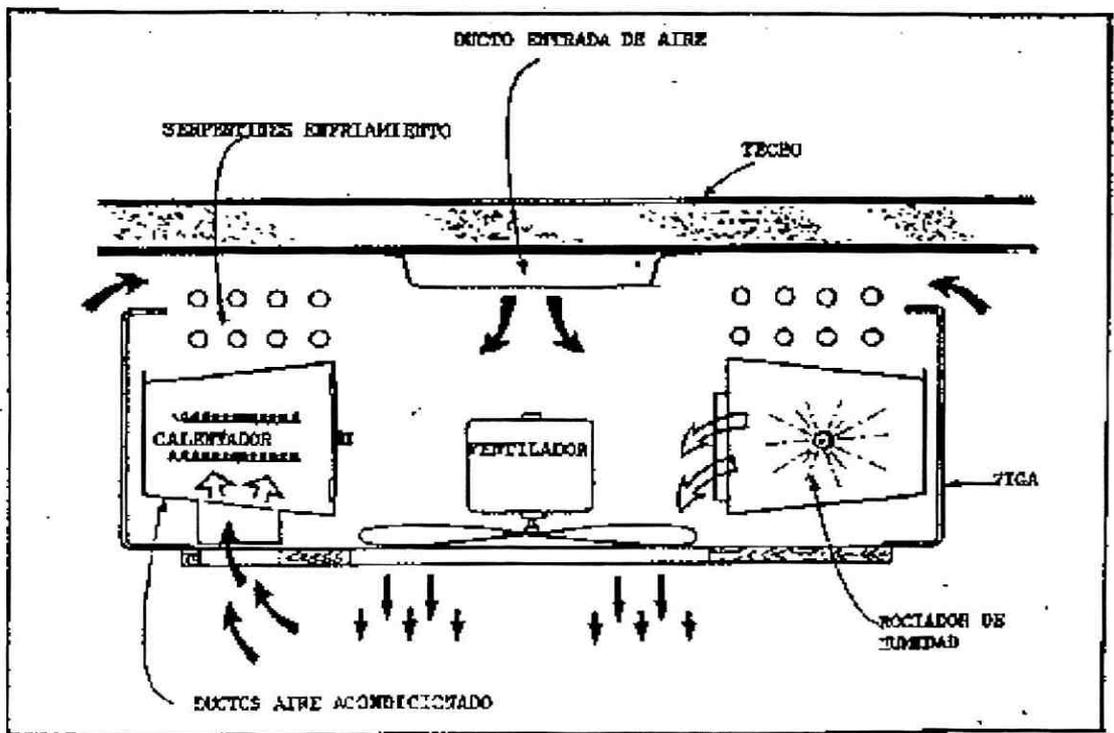


Fig. 7⁶

10.5. Ventiladores.

Existen máquinas de seis ventiladores o de cuatro ventiladores.

Cada motor de ventilador esta protegido por un reconectador manual de sobrecarga.

Una caja de unión de los cables, colocada sobre el panel del ventilador, tiene un interruptor de mercurio que apaga los ventiladores cuando el panel del ventilador se baja, el capacitador del motor del ventilador también esta instalado en esta caja, existen unos mecanismos sensores (toroides) instalados en las líneas del motor para dar señales al módulo censor. Este módulo a su vez, enviara una señal para desconectar la calefacción cuando los ventiladores no estén operando.^{6,17}

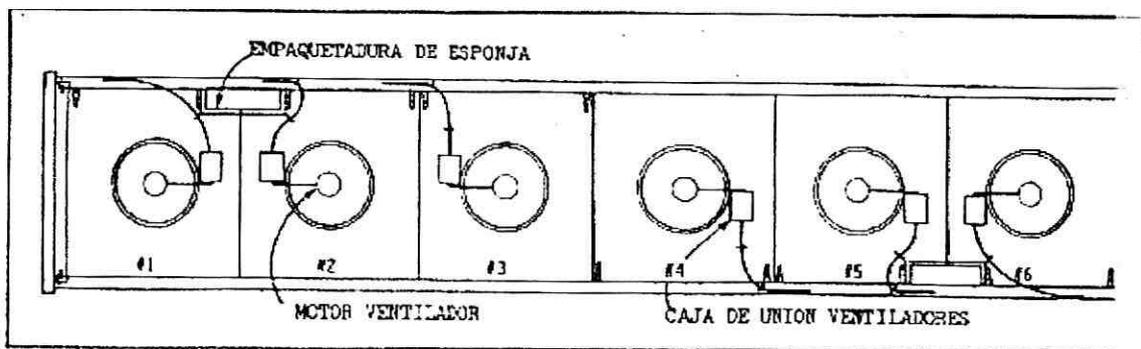


Fig. 8⁶

Aire de extracción.

El aire de extracción de la incubadora pasa a través de dos aberturas en la parte trasera de la incubadora, estas aberturas están ubicadas en la parte del techo de la incubadora de la parte trasera, en ambos lados del corredor, cada una de estas aberturas tiene un cañón corto que canaliza el aire al sistema de extracción de la planta de incubación.⁶

10.6. Regulador automático de ingreso de aire.

El monto de aire fresco admitido en la incubadora está regulado automáticamente, con el objeto de mantener una relación balanceada entre la calefacción, el frío y la humedad, existen cinco variables que pueden afectar esta relación.

1. Temperatura del aire exterior.
2. Humedad del aire exterior.
3. Contenido de dióxido de carbono exterior.
4. Temperatura del agua.
5. Presión del agua.

Estas variables pueden existir en diversas combinaciones, el mejor equilibrio se da cuando el calor, el frío y la humedad tienen sus respectivos relevadores trabajando al mínimo. ^{6,8}

XI. INSTRUMENTOS PARA LA MEDICIÓN Y EL BUEN FUNCIONAMIENTO EN LA MÁQUINA INCUBADORA.

El termostato de mercurio es un elemento bastante sensible, dos alambres finos de platino, encajados en vidrio conectan la columna de mercurio y los anillos conectores de plomo, el alambre inferior siempre esta en contacto con la columna de mercurio. El alambre superior esta localizado en tal forma que la columna de mercurio haga contacto a la temperatura deseada. Este termostato es preciso hasta $1/20$ de un grado y no se afecta con variaciones de la presión atmosférica. No requiere de ningún ajuste y si es manejado con cuidado, proporciona un servicio confiable. ^{6,11}

No más de 2.0 miliamperes de corriente pueden pasar por la columna de mercurio del termóstato, ya que la mayoría de los elementos eléctricos requieren mas que esto para funcionar, los termómetros de mercurio son usados para activar los relevadores de estado sólido, los cuales llevan cargas fuertes de electricidad que se requieren para los calentadores, sopladores y otros elementos.

Los termostatos de control deben instalarse como sigue

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Calor delantero y trasero | 37.35 °C |
| Enfriamiento delantero y trasero | 37.64 °C |
| Alta temperatura delantera y trasera | 37.92 °C |
| Baja temperatura delantera (alarma) | 36.07 °C |
| Sobre-temperatura trasera (alarma) | 38.33 °C |
| Baja humedad | 28.33 °C |
| Deshumidificador | 29.44 °C |

Cuadro 7.

11.1. Caja delantera de termostatos

Esta ubicada en el techo, entre la tercera y cuarta columna de bandejas. controla lo siguiente:

1. Calefacción – el termostato de calor delantero controla al calentador, ubicado dentro del ducto derecho del aire acondicionado.
2. Enfriamiento – el termostato de enfriamiento delantero esta conectado en paralelo con el termostato de enfriamiento trasero, cuando cualquiera haga contacto, se iniciara el proceso de enfriamiento.
3. Alta temperatura – el termostato de alta temperatura delantero esta conectado en paralelo con el termostato de alta temperatura trasero. Cuando cualquiera haga contacto, la bocina de la alarma sonara.
4. Baja temperatura – activa la bocina de la alarma cuando la temperatura cae mas bajo de 36 °C. ⁶

11.2. Caja trasera de termostatos.

Esta ubicada en el techo, entre las columnas de bandejas 15 y 16, así pues desempeña la función de controlar.

1. Calefacción - el termostato de calor controla al calentador trasero, ubicado dentro del ducto izquierdo del aire acondicionado.
2. Enfriamiento – el termostato de enfriamiento trasero está conectado en paralelo con el termostato de enfriamiento delantero. Cuando cualquiera hace contacto, se iniciará el proceso de enfriamiento.
3. Alta temperatura – el termostato de alta temperatura trasero está conectado en paralelo con el termostato de alta temperatura delantero. Cuando cualquiera haga contacto, la bocina de la alarma sonará.
4. Sobre temperatura – activa la bocina de la alarma cuando la temperatura de la máquina sobrepasa los 36 °C.^{6,27}

11.3. Caja de termostatos de humedad.

Esta ubicada en el panel que se encuentra encima de la puerta delantera, debido a que el control de humedad esta basado en las lecturas del termostato del bulbo húmedo, deben colocarse mechas sobre los bulbos de mercurio de los dos termostatos de humedad, las mechas deben cubrir completamente el bulbo de mercurio y se deben mantener húmedas siempre, estas cumplen con la función de controlar.

1. Baja humedad – activa los rociadores de humedad en caso que el bulbo húmedo tenga una temperatura inferior a 83 °F.
2. Deshumidificación – inicia el enfriamiento si la temperatura del bulbo húmedo supera los 85 °F. ^{6,27}

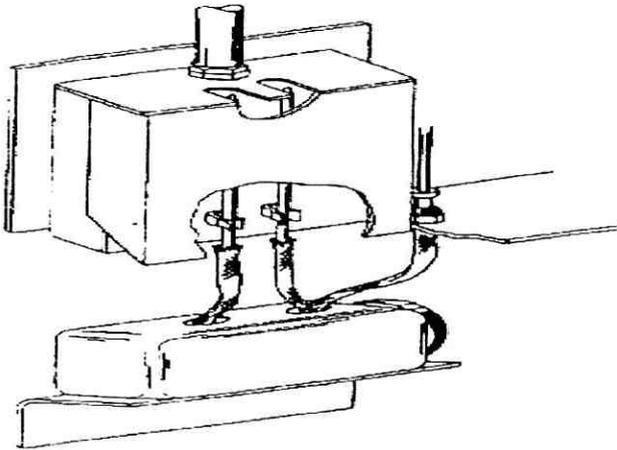


Fig. 9. ⁶

Los termostatos ubicados en la parte delantera y trasera de la máquina de temperatura, transmiten información al modulo de calor.

Aquí se toma la decisión para activar o desactivar los calentadores a través del relai (relevadores) de estado sólido, con el objeto de mantener la temperatura de 99.5 °F.

Cuando se requiere de calor, el calefactor se activa y el regulador se cierra para restringir el ingreso de aire fresco.⁶

XII. CONTROLES DE MEDIO AMBIENTE.

El punto mas critico en la incubación de huevos de gallina fértil es el control de temperatura, los mejores resultados se logran al mantener una temperatura de 37 °C. para observar la temperatura del aire, se debe colocar el interruptor en el marcador digital en posición "DRY BULB".^{6,14}

Básicamente, la teoría operativa de los controles es manejar la temperatura de la incubadora (bulbo húmedo y aire seco) y controlar ésta dentro de un rango especificado. El calentamiento se activa cuando el aire seco tiene una temperatura menor al límite mínimo de ese rango. Se activa el enfriamiento cuando la temperatura esta sobre él limite máximo. Cuando la temperatura se encuentra dentro de los limites del rango, la maquina esta en puntos de equilibrio (no hay activación de, la maquina esta en puntos de equilibrio) no hay activación de enfriamiento o calefacción.⁶

La humedad se controla añadiendo humedad cuando la temperatura del bulbo húmedo esta bajo un valor específico, cuando la temperatura del bulbo húmedo esta sobre este valor, no se añade humedad (la Deshumidificación se activa a 2 °F sobre el punto de equilibrio de humedad).^{6, 26}

XIII. CALEFACCIÓN

Una pequeña baja en temperatura que pueda resultar de una apertura prolongada de la puerta no causa daños mayores, pero un incremento en la temperatura superior a los 37 °C puede causar daños en el desarrollo de los embriones. el aire en la incubadora esta regulado para mantener una temperatura de 37 °C. ²⁰

XIV. CONTROLES AMBIENTALES

Los embriones en desarrollo producen calor. Las temperaturas externas anormalmente altas en el cuarto reducirán el efecto del enfriamiento del aire fresco en el cuarto, el mismo que entra a través del regulador del control de aire ²⁸

Cuando la temperatura llega a los 38 °C, sea en la parte frontal o trasera de los termostatos, el módulo de enfriamiento y humedad enviara una señal para activar al relais, el mismo que permitirá el siguiente proceso.

1. El regulador se abre y permite el ingreso de aire fresco.
2. La válvula automática de enfriamiento se abre y el agua fría circula a través de los serpentines de enfriamiento, absorbiendo el calor para bajar la temperatura del aire. ⁶

La cantidad de agua que fluye a través de los serpentines de enfriamiento se regula por medio de una válvula de flujo de enfriamiento.

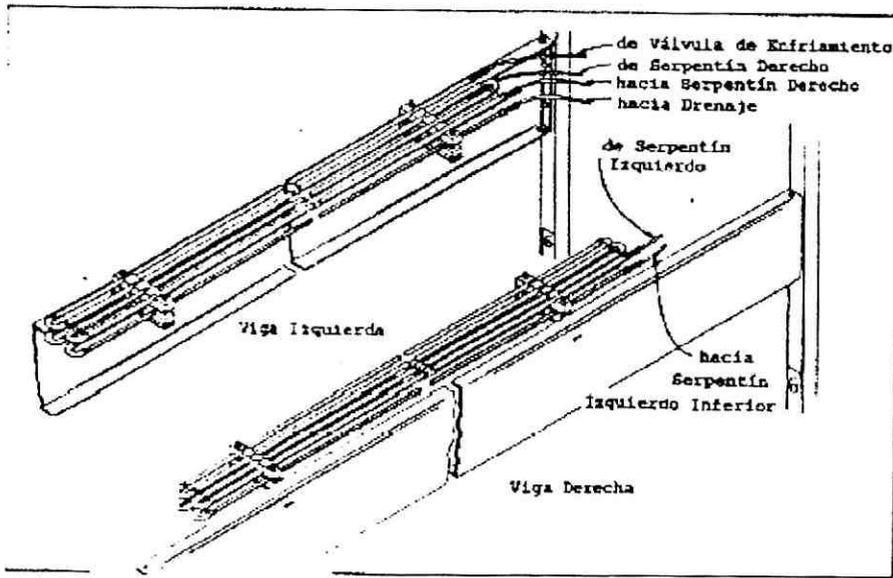


Fig.11. 6

XV. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.

Es importante que el sistema funcione mediante una prueba durante 4 o 5 horas.

1. Cisterna llena de agua y todas las mechas en su lugar.
2. Paneles de los ventiladores arriba y asegurados.
3. Todos los interruptores en "OFF".
4. Energía principal en "OFF".
5. Luz interna en "OFF".
6. Interruptor de energía en "ON".
 - a. Las luces indicadoras de energía deben de estar en "ON".
 - b. Las luces indicadoras de calefacción deben estar en "ON".

- c. Revise que los ventiladores operen en dirección adecuada.
 - d. Revise que los ventiladores se encuentren operando (tibios).
7. Cierre la puerta y permita que la incubadora funcione hasta que la temperatura del bulbo seco alcance los 36.6 °C.
 8. Ponga el interruptor de humedad en "ON". (La luz indicadora de humedad deberá estar en "ON").
 9. Permita que la incubadora funcione hasta que la temperatura del bulbo seco llegue a los 37.5 °C y el bulbo húmedo llegue a los 28.33 °C.
 10. Compare el indicador digital de temperatura con la lectura del termómetro maestro.
 11. Revise, punto por punto, todo el sistema para ver que esté funcionando en forma adecuada.
 12. Baje cada panel de ventilador para revisar el interruptor de mercurio (el ventilador debe parar).
 13. Revise la presencia de goteras.
 14. Revise la dirección del ángulo de las bandejas (vea si las bandejas han volteado desde la última prueba).
 15. Revise que la hoja de la puerta y los empaques estén en buenas condiciones.
 16. Los postes de la viga anclados en la parte superior e inferior.

17. Piso enlucido bajo todos los canales de la base.

18. Franja en su lugar y asegurada.

19. Termómetro maestro y termostatos en posición correcta.

La incubadora esta lista para la primera carga de huevos o apague a "OFF" esperando para su uso futuro. ^{6,11,16}

LITERATURA CITADA.

- 1.- Alberto San Gabriel: Fundamento de la incubación artificial: Patología de incubación y enfermedades del polluelo: 1990.
- 2.- Amir H, Nilipour / Gari D. Butcher: Malas posiciones y deformaciones en los embriones de pollo: Industria avícola: 1999.
- 3.- Amir Nilipour: Manejo optimo del huevo fértil: Industria avícola. 1994.
- 4.- Ángel I. Salazar, B.S, M.S.: Perspectivas para una incubación eficaz en el próximo siglo: Publicaciones midia S.A. de C.V: 1999.
- 5.- Ángel Iván Salazar: Tres opciones de diseño y operación de maquinas incubadoras: Tecnología avipecuaria: 2000.
- 6.- Chick master incubator company: Manual de instrucciones operativas y partes para incubadoras de controles ISIS: 1994.
- 7.- Deeming D.C : Desafíos para la incubación: Industria avícola: 1997.
- 8.- Fernando Hevia Urquiaga: El mantenimiento de los cuatro factores fundamentales para una buena incubación: VI curso Arbor Acres: 1989.
- 9.- Geoffrey and Barbara Gould: Incubacion notas: Revista *BirdBreede*: <http://www.parrotpro.com/incubatesp.htm>: 1996.
- 10.- Héctor Meza: Sanidad en la incubadora: II curso Arbor Acres: 1985.

- 11.- Ian Malkinon: Principios de calefacción, ventilación, enfriamiento y presurización en la planta de incubación: Tecnología avipecuaria: 2002.
- 12.- Ignacio Del Muro C: Incubación, precisión y disciplina: VI curso Arbor Acres: 1984.
- 13.- Jonh T. Brake, Ph. D., P.A.S: Manejando el desarrollo embrional: Industria avícola: 1989.
- 14.- José Juan Bruzual: Aspectos prácticos en plantas de incubación: tecnología avipecuaria: 2001.
- 15.- Joshep M. Mauldin: Consejos sobre reproducción e incubación: industria avícola: 2000.
- 16.- Joshep M. Mauldin: Guía de procedimientos en un programa de control de calidad para las plantas de incubación: Tecnología avipecuaria: 2001.
- 17.- Jung S: La ventilación en la planta incubadora: V curso Arbor Acres: 1988.
- 18.- Librado Eduardo Alatorre: Mortalidad embrionaria durante los primeros cuatro días de incubación: Tecnología avipecuaria: 1999.
- 19.- Marco A. Juárez – Estrada: Valoración de los cuatro aspectos fundamentales para una buena incubación: Memoras de las IX jornadas medico avícolas: 2003.
- 20.- Mark O. North / Donald D. Bell: Manual de producción avícola: 1993.

- 21.- Navarro G; Ofelia Godinez, Sonia, Valido R. Méndez: Experiencias sobre los resultados de Incubación de huevos de pavos: incubación, Revista Cubana de Ciencia Avícola: 1981.
- 22.- Quiles A. y Hevia, M.L: Incubación artificial de los huevos de avestruz: Portal veterinaria
<http://www.portalveterinaria.com/sections.php?op=viewarticle&artid> : 2003.
- 23.- Raymundo Garza: Calidad del huevo incubable. II curso Arbor Acres: 1984.
- 24.- Raymundo Garza: El proceso de incubación: I curso Arbor Acres: 1984.
- 25.- Raymundo Garza: Historia de la avicultura en México: Industria avícola: 1998.
- 26.- Raymundo Garza: Ventilación y temperaturas de la planta incubadora: I curso Arbor Acres: 1984.
- 27.- Roberto Surda Jova: Puntos clave para una incubación eficiente: tecnología avipecuaria: 2003.
- 28.- Tandron, Elsie; O. Guadarrama, R. Orian Del Pino, M. Ramos, Mireya Jay, Delfina Puentes E. Chion: Influencia de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la incubabilidad, el peso del huevo y los pesos del pollo al nacer y al finalizar la ceba: incubación, Revista Cubana de Ciencia Avícola: 1987.

29.- Villa, J. R.; R. García, J. Bermúdez, América Herrera A. Montagut:
Comportamiento entre la calidad de los huevos de gallinas de la raza White
Leghorn y Rhode Island Red almacenados a temperatura ambiente desde o
hasta 7 días: incubación, Revista Cubana de Ciencia Avícola: 1989.