UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA.

EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES BASICAS DE UNA INCUBADORA ARTESANAL CON UNA SEMI-INDUSTRIAL Y LA INCUBACION NATURAL.

RESPONSABLES:
FÁTIMA GUADALUPE ASCENCIO RAMOS
SILVIA GRACIELA ELÍAS MEJÍA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2009.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR: ING. M.Sc RUFINO ANTONIO QUEZADA.

SECRETARIO GENERAL: LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.

DECANO: DR. REYNALDO LÓPEZ LANDAVERDE.

SECRETARIO: ING. M.Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

JEFE DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA.

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS.

DOCENTES DIRECTORES.

ING. AGR. LUIS HOMERO LÓPEZ

ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA

RESUMEN.

Un gran número de pollos que se comercializan en El Salvador nacen mediante la incubación artificial empleando máquinas incubadoras. Para ello, se promueve el uso de incubadoras, que no es más que una cámara cerrada en la cual es necesario mantener la temperatura adecuada, cierto grado de humedad, una buena ventilación y volteo que requiere el proceso, durante un período de 21 días para lograr la eclosión normal de los polluelos. En esta investigación se evaluaron tres tipos de incubación, como son la incubación natural, incubación semi-industrial y la incubación natural en base a cual de los mismos presentaba el mayor número de nacimientos sin afectar la calidad del polluelo.

El objetivo de este estudio fue estudiar los indicadores de incubabilidad del huevo de gallinas criollas en una incubadora de tipo artesanal, fabricada con materiales de fácil adquisición, operatividad y por supuesto, al alcance del bolsillo de avicultores establecidos en el área rural; así como los indicadores de eficiencia alimentaria: peso al nacer, peso a los 10 días y ganancia de peso.

La metodología estadística que se utilizó fue el diseño completamente al azar, aplicándolo a tres tratamientos, incubación natural como tratamiento 1, incubadora semi-industrial como tratamiento 2 y una incubadora artesanal que representó el tratamiento 3; contando con un total de 135 huevos, los cuales se distribuyeron: 15 huevos en cada tratamiento con tres repeticiones cada uno.

Los resultados que se percibieron fueron que la incubación natural, fue superior significativamente en el factor viabilidad y en la ganancia de peso ($p=0.001$), en comparación con los tratamientos 2 (Incubadora semi-industrial) y 3 (Incubadora artesanal). Por el contrario, el peso al nacer y el peso a los 10 días no fueron afectados por la ejecución de los tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos sinceramente a nuestros asesores, Ing. Agr. Luís Homero López y al Ing. Agr. Horacio Gil Zambrana por su desinteresada colaboración, apoyo y dedicación en el desarrollo de esta investigación.

- Al jefe de departamento de Zootecnia, Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos por sus útiles sugerencias y su aporte a este estudio.

- Al personal docente del Departamento de zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, por sus esfuerzos en nuestra formación académica.

- A las personas ajenas a la institución que contribuyeron a la realización de este trabajo de investigación, especialmente a Don lito y su familia.

- A los miembros del jurado evaluador, por sus valiosas indicaciones en mejoras para nuestro trabajo de investigación.

DEDICATORIA

- **A DIOS NUESTRO SEÑOR**

Por la gran bendición de haberme permitido alcanzar este logro de muchos que vienen a futuro y porque todo lo puedo en ti que me fortaleces.

- **A MIS PADRES**

Noemí Ramos y Julio Ascencio Rosales, por estar siempre pendientes y suplir todo lo que necesité, por su gran paciencia y apoyo incondicional para poder lograr esta apreciada meta.

- **A MIS HERMANAS Y HERMANOS**

Karla, Violeta, Julio, Lauri, por todo el cariño y comprensión durante mi carrera.

- **A MI ABUELO PAPA JULIO**

Con todo mi amor y respeto, recordaré tus sabios consejos, a terminar todo lo que emprendo, te quiero mucho, siempre te recuerdo, y se que estás feliz en ese lugar donde algún día nos encontraremos otra vez.

- **A MI ABUELA MAMA MENCHE**

Con especial amor, por su apoyo, sus oraciones y su comprensión durante toda mi vida, y por haberme cuidado los pollos.

- **A MIS AMIGOS.**

Como poder olvidarlos (Irma, Viole, Gaby, Nestor, Sonia, Leyton, Corea, Rodrigo, Mauro, Edwin, Silvia) que siempre me dieron palabras de ánimo, y cada uno me ayudó en gran manera a culminar esta investigación. Gracias!

Fátima Guadalupe Ascencio Ramos.

DEDICATORIA

- **A DIOS** Todopoderoso porque sin él nada es posible, llenando de bendiciones mi vida, levantándome en los momentos difíciles y brindándome su amor infinito.

- **A LA VIRGEN SANTÍSIMA** por guiar mis pasos a través de caminos difíciles, cubriéndome con su amor y cuido.

- A la persona más amada e incondicional en mi vida **MI MADRE: ANA SILVIA**, que siempre ha estado conmigo, celebrando mis triunfos, llorando mis tristezas, y sobretodo creyendo en mí.

- **MIS HERMANOS**: Jorge y Manuel, por su apoyo, ayuda y unión familiar.

- **MIS AMIGAS** Gaby y Cristina que las llevo en mi corazón por ser parte especial en mi vida y porque sé que cuento con su cariño.

- A ese pequeño ser siempre fiel y guardián de mis noches de desvelo mi querido cachorro **SNOOPY.**

- Y a todos aquellos que creen que las metas se pueden alcanzar por mas difícil que parezcan.

Silvia Graciela Elías Mejía.

ÍNDICE.

CONTENIDO **PAG.**

RESUMEN ---------- iv
AGRADECIMIENTOS ---------- v
DEDICATORIA ---------- vi
INDICE GENERAL ---------- viii
INDICE DE CUADROS ---------- xi
INDICE DE FIGURAS ---------- xii
INDICE DE ANEXOS ---------- xiii
1. INTRODUCCION ---------- 1
2.REVISION DE LITERATURA ---------- 2
2.1 Generalidades de incubación en aves domésticas ---------- 2
2.1.1 Huevo Fértil ---------- 2
2.1.2 Las partes principales del huevo ---------- 3
2.1.3 Recogida de los huevos ---------- 4
2.1.4 Elección de huevos incubables ---------- 4
2.2 Control de calidad de las incubaciones por medio del uso del ovoscopio y miraje 5
2.2.1 Observación de embriones vivos con desarrollo normal ---------- 6
2.3 Incubación ---------- 8
2.3.1 Definición ---------- 8
2.3.2 Períodos críticos de la incubación ---------- 9
2.4 Tipos de Incubación ---------- 10
2.4.1 Incubación Natural ---------- 10
2.4.1.1 Elección del gallo ---------- 11
2.4.1.2 Elección de la gallina ---------- 11
2.4.1.3 Elección de la gallina clueca ---------- 11
2.4.1.4 Elección del nido ---------- 13
2.4.1.5 Formación y fertilización del huevo ---------- 13
2.4.1.6 Número de huevos y preparación del nido ---------- 13
2.4.1.7 Época y tiempo de incubación ---------- 14
2.4.1.8 Cuidados durante la incubación ---------- 14
2.4.1.9 Cuidados de la gallina clueca durante la incubación ---------- 15
2.4.2 Incubación artificial ---------- 15
2.4.2.1 Tipos de incubadoras artificiales ---------- 16
2.4.2.1.1 Incubadoras Horizontales ---------- 16
2.4.2.1.2 Incubadoras verticales ---------- 17
2.4.2.1.3 Incubadoras de carga única ---------- 19
2.4.2.1.4 Incubadoras de carga escalonada ---------- 20
2.5 Factores que influyen en el proceso de incubación ---------- 22
2.5.1 Parámetros ---------- 22
2.5.1.1 Temperatura ---------- 22
2.5.1.2 Humedad ---------- 24
2.5.1.3 Ventilación ---------- 25
2.5.1.4 Volteo (Posición de los huevos durante la incubación) ---------- 26
2.5.2 Manejo de la incubadora durante los 3 últimos días de incubación ---------- 28
2.5.2.1 Temperatura ---------- 28
2.5.2.2 Ventilación ---------- 28
2.5.2.3 Humedad ---------- 28
2.6 Termostato ---------- 29
2.6.1 Definición ---------- 29
2.6.2 Funciones de un termostato ---------- 33
2.6.3 Propiedades de los metales ---------- 33
2.6.4 Dilatación ---------- 34
3. Metodología ---------- 35
3.1 Descripción del estudio ---------- 35
3.2 Metodología de campo ---------- 36
3.3 Metodología estadística ---------- 37
3.4 Diseño Estadístico ---------- 38
3.4.1 Tratamientos en estudio ---------- 38
3.4.2 Parámetros evaluados ---------- 39
3.4.2.1 Porcentaje de viabilidad ---------- 39
3.4.2.2 Peso de los pollos al nacer ---------- 39
3.4.2.3 Peso de los pollos a los 10 días ---------- 39
3.4.2.4 Ganancia de peso ---------- 39

4. Resultados y discusión ---------- 40
4.1 Viabilidad de los huevos fértiles---------- 40
4.2 Peso de pollos al nacer ---------- 42
4.3 Peso del polluelo a los 10 días---------- 44
4.4 Ganancia de peso ---------- 46
5. CONCLUSIONES ---------- 49
6. RECOMENDACIONES ---------- 50
7. BIBLIOGRAFIA ---------- 51
8. ANEXOS ---------- 53

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Cantidad de huevos a incubar por gallina.----------	13
2	Duración del período de incubación ----------	14
3	Temperaturas según etapas de incubación.----------	22
4	Niveles normales de pérdida de agua en huevos incubados ---	25
5	Valores de coeficientes de dilatación lineal ------ ----------	34
6	Número de nacimientos ----------	41
7	Pesos promedio de los polluelos (gramos) al nacimiento -----	43
8	Pesos de pollitos (gramos) a los 10 días ----------	45
9	Ganancia de peso (gramos) ---------- ----------	47

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	a) Poros en la superficie del huevo, b) Las principales partes del huevo ----------	3
2	Identificación de la cámara de aire del huevo ----------	3
3	Embriones vivos con desarrollo normal. A) Desarrollo normal de un pollito de cuatro días visto al trasluz, B) Embrión de pavo de cuatro días. ----------	6
4	Huevos fértiles. A) Huevo fértil de pollo sin incubar, B) huevo de pollo sin incubar visto a trasluz, C) huevo de pollo 24 horas después de su incubación visto al trasluz, D) huevo de pollo con grietas visto a trasluz ----------	7
5	Huevos infértiles. A) Huevo incubado infértil de pavo, B) Infértil (derecha) y blastodermo sin embrión de pollo ----------	8
6	Diferentes tipos de incubadoras caseras o artesanales. A) caja de madera, B) balde, C) caja de cartón ----------	18
7	Características de la incubadora Hova Bator. A) vista externa, B) vista interna ----	20
8	Etapas embrionarias durante la incubación ----------	29
9	Termostato bimetálico de control automático ----------	31
10	Termostato Bilaminar ----------	32

INDICE DE ANEXOS.

ANEXOS		PAG.
Figura A-1	Nidos de aves criollas en cajas de maderas y jabas. a) recipiente de plástico, b) cajas de madera, c) jabas utilizadas como nidos -----	53
Figura A-2	Gallinas en etapa de cloequez. a) gallina utilizada en la primera repetición, b) gallina en la segunda repetición, c) gallina india en la tercera repetición ----------	53
Figura A-3	Incubadora semi-industrial marca hova bator. a) vista interna, b) termostato para incubadoras, c) volteo automático ----------	53
Figura A-4	Incubadora Artesanal. a) termómetro de pincho, b) vista externa, c) perilla de cocina y agujeros para aireación ----------	53
Figura A-5	Switch Infinito (termostato comercial). a) resistencia de barras, b) vista interna forrada de papel aluminio, c) zaranda de 30 cm. -------	54
Figura A-6	Incubadora Artesanal forrada con papel aluminio ----------	54
Figura A-7	Balanza para pesar alimentos (en gramos) ----------	54
Figura A-8	T1: Incubadora Natural ----------	54
Figura A-9	T2: Incubadora semi-industrial. a) pollitos en la rejilla hacedora, b) vista externa de los huevos durante el proceso de incubación -------	54
Figura A-10	T3: Incubación Artesanal. a) bandeja de plástico para proveer humedad, b) termómetro de pincho ----------	55
Figura A-11	Huevo seleccionado para incubar. a) posición correcta del huevo a incubar. b) embrión de pollo, c) tamaño del huevo seleccionado para incubar ----------	55
Figura A-12	Toma de peso de pollos al nacer ----------	55
Figura A-13	Porcentaje de viabilidad de los pollos----------	56
Figura A-14	Peso de los pollos al nacer en gramos ----------	56
Figura A-15	Peso de los pollos a los 10 días en gramos ----------	57
Figura A-16	Ganancia de peso en gramos ----------	57
Figura A-17	Diagrama del circuito de la incubadora artesanal ----------	58

Cuadro A-1 Análisis de varianza para viabilidad de los huevos ---------- 59
Cuadro A-2 Prueba de Tukey para viabilidad de huevos ---------- 59
Cuadro A-3 Análisis de varianza para peso de pollos al nacer ---------- 59
Cuadro A-4 Análisis de varianza de peso de pollos a los 10 días ---------- 59
Cuadro A-5 Análisis de varianza para ganancia de peso ---------- 59
Cuadro A-6 Prueba de Tukey para ganancia de peso ---------- 59
Cuadro A-7 Costos de producción de los 3 tipos de incubadoras ---------- 60

I. **INTRODUCCIÓN.**

En El Salvador, el proceso de incubación de huevos de gallina de traspatio en el área rural esta enfocado en el uso del ave en si, esto se debe en gran parte a la limitación de ingresos económicos, y a la búsqueda de alternativas de supervivencia familiar, lo que conlleva a obtener bajos números de nacimientos por la poca capacidad de incubabilidad de la gallina, ya que debido al tamaño del ave la cantidad de huevos a empollar no es mayor de 15 por ave durante los 21 días de incubación , al igual que otros problemas como el hecho de no tener a disposición un medio de incubación permanente, ya que el ave no siempre se encuentra en estado de cloequez, y si lo está, las condiciones en que lo realiza, no son las más idóneas.

En los sistemas de traspatio, las razas criollas son las que más se encuentran, sin mencionar, que existen algunos derivadas de razas y líneas heterogéneas con bajo potencial genético en carne y huevos, pero apetecida por la población por su sabor y su bajo valor económico.

Por lo tanto, la presente investigación fue realizada para aportar al Avicultor una alternativa acerca del proceso de incubación, así como también una guía práctica para construir una incubadora artesanal y conocimiento de los parámetros indispensables en dicho proceso.

La información de esta investigación, fue encaminada a determinar en que forma de incubación es más factible para los pequeños productores; para ello se realizó la comparación entre incubación artificial (utilizando una máquina artesanal que se fabricó con materiales económicos y una tipo semi-industrial modelo Hova Bator modelo 2387 N) con incubación natural por medio de gallinas, describiendo en que consisten cada una de ellas.

1. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Generalidades de incubación en aves domésticas

La incubabilidad es la capacidad de un huevo fértil de producir un pollito vivo y apto, y se mide en porcentajes que están dados por los huevos fértiles cargados en la incubadora y los pollitos nacidos. Para que estos porcentajes se expresen en su potencial, debemos de hacer por un lado, un buen manejo del plantel reproductor para tener buena fertilidad, y por otro lado un buen manejo del huevo fértil para tener una buena incubabilidad. (Sainsbury, 2002).

El lote de reproductores está compuesto por un 10% de machos con respecto al número de hembras. Para obtener una buena producción de pollitos recién nacidos se debe realizar un buen manejo del plantel reproductor y del huevo fértil.

2.1.1 Huevo Fértil.

El huevo fértil es aquél que es producido por un plantel reproductor, donde conviven los machos con las hembras, y por lo tanto ese huevo ha sido fertilizado, en lugar de presentar un blastodisco, presenta un blastodermo, o sea contiene un embrión antes de haber sido puesto, cuya formación ha comenzado a partir de la fecundación en el infundíbulo, 15 minutos después de la ovulación, cuando el huevo es puesto, ya hay desarrollo embrionario.

La fertilidad es la capacidad de un óvulo de ser fertilizado por un espermatozoide para producir un embrión.

2.1.2 Las partes principales del huevo

El huevo está protegido por una cáscara caliza muy delgada, pero dura; la cáscara permite la respiración al dejar pasar el oxígeno a través de los minúsculos poros de su superficie. Hasta que el pollito sea capaz de romper la cáscara, la respiración únicamente puede ocurrir con la ayuda del oxígeno que pasa a través de estos poros. (figura 1)

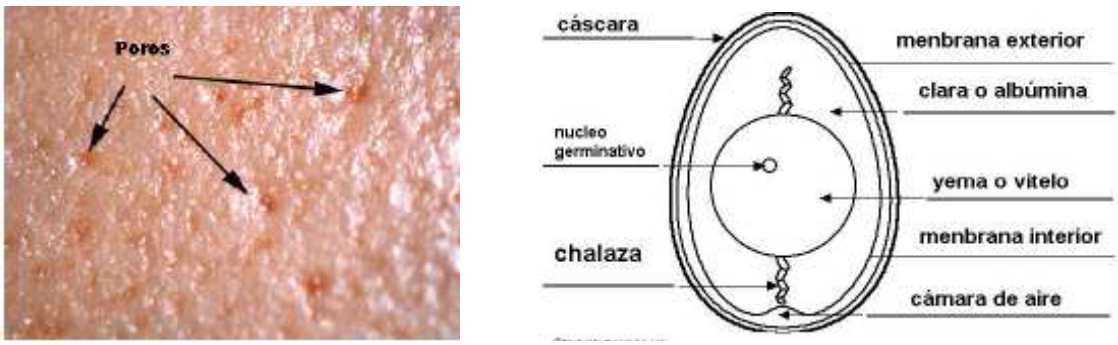


Figura 1. a) Poros en la superficie del huevo, b) Las principales partes del huevo. Fuente: Intercentres, 2008.

Además de esta cáscara porosa, el huevo contiene dos membranas que también influyen en el desarrollo del pollito. Estas membranas están alineadas muy juntas dentro de la cáscara pero conservan una separación con la cáscara y entre ellas. La membrana más pegada a la cáscara se denomina " membrana exterior de la cáscara," y la que esta en contacto con la albúmina se la denomina " membrana interior de la cáscara.". Durante la incubación, la cámara de aire situada en el extremo más ancho del huevo se forma como resultado de la separación de las dos membranas. (Intercentres, 2008) (figura 2).

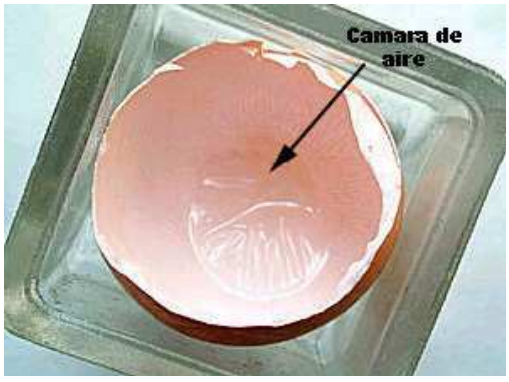


Figura 2. **Identificación de la cámara de aire del huevo**

Fuente: Intercentres, 2008

2.1.3 Recogida de los huevos

En cualquier granja de reproducción los huevos deben ser recogidos como mínimo tres veces al día. El objeto es triple: evitar roturas, reducir las posibilidades de contaminación y evitar la aparición de la cloquez.

En épocas de temperaturas extremas (calor intenso o mucho frío), es aconsejable incrementar la frecuencia de recogida a cinco. Si hace mucho calor y el huevo permanece excesivo tiempo en el nidal, pueden tener lugar divisiones embrionarias, con consecuencias fatales para el embrión, ya que luego el huevo se enfriará en el almacén.

Si las temperaturas son bajas, al enfriarse el huevo su contenido sufre una retracción y se forma la cámara de aire por aspiración a través de los poros de la cáscara. Cuando la superficie de ésta se encuentra sucia, la penetración de gérmenes es elevada. (Callejo, 2007)

2.1.4 Elección de huevos incubables

A la hora de proceder a la elección de los huevos puestos para ser enviados a la incubación, habrá que tener presente las siguientes características:

1. El tamaño**.** No deben incubarse huevos de peso inferior a 52 g., ni superior a 69 g. En los huevos pequeños, el desarrollo embrionario es difícil y los pollitos que nacen son más pequeños y débiles de lo deseable (no deben pesar menos de 35 g.). Los huevos excesivamente grandes*,* más frecuentes al final del período de puesta, presentan dificultades para su incubación, dado que: Se alarga su período de incubación, aumenta el riesgo de deshidratación, porque suelen tener la cáscara más delgada de lo normal, es decir, con una mayor conductividad a los gases y no caben en los alvéolos de las bandejas de incubación.

2. Las formas atípicas o malformadas y roturas. Así como las fisuras de la cáscara, que hacen inadecuados a los huevos para la incubación (no llegan a buen fin o "explotan" durante el proceso). Consecuentemente, se desecharán.

3. La limpieza. Los huevos sucios y los puestos en el suelo deben colocarse en bandejas diferentes de los restantes huevos. Se desecharán, si son pocos los que presenten esta

condición. En caso contrario, se eliminarán los sucios y se someterá a los restantes a un tratamiento diferenciado del de los huevos teóricamente limpios.

4. La edad de los reproductores. La incubabilidad de los huevos varía a lo largo del ciclo productivo: es menor al inicio y al final de dicho período. Al inicio de la puesta, factores muy importantes que afectan a la incubabilidad son: una proporción demasiado baja de yema respecto al total del huevo, tamaño reducido de los huevos, porcentaje de huevos de dos yemas relativamente elevado, abundancia de formas atípicas y presencia relativamente frecuente de huevos no fecundados.

Al ir finalizando el ciclo de puesta, el porcentaje de huevos incubables también desciende: La calidad de la cáscara empeora y la calidad intrínseca de los huevos también es peor, como consecuencia del agotamiento fisiológico de las reproductoras.

Los machos envejecen más rápidamente, lo que puede llegar a constituir un problema particularmente grave en muchas estirpes.

Un macho puede montar de 30 a 60 veces por día, puede montar dos veces la misma hembra, y los espermatozoides eyaculados en una monta pueden fertilizar hasta 3 días, e incluso hasta 20 días después pueden seguir fertilizando pero no con el mismo porcentaje de fertilidad. (Callejo, 2007)

2.2 CONTROL DE CALIDAD DE LAS INCUBACIONES POR MEDIO DEL USO DEL OVOSCOPIO Y MIRAJE.

En los casos de incubaciones bajas es importante poder identificar la causa del problema con la mayor brevedad posible. Un porcentaje bajo de nacimientos puede ser ocasionado por un fracaso en su fertilización o por una excesiva mortalidad de embriones debido a una variedad de factores.

Un examen cuidadoso de un muestreo de huevos es útil para proveer una garantía de calidad o para diagnosticar los problemas de incubación. Tal exámen debe incluir no solamente la inspección de los huevos por medio de un ovoscopio sino que también debe ir acompañado con la rotura de los huevos para poder analizar las causas. Hasta en los períodos sin problemas los huevos de, pollo, faisán, codorniz o perdiz deberían ser

observados al trasluz después de 5-7 días de incubación, y los huevos de, pavo, pato o ganso y debido a que su período de incubación es más largo, deberían ser inspeccionados a trasluz después de 8-10 días de incubación. (Ray del Pino, 2000)

Cuando los huevos son inspeccionados a trasluz con el Ovoscopio después del primer pico de mortalidad, de 7 a 10 días, Pueden distinguirse en tres clases:

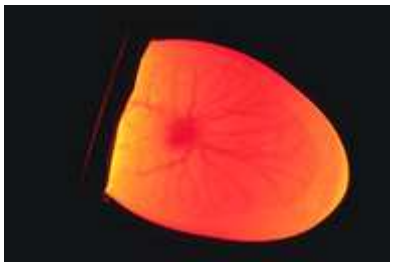
1. Embriones vivos normales
2. Círculos de Sangre
3. Claros

2. 2.1 OBSERVACIÓN DE EMBRIONES VIVOS CON DESARROLLO NORMAL

Mostrarán:

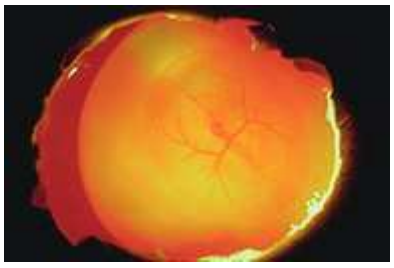
a. Vasos sanguíneos claros sin evidencia de áreas hemorrágicas

b. Alguna actividad de movimiento corporal cuando se les examina a trasluz



a

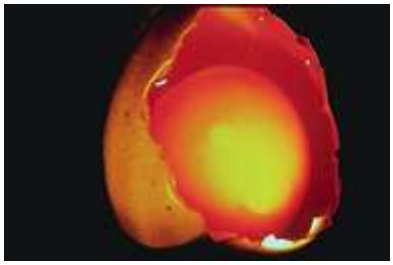
Se observa que el sistema circulatorio esta más desarrollado el embrión de pollo que en el de un embrión de pavo de la misma edad. El área negra cerca del centro del huevo es el embrión; las líneas radiales son los vasos sanguíneos de las membranas-extras embrionarias.



b

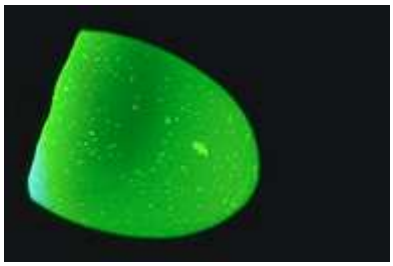
Esta foto sirve como referencia para la determinación de la edad de un desarrollo normal del embrión de pavo. Se observa el pequeño embrión localizado en el centro y el desarrollo de los vasos sanguíneos.

Figura 3. Embriones vivos con desarrollo normal. A) Desarrollo normal de un pollito de cuatro días visto al trasluz, B) Embrión de pavo de cuatro días. (Del Pino, 2000).



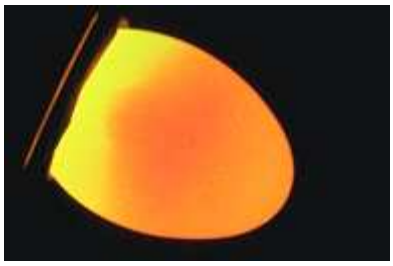
a

La característica de este huevo fértil es el blastodermo de forma regular y que muestra claramente el perímetro exterior de su círculo.



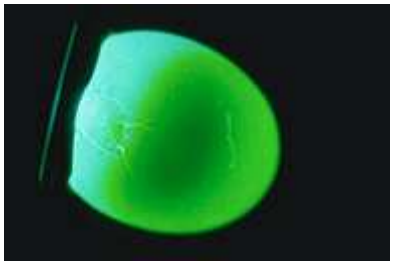
b

La observación al trasluz de un huevo sin incubar, no aportará ningún conocimiento sobre si este, se desarrollará normalmente o no. Las características de un huevo sin incubar es la indistinta sombra de su yema.



c

Se observa que la sombra de la yema se distingue más que en la foto anterior, y que muestra un área con contorno redondo en su parte alta, en donde el embrión se desarrollará.



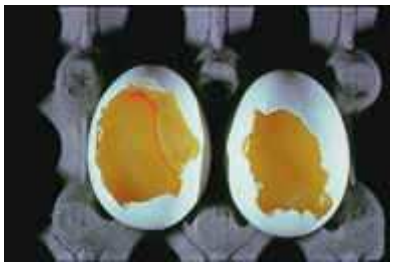
d

Las grietas en los huevos - no son siempre visibles y hay que observarlas al trasluz - estos huevos deben ser excluidos porque pueden romperse más y pueden contaminarse con bacterias y hongos los cuales pueden infectar a otros huevos.

Figura 4. Huevos fértiles. a) Huevo fértil de pollo sin incubar, b) Huevo de pollo sin incubar visto al trasluz, c) Huevo de pollo de 24 horas después de su incubación visto al trasluz, d) Huevo de pollo con grietas visto al trasluz. Fuente: Del Pino, 2000.

El blastodisco es un punto pequeño blanco rodeado por una área de apariencia de nube borrosa de forma irregular.

a



Comparación entre dos huevos vistos al trasluz.El huevo infértil (derecha) no muestra ningún desarrollo. El huevo de 2-1/2 días BSE (izquierda) muestra el desarrollo típico de membranas embrionicas rodeadas por un círculo de sangre.

b

Figura 5. Huevos infértiles. a) Huevo incubado infértil de pavo, b) Infértil (derecha) y blastodermo sin embrión pollo. (Del Pino, 2000)

2.3 INCUBACION

2.3.1 Definición.

La palabra incubación significa acostarse o echarse sobre unos huevos para calentarlos y lograr que se conviertan en polluelos. (Comunidad Nitlapan, 2008).

Se deriva del latín *incubare*, que significa "acostarse sobre". Esto es lo que hacen la casi totalidad de las aves para incubar sus huevos, acostarse o echarse sobre ella para lograr que los embriones se desarrollen y se conviertan en polluelos. (Vaca, 1998).
Es un proceso delicado que requiere poseer altos niveles de comprensión y de control del medio ambiente con el fin de replicar el proceso natural que transforma exitosamente el contenido de un huevo fértil en un pollito vivo. (Meijerhof, 2006)

Se puede definir al régimen de incubación como el conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo. Los factores que lo integran son:

temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos. De todos ellos la temperatura es el factor de mayor importancia, ya que, pequeñas variaciones en sus valores pueden resultar letales para muchos embriones.

Los cambios que tienen lugar en el huevo durante la incubación se presentan regidos por leyes físicas. Estos cambios se producen, con normalidad, solamente bajo niveles determinados de temperatura, humedad, contenido químico del aire y posiciones del huevo. Por otra parte, el mismo huevo incubado modifica el medio que lo rodea al emitir calor, gases y vapor de agua. (Sardá, 2002)

El huevo sometido al calor propio de la incubación, que se desarrolla en torno a los 37.7 ºC, adquiere vida y se convierte en embrión; éste va creciendo, y lo que en un principio era un pequeño punto insignificante va adquiriendo forma; el embrión se va nutriendo de las sustancias que contiene la yema; a medida que el futuro ser va creciendo, va extendiéndose primero por la yema, y después por la clara hasta abarcar la totalidad del interior. Una vez formado el polluelo, sirviéndose del diamante (minúscula protuberancia córnea situada en el extremo de la mandíbula superior) rompe el cascarón. A los pocos días de la eclosión desaparece el diamante. (Intercentres, 2008)

2.3.2 Períodos críticos de la incubación

El 60 % de la mortalidad ocurre en dos períodos bien concretos. El primero abarca los 3-4 primeros días de incubación y es debido a problemas de los huevos como falta de fertilidad, poco vigor, consanguinidad, etc. Para evitar estos inconvenientes se utilizan los ovoscopios o mirahuevos, aparatos provistos de una luz mediante la cual se puede ver el interior de los huevos al trasluz. Esta operación se realiza entre el quinto y séptimo día de incubación, lo que permite retirar los huevos claros o abortados. Y el segundo en los 3 últimos días y es debido a problemas con la regulación de la máquina como: temperatura, humedad, aireación o volteo. (Bustamante, 2002).

2.4 TIPOS DE INCUBACIÓN

2.4.1 INCUBACIÓN NATURAL

Todavía se emplea en el medio rural por su bajo costo y sencillez. Partiendo de huevos con una cierta garantía se pueden obtener unos resultados muy satisfactorios. Como madres se suelen emplear gallinas y en algunos casos pavas. Las gallinas cluecas deben colocarse en un cuarto ligeramente oscuro y frío. Pueden ponerse varias gallinas en el mismo local, siempre que cada una esté en su nido. La hora más favorable para iniciar la incubación es al anochecer, ya que suelen estar más tranquilas que por el día. (Bustamante, 2002).

La incubación de los huevos puede efectuarse por medios naturales, gallinas, o por medios artificiales, incubadoras. (Giavarini, 1971).

Se emplean las gallinas. Es el sistema de incubación mas empleado hace algún tiempo, en la actualidad ha sido sustituido casi totalmente por la incubación artificial, las exigencias de una avicultura intensiva y moderna la han desplazado por completo.
La incubación natural obliga a una serie de operaciones indispensables, elección de la clueca, construcción del nido, cuidado de aislar a la gallina, etc.

Las gallinas son animales polígamos, ya que no viven apareadas y por tanto un gallo puede cubrir a varias hembras. La fecha de la primera puesta ovular es variable dependiendo de la precocidad de la raza y oscila entre los 4 y 5 meses de edad.

Los machos y las hembras pueden dedicarse a la reproducción al cumplir los 5 meses de edad aunque conviene esperar a que el gallo complete su total desarrollo (6 meses), y que la gallina haya realizado la primera puesta, ya que así se conoce su calidad como ponedora. Para que los huevos sean fértiles, las gallinas han de permanecer al menos 10 días con el gallo. (Giavarini, 1971).

2.4.1.1 Elección del gallo

El gallo para ser un buen reproductor tiene que haber terminado su desarrollo (18-19 semanas), y si no tiene posteriormente ningún accidente puede emplearse como reproductor hasta llegar a la edad de 3 años como máximo aunque no es recomendable por su avanzada edad. Al fecundar varias gallinas y ejercer una influencia directa en todas las crías del grupo reproductor, el gallo no ha de tener el más leve defecto en las características que se admiten como tipo o standard de la raza, ya que por muy buenas que sean las gallinas, que forman el grupo, si la calidad del gallo no acompaña, los pollitos/as obtenidos tendrán una calificación deficiente. Ha de gozar de buena salud y un desarrollo adecuado a la raza, caracterizándose este por: una buena alzada, mucha anchura de pecho, alas fuertes y patas grandes y robustas. Además ha de tener la cresta derecha y de un color rojo encendido. (Bustamante, 2002)

2.4.1.2 Elección de la gallina

La gallina puede utilizarse como reproductora de 3 a 4 semanas antes que el gallo (14-15 semanas de edad), pudiéndose emplear, lo mismo que el gallo, hasta la edad de 3 años como máximo.

Se emplean gallinas con buena salud y desarrollo, y que presenten todas las características típicas del standard de la raza. Se elegirán siempre entre las más precoces y más ponedoras, lo ideal es que hayan hecho la primera puesta para conocer la calidad de las mismas. Las gallinas empleadas como reproductoras conviene que no hayan estado con gallos de diferentes razas o defectuosos, pues en tal caso sus primeras crías no dispondrán de suficientes garantías, ya que pudieran estar influenciados por las cualidades de los anteriores gallos. (Bustamante, 2002)

2.4.1.3 Elección de la gallina clueca

Al período durante el cual la gallina doméstica se dedica a empollar sus huevos, se le conoce como cloequez o cloquera. La gallina se pone “clueca”. En su organismo se producen cambios fisiológicos provocados por el estímulo hormonal de la glándula

pituitaria, la que estimula al ovario para que éste produzca las hormonas luteinizante y prolactina. Por la acción de estas hormonas, la gallina una vez que ha acumulado en el nido el número de huevos que puede cubrir con su cuerpo, procede a incubarlos. Durante el período de incubación y por la acción de las mismas hormonas, el ave pierde parte de las plumas y de la grasa de las regiones pectoral y abdominal, para facilitar el mejor contacto de la piel de esas zonas con los huevos en el nido permitiendo de esa manera una mejor transmisión del calor durante dicho proceso. Estas mismas zonas de la piel, experimentan un aumento de la irrigación sanguínea, lo que provoca un incremento de la temperatura. Todos los cambios fisiológicos mencionados, tienen como objetivo, que el ave pueda alcanzar la temperatura corporal necesaria para transmitirla al huevo y lograr que el embrión se desarrolle. Además de la temperatura, el huevo necesita de humedad, ventilación, y cierto grado de movimiento para que se desarrolle el embrión en su interior.

La humedad la obtiene la gallina mojando con el pico las plumas del abdomen cuando se levanta del nido a beber agua.
La ventilación se logra cuando el ave se levanta para comer o beber y el movimiento de los huevos en el nido lo efectúa con las patas y el pico. Este movimiento de volteo de los huevos tiene por objeto que la yema no se pegue a las paredes internas de la cáscara lo que provocaría la muerte del embrión.
Estos cuatro factores, la temperatura, la humedad, la aireación y el movimiento, son imprescindibles del proceso de incubación sea ésta natural o artificial. (Vaca, 1998).

No todas las gallinas y no todas las razas sirven para este cometido. Las mejores razas son las de doble aptitud, ejemplo New Hampshire, Plymouth Rock, Criollas. El número de huevos que se deben confiar a una clueca varía, lógicamente según se trate de una gallina (11-15 huevos). Nunca es aconsejable excederse en el número de huevos pues, en tal caso, son inevitables los enfriamientos, inconveniente que no afecta solamente a unos cuantos huevos, sino a todos. No debemos olvidar al respecto, que la clueca cada día y repetidas veces traslada los huevos del centro del nido a la periferia y viceversa, en definitiva de este modo se calientan todos los huevos por igual. (Bustamante, 2002)

2.4.1.4 Elección del nido

Está formado, generalmente, por una cajita de madera de 36 x 36 x 40 cm., abierta frontalmente y con una pequeña pared de unos 10 cm. de alto. El nido debe permitir a la clueca entrar y salir libremente, sin romper los huevos. (Bustamante, 2002)

2.4.1.5 Formación y fertilización del huevo

Del ovario izquierdo (el derecho en las gallinas está atrofiado) se desprenden las yemas (ovocitos). Estas durante su paso a lo largo del oviducto adquieren primero la clara o albúmina y por último la cáscara, por lo que la formación del huevo se realiza a lo largo del oviducto y dura, en la gallina, 24 horas. (Bustamante, 2002)

2.4.1.6 Número de huevos y preparación del nido

El número de huevos que se pueden colocar a una gallina depende del tamaño de la misma y de la temperatura del medio ambiente. (Bustamante, 2002)

Cuadro 1. Cantidad de huevos a incubar por gallina.

Número de huevos por gallina		
Raza (Tipo)	**Clima frío**	**Clima caluroso**
Pesadas	**12**	**16**
Ligeras	**8**	**12**
Enanas	**6**	**8**

Fuente: Bustamante, 2002

El nidal ha de tener un tamaño en relación con la clueca, siendo conveniente que esté provisto de una tapa para evitar que la gallina abandone los huevos. El nido se prepara poniendo primeramente una capa de arena (optativa), después otra capa de hierba o forraje fresco y por último una capa de paja limpia y seca. El objeto del manojo de hierba fresca, es el de proporcionarle humedad; así pues, en los meses poco calurosos puede suprimirse. El nido ha de tener una cierta concavidad para facilitar la colocación de los huevos. (Bustamante, 2002)

2.4.1.7 Época y tiempo de incubación

La época más propicia para la incubación natural es la primavera y el verano, en lugares apartados, tranquilos y en penumbra. (Bustamante, 2002)

Cuadro 2. Duración del período de incubación

DURACION DEL PERIODO DE INCUBACION (En las distintas especies de aves)			
GALLINAS	21/22 días	FAISANES	24/26 días
PATOS	28/30 días	CISNES	28/30 días
CODORNICES	16/17 días	OCAS	28/32 días
PAVOS	28/30 días	PALOMAS	18/19 días

Fuente: Bustamante, 2002

2.4.1.8 Cuidados durante la incubación

Es conveniente hacer un miraje de huevos, con el fin de retirar en los que no hay crecimiento fetal (claros) y los que tuvieron muerte embrionaria. El miraje de huevos se realiza entre el quinto y séptimo día de incubación con un ovoscopio o mirahuevos.

Durante toda la incubación se deben examinar los huevos, de vez en cuando, para comprobar si se ha roto alguno, y retirarlo inmediatamente. Para retirar los huevos rotos, se aprovechará el momento en que la gallina sale a comer. Si hay huevos sucios, por rotura de otros huevos u otras causas, estos se limpiarán con agua tibia secándolos posteriormente con un trapo de tejido suave, frotando la cáscara y sin sacudidas bruscas.

A partir del día 18 de incubación se debe procurar, por todos los medios, que la gallina permanezca sentada en su nidal el máximo tiempo posible, hasta la salida del primer pollito. También a partir del día 18 de incubación y para mantener un adecuado grado hidrométrico (60 % de humedad), sobre todo en los meses calurosos, se debe regar el suelo del local periódicamente. (Bustamante, 2002)

2.4.1.9 Cuidados de la gallina clueca durante la incubación

El local de incubación ha de estar desinfectado y desparasitado. La gallina ha de estar libre de parásitos externos, para ello se espolvoreará su cuerpo, si es necesario, con algún producto insecticida. Se procurará que no le falte comida ni agua cerca del nido, cambiándola dos veces al día (mañana y tarde). Los tres últimos días de incubación hay que procurar molestar lo menos posible a la gallina. (Bustamante, 2002)

2.4.2 INCUBACION ARTIFICIAL

La incubación de los huevos por medios artificiales no es un descubrimiento demasiado moderno, cada día se va desarrollando y perfeccionando, hasta llegar a sustituir completamente a la incubación natural. La incubadora es un aparato colocado en la casa, donde existen las condiciones necesarias para que revienten los huevos, sin necesidad que esté la gallina.

Los primeros que recurrieron a la incubación artificial fueron los chinos y los egipcios mil años antes de Cristo. Los chinos emplearon dos sistemas diferentes. En el primero, los huevos se colocaban en la cima de un montón de estiércol en fermentación y se cubrían con otro tipo de estiércol mezclado con paja. El calor de la fermentación era suficiente para una buena incubación. En el segundo sistema se tomaba carbón de leña encendido y se colocaba en un gran horno cilíndrico, hecho de arcilla cocida o material semejante, provisto en la parte baja de una abertura para encender y regular el fuego. En el horno se introducía un cono, con la base hacia arriba. El cono se llenaba parcialmente, 1/3 apróximadamente, con ceniza y sobre ella se apoyaba un cesto con los huevos tapados con paja con este sistema era posible incubar hasta 600 huevos de gallina.

Los egipcios usaron incubadoras de tierra o barro tipo ladrillo, con capacidad para 90.000 huevos, las incubadoras eran verdaderas habitaciones, ellos fueron los que más se aproximaron porque de cada 3 huevos obtenían 2 pollos, apróximadamente un 70% de nacimientos. Esto no se consideraba una incubación artificial industrial, era un arte empírico, no tenían medidas.

En Europa, la incubación se practicó, pero a niveles artesanales y con poca difusión a otros continentes. En Norteamérica donde se inició la incubación artesanal a gran escala y en donde se desarrolló la mayor parte de la tecnología. Las modernas máquinas incubadoras incorporan en sus diseños avanzados adelantos de la química, física, y la electrónica. El desarrollo actual de la avicultura no hubiera sido posible sin el auxilio de las máquinas incubadoras.

En 1742, un físico de nombre Launder en París, hizo una caja con un termómetro y empezó a medir temperaturas y posteriormente, en 1922, surgió la primera incubadora en base a electricidad. Hay diferentes tipos de incubadora en el comercio, se diferencian más que nada por la forma y por las dimensiones. Fundamentalmente se trata, en todos los casos, de ambientes cerrados, calentados y aislados. En estos ambientes la temperatura, humedad y ventilación se controlan rigurosamente. (Giavarini, 1971).

2.4.2.1 Tipos de incubadoras artificiales.

Las máquinas incubadoras se clasifican de la siguiente manera: Incubadoras industriales, granjeras o familiares cuando existe una diferencia apreciable en la capacidad de huevos que puedan contener; incubadoras por calor radiante y por aire forzado, horizontales y verticales. Además por su forma pueden ser de carga única, y de carga escalonada**.** Cuando el calor llega a los huevos por radiación o por aire caliente enviado por ventiladores especiales; e incubadoras a combustibles líquidos, a gas o a electricidad, según sea el fluido que se utilice para producir calor. (Plot, 1976)

2.4.2.1.1 Incubadoras Horizontales

Son más sencillas y de modesta capacidad (50-500 huevos). Los huevos se distribuyen generalmente en un solo plano. El sistema de calefacción en externo. En las incubadoras de aire caliente se calientan por medio de tubos a propósito que penetran por arriba en la cámara de incubación. Mientras tanto el aire frío desciende y sale por

los agujeros practicados en la parte baja. En las incubadoras de agua caliente, el aire entra por debajo y sale por arriba después de calentarse. La regulación de la temperatura es bastante sencilla. Cuando la temperatura de la cámara de incubación supera la prescrita, deja de emitirse calor al cerrarse la cápsula termostática que, junto con el termómetro, se encuentra sobre la caja que contiene los huevos. La válvula térmica consta de dos láminas metálicas soldadas entre si que contiene una pequeña cantidad de éter u otro líquido volátil. El calentamiento provoca, por expansión del éter, el elevamiento de una palanca conectada a la cápsula que cierra la válvula. El calentamiento puede hacerse por electricidad o por bombas de diversos combustibles. Los polluelos pueden nacer en la cámara de incubación o en otro compartimiento destinado exclusivamente para la abertura.

2.4.2.1.2 Incubadoras verticales.

Son máquinas que pueden incubar un número mucho mayor (500-1000) de huevos que las anteriores. La diferencia fundamental entre estos dos tipos se basa especialmente en que en las verticales, o de armario, los huevos, como su nombre lo indica, se distribuyen verticalmente en cajones superpuestos, el volteo se efectúa por rotaciones mecánicas de 90° y en que la ventilación se efectúa por medio de ventiladores o agitadores. Las incubadoras verticales están provistas de cámara de abertura, a la que se trasladan los huevos el 18avo**.** día de la incubación. La cámara de nacimientos puede estar incorporada a la incubadora y construir dos ambientes separados, o también, en el momento de la rotura, formar un cuerpo único con la cámara de incubación.

Actualmente en el mercado existen muchos tipos de incubadoras, no solo con distinta capacidad, sino con diversos sistemas de colocación de huevos. Las bandejas porta huevos pueden fijarse, una sobre otra, a la cámara de incubación, o también ser móvil y por tanto transportable todo el montón de bandejas. (Giavarini, 1971)

a

b

c

Figura 6. Diferentes tipos de incubadoras caseras o artesanales: a) Caja de madera, b) Balde y c) Caja de cartón. Fuente: Intercentres, 2008

2.4.2.1.3 Incubadoras de carga única

En las de carga única, todos los huevos se introducen al mismo tiempo, quedando totalmente vacías el día de la transferencia. Es decir, se aplica el sistema todo dentro-todo fuera, pudiéndose limpiar perfectamente cuando quedan vacías.

Las máquinas de carga única presentan las siguientes ventajas:

1. Se pueden mantener las condiciones precisas de temperatura, humedad y ventilación que requieren los embriones en cada momento.
2. El vaciado de la máquina cada 18 días permite la limpieza y desinfección de la misma a fondo, con lo cual las operaciones de mantenimiento y reparaciones se agilizan.
3. Si se desea fumigar en las incubadoras, la operación se simplifica, al ser todos los embriones de la misma edad.

Incubadora tipo HOVA BATOR (modelo 2387 N)

Las incubadoras Hova Bator son de gran utilidad, debido a su económico precio y alta confiabilidad. Contienen, un conducto que calienta el interior de la incubadora, el aire y los huevos.

Además dispone de salidas de aire en la parte superior, por las que fluye el aire caliente, con lo que se forma una corriente de aire natural utilizando conductos de ventilación.

Para poder regular correctamente la temperatura interior, la incubadora está equipada con un termómetro y dispone de un sistema mecánico para la regulación de la temperatura. Con el objetivo de poder hacer un mejor seguimiento del desarrollo de la incubación, la incubadora Hova Bator posee dos ventanillas transparentes en la parte superior. Sus dimensiones son de 55 x 55 x 22 cm. y un peso de 2,2 kg.

Esta incubadora está fabricada en poliestireno especial de gran poder aislante tiene capacidad para 60 huevos de gallina, 120 de codorniz, 42 de pato y 20-24 de ganso y aproximadamente 70 huevos de tortuga tipo graeca o hermani. (Atela, 2008).

Figura 7. Características de la incubadora Hova Bator . A) Vista externa, B) Vista interna.

2.4.2.1.4 Incubadoras de carga escalonada

En contraposición, las incubadoras de carga escalonada son máquinas de mayores dimensiones, en las que se van introduciendo cargas sucesivas de huevos, ocupándose el espacio que deja vacío una tanda transferida a las nacedoras con la siguiente. Estas máquinas no se vacían nunca, habiendo en ellas embriones en diferentes fases de desarrollo. (Callejo, 2007)

Las máquinas de carga escalonada presentan estas otras ventajas:

1. Los huevos alcanzan sus condiciones óptimas de temperatura y humedad al cabo de muy poco tiempo de haber sido introducidas en la máquina.

2. Al estar permanentemente en funcionamiento, el consumo de energía es menor que con el funcionamiento más discontinuo (parar y arrancar) de las de carga única. (Callejo, 2007).

En las incubadoras industriales la capacidad de alojamiento es de 50,000 huevos o más, Las de tipo granjero poseen capacidad superior a 100 huevos.

Pueden considerarse incubadoras de tipo familiar aquellas que posean menos capacidad que las anteriores con un manejo simple y de bajo costo debido al precio y cantidad de materiales a utilizar (Plot, 1976). Por lo que su construcción resulta sencilla tomando en cuenta los parámetros necesarios para su buen funcionamiento.

Para la construcción del cuerpo de una incubadora casera, se puede utilizar madera, ya que este material retiene y mantiene correctamente la temperatura ambiente. En la puerta se puede colocar vidrio para la observación del interior de la incubadora.

La ventilación puede darse de dos formas: por medio de aire forzado, producido por ventiladores, tiene la peculiaridad de que mantiene el aire constante sin provocar alteración ninguna; otra posibilidad es el estanco, que se diferencia del anterior en que en esta ocasión el aire se emite de forma natural, creando corrientes apenas perceptibles, y no permanece en el mismo estado. El interior se calienta por medio de un foco o una resistencia, hay que tener en cuenta la posible emisión de gases tóxicos: éstos se producen cuando se introducen materiales como el plástico o la pintura, por lo que conviene evitarlos ya que perjudicarán en gran medida la salud los embriones, llegando incluso a asfixiarles.

La regulación de la temperatura será dada por medio de un termostato pero es imprescindible que se opte por uno de gran precisión, ya que la temperatura tiene que oscilar entre los 36-39º C. Es imprescindible que este utensilio disponga de una perilla y un sensor adecuado para que las variaciones entre encendido y apagado del sistema se modifique lo menos posible.

Para proveer humedad se puede utilizar una bandeja de plástico. La manera más sencilla para hacer girar los huevos es manualmente. La bandeja para depositar los huevos puede ser de plástico o así mismo utilizando un cartón de huevos que resulta en una inversión más económica.

2.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN

2.5.1 Parámetros

2.5.1.1 Temperatura

El calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produce mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. De ahí se deriva, que la temperatura del aire se constituye en el factor fundamental en este proceso. La temperatura de trabajo en las incubadoras se enmarca entre 37 y 38 grados C°. El nivel de temperatura óptimo a aplicar depende del tipo de incubadoras, la calidad y el tamaño de los huevos, la edad de los embriones, además de la especie de que se trate.

En las incubadoras de etapas simples, la temperatura se mantiene a un nivel más alto durante las dos primeras semanas de incubación (para ser más exactos hasta los 13 días. Con posterioridad se disminuye este nivel de temperatura.

En las incubadoras de etapas múltiples, cuando recién comienzan a recibir huevos se fija una temperatura similar a la de las incubadoras de etapas múltiples hasta tanto el gabinete de incubación no haya recibido más de la mitad de su capacidad en huevos. A partir de este momento, se mantiene un nivel de temperatura más bajo y se mantiene estable hasta los 18-l9 días de incubación cuando los huevos ya están en el gabinete de nacimiento. En todos los casos es necesario disminuir el nivel de temperatura durante los últimos días (2 a 3) de incubación, es decir, que la temperatura se diferencia de acuerdo a las etapas de incubación. (Sardá, 2002).

Cuadro 3. Temperaturas según etapas de incubación. (Intercentres, 2008)

ESPECIE	1ª. ETAPA DE INCUBACION (primeros 18 días)	2ª ETAPA DE INCUBACION (últimos 3 días)
GALLINA		
TEMPERATURA	**37.5 – 37.7 ºC**	**36.5 – 37 º C**

Fuente: Intercentres, 2008

El nivel de temperatura no se mantiene fijo, en un valor estable durante el proceso de incubación, sino que oscila entre un nivel máximo y un mínimo, siempre alrededor de un nivel promedio deseado, requerido para un buen desarrollo embrionario. Este nivel es programado y establecido por el hombre. La línea que registra la temperatura (y la humedad) puede ser comparable con la imagen de un electrocardiograma. Lo importante es que las oscilaciones no vayan más allá de 0,2 F°, ni por arriba, ni por debajo del nivel deseado. Para lograr esta exigencia se necesita un ajuste casi perfecto de todos los sistemas de las incubadoras y un trabajo eficiente de los instrumentos de control de los factores del régimen de incubación. (Sardá, 2002).

Relación entre la temperatura del aire de la incubadora y los huevos incubados.

Al comienzo de la incubación, los embriones no están preparados funcionalmente (ni orgánicamente) para emitir calor. Por esto reaccionan como los organismos de sangre fría, es decir, cuando la temperatura del aire se eleva, aumenta el metabolismo de los embriones. Si la temperatura disminuye, el metabolismo decrece igualmente. Por tanto, el aumento de la temperatura favorece la multiplicación celular, la formación de las capas y las membranas embrionarias (alantoides, corion, amnios y saco vitelino), así como la nutrición. En resumen, se incrementa el ritmo de crecimiento y desarrollo de los embriones. Al final de la incubación, cuando ya la emisión de calor es alta, la disminución de la temperatura (dentro de los límites normales) actúa, por su parte, de forma completamente inversa; estimula el consumo de los nutrientes ó lo que es lo mismo, acelera el metabolismo y el desarrollo en los embriones. (Sardá, 2002)

Control de la temperatura durante el proceso de incubación

Mantener el nivel de temperatura en un valor estable durante el proceso de incubación no es fácil. Para lograr esta exigencia se necesita un ajuste casi perfecto de todos los sistemas de la incubadora y un trabajo eficiente de los instrumentos de control de los factores de incubación. Para que se mantenga un nivel óptimo de temperatura en el interior del gabinete de incubación es necesario contar con una interrelación muy estrecha entre los sistemas de humedad, ventilación por un lado y la temperatura por el

otro. La temperatura ideal es de 37,7º C (100º F). El nivel máximo de tolerancia debe ser de 38 º C. El nivel mínimo de tolerancia debe ser de 37 º C. (Intercentres, 2008)

Problemas con la temperatura

Mayor de la normal: Se adelanta el desarrollo embrionario, hay posiciones anormales de los embriones, hay gran mortalidad a partir del día 18, más de 40º C (Hay gran mortalidad).
Menor de la normal: Hay un retraso en el desarrollo del embrión, hay muchas bajas en los 3-4 primeros días.

2.5.1.2 Humedad

El humedecimiento del aire en las incubadoras y las nacedoras se produce con ayuda de la aspersión de agua y su consiguiente evaporación y diseminación por todas las zonas de la cámara de incubación. La humedad relativa que se requiere para el proceso de incubación de huevos de gallina es de 55 – 60 % en los primeros 18 días y, 75 – 80 % en los últimos 3 días. Por otra parte, para los huevos reviste singular importancia el microclima que se crea a su alrededor, según las correspondientes edades.

De la humedad del aire depende el calentamiento y la evaporación de agua de los huevos. A mayor temperatura del aire, mayor será la cantidad de vapores de agua que el mismo puede llegar a contener. Por otra parte, el aire seco es mal conductor de calor y, por tanto, se hace necesario humedecerlo a fin de lograr el necesario calentamiento de los huevos.

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente, lo que es imposible de evitar, no obstante, el régimen de humedad que se establezca ha de ir dirigido a disminuir la evaporación de agua de los huevos durante la primera semana de incubación y acelerarla a partir de la mitad de la incubación. Al final del proceso de incubación se hace necesario elevar la humedad del gabinete de nacimiento a fin de facilitar el reblandecimiento de las membranas de la cáscara y, con ello, el picaje de la misma.

La pérdida de agua por evaporación ocasiona también la pérdida de calor desde los huevos. De esto se infiere que, en los primeros días de incubación resulta desventajosa una evaporación excesiva de agua, en tanto que durante la segunda mitad de la incubación, la evaporación de agua es necesaria al contribuir a la eliminación del calor excesivo contenido en el huevo. Ya en los últimos días de incubación, cuando las reservas de agua del huevo han sido agotadas, es necesario elevar la humedad relativa del aire en el gabinete a fin de evitar el desecamiento de las membranas de la cáscara y del plumón de los pollitos en fase de eclosión. (Sardá, 2002).

Cuadro 4. Niveles normales de pérdida de agua en huevos incubados. Pérdida diaria de agua (%) en cada etapa. (Sardá, 2002)

Especie	1ra. Etapa (Primeros 18 días)	2da. Etapa (Últimos 3 días)
GALLINA	**0,5-0,6 %**	**0,7-0,8 %**
PAVOS	**0,4-0,5 %**	**0,6-0,8 %**
PATOS	**0,4-0,5 %**	**0,6-0,7 %**

Fuente: Sardá, 2002

El exceso de humedad produce pollitos blandos y débiles y la falta humedad, pollitos adheridos a la cáscara.

2.5.1.3 Ventilación

El problema de la ventilación debe ser abordado desde dos ángulos: La circulación de aire propiamente dicha y la reventilación o recambio de aire. Mediante el aire que circula en el interior del gabinete de incubación, llega a los huevos el calor y la humedad necesarios. El aire refresca el medio que rodea los huevos, en algunos casos y en otros contribuye a calentarlo. Por otra parte, el recambio de aire constante es necesario para la extracción del exceso de calor que pudiera acumularse en el interior del gabinete de incubación y asegurar la pureza del aire. Durante la incubación el huevo absorbe oxígeno y elimina anhídrido carbónico en gran cantidad**.** Solamente una adecuada reventilación garantiza buenos resultados en la incubación. La correcta circulación de aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento de los ventiladores, los inyectores ó los extractores de aire, las compuertas u orificios de

entrada y salida, etc. Para que la circulación de aire sea eficiente es importante también un buen funcionamiento del sistema de volteo, ya que el aire se mueve mejor entre las bandejas, cuando las mismas se hallan en posición inclinada. (Sardá, 2002).

La falta de ventilación**:** produce pollitos débiles y blandos que tienen gran dificultad para salir del cascarón.

2.5.1.4 Volteo (Posición de los huevos durante la incubación)

El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados (virados) periódicamente durante los primeros 18 días de incubación.

En la incubación natural, la gallina voltea los huevos que incuba con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento mediante medios mecánicos.

El huevo pierde agua durante todo el período de incubación, es decir, sufre un proceso de desecamiento. Por este motivo, el embrión está expuesto a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede provocar su muerte, en particular durante los primeros seis días de incubación. A esto contribuye el hecho de que el peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara, en la zona de la cámara de aire. Por otra parte, la posición del huevo influye sobre la posición futura que adoptará el pollito en el momento de prepararse para la eclosión. Esto es de gran importancia para obtener un alto por ciento de nacimiento. (Sardà, 2002).

En general, la necesidad de volteo del huevo empieza desde que el huevo es puesto en la incubadora, hasta 2 o 3 días antes de que el pollo empiece a picar. Tiras de albúmina, enredadas entre si, se extienden desde la yema, entre la clara y hasta los dos extremos del huevo. Estas tiras, llamadas chalaza, ayudan a mantener la yema en el centro del huevo. Al introducirlo en un ambiente de 37.7ºC, en la incubadora, la albúmina comienza a hacerse más acuosa, la chalaza pierde su capacidad de mantener la yema en su lugar y la yema flota en la clara. La albúmina (clara) del huevo no contiene partículas de grasa y cuenta con un peso específico muy cercano al del agua.

La yema, por el contrario, tiene un contenido relativamente alto de grasa. Grasas y aceites tienen pesos específicos menores al del agua y flotan en ella. La yema tiende a hacer lo mismo, flota en la clara. Si el huevo es dejado en una misma posición, la yema tiende a flotar en la clara y se pega al cascarón.

El peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara. El embrión en desarrollo siempre se encuentra en la superficie más elevada de la yema. Cuando el huevo es volteado, la yema gira en la albúmina y el embrión se posiciona de nuevo en la parte superior. Si el huevo no es volteado, la yema tiende a flotar y empuja al embrión contra el cascarón, lo que ocasiona su daño o muerte. (Intercentres, 2008).

La posición del embrión se define ya desde las 36 a 48 horas de incubación. En este momento el embrión descansa en la yema, de manera transversal, a lo largo del eje menor. Con posterioridad la cabeza del embrión comienza a separarse de la yema y girar hacia la izquierda. Hacia el 5to. día de incubación, el embrión se halla cerca de la cámara de aire. A partir del 11no. día, cuando el cuerpo del embrión pesa más que su cabeza, el mismo efectúa un giro a la izquierda, lo que provoca que el cuerpo descienda en dirección al polo fino del huevo. A los 14 días, el cuerpo del embrión está situado a lo largo del eje mayor del huevo, con la cabeza dirigida hacia el polo grueso. Ésta es la posición correcta y necesaria que debe adoptar el pollito para el nacimiento (figura 8).

El volteo nunca se debe llevar a cabo en una sola dirección ya que ello puede provocar alteraciones de la membrana corioalantoidea y de otras estructuras internas del huevo. A partir del día 18 no deben voltearse. La frecuencia de volteo puede ser 3 veces durante el día. El giro debe alcanzar los 90 grados y los huevos son mantenidos a 45 grados de una vertical imaginaria. (Bustamante, 2002).

2.5.2 Manejo de la incubadora durante los 3 últimos días de incubación.

A partir del día 18 los huevos se dejan de voltear. La forma de regular el sistema para que las condiciones sean las más adecuadas son:

2.5.2.1 Temperatura

Se reduce hasta 35,5-36º C, pues en los últimos días, el huevo desprende más calor.

2.5.2.2 Ventilación

Es positivo que la concentración de CO_2 aumente de un 3 por 1000 (en la incubadora) hasta el 5-6 por 1000 entre los días 19 a 21, pues de esta manera se estimula el desencadenamiento de la respiración aérea por parte del pollito. Se debe limitar la ventilación para hacer aumentar lentamente la tasa de CO_2.

2.5.2.3 Humedad

Se hace aumentar la humedad relativa hasta el 70 %. Una vez iniciada la eclosión, la humedad se aumenta hasta el 85 % (esto facilita la rotura del cascarón). Cuando la eclosión ha concluido, la humedad relativa se reduce bruscamente hasta el 40 % mediante un incremento de la ventilación (cosa que favorece el secado del pollito). (Bustamante, 2002)

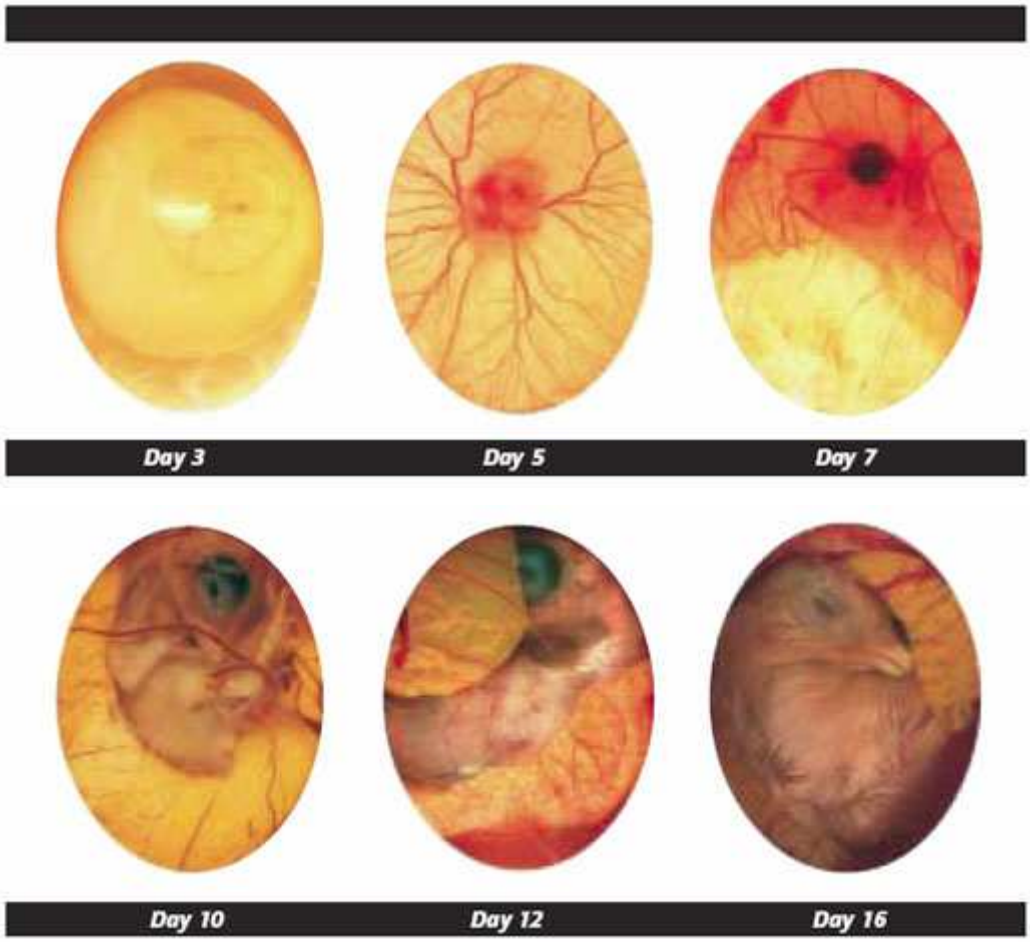


Figura 8. Etapas embrionarias durante la incubación.
Fuente: Nilipour, 2007

2.6 TERMOSTATO

2.6.1 DEFINICIÓN

El termostato, inventado por el francés Andrew Ure en 1830, básicamente, es un elemento que permite controlar y por ende, manejar los grados de temperatura requeridos para una determinada tarea, o bien para un determinado ambiente o sistema.

Un termostato es el componente de un sistema de control simple que puede proceder a la apertura o cierre de un circuito eléctrico según el nivel de temperatura en que se

gradúe. El termostato permite entonces la correcta y requerida regulación de un nivel de temperatura. (Maquinariapro, 2008).

Un termostato es un aparato que sirve para mantener estable la temperatura de un local o dispositivo dentro de ciertos márgenes, estos serán mas o menos estrechos de acuerdo a las exigencias del uso. Así, tenemos que el termostato utilizado para mantener la temperatura de una habitación con aire acondicionado. Puede permitir oscilaciones de la temperatura mayores que el utilizado para una incubadora de huevos por ejemplo. Todos los termostatos tienen en su construcción un elemento sensor de la temperatura que cambia alguna magnitud con el cambio de esta, este cambio se utiliza para operar un interruptor eléctrico que apaga o enciende el elemento calefactor (o enfriador) o para abrir o cerrar una compuerta por donde entra el calor (o el frío) al área en cuestión. (Bruzos, 2008).

Los termostatos que son utilizados en los electrodomésticos, particularmente en calefactores y aires acondicionados, en ambientes o para el fin que se precise. Su versión más simple consiste en lámina bimetálica o hasta con la complejidad de un microprocesador. (Maquinariapro, 2008).

De acuerdo a la forma en que funcionan, los termostatos pueden ser electromecánicos o electrónicos, siendo los primeros por su simplicidad, bajo costo y porque no requieren fuente adicional de energía, los más utilizados.

Los termostatos electromecánicos pueden ser: con lámina bi-metálica y con bulbo lleno de gas o líquido volátil (figura 9). Los electrónicos pueden ser: A base de termo-resistencia y a base de termopar. (Sierra, 2008).

Existen varios tipos de termostatos en el mercado mundial, pero el único tipo que puede emplearse en avicultura es el Bimetálico, el cual consiste en dos láminas de metal unidas con diferente coeficiente de dilatación térmico. Cuando la temperatura cambia la lámina cambia de forma actuando sobre unos contactos que cierran con circuito eléctrico.

Figura 9. Termostato bimetálico de control automático.
Fuente: Bruzos, 2008.

Pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados, cambiando su estado cuando la temperatura alcanza el nivel para el que son preparados.

Este tipo de termostato utiliza la capacidad de doblado de las láminas bi metálicas para su funcionamiento, son muy comunes dada su simplicidad, estabilidad y bajo costo. Pueden ser de dos tipos, en uno, la propia lámina bi metálica es parte del interruptor de la electricidad y tiene adosado en un extremo uno de los contactos, el doblado con la temperatura, de la propia lámina abre o cierra el circuito. La temperatura puede regularse debido a que el propio termostato está dentro del volumen a controlar o bien porque el paso de la corriente calienta la lámina bi metálica. (Bruzos, 2008).

En el otro tipo se construye una larga lámina bi metálica que se enrolla en forma de espiral, un extremo del espiral es fijo y en el otro se monta un pequeño bulbo de vidrio alargado con los contactos eléctricos interiormente en uno de sus extremos, este bulbo se llena parcialmente de Mercurio metálico que es un buen conductor de la electricidad de manera que si el bulbo se inclina a un lado el mercurio (que es líquido) se acumula

en el lado mas bajo y puede cerrar el circuito (si es el lado de los contactos) o abrirlo (si es el lado contrario). Los cambios de temperatura harán que el espiral (debido al doblado de la lámina) se enrolle o desenrolle inclinado como una balanza al bulbo para abrir o cerrar los contactos y así mantener la temperatura estable. (Sierra, 2008).

Los metales que componen este tipo de termostato se dilatan o contraen de un modo distinto por los cambios de temperatura, es decir, cada materia tiene un coeficiente distinto de dilatación. Esta es la característica que utiliza el termostato bimetálico. (Carrascal, 1998).

El eje de la pieza (figura 10) consta de dos láminas de metales distintos. Al elevarse la temperatura, el aluminio de la lámina inferior se dilata más que el hierro de la lámina superior, lo que obliga al eje a curvarse hacia arriba, separándose los contactos. En el caso de una instalación de calefacción, el contacto abierto causaría la interrupción de suministro de calor, hasta que el enfriamiento ambiental permitiera que los metales volvieran a juntarse. (Carrascal, 1998).

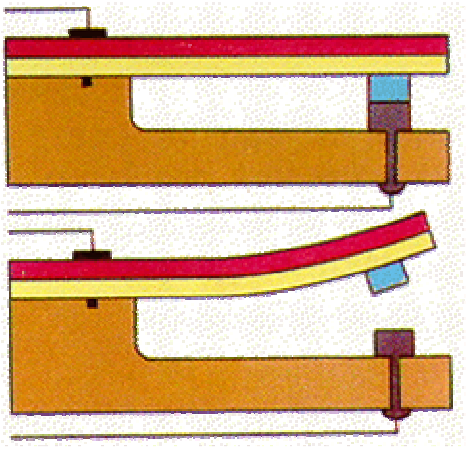


Figura 10. Termostato bilaminar. Fuente: Carrascal, 1998.

2.6.2 Funciones de un termostato

El uso de termostatos se da desde el nivel hogareño hasta el industrial, científico y comercial. En lo particular, con los usos de los termostatos se consideran que pueden ser utilizados como protección térmica. (Bruzos, 2008).

Los termostatos no sólo sirven para controlar la temperatura de un motor, también son utilizados para medir la temperatura de hornos, congeladores y refrigeradores, sean del hogar o industriales. Los termostatos sirven tanto a los fines de mantener la temperatura de cocción de un grill como el termostato para incubadoras, calderas o saunas. (Scribd, 2008).

Para el buen éxito de las incubadoras es necesario disponer de medios adecuados para medir la temperatura y humedad en el interior de las mismas. Uno de los problemas más importantes para lograr buenos resultados con las incubadoras artificiales es el control de la temperatura. Lo cual puede lograrse con el uso de un termostato. (Maquinariapro, 2008).

2.6.3 Propiedades de los metales.

El aluminio es un elemento químico. Es un metal ligero, blando pero resistente de aspecto gris plateado. Su densidad es apróximadamente un tercio de la del acero o el cobre, es muy maleable y apto para el mecanizado y la fundición. Este metal posee una combinación de propiedades tales como su baja densidad (2.700 Kg. /m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Es buen conductor de la electricidad, se mecaniza con facilidad y es relativamente barato.

El cobre, es un metal de transición rojizo, que por su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos y electrónicos.

El Hierro es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica es uno de los elementos metálicos más abundantes en el planeta. Constituye aproximadamente el 4.5% de la corteza terrestre. (Rosas Escobar, 2005).

2.6.4 Dilatación

Dilatación térmica, proceso físico por el cual se producen cambios de volumen como resultado de cambios de temperatura.

Coeficiente de dilatación

Se denomina coeficiente de dilatación al cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente experimenta un cambio de temperatura experimentando una dilatación térmica (cuadro 5) (Rosas Escobar, 2005).

Cuadro 5. Valores de coeficientes de dilatación lineal

COMPUESTO	COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL
Aluminio	**$25.5*10^{-6}$**
Hierro	**$10.0*10^{-6}$**

Fuente: Rosas Escobar, 2005

3. METODOLOGIA

3.1 Descripción del estudio

La investigación se inició en el mes de mayo de 2008 y finalizó en el mes de octubre de 2008, por un periodo aproximado de cinco meses; los dos tratamientos en los que se utilizaron incubadoras, fueron estas artesanal o semi- industrial, se desarrollaron en las ciudades de Soyapango (13°43´59.34´´ N Latitud 89°0.8´59.75´´ O Longitud , humedad promedio anual de 46% y 641 metros sobre el nivel del mar) y Ayutuxtepeque, (13°44´25.39´´ N Latitud, 89°12´11.06´´ O Longitud, Humedad promedio anual de 69 % y 725 metros sobre el nivel del mar) en el Departamento de San Salvador. Así mismo, el tercer tratamiento, que consistía en incubación natural se realizó en la ciudad de Olocuilta (13°34´04.05´´ N Latitud, 89°06´53.30´´ O Longitud, humedad promedio anual de 64 % y 477 metros sobre el nivel del mar) Departamento de la Paz.

Para la realización de este ensayo se utilizaron en total, 135 huevos de gallina india, con un peso de entre 58-60 grs.; distribuidos de tal manera que un grupo de 15 huevos representaron una unidad experimental, tomados en cuenta para la repetitividad en los tratamientos que fueron evaluados.

Se ensayaron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno, las mismas constituidas por 15 huevos cada una. Las unidades experimentales fueron provenientes de la granja "La Tunquera", ubicada en final Barrio El Carmen, a 100 metros en la antigua calle hacia Cuyultitán en el municipio de Olocuilta, Departamento de la Paz; con una población de 10 gallos y 50 gallinas indias lo que atestigua con seguridad que los huevos eran fértiles porque existe el número de gallos en cantidad suficiente para servir a las hembras, esto es, 1 macho por cada 10 hembras.

3.2 Metodología de campo.

La toma de datos se obtuvo en virtud de tres formas de incubación: Natural, semi-industrial y artesanal.

Para la evaluación de la incubación natural, el estudio se realizó, en una granja familiar ubicada en final Barrio El Carmen, pasaje Los Vásquez Nº 69, Olocuilta, Departamento de la Paz, donde se crían aves de traspatio, libres, en un área con abundante vegetación, en la cual los nidos de las aves eran cajas de maderas y jabas con heno, establecidas en pilas de madera a la intemperie (figura A-1).

Durante la fase de campo, para el nacimiento de los polluelos, se utilizaron para el primer tratamiento 3 gallinas indias adultas que se encontraban en etapa de cloequez, las cuales proveen carne y huevos a los propietarios. Cabe mencionar que este tipo de incubación lleva más tiempo, ya que hay que esperar a que fisiológicamente la gallina entre en estado de cloequez, y después del nacimiento de los polluelos mantener un periodo de espera para que la gallina vuelva a empollarse, según un número determinado de huevos en el nido. Para que eso vuelva a acontecer se sujeta a la gallina a un árbol, para que el gallo la monte o de igual manera se le rocía agua para que vuelva a su postura. Este tratamiento fue realizado 2 veces más, y en cada una de las repeticiones se tomaron en consideración los parámetros estudiados. (figura A-2).

Se montó, además, el segundo tratamiento, para el cual se utilizó una incubadora semi-industrial marca Hova bator (figura A-3) con volteo automático, resistencia que proporcionó el calor con su respectivo termostato, una bandeja plástica para proveer la humedad relativa en el proceso, la cual no fue medida en esta investigación por falta de equipo adecuado para tal fin. El agua de la bandeja estaba permanentemente llena, la rejilla nacedora, un termómetro que indicaba la temperatura exacta (38.7°C – 100°F) y un portahuevos de plástico con capacidad para 48 huevos. Además, se observaron los embriones por medio de un ovoscopio artesanal, los primeros 10 días de colocados en la incubadora; este tipo de herramienta se realizó con cartón utilizando una lámpara de mesa para la proyección de luz hacia el huevo en inspección. Este tratamiento constó de

2 repeticiones más, bajo las mismas características de evaluación del tratamiento anterior.

Finalmente, para el tercer tratamiento se fabricó una incubadora artesanal, (Figura A-4) compuesta por una caja de madera de cedro de 1.25 cm. de espesor, la cual midió de ancho 42 cm., 42 cm. de alto y 42 cm. de largo, una zaranda de 40 cm , con volteo manual de 3 veces al día, una resistencia de barras para horno pequeño que brindo el calor necesario y estandarizado a través de un termostato comercial (swicht infinito) compuesto por 2 juegos de platinos, bimetálico o bilaminar que se dilata con el calor y se separa al ser desconectado (figura A-5), un termómetro metálico de espiga, donde se hizo lectura de la temperatura requerida (38.7°C – 100°F), un foco piloto (indica encendido) , una bandeja de plástico para el agua, un portahuevos de cartón, para 30 huevos, una extensión con toma macho, y una perilla de cocina que determinaba en que nivel se mantenía la calibración de la máquina. Además se forró el interior de la caja con papel aluminio para conservar aún más el calor. (figura A-6). Cabe mencionar que la incubadora no fue pintada porque esto genera gases tóxicos que hubieran dañado a los embriones. Se utilizó además, la herramienta de ovoscopio, igual que el tratamiento anterior con el propósito de descartar huevos sin ningún rastro de desarrollo embrionario en su interior. La humedad relativa no fue medida en este estudio.

Posterior a la eclosión, fueron pesados en una báscula para alimentos con capacidad de 3 Kg. (figura A-7). Así mismo, fueron colocados en una caja de cartón con cama de papel periódico, con un bebedero con capacidad de 1 Galón (3.78 Litros), en el cual se les proporcionó agua con azúcar las primeras 24 horas de vida, alimentados con concentrado de iniciación. Estos, se mantuvieron bajo un foco de 60 watts las 24 horas durante los primeros 10 días de nacidos. Los datos recolectados fueron: cuantificación de los nacimientos, peso al nacer, peso a los 10 días, y ganancia de peso para cada uno de los 3 tipos de incubación.

3.3 Metodología Estadística

Con el propósito de conocer cual de los tratamientos empleados fue el mejor, se utilizó **el SAS Software 9.03 for Windows** para obtener parámetros de comparación de los mismos, por medio de las variables en estudio. Además, se realizó una comparación de

medias por medio de la prueba de Tukey, para aquellas variables que mostraron un grado de significancia en esta investigación.

3.4 Diseño Estadístico

Se empleó el diseño completamente al azar, con 3 repeticiones de 15 huevos para cada uno de los tres tratamientos. Porque consiste en la asignación de tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (individuos, grupos, jaulas, animales) en donde los resultados se clasifican de acuerdo a un solo criterio: tratamientos en estudio, el número de repeticiones o unidades por tratamiento puede ser igual o diferente y se realiza cuando la variabilidad en el material experimental es relativamente pequeño y uniformemente repartido. Debido a su aleatorización, es conveniente que se utilicen unidades experimentales lo más homogéneas posibles. Dicho modelo permite analizar la variación total en los siguientes componentes: variación entre unidades experimentales por efecto de los tratamientos (si es que existe) y variación dentro de unidades experimentales (error experimental). El estimado del error experimental dependerá de la variación natural de dicha unidad experimental y de su manejo. Matemáticamente dichas variaciones se representan en la siguiente expresión:

Yij = M+T I+E ij

Donde: i: 1,2,...…a

J: 1,2,…...b

Yij: es la respuesta observada en cualquier unidad experimental o celda (i, j)

M: es la media del experimento

Ti: es el efecto de cualquier tratamiento i

Eij: error experimental en la celda (i, j)

3.4.1 Tratamientos en estudio.

El estudio se llevó a cabo por medio de 3 tratamientos considerados como el tipo de incubadora:

- T1: Incubadora natural (figura A-8)
- T2: Incubadora semi-industrial (figura A-9)
- T3: Incubación artesanal (figura A-10)

Cada uno de los tratamientos fue constituido por un grupo de 15 huevos de gallina india que representaron una unidad experimental con un peso entre 58-60 grs. por cada repetición planteada (figura A-11), totalizando 45 huevos en cada uno de los tratamientos.

3.4.2 Parámetros evaluados.

Las variables consideradas para determinar la efectividad de los tratamientos fueron:

3.4.2.1 Porcentaje de viabilidad

Que se representa dividiendo el número de polluelos nacidos con el total de huevos multiplicados por 100.

3.4.2.2 Peso de los pollos al nacer

Se anotó el peso de los pollos (en gramos) al momento del nacimiento con el uso de la báscula para alimentos (figura A-12).

3.4.2.3 Peso de los pollos a los 10 días

Se recopiló este dato durante el periodo en el cual los polluelos fueron alimentados con concentrado de inicio.

Las variables de peso al nacer y a los 10 días, se consideran como variables colaterales, en la búsqueda indirecta del efecto de la incubadora sobre el estado del ave.

3.4.2.4 Ganancia de peso

Esta variable se obtuvo como producto residual del peso de los pollos a los 10 días con el peso de los pollos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4. 1 Viabilidad de los huevos fértiles.

Esta variable representa al total de pollos nacidos en comparación con los huevos colocados para su eclosión luego de 21 días de incubación realizada tanto por las gallinas como por las incubadoras semi-industrial y artesanal.

En el tratamiento 1 cuya incubación fue realizada por gallinas criollas, reportó en la tercera repetición el mayor número de nacimiento con un total de 14 nacidas. En cambio la incubación semi-industrial que representó el tratamiento 2, mostró en su primera repetición 10 pollos nacidos. En cuanto a la incubadora artesanal que fue el tratamiento 3, tuvo en su segunda repetición solo 4 nacimientos.

Al finalizar las repeticiones de cada tratamiento se notó en los resultados que la tendencia era que el tratamiento en el cual se utilizó incubación natural realizada por las gallinas tuvo mayor número de nacimientos (figura A-13), mostrando claramente un alto porcentaje de nacidas, la incubación natural resultó el mejor tratamiento, desde el punto de vista cuantitativo.

Cuadro 6. Número de nacimientos

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio y Desviación estándar
T1: Incubación Natural.	10	12	14	12 ± 2.0 a
T2: Incubación Semi-industrial.	10	7	7	8 ± 1.73 a
T3: Incubación artesanal.	3	4	2	3 ± 1.0 b

Según los análisis estadísticos realizados (cuadro A-1) se observó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos (p=0.0016), siendo los mejores el T1 y T2 similares estadísticamente, no así con el tratamiento 3 del cual difieren.

Se realizó la prueba Tukey (cuadro A-2) para la comparación de medias, las cuales dieron como resultado que la incubación artesanal es menos eficiente, comparado con las medias de los tratamientos 1 (incubación natural) y el T2 (incubación artesanal) en el reducido número de eclosiones de los huevos puestos a incubar. Haciendo uso del ovoscopio los primeros días durante el proceso de incubación, se pudo observar el desarrollo embrionario de algunos huevos puestos a incubar. Probablemente esto influyó en los resultados, ya que se observó una reducción en el desarrollo embrionario de los huevos examinados en la incubación artesanal, comparados con los huevos examinados de la incubadora semi- industrial, lo que produjo el bajo número de nacimientos debido al tipo de termostato utilizado en el T3. Previo a los nacimientos, existieron numerosas muertes embrionarias por el sobrecalentamiento de la máquina, lo que condujo al cambio del termostato para un mejor funcionamiento; no así en el T2, en el cual el termostato mantuvo la temperatura constante.

Los resultados de la investigación, no concuerdan con los obtenidos por Dueñas, (2005) de Ecuador, quien dice que en la crianza de aves y utilizando dos incubadoras artesanales con capacidad para 500 huevos de gallina en cada una, nació solo el 40%, la incubadora tenía termostato e hidrómetro. Sin embargo, debido a la existencia de factores que a veces no pueden ser controlados como aireación y volteo, probablemente, el porcentaje no fue mayor.

En cambio, en una investigación realizada por Pinargote Mendoza del Departamento de Extensión y Transferencia de Tecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en Ecuador (2008), que tiene alrededor de 8 años manejando incubadoras de tipo artesanal ha obtenido muy buenos resultados con un 85% de nacimientos, a pesar de los conceptos anteriores.

En 2003, Sebastián Guillermaz, diseñó una incubadora casera en la Provincia de los Polvorines, Buenos Aires, Argentina, con capacidad para 30 huevos de los cuales eclosionaron con normalidad 24 pollitos (80% de viabilidad). Por otro lado, Alicia Manna también en Buenos Aires, en el año 2005, construyó una incubadora e insiste que el fundamento está en el termostato que no debe variar más de 1 ºC y que debe ser económico, su máquina tenía capacidad para 70 huevos y realizó un miraje a la primera semana donde encontró solo 3 huevos no desarrollados y al final, nacieron 35 (52%) En otro intento, colocó 50 huevos fértiles y obtuvo 27 polluelos. (54%) En relación con las pruebas realizadas en la presente investigación, puede notarse la disparidad de resultados, en las que algunos coinciden y otros no. Como por ejemplo en una serie de incubación se colocaron 15 huevos de los cuales nacieron solo 2 pollitos lo que representa el 13%, en cambio en otra serie el porcentaje fue de 26.66%.

4.2 Peso del polluelo al nacer.

La segunda variable es la del peso de los pollitos al nacimiento, que representa del 70 al 72% del peso total del huevo puesto a incubar.

La incubación natural (T1) en su tercera repetición produjo los mayores pesos promedios de los pollos al nacimiento (40 gramos). En comparación con la incubación semi-industrial que reporto 38 gramos en su primera repetición, y la incubación artesanal donde sus mejores pesos promedios fueron de 35 gramos en la segunda y tercera repetición.

Al obtener los resultados se observa que los pollitos nacidos de la incubadora semi-industrial presentaron un mayor peso al nacimiento, resultando por lo tanto el mejor tratamiento, al menos desde el punto de vista de cantidad (figura A-14).

Cuadro 7. Pesos promedio de los polluelos (gramos) al nacimiento.

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio y Desviación estándar
T1: Incubación Natural.	35	20	40	31.66 ± 10.41 ab
T2: Incubación Semi-industrial.	38	35	35	36 ± 1.73 ab
T3: Incubación Artesanal.	32	35	35	34 ± 1.73 ab

Según el cuadro de análisis de varianza, los resultados son estadísticamente no significativos, lo que nos indica que los 3 tratamientos en estudio muestran un comportamiento similar entre ellos (cuadro A-2).

Referenciando a Jaramillo (2005), en Puebla, México, y que realizó un ensayo acerca de la relación entre el peso de los huevos y el nacimiento de estos, y que para ello consideró la postura de 200 huevos provenientes de 6 gallinas a los cuales se les evaluó por forma y peso para incluirlos o rechazarlos en el proceso de incubación, de los 200, se seleccionaron 175 huevos que se incubaron artificialmente. Al concluir la incubación se cuantificó el número de pollitos nacidos, cifra de muertes embrionarias y número de infértiles; también se calculó la relación entre el peso de huevo y peso del pollito. De los resultados obtenidos se observó que el 12% de huevos se desechó por no cumplir con las características para la incubación. Los 175 restantes (87%), se incubaron durante 21 días. De ellos, 24% fueron infértiles, 28% manifestó muerte embrionaria y 48% eclosionaron. El huevo seleccionado pesó 52 gramos, mientras que el peso del pollito fue de 35 gramos, que fue en promedio la media de los pesos de este ensayo y por consiguiente esta en concordancia con lo encontrado por Jaramillo.

Correa *et. al.,* (2005), reporta que el peso al nacer es una característica muy importante en la avicultura, ya que animales más pesados al nacer normalmente, pesan más al final de la engorda y su probabilidad de sobrevivencia es mayor; por tanto, la selección para mejorar esta característica tendría gran impacto en la rentabilidad de esta función zootécnica, al menos en la producción de carnes.

Padrón Navarro de la compañía internacional Aviagen Inc. (2004) menciona que al momento de nacer, el peso del pollito debe representar entre el 66-68% del peso del huevo en incubación. El peso del pollito al nacer, esta determinado por 2 factores: El peso del huevo y la pérdida de peso durante la incubación. La pérdida de peso se da por la perdida de vapor de agua a través del cascarón y esta determinada por la porosidad y conductibilidad del cascarón y la humedad relativa dentro de la máquina incubadora.

4.3 Peso del polluelo a los 10 días.

A los 10 días de nacidos, se tomó el peso de los pollitos (en gramos), colocándolos de igual manera en una báscula para pesar alimentos. Se aclara que se ha usado el tiempo de 10 días debido a que es el lapso en que el polluelo crece en mayor proporción, su conversión alimenticia es mejor y la función gastrointestinal es más eficiente, siendo su dieta un alimento concentrado de iniciación.

En el T1, incubación realizada por las gallinas criollas, en la tercera repetición fue de 74 gramos. La incubación semi- industrial, T2, en su primera repetición mostró que los pollitos a los diez días obtuvieron un peso de 60 gramos, en el T3 que es la incubación artesanal en la segunda repetición el peso alcanzado fue de 52 gramos como muestra el cuadro 8.

Según los resultados obtenidos de los 3 tratamientos en este estudio con sus respectivas repeticiones, se observó que al cabo de 10 días de nacidos los pollitos incubados de forma natural por las gallinas presentaban el peso mayor, con una diferencia no significativa de 12 gramos entre los tratamientos 1 y 2, por lo que la incubación natural se presenta como el mejor tratamiento (figura A-15).

Cuadro 8. Pesos de los pollitos (gramos) a los 10 días

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio y Desviación estándar
T1: Incubación Natural.	62	52	74	62.66 ± 11.02 ab
T2: Incubación Semi-industrial.	60	58	50	56 ± 5.29 ab
T3: Incubación Artesanal.	50	52	50	50.66 ± 1.15 ab

Estadísticamente, no se encontró diferencia significativa entre los 3 tratamientos (cuadro A-3), presentan un comportamiento parecido.

Según investigadores de CIBA-GEIGY, (1999), el peso medio de pollos de engorde y de las pollas de postura a los 10 días de edad debe ser superior a los 90 gramos. Considerando que los polluelos nacidos eran del tipo criollo y no mejorado, puede decirse que sus pesos no fueron bajos sino esperados de acuerdo a su origen genético.

Según la revista Avicultura Profesional, cuando se completa el nacimiento**,** todos los pollitos pesan entre 67-69% del peso inicial del huevo, independientemente de las condiciones de incubación, una deshidratación excesiva más allá de este punto es debido a una inadecuada remoción del pollito de la nacedora, siendo ésta una nueva aproximación al análisis de los pesos de los huevos.
Trabajos experimentales han demostrado, diversos factores que influyen sobre el índice de crecimiento y peso de la primera semana de vida. Entre los principales podemos mencionar el factor genético, de salud, peso del pollito al nacer, el manejo de temperatura y humedad durante el periodo de incubación y crianza.

A través de los años, se ha correlacionado el peso del huevo y del pollito con el peso de los pollos a la edad de sacrificio. Con la reducción progresiva de la edad de sacrificio y procesamiento de los pollos, esta relación será más evidente y más importante económicamente.

Padrón Navarro, 2004, agrega que la iniciación del crecimiento del pollito precede a la absorción del saco vitelino, pues este decrece durante las primeras 24 horas, mientras que el crecimiento del pollito ocurre hasta 48 horas después de nacido. Es común que los pollitos con presencia excesiva de saco vitelino, tengan un índice de crecimiento menor durante los primeros 10 días; la lenta absorción del vitelino, retrasa el inicio del crecimiento. La absorción del saco vitelino ocurre más rápidamente en pollitos que reciben alimento y agua inmediatamente después de nacidos, que en aquellos sin acceso a ellos, y tiene relación directa con el peso al nacer y posterior evolución del crecimiento de los pollos.

4.4 Ganancia de peso

El incremento de peso representa el producto residual del peso de los pollos a los 10 días contra el peso de los pollos al nacimiento.

En el T1, la incubación natural, en la tercera repetición se obtuvo una ganancia de peso de 34 gramos. En la incubación semi- industrial que es el T2, en la segunda repetición el peso ganado fue de 23 gramos. En el T3, representando la incubación artesanal, la mayor ganancia de peso fue obtenida en la primera repetición con un total de 18 gramos

Al finalizar los tratamientos y sus repeticiones se demuestra que la mayor ganancia de peso de los pollitos en relación del peso a los 10 días y al nacer la presentó la incubación natural (figura A-16).

Cuadro 9. Ganancia de peso (gramos)

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio y Desviación estándar.
T1: Incubación Natural.	27	32	34	31 ± 3.61 a
T2: Incubación Semi-industrial.	22	23	15	20 ± 4.36 b
T3: Incubación Artesanal.	18	17	15	16.66 ± 1.53 b

La prueba de Tukey, (cuadro A-6) se reporta al menos un tratamiento se comporta diferente a los demás, es decir, que si existe diferencia estadística entre los 3 tratamientos. El tratamiento 1 es diferente en cuanto al peso, ya que se logró la mayor ganancia de peso, no así, la similitud entre el T2 y T3.

Posiblemente, esto, está relacionado con el desarrollo del embrión, ya que depende de cómo se alimento la gallina y el gallo, más otros aspectos como el efecto materno-pollito, ya que los polluelos al nacer pasan con la madre bajo sus plumas que los calientan, dando como resultado una mayor absorción de nutrimentos. No así los polluelos nacidos en incubadoras, ya que por factores como estrés y frío, metabolizan menos que los nacidos de forma natural, según afirma Nilipour (2007).

Hay que mencionar que durante la primera semana, los pollitos cuadriplican su peso inicial, sin embargo, el peso del intestino es 10 veces más y esto se puede lograr con alimento bien balanceado para los pollitos recién nacido. La cantidad de alimento que los pollitos consumen en la primera semana son pocas, sin embargo su efecto es muy significativo. En los estudios reportados por Deschepper (1998) citados por Nilipour, se probó que en las primeras 24 horas de edad, 50% de calorías y 43% de proteína viene de la yema del huevo. Esto solo es posible cuando las reproductoras son bien alimentados nutricionalmente, y que los pollitos también tienen acceso a un alimento de máxima calidad en las primeras 24 horas y de inmediato.

Se realizó una investigación con pollitos de engorde machos (ross 308), para estudiar el efecto de un aumento de niveles de proteína y aminoácidos en la dieta de inicio y su influencia en el rendimiento del ave. Al aumentar el perfil de aminoácidos en los primeros 14 días de edad, resultó posteriormente en aumento significativo de la ganancia de peso corporal, esto significa que este tipo de investigaciones también están íntimamente relacionadas con la clase de alimento concentrado y los niveles nutricionales que se incluyan en los mismos, y que en el caso del presente estudio puede haber influido el alimento proveído, de alguna manera en los valores finales de los incrementos de peso sobre todo en la primera quincena de desarrollo de los polluelos, lo que hace que en oportunidades no concuerden estos resultados con los de otros autores, según lo citado por Meijerhof en la revista de Avicultura Profesional (2004).

5. CONCLUSIONES

1. Con la incubadora semi-industrial se obtiene el mejor porcentaje de viabilidad, sin embargo, por su alto costo, las familias no tiene la capacidad económica de adquirir una.

2. La incubadora artesanal comparada con la incubadora semi-industrial, presento un numero reducido de eclosiones, aun así resulta una elección sustitutiva de la incubación natural porque implica una pequeña inversión para que las familias pueden obtener resultados en el proceso de incubación, a pesar de que el termostato tuvo que sustituirse para un mejor funcionamiento.

3. En cuanto a los parámetros estudiados se puede concluir que la incubación natural tuvo mejores resultados en cuanto a viabilidad, peso de los pollitos a los 10 días y ganancia de peso. En cambio el peso al nacer fue superior en la incubación semi industrial.

6. RECOMENDACIONES

1. Que se utilice la incubación natural por ser más económica y práctica a nivel de las explotaciones familiares rurales, ya que los resultados en el factor viabilidad encontrados fueron mejores que la incubadora semi-industrial y la artesanal.

2. No se puede descartar el uso de incubadoras artificiales porque representan alternativas que mejorarían con un manejo básico, la producción de huevos a nivel rural.

3. Realizar más investigaciones tendientes a hacer más viable la utilización de las incubadoras artesanales en su estructura, construcción y manejo en otras épocas del año, en diferentes localidades y agregando más repeticiones a cada uno de los tratamientos.

4. Incluir en un futuro, factores de estudio como parámetros zootécnicos, hasta la venta o consumo final, el vigor del ave y la calidad de la carne.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Atela, 2008. Incubadoras Atela. Hova Bator modelo 2387. (En línea). España. Consutlado el 2 de Septiembre de 2008. Disponible en http://www.incubadorasatela.com
2. Boerjan, M. 2007. Incubación de linajes genéticos modernos de reproductoras pesadas. Avicultura profesional. Holanda. 25 (8): 10-13.
3. Bruzos, T. 2008. Electrotecnia. (En línea). Consultado el 22 de Agosto de 2008. Disponible en http://www.electrotecnia.es/termostato.html
4. Bustamante A. J. 2002. La reproducción y la incubación natural. (En línea). Mallorca, España. Consultado el 18 de Julio de 2008. Disponible en www.cime.es/ca/ccea/34.pdf
5. Callejo Ramos, A. 2007. Manejo del huevo en la incubadora. (En línea). Madrid, España. Consultado el 6 de Junio de 2008. Disponible en http://www.ocw.upm.es/produccion_animal/produccion-avicola/contenidos/tema7_incubacion/7-2manejodelhuevoenincubadoras
6. Cochran, W. 1991. Diseños experimentales. Diseños completamente al azar. Segunda edición. México. Editorial Santa Fe.
7. Correa *et. al,* 2007. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. (En línea). Yucatán, México. Consultado el 15 de Junio de 2008. Disponible en www.uco.es/organiza/servicios
8. Carrascal, I. 1998. Termostatos. (En línea). Palencia, España. Consultado el 15 de Octubre de 2008. Disponible en http://www.es.geocities.com/fisicas/termometria.htm
9. Del Pino, R. 2000.Análisis de control de calidad de la incubación por el procedimiento de mirar los huevos al trasluz (Ovoscopio) y la rotura de los huevos para su examen. (En línea). Los Ángeles California, EE.UU. Consultado el 23 de Noviembre de 2008. Disponible en www.geocities.com/raydelpino_2000
10. Dueñas, L. 2003. Incubadoras caseras. (En línea). Manabí, Ecuador. Consultado el 10 de Octubre de 2008. Disponible en www.zoetecnocampo.com
11. Escuelas de campo de tropitecnica, 2008. Fabricación de incubadoras caseras. (En línea). Comunidad Nitlapan. Managua, Nicaragua. Consultado el 13 de Julio de 2008. Disponible en http://www.nitlapan.org.ni/files/documento/lafabricaciondeincubadorascaseras.pdf

12. Giavarini, I. 1971. Tratado de avicultura. Incubación. Ed. Edizioni agricole. Barcelona, España. Págs. 187 – 204
13. Intercentres, 2008. Guía de incubación. (En línea). España. Consultado el 24 de Junio de 2008. Disponible en http://intercentres.cult.gva.es/intercentres/03000710/guia_incubacion.pdf
14. Jaramillo R.I. 2005. Relaciones entre características del huevo incubable y nacimiento de pollitos. Archivos de zootecnia. (En línea). Córdoba, España. 54 (206): 437-441. Consultado el 29 de Noviembre de 2008. Disponible en http://redalyc.uaemex.mx
15. Maquinariapro.2008. Funcionamiento del termostato.(En línea). Consultado el 7 de Septiembre de 2008.Disponible en www.maquinariapro.com/maquinarias/termostato/html.
16. Meijerhof, R. 2004. La incubación por temperatura embrionaria. Avicultura profesional. Holanda. 22(3): 12 -14.
17. Nilipour, A. 2007.Producir pollito de calidad es una tarea multifactorial desde las reproductoras hasta los huevos en las incubadoras y los pollitos en las granjas. (En línea). Panamá. Consultado el 11 de Julio de 2008. Disponible en http://www.engormix.com/producirpollitodecalidades_s/articulos1495_AVG.ht
18. Padrón Navarro, M. 2004. Puntos críticos de incubación y primera semana de vida en pollos de engorde. Avicultura profesional. EE.UU. 22 (4): 12-13.
19. Plot, A. 1984. Incubación y cría de pollos. Ed. Albatros SRL la valle 3975. Buenos Aires, Republica de Argentina. p. 1-40.
20. Rosas Escobar. 2008. Materiales de ingeniería. (En línea). Consultado el 4 de Diciembre de 2008. Disponible en http://html.rincondelvago.com/materialesdeingenieria.html.
21. Sainsbury, E. 2007. Salud y manejo sanitario de las aves de corral. (En línea). Uruguay. Consultado el 15 de Diciembre de 2008.Disponible en www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uyarticulos/artic_avic/018/avic018.htm
22. Sardá, R. 2002.Régimen de incubación artificial.(En línea). La Habana, Cuba. Consultado el 17 de Noviembre de 2008. Disponible en www.iia.cu/terminc02.html
23. Vaca, A. 2008 Producción avícola. Incubación. (En línea). Costa Rica. Consultado el 13 de Agosto de 2008. Disponible en http://books.google.es

8. ANEXOS

a **b** **c**

Figura A-1. Nidos de aves criollas en cajas de maderas y jabas. a) recipiente de plástico, b) cajas de madera, c) jabas

a **b** **c**

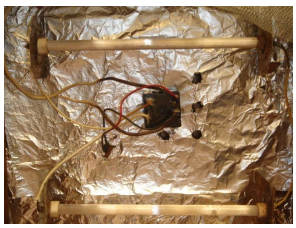
Figura A-2. Gallinas en etapa de cloequez a) gallina utilizada en la primera repetición, b) gallina en la segunda repetición, c) gallina india en la tercera repetición.

a **b** **c**

Figura A-3. Incubadora semi-industrial marca hova Bator. a) Vista interna, b) termostato para incubadoras, c) volteo automático.

a **b** **c**

Figura A-4. Incubadora Artesanal. a) termómetro de pincho, b) vista externa, c) perilla de cocina y agujeros para la aireación.



a **b** **c**

Figura A-5. Switch Infinito (Termostato comercial). a) Resistencia de barras, b) vista interna forrada de papel aluminio, c) zaranda de 40 cm.

Figura A-6. Incubadora Artesanal forrada con papel aluminio

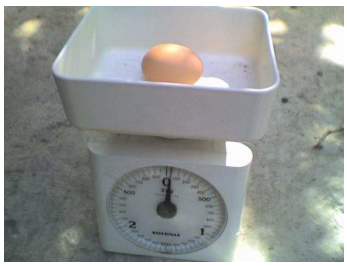
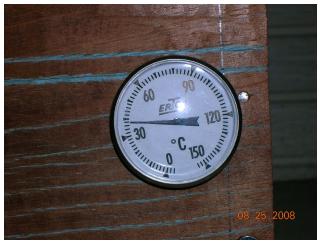


Figura A-7. Balanza para pesar alimentos (en gramos).

Figura A-8. Tratamiento 1: Incubación Natural

a **b**

Figura A-9. Tratamiento 2: Incubadora semi-industrial. a) Pollitos en la rejilla nacedora, b) vista externa de los huevos durante el proceso de incubación.



a **b**

Figura A-10. Tratamiento 3: Incubación Artesanal. a) Bandeja de plástico para proveer la humedad, b) termómetro de pincho.

a **b** **c**

Figura A-11. Huevo seleccionado para incubar. a) posición correcta del huevo a incubar, b) embrión de pollo, c) tamaño del huevo seleccionado para incubar.

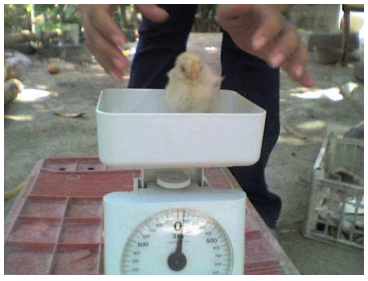


Figura A-12. Toma de pesos de pollos al nacer.

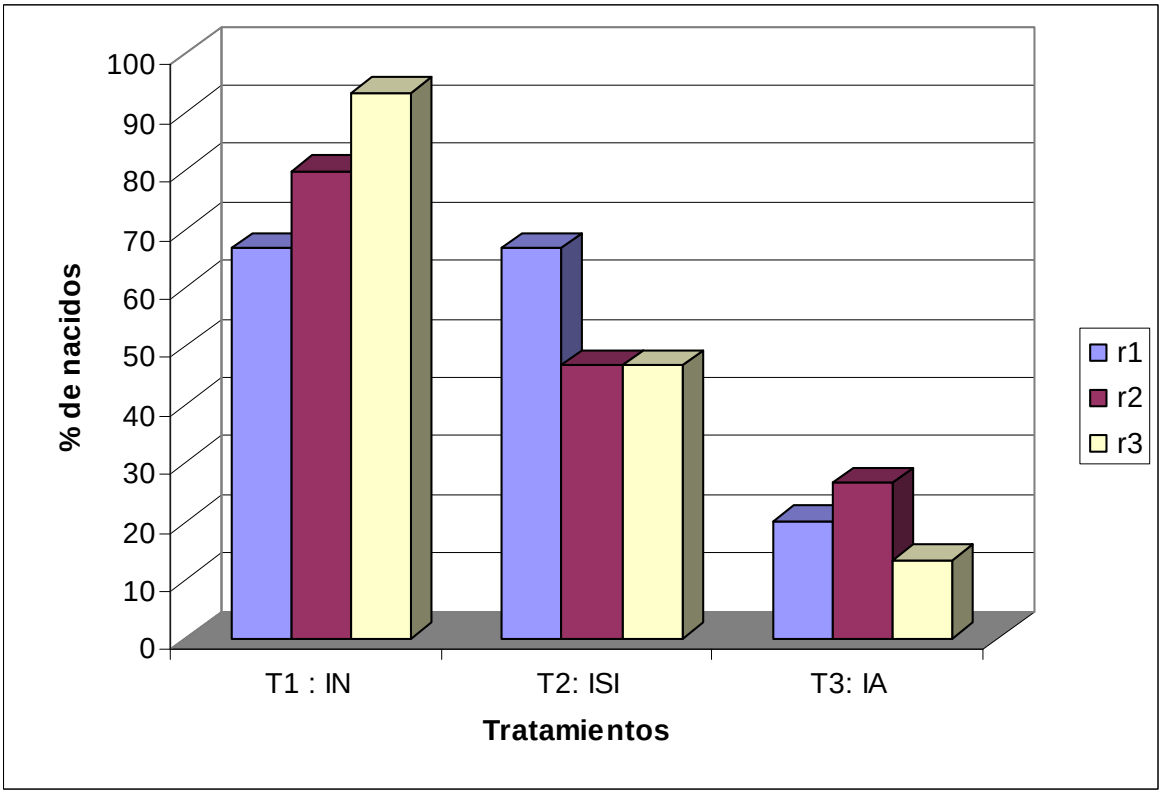


Figura A-13. Porcentaje de viabilidad de los pollos

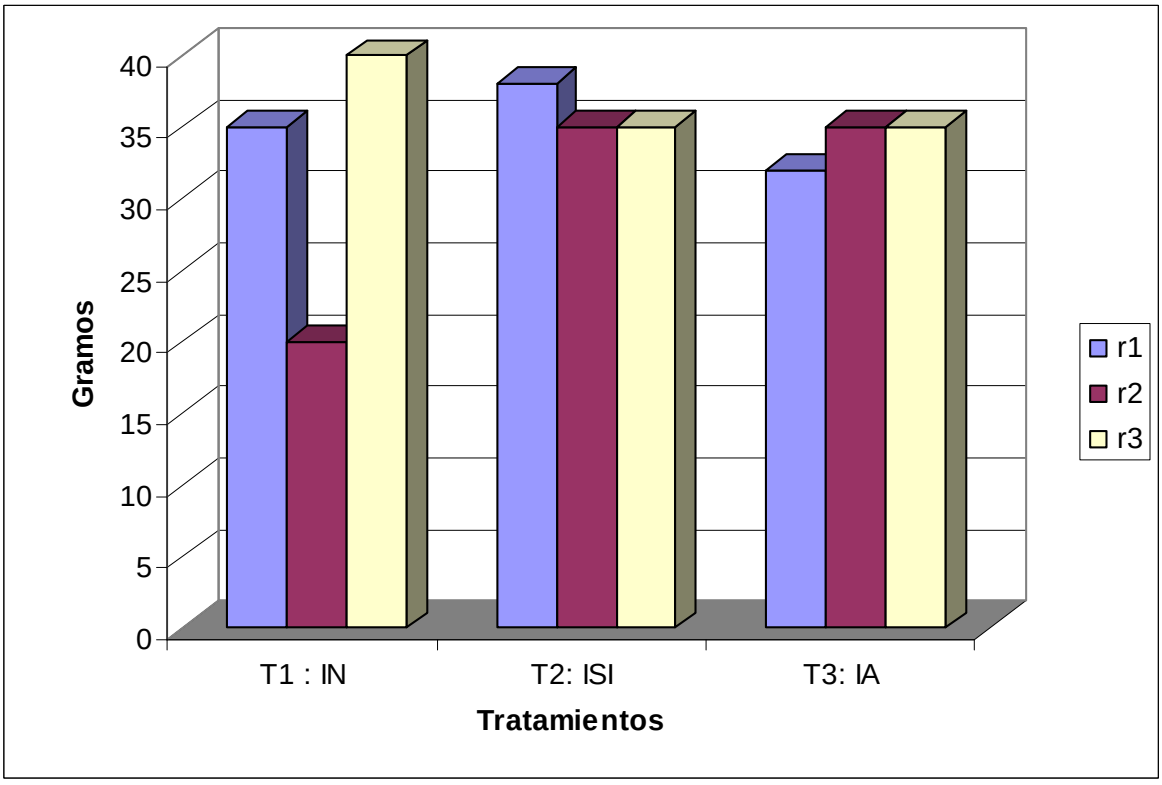


Figura A-14. Peso de los pollos al nacer en gramos

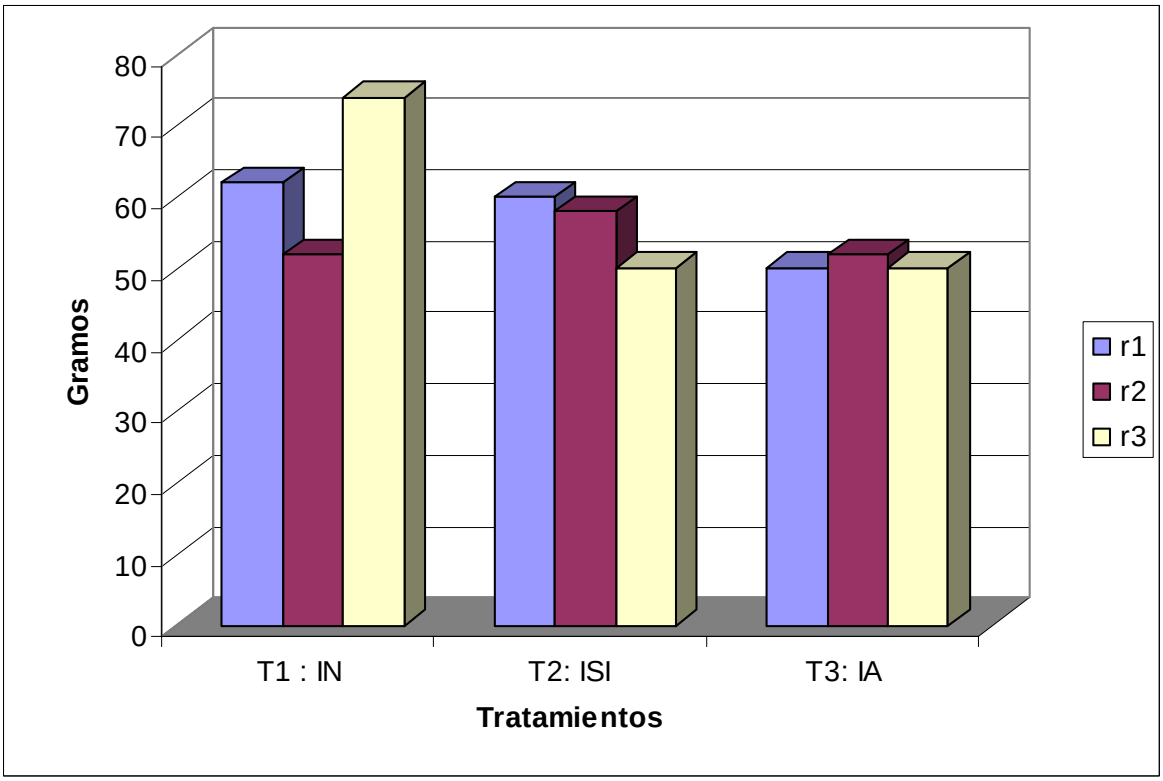


Figura A-15. Peso de los pollos a los 10 días en gramos.

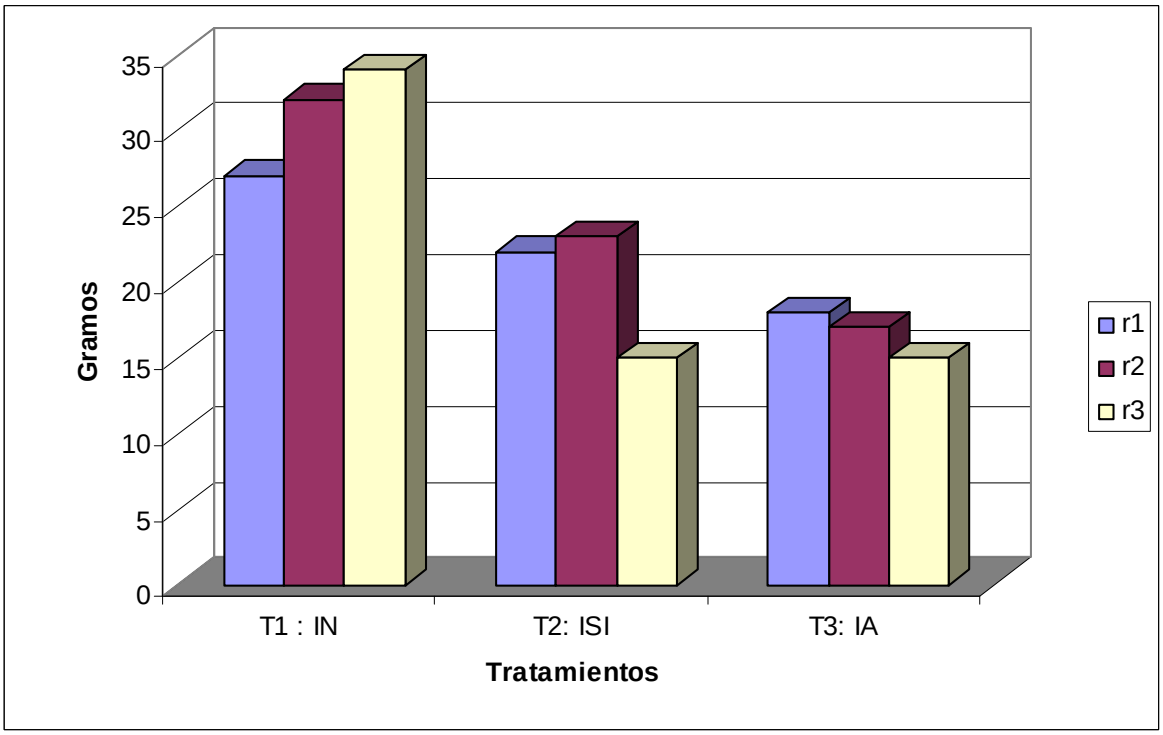


Figura A-16. Ganancia de peso en gramos.

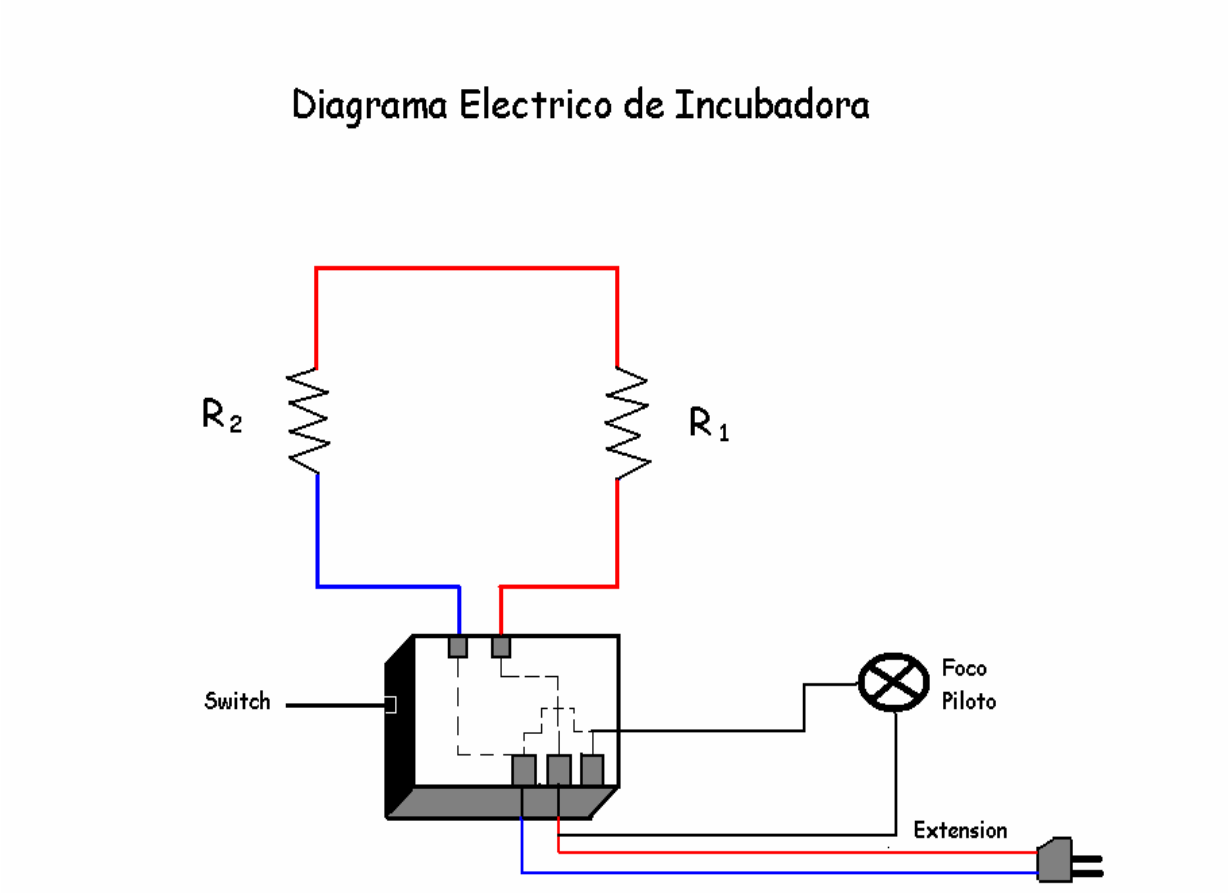


Figura A-17. Diagrama del circuito de la incubadora

Cuadro A1. Análisis de varianza para viabilidad de los huevos.

Fv	gl.	Sc.	Cm.	Fc	Ft
Ti	2	122.00	61.00	22.87	0.0016
Ei	6	16	2.67		
Total	8	138.00			

Cuadro A2. Prueba de tukey para vialidad de huevos.

Tratamiento	Media	N	Tukey agrupamiento
1	12.00	3	A
2	8.00	3	A
3	3.00	3	B

Cuadro A3. Análisis de varianza para peso de pollos al nacer

Fv	gl.	Sc.	Cm.	Fc	Ft
Ti	2	28.22	14.11	0.37	0.7053
Ei	6	228.67	38.11		
Total	8	256.88			

Cuadro A4. Análisis de varianza de peso del pollo a los 10 días

Fv	gl.	Sc.	Cm.	Fc	Ft
Ti	2	216.88	108.44	2.16	0.1966
Ei	6	301.33	50.22		
Total	8	518.22			

Cuadro A5. Análisis de varianza para ganancia de peso.

Fv	gl.	Sc.	Cm.	Fc	Ft
Ti	2	337.55	168.77	14.75	0.0048
Ei	6	68.66	11.44		
Total	8	406.22			

Cuadro A-6. Prueba de Tukey para ganancia de peso.

Tratamiento	Media	N	Tukey agrupamiento
1	31.00	3	a
2	20.00	3	b
3	16.66	3	b

Cuadro A-7. Costos de producción de los 3 tratamientos

GALLINAS

A la compra, las gallinas tienen un valor de $ 3.00, luego de finalizar su ciclo productivo de postura se venden a $ 6.00.

SEMI-INDUSTRIAL

La incubadora semi-industrial modelo 2387 N, marca hova bator, tiene un precio comercial de $120.

ARTESANAL

	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES DE CONSTRUCCION			
Madera de Cedro de 1.25 cm de espesor	1	Sin costo	----------
Zaranda de 40 cm	1	Sin costo	----------
Toma Macho	1	$1.0	$1.0
Resistencia de barras	2	$ 5.0	$ 5.0
Bandeja de Plástico 8 x 10 pulgadas	1	Sin costo	----------
Extensión de 2 metros	1	$ 1.50	$ 1.50
Porta huevo	1	Sin costo	----------
Swicht infinito	1	$ 16	$ 16
Termómetro Metálico de Espiga	1	Sin costo	----------
Perilla de cocina	1	$ 2.50	$ 2.50
TOTAL			$26