



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“INSTALACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA INCUBADORA MODELO PARA LA
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa a la obtención del título de
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTOR
ILDA JANETH QUITUIZACA VILLA**

**RIOBAMBA – ECUADOR
2015**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. MC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. MC. Edwin Darío Zurita Montenegro.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. M.C. Pablo Rigoberto Andino Nájera.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 23 de Octubre del 2015.

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de terminar una de mis metas y sueños, por brindarme las fuerzas necesarias para levantarme cada mañana y enfrentar los retos día a día.

A mis amados padres Eusebio Quituzaca y Florencia Villa por su amor y apoyo incondicional para llegar donde me propusiera. Dejándome lo más valioso para mi "La Educación".

A mis hermanas Carmita, Mónica, Priscila y Viviana que han sido parte de mi motivación en todas las etapas de mi vida, gracias por estar ahí cuando los he necesitado las amo.

A mis suegros Francisco Sagñay y Amalia Lema por el apoyo y ánimos.

Al amor de mi vida, mi esposo Edwin Sagñay por su respaldo y porque me enseñó que siempre hay una luz al final del camino.

Y sobre todo al amor de nuestras vidas, razón de vivir y esperanza de un mañana mejor nuestro precioso hijo Maikel.

AGRADECIMIENTO

Al culminar este trabajo quiero extender mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que me han ayudado y colaborado durante el camino de toda mi carrera, en especial a mi familia por ser el apoyo fundamental en mi vida y por darme su valioso apoyo incondicional durante este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la elaboración de este proyecto.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad Ciencias Pecuarias por haberme abierto sus puertas, y hacer de mí una profesional competente.

Un agradecimiento sincero al Ingeniero Edwin Zurita, Director de Tesis, al Ingeniero Pablo Andino, Asesor, por sus precisas sugerencias, quienes con su dedicación y asesoría hicieron posible la culminación de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Fotografías	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. INCUBACIÓN	3
1. <u>Procedimiento para la incubación artificial de huevos</u>	7
a. Selección de los huevos	7
b. Cuidado y almacenaje del huevo	8
c. Condiciones para la incubación	9
d. ¿Qué debe hacer si la energía eléctrica se apaga durante la incubación?	12
e. Eficacia de la incubación	13
B. CONSTRUCCIÓN UNA INCUBADORA	14
1. <u>La temperatura</u>	16
2. <u>La Humedad y ventilación</u>	17
a. Efectos del inadecuado manejo de la humedad durante la incubación	18
3. <u>El volteo</u>	18
4. <u>Temperatura de incubación</u>	19
a. Relación entre la temperatura del aire de la incubadora y los huevos incubados	20
b. Efectos de la temperatura inadecuada durante la incubación	20
C. CONSTRUYENDO LA INCUBADORA	21
1. <u>El soporte de los huevos</u>	21
2. <u>El calentador</u>	22
3. <u>El termostato</u>	24
4. <u>El termómetro</u>	26
D. EL PROCESO DE INCUBACIÓN	27

E.	PARÁMETROS A CONSIDERARSE PARA EVALUAR UN INCUBADOR DE HUEVOS	29
1.	<u>Selección de huevos fértiles</u>	29
2.	<u>Cuidado y almacenamiento de los huevos</u>	30
3.	<u>Incubadoras</u>	31
4.	<u>Las condiciones de incubación</u>	33
5.	<u>Saneamiento</u>	35
F.	CUIDADOS DE LOS POLLITOS RECIÉN NACIDOS	36
G.	ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS HUEVOS INCUBABLES	37
a.	El Muestreo	38
H.	FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ÉXITO DE LA INCUBACIÓN	40
I.	MANEJO DEL HUEVO FÉRTIL	42
J.	MANEJO DEL HUEVO EN LA INCUBADORA	43
1.	<u>Pre calentamiento</u>	43
2.	<u>La carga de la incubadora</u>	45
3.	<u>Tipos de incubadoras</u>	46
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	47
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	47
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	47
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	48
1.	<u>Materiales</u>	48
2.	<u>Equipos</u>	48
3.	<u>Instalaciones</u>	49
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	49
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	49
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	49
a.	Medidas de localización	50
b.	Medidas de dispersión	50
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	50
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	53
1.	<u>Peso del huevo al inicio de incubar</u>	53

2.	<u>Porcentaje de fertilidad</u>	53
3.	<u>Porcentaje de nacimientos</u>	54
4.	<u>Peso del pollito al nacimiento</u>	54
5.	<u>Vitalidad</u>	54
6.	<u>Temperatura de incubación</u>	54
7.	<u>Análisis económico</u>	55
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	56
A.	DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO	56
1.	<u>Chasis</u>	56
2.	<u>Termostato</u>	57
3.	<u>Fuente de energía calorífica</u>	58
4.	<u>Fuente de humedad</u>	59
5.	<u>Ventilación</u>	59
6.	<u>Control de temperatura por medio de termocupla entre 35-38 grados</u>	60
7.	<u>Repisa de distribución</u>	61
8.	<u>Bandejas</u>	62
9.	<u>Portabandejas</u>	64
10.	<u>Calculo de la eficiencia del equipo</u>	65
B.	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA INCUBADORA INSTALADA EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA”	66
C.	EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE INCUBACIÓN EN EL EQUIPO INSTALADO EN EL PROGRAMA DE AVES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	70
1.	<u>Peso del huevo</u>	70
2.	<u>Porcentaje de fertilidad</u>	74
3.	<u>Porcentaje de nacimientos</u>	76
4.	<u>Peso del pollito al nacimiento</u>	78
5.	<u>Vitalidad</u>	81
6.	<u>Temperatura de incubación</u>	83
D.	MANUAL DE BIOSEGURIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA	84

MAQUINA INCUBADORA PARA LA UNIDAD ACADÉMICA DE
INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN LA
FACULTAD DE CIENCIAS

E. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE INCUBACIÓN	89
F. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN	90
V. <u>CONCLUSIONES</u>	92
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	93
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	94
ANEXOS	

RESUMEN

En la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la FCP, de la ESPOCH, se realizó, la instalación y evaluación de una incubadora modelo, por tratarse de la determinación de parámetros no se utilizó diseño experimental, ya que no existen tratamientos únicamente observaciones individuales. De los resultados del proceso de incubación de los huevos, se determinó un porcentaje de fertilidad del 58%, con lo cual se pudo calcular la eficiencia del equipo que fue del 65,33%; en las pruebas pilotos para calibrar, el equipo se indica resultados satisfactorios. Se realizó un control riguroso en cuanto a la homogeneidad en el peso del huevo determinándose un promedio de 55,20 g, que es ideal sobre todo al considerando como no incubables los huevos de menos de 52 g, y los de peso superior a 75 g. En la presente investigación en el porcentaje de eclosión la respuesta media fue de 16% que se encuentra cercano al 25% que es el ideal para favorecer al nacimiento del polluelo. El parámetro peso del polluelo al nacimiento determinó un promedio de 46 gramos, que es conveniente para que se facilite la sobrevivencia y adaptación del ave a las condiciones de manejo y su índice de mortalidad sea bajo. La evaluación económica determinó que al utilizar el equipo con fines de lucro se logrará recuperar el capital más rápidamente ya que cada incubación de 100 huevos nos proporciona un beneficio de 204,16 dólares americanos, es decir que en 10 meses estaría el equipo ya devengado.

ABSTRACT

In the Academic Unit of Research and Poultry Production of the FCP of ESPOCH, it was made the installation and evaluation of an incubator egg model, because of the determination of parameters the experimental design was not used, since there are no treatments, only individual observations. From the results of the incubation process of eggs, fertility percentage of 58% was determined, thereby it could calculate the efficiency of equipment that was of 65.33%; in the pilot tests to calibrate, the equipment indicates satisfactory results. It was made a Rigorous monitoring in terms of homogeneity in the egg weight being determining an average of 55.20 g, which is great especially considering as no hatching eggs under 52 gr, and greater weight than 75 g. In this research in the percentage of hatching the mean response was 16% which is close to 25% which is the ideal to favor the birth of a chick. The chick birth weight parameter is determined by an average of 46 grams, which is convenient for the survival and adaptation of the bird to management conditions and their death rate is low. The economic evaluation determined that by using the computer for profit will be achieved more quickly recover capital as 100 eggs each incubation provide a benefit of US \$ 204.16, meaning that in 10 months the team would already accrued.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	VALORES DEL DE BULBO SECO PARA CUATRO TEMPERATURAS EN LA INCUBACIÓN.	11
2.	TEMPERATURA Y HUMEDAD DE INCUBADORAS Y NACEDORAS.	18
3.	REQUISITOS DE LA INCUBACIÓN PARA VARIAS ESPECIES DE AVES.	32
4.	EFFECTOS DE UN PRECALENTAMIENTO DIARIO DE 1 HORA DURANTE EL ALMACENAMIENTO SOBRE LA INCUBABILIDAD.	44
5.	INCUBABILIDAD DE LOS HUEVOS PRECALENTADOS A 23°C DURANTE LAS 18 HORAS ANTERIORES A SU CARGA Y DESPUÉS DE UN ALMACENAJE A 11°C.	45
6.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	47
7.	CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS PORTA HUEVOS.	62
8.	CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS.	63
9.	CARACTERÍSTICAS DEL PORTA BANDEJAS.	64
10	PORCENTAJE DE FERTILIDAD DE LA INCUBADORA INSTALADA EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA.	66
11.	ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE INCUBACIÓN EN EL EQUIPO INSTALADO EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.	71
12.	COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.	91

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Tamaño de la cámara de aire del huevo en los días 7,14 y 21 días de incubación.	11
2.	Digitalizador de temperatura.	17
3.	El calentador.	23
4.	El termostato.	25
5.	Tornillo de regulación de la temperatura en la caja.	26
6.	Chasis de la incubadora.	57
7.	Repisa de distribución.	61
8.	Ubicación de las bandejas dentro de la incubadora.	65
9.	Comportamiento del peso de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.	73
10.	Comportamiento del porcentaje de fertilidad de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.	75
11.	Comportamiento del porcentaje de nacimientos de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.	77
12.	Comportamiento del peso de los pollitos al primer día que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.	79
13.	Comportamiento de la vitalidad de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.	82
14.	Equipo de protección para laborar en una planta de incubación.	84

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

N°		Pág.
1.	El termostato.	58
2.	Aspas de ventilador.	60
3.	Control de temperatura.	61
4.	Incubadora con la compuerta abierta.	67
5.	Sensor de temperatura.	68
6.	Botón de encendido y apagado de la incubadora.	68
7.	Motor y ventilador para la Incubadora.	69
8.	Resistencia eléctrica de 1000 watts.	69
9.	Bandeja para depositar los huevos.	70
10.	Incubadora instalada la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.	85
11.	Breakes para el control del sistema eléctrico.	85
12.	Conexiones eléctricas la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.	86

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Estadísticas descriptivas del peso del huevo para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
2. Estadísticas descriptivas del porcentaje de fertilidad para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
3. Estadísticas descriptivas del porcentaje de nacimientos para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
4. Estadísticas descriptivas del peso de los pollitos para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
5. Estadísticas descriptivas de la vitalidad de los pollitos para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

I. INTRODUCCIÓN

La incubación artificial de los huevos de aves, es una práctica muy antigua. Aristóteles escribía, que los egipcios incubaban huevos espontáneamente en pilas de estiércol, la aplicación de los principios de incubación era un secreto celosamente guardado, que pasaba de una generación a otra. La temperatura adecuada se juzgaba al colocar un huevo incubado en la órbita del ojo de una persona para hacer una determinación precisa. Los cambios de temperatura se efectuaban en la incubadora al mover los huevos, al añadir más de éstos para usar el calor del desarrollo embrionario de los huevos más viejos y mediante la regulación del flujo de aire fresco a través del área de nacimientos.

En la explotación avícola es de importancia la utilización de la incubación artificial, pues no es posible depender de un par de gallinas cluecas para obtener los productos en el momento y en cantidad que uno desea. Con la incubadora, el avicultor se independiza, ya que puede obtener pollos cuando desee. En este caso el empleo de una incubadora artificial logra grandes ganancias para las explotaciones avícolas ya que el productor es independiente del tiempo en que las gallinas quieran incubar, ya que este proceso aumenta la rapidez en la producción, esto hace que se tenga un rédito económico mayor, al tener esta maquinaria en la facultad de industrias pecuarias los estudiantes podrán aprender técnicas de incubación eléctrica dentro de su campo de estudio, con lo cual se obtendrán ingenieros con capacidades de conocer nuevas tecnologías sin necesidad de movilizarse a empresas avícolas.

La incubación artificial no es un método o práctica ideado en nuestros tiempos como consecuencia lógica del moderno progreso habido en todas las ramas del saber, las incubadoras son equipos modernos de laboratorio que se utilizan para mantener el desarrollo microbiológico progresivo de cultivos, regulando factores de crecimiento viables como por ejemplo la temperatura, la humedad y la ventilación. Las incubadoras vienen en distintos tamaños (por ejemplo, tan pequeñas como una computadora portátil o tan grandes como una habitación pequeña) para ajustarse a los distintos requerimientos. Algunas con calidad

superior incluyen la capacidad de controlar temperaturas extremadamente bajas (incubadoras microbiológicas), humedad y niveles de dióxido de carbono (incubadoras para cultivos celulares). Una incubadora microbiológica se concentra principalmente en el crecimiento y almacenamiento de cultivos bacterianos y control de las temperaturas de entre 5 a 7 grados centígrados. Al estudiar la crianza y el sistema de incubación de pollitos en el trabajo de campo se detectaron deficiencias en los sistemas de regulación y control de los aparatos comerciales, basadas en el cuidado que el avicultor debe tener al manejarlos y en las condiciones climáticas de la zona en que se empleen. Con un análisis adicional del rendimiento que ofrecen sus capacidades de incubación ante las condiciones reales que se presentan en criaderos con baja población de reproductores y los costos de adquisición del equipo cuya manufactura es nacional se detectaron como problemas adicionales el requerir mayor cantidad de aparatos incubadores para aprovechar el rendimiento de un aparato para nacimiento con lo cual el equipo para incubación demandado por la producción en un periodo de postura regular se encarece.

La evaluación de una incubadora modelo está basado en resolver problemas y una ayuda para los estudiantes y pequeños productores, ya que mediante este equipo se puede realizar prácticas es por ello que se vio la necesidad de implementar una incubadora modelo en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Instalar una Incubadora en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Evaluar el comportamiento productivo y reproductivo en la incubación de huevos fértiles de gallinas.
- Determinar los costos de producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. INCUBACIÓN

López, M. (2004), reporta que la incubación artificial, es la incubación de huevos mediante máquinas incubadoras que brindan un medio ambiente adecuado y controlado para que se desarrollen las crías de aves y reptiles. A nivel comercial esta ampliamente difundido el uso de incubación artificial para criar gallinas, patos y codornices. En el caso de las gallinas el período promedio de incubación de los polluelos es de 21 días pero ello depende de la temperatura y humedad en la incubadora. La regulación de la temperatura es el factor crítico para una incubación exitosa. Apartamientos en más de 1°C de la temperatura óptima de 37.5 °C hace que disminuya la tasa de producción de polluelos. La humedad también es importante ya que la velocidad con la cual los huevos pierden agua por evaporación depende de cuál es la humedad relativa del ambiente. La magnitud de la evaporación se puede determinar mirando el huevo a trasluz con una vela, para observar el tamaño del saco de aire, o pesando el huevo para observar las variaciones de su peso.

Zeballos, M. (2009), indica que la humedad relativa debe incrementarse a valores cercanos al 70% durante los tres últimos días de la incubación de manera de que la membrana que rodea al polluelo que se está incubando permanezca húmeda luego de que el polluelo quiebra el cascarón. Durante los primeros 18 días se recomiendan valores inferiores de humedad para asegurar una tasa de evaporación adecuada. La posición de los huevos en la incubadora también puede influir sobre el éxito de la incubación artificial. Los mejores resultados son cuando los huevos se colocan con su extremo más aguzado apuntando hacia abajo y se los voltean diariamente con regularidad (por lo menos tres veces por día) hasta uno a tres días antes de que hagan eclosión. Si no se voltean los huevos, el embrión en su interior puede adherirse al cascarón y puede desarrollar defectos físicos.

Virgil, M. (2007), menciona que es necesario que durante la incubación la ventilación sea buena de manera de proveer oxígeno al embrión. Los huevos más viejos requieren de mayores niveles de ventilación. Numerosas incubadoras comerciales son anaqueles de dimensiones industriales con capacidad para miles de huevos, poseen un sistema de rotación de huevos completamente automatizados. Las incubadoras caseras son cajas con capacidad que varía entre 6 a 75 huevos; por lo general son alimentadas eléctricamente, pero antiguamente eran calefaccionadas con una lámpara de aceite o parafina. El proceso tiene las características básicas siguientes:

- El calor desde la gallina a los huevos se transfiere principalmente por contacto entre ella y los huevos, el calentamiento por radiación es despreciable.
- La afluencia de calor al huevo se produce entre él y la gallina, a lo sumo con una pequeña diferencia de temperatura hasta alcanzar el equilibrio.
- La transpiración de la piel de la gallina mantiene los huevos en un ambiente húmedo.
- La gallina con bastante frecuencia mueve los huevos de lugar.
- La gallina abandona el proceso de incubación, cada vez menos tiempo a medida que avanza el proceso.
- El tiempo de incubación hasta el nacimiento de los polluelos comienza a los 20 días y hay un plazo de aproximadamente 36 horas entre los primeros que nacen y los últimos.
- La gallina mantiene los polluelos ya nacidos unas 24 horas en incubación antes de salir del nido.
- Para lograr éxito en nuestra incubadora, debemos tratar de reproducir lo mejor posible este proceso natural; por eso, en el proyecto presentado se ha tratado de seguir lo mejor posible estos elementos.

En <http://www.bar.portalnet.cl>.(2014), se manifiesta que la Incubadora es, según definición de la Real Academia Española de la lengua, “Un aparato local que sirve para la incubación artificial”. Incubar, según el diccionario de esta misma Real Academia, dicho de un ave es “Calentar los huevos, generalmente con su cuerpo, para sacar pollos” y esto es, básicamente, lo que se pretende con una incubación, calentar artificialmente los huevos de un ave para lograr el nacimiento del pollito. Pero la reproducción artificial de los huevos de las aves, por medio de aparatos de incubación artificial va más allá de intentar, simplemente, calentar los huevos, pretende emular todas las condiciones que un ave pone a disposición de los huevos para conseguir su eclosión, es decir, intenta imitar los parámetros de temperatura, humedad, ventilación y movimiento utilizados por un ave para la reproducción de las aves.

Para http://www.unicrom.com/Tut_bobina_nucleo.(2014), el funcionamiento de una incubadora artificial es sencillo, pero requiere del avicultor una serie de actuaciones, más o menos numerosas, repetitivas y precisas, dependiendo del tipo de incubadora que se posea, para conseguir los niveles indispensables para la consecución exitosa de la incubación, se trata simplemente de regular y controlar que los parámetros antes citados estén dentro de los que se consideran óptimos. Los niveles en los que se ha de mover el avicultor, para conseguir que una incubación llegue a buen puerto, en relación con temperatura, humedad, ventilación y movimiento son se basa en que, la temperatura, ha de ser constante y situarse entre los 37,5 - 37,8°C; siendo los grados óptimos los 37,7°C; la fuente de calor fue, por lo general, una resistencia con regulación de temperatura. La forma de proceder para conseguir los grados necesarios fue la siguiente:

- Primeramente se precalentará la incubadora hasta la temperatura óptima, una vez conseguida se introducirán los huevos y se controlará nuevamente la temperatura durante un breve periodo de tiempo, comprobando que la misma se mantiene en los 37,7°C, a partir de aquí el control de la misma fue más o menos trabajoso dependiendo del tipo de incubadora que usemos.

- En las incubadoras manuales deberemos colocar un termómetro en el interior del aparato e ir modificando la temperatura regulando la resistencia para que produzca más o menos calor, tarea esta que se hace tediosa y a veces resulta un poco complicada. En la incubadoras automáticas esta función se deja en manos de un termostato, pero el avicultor ha de tener la prudencia de observar que el mismo funciona bien y mantiene la temperatura dentro de los grados antes indicados.
- Es recomendable dejar el control de la temperatura a un termostato, ya que la manipulación manual como se ha indicado puede resultar un poco difícil y este parámetro es indispensable para la incubación. La humedad, ha de estar en torno al 60%, siendo necesario incrementarla hasta el 70% los últimos tres días de incubación y bajarla una vez eclosionados los pollitos.
- Si no poseemos una incubadora dotada de un mecanismo automático que proporcione y mantenga la humedad, fue necesario conseguir la misma por medio de bandejas de agua que introduciremos dentro de la incubadora. El grado de humedad se ha de controlar a través de un higrómetro, añadiendo o quitando agua de la bandeja según sea necesario. La ventilación es muy importante para la viabilidad de la incubación, la mejor es la denominada “forzada” que se consigue por medio de ventiladores, logrando que el aire esté durante todo el periodo incubatorio en movimiento. En las incubadoras totalmente manuales se logra a través de aberturas en el aparato.
- El volteo, es obligatorio. Hay que voltear los huevos al menos dos veces al día, siendo recomendable realizar esta tarea cuatro veces al día. Según sea nuestra incubadora esta labor fue más o menos tediosa, si poseemos una maquina con volteo automático nos podemos olvidar de esta tarea, si no tendremos que estar pendiente de por lo menos dos veces al día realizar el volteo.
- Si es recomendable, que por lo menos, el volteo de nuestro aparato sea semiautomático para no necesitar así abrir la incubadora para realizar esta tarea y evitar así la consiguiente pérdida de calor y humedad que puede adulterar la incubación.

1. Procedimiento para la incubación artificial de huevos

Brake, J. (2009), menciona que los avicultores principiantes están generalmente interesados en la incubación artificial de sus propios polluelos. El éxito de este proyecto dependerá del cuidado apropiado y de la fertilidad de los huevos producidos, para poder obtener polluelos vigorosos. Los puntos descritos en esta publicación ayudarán a mejorar el éxito del avicultor.

a. Selección de los huevos

Lembcke, C.(2001), informa que la mayoría de los productores eligen tantos huevos como sus criadoras producen, si el espacio de la incubadora es un factor limitante, es más provechoso seleccionar los huevos de mejor calidad para incubar. Algunas medidas a seguir para seleccionar los huevos para incubar:

- Evite los huevos excesivamente grandes o muy pequeños. Los huevos grandes se incuban mal y los huevos pequeños producen polluelos pequeños.
- Evite los huevos con las cáscaras agrietadas o delgadas. Estos huevos tendrán problemas con la de retención de humedad y dificultan el desarrollo apropiado del polluelo. La penetración de bacterias patógenas aumenta en los huevos agrietados.
- No incube huevos excesivamente deformes. Guarde solamente los huevos limpios para incubar.
- No lave los huevos sucios ni limpie los huevos limpios con un paño húmedo. Esto quita la capa protectora del huevo y lo expone a la entrada de las bacterias.
- El lavado y la acción del frotamiento también provocan la entrada de micro organismos y de enfermedades a través de los poros de la cáscara.

b. Cuidado y almacenaje del huevo

Según [http://www.wapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc.\(2014\)](http://www.wapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc.(2014)), muchas veces un productor atiende cuidadosamente al proceso de la incubación pero desatiende el cuidado de los huevos antes de que se coloquen en la incubadora. Incluso antes de que la incubación comience el embrión está desarrollándose y necesita cuidado apropiado. Los huevos que se incuban sufren de eclosión reducida si no se cuidan correctamente. Abajo se enumeran los cuidados que ayudaran a mantener la calidad del huevo para incubar.

- Recoja los huevos por lo menos tres veces al día. Cuando las temperaturas son altas y excedan los 85 grados Farengey.
- Recoja los huevos 5 veces al día. Recogiendo los huevos dos o tres veces por la mañana y una o dos veces por la tarde.
- Los huevos levemente manchados se pueden utilizar para incubar sin causar problemas en la incubación, pero los huevos sucios no deben ser incubados. No lave los huevos sucios.
- Almacene los huevos en un almacén fresco y húmedo. Las condiciones de almacenaje ideales incluyen una temperatura de 55 grados Farengey y una humedad relativa del 75%.
- Almacene los huevos con el extremo pequeño hacia abajo.
- Cambie la posición de los huevos si no incuba periódicamente en el lapso de 4-6 días. Dé vuelta a los huevos a una nueva posición una vez diariamente hasta la colocación de ellos en la incubadora.
- La fertilidad del huevo, se mantiene razonablemente bien hasta el séptimo día, pero luego declinara rápidamente. Por lo tanto, no almacene los huevos más de 7 días antes de incubar.

- Después de 3 semanas de almacenaje, la fertilidad cae a casi cero. Planee y tenga un horario regular al incubar para evitar problemas de almacenaje y bajas en la fertilidad.
- Permita que los huevos frescos se calienten lentamente a la temperatura ambiente antes de colocarlos en la incubadora. La precipitación al calentarlos de 55 grados a 100 grados Farengey causará la condensación de la humedad en la cáscara de huevo que conducirá a enfermedades y a una baja natalidad.

c. Condiciones para la incubación

Lembcke C. (2001), informa que la aplicación de los principios de incubación era un secreto celosamente guardado, que pasaba de una generación a otra. La temperatura adecuada se juzgaba al colocar un huevo incubado en la órbita del ojo de una persona para hacer una determinación precisa. Los cambios de temperatura se efectuaban en la incubadora al mover los huevos, al añadir más de éstos para usar el calor del desarrollo embrionario de los huevos más viejos y mediante la regulación del flujo de aire fresco a través del área de nacimientos. Los resultados pobres en nacimientos, se producen comúnmente por un control incorrecto de la temperatura y/o de la humedad. El control incorrecto significa que la temperatura o la humedad fueron demasiado altas o demasiado bajas por un lapso suficiente de tiempo que interfirió con el crecimiento y el desarrollo normales del embrión. Los resultados pobres también ocurren por una ventilación incorrecta, no mover los huevos y la limpieza de las máquinas o de los huevos. Obtenga la mejor natalidad manteniendo la temperatura a 100 grados de Farengey a través del período completo de la incubación, al utilizar una incubadora de aire forzado.

Sánchez, C. (2003), manifiesta que las fluctuaciones de menor importancia (menos que grado del $\frac{1}{2}$) sobre o debajo de 100 grados se toleran, pero nunca se debe dejar que las temperaturas varíen más de 1 grado Farengey. Los períodos prolongados de altas o bajas temperaturas alterarán el éxito de la incubación. Las altas temperaturas son especialmente serias. Una incubadora de aire forzado que

sea demasiado caliente tiende a producir nacimientos tempranos. Una que funcione constantemente a temperatura más baja tiende a producir nacimientos tardíos. En ambos casos el número de polluelos nacidos fue bajo. Se deberá mantener la incubadora de ventilación natural en 102 grados de Farengey. Para compensar el calor que escapa de ella. Obtenga la lectura apropiada de la temperatura elevando el bulbo del termómetro a la misma altura que la bandeja de los huevos cuando los huevos se ponen horizontalmente. Si los huevos se colocan en una posición vertical, eleve el bulbo del termómetro a un punto sobre $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ - pulgada debajo de la bandeja de huevos. La temperatura se mide en el nivel donde los embriones que se están desarrollando (en la tapa del huevo). No permita que el bulbo del termómetro toque los huevos o la incubadora, pues dará una lectura incorrecta. Compruebe que el termómetro sea exacto, pues un error de un grado en 21 días puede interferir seriamente con el crecimiento embrionario. Compruebe la exactitud del termómetro de la incubadora colocando el bulbo al lado del bulbo de un termómetro clínico (del tipo utilizado para medir la temperatura del cuerpo) o uno bueno de laboratorio. Sostenga ambos debajo de agua tibia de un recipiente y compare sus lecturas. Compense para cualquier variación del termómetro de la incubadora aumentando o disminuyendo la cantidad de variación en décimas de grado. Un termómetro con una fractura o una columna abierta del mercurio no darán una lectura exacta, deséchelo.

Bundy, C. (2009), informa que la humedad se controla cuidadosamente para prevenir la pérdida innecesaria de humedad del huevo. La humedad relativa en la incubadora se debe de controlar tres días antes de comenzar a incubar debiendo permanecer en 58-60% o 84-86 el grado Farengey bulbo seco. Al incubar, la humedad se aumenta hasta la humedad relativa de 65% o más. Un método excelente para determinar humedad correcta es el observar a trasluz los huevos en las distintas etapas de la incubación. El tamaño normal de la celda de aire después de 7, 14, y 18 días de incubación para un huevo de pollo se muestra en la gráfica de abajo. Los ajustes necesarios de la humedad se pueden hacer como resultado de la inspección al mirar el huevo al trasluz. El peso del huevo debe disminuir cerca del 12% durante la incubación si se esperan un buen índice de nacimientos. En el gráfico 1, se ilustra el tamaño de la cámara de aire del huevo en los días 7,14 y 21 días de incubación.

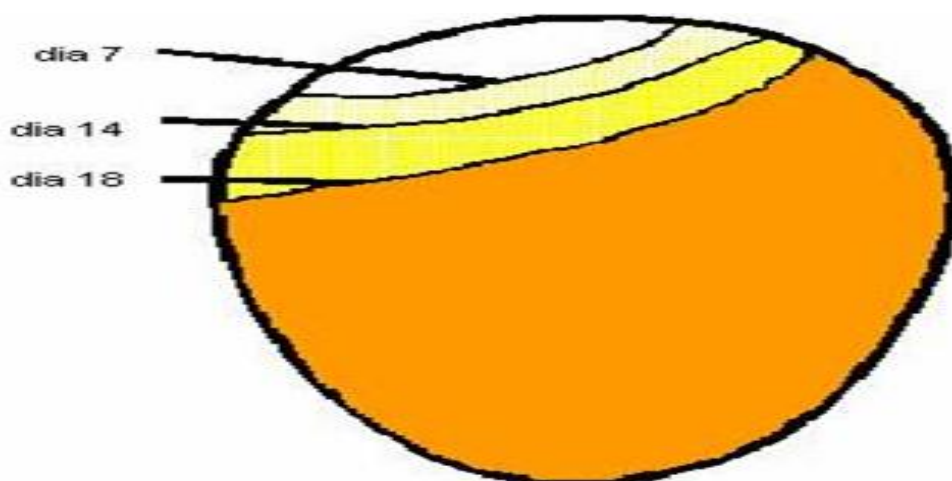


Gráfico 1. Tamaño de la cámara de aire del huevo en los días 7,14 y 21 días de incubación.

Sánchez, C. (2003), manifiesta que existe con mucha frecuencia, confusión en cuanto a cómo se expresa la medida de la humedad. La mayoría de las personas en la industria de la incubación refieren al nivel de la humedad en términos de los grados Farengey (bulbo seco), más bien que a la humedad relativa por ciento. Los dos términos son convertibles y la humedad real dependerá de la temperatura (°F) según lo medido con un termómetro de bulbo seco. La conversión de las dos medidas de la humedad se puede efectuar utilizando los resultados del cuadro 1.

Cuadro 1. VALORES DEL DE BULBO SECO PARA CUATRO TEMPERATURAS EN LA INCUBACIÓN.

Humedad Relativa	de 99 o	100 o	101 o	102 o
45	80,5	81,3	82,2	83,0
50	82,5	83,3	84,2	85,0
55	84,5	85,3	86,2	87,0
60	86,5	87,3	88,2	89,0
65	88,0	89,0	90,0	91,0
70	89,7	90,7	91,7	92,7

Fuente: <http://www.elsitioavicola.com>.(2014).

Bundy, C. (2001), informa que la humedad raramente está demasiado alta en las incubadoras correctamente ventiladas de ventilación natural. El área de la bandeja de agua debe tener el equivalente a la mitad del área superficial o más del piso de la incubadora. La ventilación creciente durante los últimos días de incubación y la eclosión puede hacer necesario la adición de otra bandeja de agua o una esponja mojada. La humedad se mantiene aumentando el área superficial expuesta del agua.

Para <http://www.elsitioavicola.com>.(2014), la ventilación es muy importante durante el proceso de la incubación. Mientras que el embrión se está desarrollando, el oxígeno entra en el huevo a través de la cáscara y el bióxido de carbono se escapa de manera igual. Mientras que los polluelos nacen, requieren de una fuente creciente de oxígeno fresco. Mientras que los embriones crecen, las aberturas de la salida de aire se abren gradualmente para satisfacer la demanda embrionaria creciente de oxígeno. Se debe de tener cuidado para mantener la humedad durante el período del nacimiento. Los agujeros de ventilación no deben de tener obstrucciones, para poder llevar aire puro sobre y debajo de los huevos, esencial para el intercambio apropiado de oxígeno por bióxido de carbono.

d. ¿Qué debe hacer si la energía eléctrica se apaga durante la incubación?

Ponce, D. (2001), reporta que una respuesta apropiada depende de varios factores, algunos de los cuales incluyen la temperatura del cuarto en el cual se encuentra la incubadora, el número de huevos en la máquina, y de si los huevos están en la etapa temprana o última de la incubación. Las dos consideraciones más importantes de esta situación son; la subsistencia de los huevos al recalentamiento y, estar seguro de tener una fuente adecuada de oxígeno. Cuanta más cantidad de huevos se incuban, mayor es la posibilidad de recalentamiento y sofocación de los embriones. Si el cuarto en el cual la incubadora está situada es caliente y sin mucha ventilación, tendrá que reaccionar más rápidamente para accionar por interrupciones de la energía eléctrica que si la temperatura del cuarto es de 75 grados Farengey y está bien ventilado. La

protección más eficaz en contra del recalentamiento y la sofocación es abrir la puerta de la incubadora o de la criadora. Si la puerta deberá estar abierta poco o completamente y el lapso de tiempo que se deje abierta dependerá de los factores mencionados anteriormente. Se debe dar vuelta a los huevos por lo menos 4-6 veces al día durante el período de la incubación.

Para <http://www.elsitioavicola.com>.(20014), no se deberá dar vuelta a los huevos durante los tres días anteriores al nacimiento. Pues los embriones se estarán moviendo para buscar la posición del nacimiento y no necesitan que se les de vuelta. Mantenga la incubadora cerrada durante el nacimiento para mantener temperatura y humedad apropiadas. Las salidas de aire deben estar casi completamente abiertas durante las últimas etapas del nacimiento. Los huevos se colocan inicialmente en la incubadora con el extremo grande para arriba u horizontalmente con el extremo grande elevado levemente. Esto permite al embrión seguir orientado en una posición apropiada para el nacimiento. Nunca coloque los huevos con el extremo pequeño para arriba.

Jijon L. (2005), reporta que en una incubadora de ventilación natural, donde se da vuelta a mano a los huevos, puede ser provechoso poner una "X" en un lado de cada huevo y un "O" en el otro lado, utilizando un lápiz. Esto sirve como ayuda para determinar si a todos los huevos se les dio vuelta. Al darles vuelta, este seguro de tener las manos bien limpias. Los huevos manchados con aceite tendrán posibilidades reducidas de eclosionar. Tome precauciones adicionales al dar vuelta a los huevos durante la primera semana de incubación. Los embriones que se desarrollan tienen vasos sanguíneos delicados que se rompen fácilmente cuando son sacudidos bruscamente o golpeados, matándose así al embrión.

e. Eficacia de la incubación

Ponce, D. (2001), indica que nunca puede pretenderse que el 100% de los huevos puestos a incubar generen polluelos sanos, en todos los casos hay pérdidas, y estas pérdidas pueden deberse a:

- Uso de huevos sin fertilizar.
- Defectos naturales en los polluelos que nacen.
- Polluelos que no pueden romper bien el cascarón.
- Muerte prematura dentro del huevo.
- Deformaciones de la anatomía del polluelo por posiciones inadecuadas una vez nacido.
- Uso de huevos rotos o agrietados.
- Extracción prematura de polluelos de la incubadora.
- Otros.

En <http://www.bricopage.com/inductancias.html>(2014), dice que para reducir las pérdidas, además de seguir lo más fielmente posible el proceso natural de nacimiento del polluelo hay que tener en cuentas ciertas cuestiones adicionales a la hora de escoger los huevos que fueron incubados, las más importantes son:

- Escoger huevos de gallineros con suficientes machos para lograr que los huevos estén fertilizados.
- Usar huevos con la forma y el tamaño apropiados. Los huevos muy grandes, muy chicos, muy redondeados o muy alargados deben desecharse.
- Usar huevos con menos de dos semanas de edad.
- Conservar los huevos a incubar en un ambiente natural, fresco y seco.
- Observar bien los huevos antes de ponerlos en la incubadora para evitar usarlos agrietados o rotos.

B. CONSTRUCCIÓN UNA INCUBADORA

Etches, R. (2006), reporta que las incubadoras para pollos son una solución sencilla y barata si se tiene huevos fértiles que se deseen incubar. Una incubadora es muy útil para hacer que los huevos fértiles o embriones de pollos puedan desarrollar y llegar a eclosionar un lindo pollito. Aquí se muestra cómo construir una incubadora casera que funcione perfectamente, teniendo un buen termostato para mantener la temperatura constante con un mínimo de variación y

buena humedad interna. Utilizaremos una caja de madera con las siguientes medidas externas:

- Lo ideal es madera contrachapada 15 mm de espesor.
- Comenzar con la cuadrícula desplazable para los huevos.
- Definimos la cantidad de huevos que vamos a demandar.
- 84 huevos de gallina = 21 días de incubación
- Perímetro = huevo 13,6 cm, perímetro medio = 6,8 cm. adoptar 6.5 cm.
- La distancia desde el desplazamiento es exactamente la mitad del perímetro de la puesta de huevos de pollo.
- Calcular el tamaño de la cuadrícula desplazable de huevos de pollo.
- Harás una red para el desplazamiento de los huevos. Utilizando un cable de 3 mm galvanizado alambre de arrastre de hilo. También puede utilizar otro proceso. Puedes comprar un pedazo de malla galvanizada soldada con este espaciado o aproximados en cualquier material de construcción tienda.
- Fije el tamaño de la bandeja del huevo.
Bandeja interna mide 62 cm X 43 cm
Bandeja externa mide 65 X 46 cm
- Cortar diez maderas con:
Dos de 43 X 3 X 1,5 cm para ejecutar la bandeja
Dos de 43 X 3 X 1,5 cm más
Dos de 65 X 3 X 1,5 cm para hacer la bandeja
Dos de 62 X 1 X 1 cm para cajón interior
Dos de 41 X 1 X 1 cm para cajón interior

Lembcke, C.(2001), informa que poner en un marco de pantalla y resistente para soportar el peso de los huevos, puede hacerse de alambre o de nylon con salida de la plaza de 0,5 cm; regalo como ves ajuste. Instala la bandeja sobre la rejilla de desplazamiento dentro de la caja de madera. Fijar el soporte de bandeja de madera debe ser con cuatro tornillos, arandelas y tuercas en cada lado, pero puede usar clavos adecuados. Continuando el proyecto: tenga en cuenta las posiciones de la lámpara, el sensor de los orificios de ventilación, barra de soporte de la bandeja. Las lámparas se unen a ambos lados, puede utilizar la boquilla

baquelita o platos. Utilizar lámparas 260 W. Intenta poner el termómetro en el mismo nivel que el sensor pero en el lado opuesto. Teniendo cuidado de no romper. Observar que la temperatura se estabilice a 37,5°C. Hacer 12 agujeros de ventilación de 1 cm de diámetro en la base; cuatro cerca de al lado, cuatro junto a otro lado y cuatro en el medio de la base. Ten en cuenta que contenedores de agua no deben obstruir los orificios de ventilación. Agujerear una pantalla fina para impedir la entrada de insectos si es necesario. Hacer un agujero más grande en el techo de la caja con 3 cm de diámetro. Este es el agujero de ventilación superior, cubierta móvil debe hacerse por este agujero porque abrirá gradualmente. La colocación de vidrio, tales como exhibición, es a discreción del agricultor, mientras consideran la valla usando masa de sellador. El termómetro debe fijarse en el centro del visor para leer cuando sea necesario. Vamos a describir paso a paso los materiales necesarios para crear una incubadora casera, teniendo en cuenta los factores que se han de controlar para lograr una incubación exitosa de huevos de gallina.

1. La temperatura

Para <http://www.incubadorasynacedoras.com>.(2014), la temperatura ha de ser constante y deberá estar en el rango de 37,5-37,8°C. Construiremos, en primer lugar, una caja de cualquier material que retenga el calor, recomiendo el uso de madera por ser más fácil de trabajar. Una vez realizado el compartimiento estanco nos hace falta proporcionar el calor necesario para que los huevos alcancen la eclosión. Ello se puede lograr por medio de bombillas o resistencias. Tenemos ya una caja estanca y una fuente de calor, pero precisamos que ese calor sea constante para lograrlo dispondremos de un termómetro introducido dentro de la incubadora y procederemos a bajar o subir la temperatura según marque el termómetro, hasta lograr situar la temperatura en el grado de calor óptimo. Las fluctuaciones menores de temperatura (menos de ½ grado) por encima o por debajo de 100 grados F (37.7 C) son toleradas, pero no deje que las temperaturas varíen más de un grado. Los periodos prolongados de temperaturas altas o bajas alterarán el éxito de la eclosión. Las temperaturas altas son especialmente peligrosas. Una incubadora de aire forzado que está demasiado

caliente tiende a producir eclosión temprana. Una que se mantiene constantemente fría tiende a producir eclosiones tardías. En ambos casos se reducirá el número de pollitos que eclosionan, en el gráfico 2, se ilustra un digitalizador de temperatura.



Gráfico 2. Digitalizador de temperatura.

2. La Humedad y ventilación

Etches, R. (2006), reporta que informa que la humedad de las incubadoras y nacedoras se mide con el termómetro de bola húmeda o directamente con el higrómetro, según sea el modelo de la máquina. Se recomienda revisar que no haya separaciones en la columna de mercurio y se conserven limpias las mechas de los termómetros de bola húmeda, pues tanto el polvo que tiende a acumularse en estas mechas como los depósitos minerales, actúan como aislantes y dan lugar a lecturas falsas del nivel de la humedad.

Cuadro 2. TEMPERATURA Y HUMEDAD DE INCUBADORAS Y NACEDORAS.

	Temperatura (°C)	(termómetro graduado en °C de bulbo húmedo)	Porcentaje
Incubadora	37.7	28 para huevo blanco	De 50 a 55
		29 para huevo café	De 55 a 60
Nacedora	37.2	34 para huevo blanco	De 75 a 80
		35 para huevo café	De 80 a 85

Fuente: Zapata, C. (2001).

a. Efectos del inadecuado manejo de la humedad durante la incubación

Vignon, C. (2007), afirma que el exceso de humedad ocasiona anemia en el embrión de 6 a 11 días, observándose hipertrofia del corazón y color verdoso en el saco y membrana vitelinos; la cámara de aire se observa reducida y existe una reducción en el porcentaje de eclosión. La falta de humedad ocasiona un mayor porcentaje de pollitos que pican el cascarón y no eclosionan, pues se secan dentro de él. Algunos nacen pequeños y duros (deshidratados), otros nacen con plumón corto. La cámara de aire aumenta y se presentan hemorragias del blastodermo; además, se presentan embriones hemorrágicos, hipertróficos y con degeneración de hígado y riñones y la presencia de ácido úrico en el líquido alantoideo.

3. El volteo

Bundy, C. (2001), dice que los huevos se han de voltear dos o tres veces al día. Esta tarea la podemos realizar de forma manual, de forma semiautomática o automática, en este artículo expondremos las dos primeras. Para poder voltear los huevos, debemos de dotar a nuestra incubadora con una rejilla porta huevos, la separación de sus varillas debe ser de entre uno y dos centímetros, servirá

para apoyar los huevos y debe de quedar fija al cuerpo de la incubadora y elevada del suelo, para poner debajo el recipiente del agua. Para realizar el volteo de los huevos se procederá de la siguiente manera, se marcara un lado de la cáscara del huevo con una X y la parte contraria con un O, ponemos los huevos con la X hacia arriba, por la tarde/noche, giramos los huevos poniéndolos todos con el O hacía arriba y a la mañana siguiente el mismo procedimiento, da tal forma que la X nos vuelva a quedar a la vista.

Aguilar, M (2005), informa que cierto movimiento se puede conseguir de forma semiautomática. Para ello se procederá como se indica a continuación: Añadimos a la incubadora una nueva rejilla, con una distancia entre varillas tal que quepa un huevo entre ellas, se colocará dos centímetros por encima de la rejilla porta huevos y de forma que pueda ser movida, no debe de ocupar la totalidad de la estructura de la incubadora, para que quede un recorrido de movimiento. Se practica un pequeño orificio en un lateral de la incubadora por el que se introduce una varilla que uniremos a la rejilla de movimiento y simplemente nos queda, al llegar la tarde/noche, tirar de la varilla, con lo que producimos un desplazamiento de la rejilla y por ende de los huevos y por la mañana empujarla de nuevo a su posición inicial.

4. Temperatura de incubación

Virgil, M. (2007), señala que si la temperatura corporal de la gallina varía ligeramente entre los primeros días de incubación y los últimos, siendo de unos 38,5°C al comienzo, hasta algo más de 39,5°C al final del proceso. No obstante, en la práctica esta pequeña diferencia puede obviarse y mantener todo el proceso con temperatura regulada a 39,5°C con los mismos resultados. El proceso de formación y nacimiento de los polluelos es muy sensible a la temperatura de permanencia del huevo, de tal forma que puede decirse que si la temperatura se mantiene por debajo de 38,6°C por largos períodos la eficiencia de la incubación se reduce y puede incluso ser cero. Peor es el caso cuando la temperatura sobrepasa los 40°C, con esta temperatura el proceso se deteriora y casi todos los polluelos mueren o los huevos se pudren. Observe que el rango de temperatura

es muy estrecho, lo que significa que un factor muy importante para el éxito de la incubación radica en utilizar un sistema de regulación de la temperatura que sea sensible al intervalo de 1°C, para así lograr que toda la incubación se realice entre 38,5 y 39,5°C.

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

Aguilar, M (2005), informa que 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 nutrimentos o lo que es lo mismo, acelera el metabolismo y el desarrollo en los embriones.

b. Efectos de la temperatura inadecuada durante la incubación

Sanchez, C. (2003), reporta que si ha habido un promedio bajo de temperatura de las incubadoras, se retendrán los huevos unas horas más en la incubadora antes de pasarlos a las nacedoras. La temperatura inadecuada ocasiona reducción en el porcentaje de incubabilidad, disminuye la liberación de CO₂ por bajar temperatura, ya que si durante los primeros 7 días es baja, el embrión muere rápidamente, debido a la anemia que le ocasiona el mal desarrollo del blastodermo y vasos sanguíneos o al volumen muy reducido de la cámara de aire. Por la alta temperatura, puede haber sangre en los líquidos amniótico y alantoideo, por lo que aumentara la producción de embriones anormales, con principios de malformaciones en la cabeza y en los ojos, etcopía (anomalía

congenita en la situación o posición de un órgano) de los órganos del embrión por cerrado precoz de la membrana alantoidea antes de los 11 días, principalmente cuando la temperatura es alta durante los primeros 7 días de incubación. Los pollitos muertos se observan secos y pegados al cascarón, congestionados y con la cabeza metida bajo el ala izquierda o entre las patas.

C. CONSTRUYENDO LA INCUBADORA

Para [http://www.unicrom.com/Tut_bobina_nucleo.\(2014\)](http://www.unicrom.com/Tut_bobina_nucleo.(2014)), con los elementos básicos tratados hasta aquí ya podemos iniciar la construcción. Vamos a considerar un proyecto de incubadora para la utilización de unos 60 huevos. Las partes básicas de la incubadora fueron:

- La caja o cuerpo de la incubadora.
- El soporte para los huevos.
- El calentador.
- El termostato.
- El termómetro.
- La caja.

Boering, M. (2002), informa que se deberá tener en cuenta de observar que uno de sus lados verticales se ha confeccionado como una compuerta abatible. Esto es importante ya que durante el tiempo de incubación necesitaremos un cómodo acceso al interior a fin de realizar ciertas tareas de manipulación que veremos más adelante.

1. El soporte de los huevos

Bundy, C. (2001), constata que los huevos a la hora de incubar se colocan sobre las varillas, de manera que no puedan moverse dentro de la incubadora y a su vez no toquen el fondo de la caja. De esta forma el movimiento de rotación

necesario de los huevos, como veremos más adelante, podrá hacerse con facilidad a mano. Sin embargo, durante el nacimiento de los polluelos, es conveniente que los huevos no puedan rodar por el movimiento de estos para librarse del cascarón, las varillas de alambre garantizan esta estabilidad. Es necesario que los alambres queden cerca del suelo de la caja, por eso la excentricidad de montaje en el marco, de esta forma, cuando el polluelo se libre del cascarón podrá alcanzar el piso de la incubadora y sostenerse sin quedar "colgado" de las varillas o trabado debajo de ellas.

2. El calentador

Ponce, D. (2001), dice que aparentemente cualquier dispositivo que produzca suficiente calor puede usarse como elemento de calefacción, ya que el sistema estará termostato para garantizar un intervalo fijo de temperatura, pero el elemento de calefacción de los huevos debe cumplir ciertos requisitos que garanticen la mayor proximidad al proceso natural de incubación. Veamos algunos detalles. La temperatura alcanzada por el cuerpo del calentador, aunque por supuesto, mayor que la necesaria para la incubación, no debe ser tal que produzca radiaciones que puedan calentar los huevos por su superficie expuesta al calentador. Recuerde que la gallina calienta los huevos básicamente por contacto. Si esas radiaciones intensas se produjesen el calentamiento del huevo sería más irregular y rápido que por el proceso natural. Además, y por la misma razón, el área del calentador debe ser lo mayor posible, bien distribuida en el interior de la incubadora y lo más lejos que se pueda de los huevos. Teniendo en cuenta estos factores podemos recomendar lo siguiente:

- La potencia del elemento calentador no debe sobrepasar los 60-70 vatios.
- Lo mejor es usar alambre de resistencia eléctrica de un diámetro que pueda arrollarse en un largo espiral de 6-8 mm de diámetro. El espiral final debe montarse sobre soportes adecuados (metálicos o de porcelana), formando un cuadro o círculo lo mayor posible en el área de la caja.

- El calentador debe estar colocado interiormente dentro de la caja, lo más próximo posible a su tapa superior, pero separado de la madera el espacio suficiente para no afectarla. De esta forma se garantiza el calentamiento más gradual de los huevos.

Según <http://www.bar.portalnet.cl> (2014), en cualquier caso, siempre será conveniente colocar un escudo o protector de chapa fina metálica debajo del calentador, para evitar el impacto directo de las posibles radiaciones que puedan producirles sobre los huevos y además evitar el contacto de las manos o brazos con la electricidad de la resistencia, cuando se manipulen los huevos dentro de la caja. En el gráfico 3, se muestra un dibujo de cómo debe quedar colocado el elemento calentador. Si no se dispone de alambre de resistencia adecuado para construir la descrita hasta aquí, la situación puede paliarse usando varios bombillos incandescentes pequeños (7 vatios) colocados en paralelo hasta completar la potencia recomendada. Si usa bombillos, estos producen grandes cantidades de radiaciones, por lo que el uso del escudo es imprescindible.

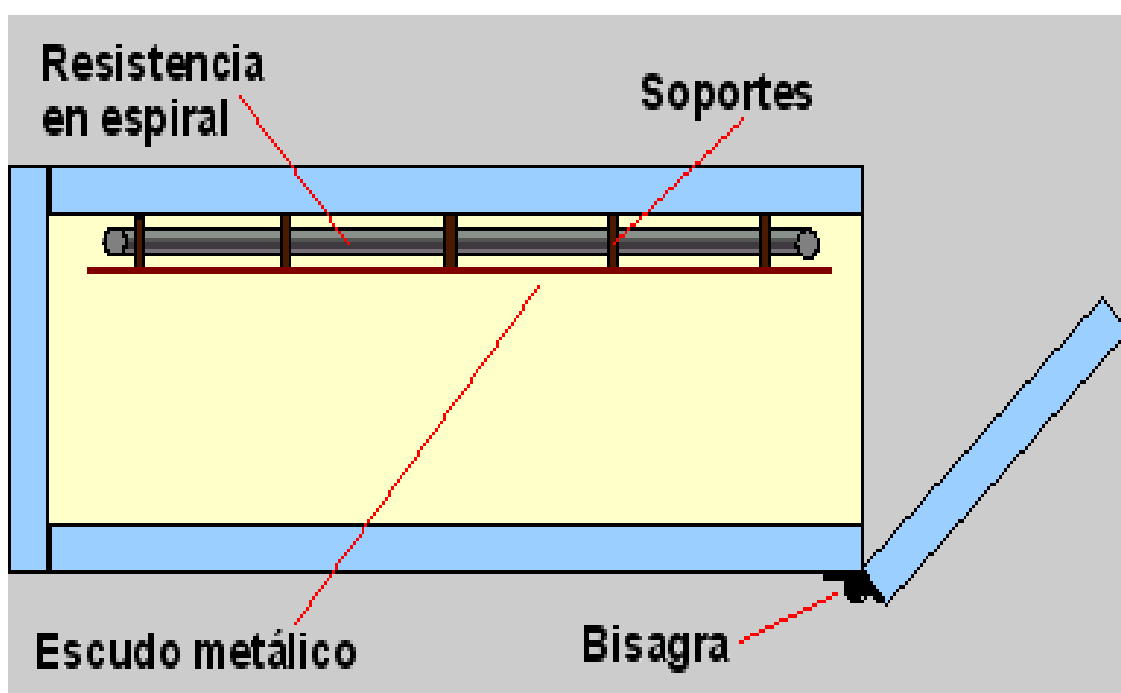


Gráfico 3. El calentador.

3. El termostato

La Asociación COBB VANTRESS BRASIL. (2002), afirma que se logre conseguir en el mercado un termostato que se adecúe a las exigencias del proceso de incubación. Las características de este deben ser:

- Sea bien sensible en el rango de temperaturas desde 38 a 40°C.
- El elemento sensor sea de pequeño tamaño y pueda ser colocado en el centro de la resistencia calentadora, en la parte alta de la tapa de la caja.
- Tenga la posibilidad de la regulación de la temperatura desde el exterior de la incubadora.
- Pueda manejar el voltaje y corriente de la resistencia calentadora.
- Si no puede conseguirlo a continuación le mostramos como puede construir un apropiado usando elementos accesibles.

Aguilar, M (2005), explica que el esquema de un termostato que se podrá construir y que es de elevada precisión para el rango de temperaturas a utilizar. Los elementos a conseguir son:

- Un micro interruptor de espiga de empuje de contacto normalmente cerrado. Estos dispositivos son comunes en los electrodomésticos, para sensar la abertura y cierre de las puertas de hornos de micro ondas, lavadoras, secadoras de ropa y otros. La resistencia calentadora fue accionada por este interruptor.
- Un fuelle metálico de expansión tal y como los que usan algunos termostatos antiguos de aire acondicionado, termostatos antiguos de motores de combustión interna, o la mayoría de los micro manómetros.
- Una pequeña cantidad de un líquido volátil, tales como acetona, xileno, bencina etc.
- El resto de los materiales son muy comunes, chapa fina de acero, tornillos, tuercas etc.

López, M (2004), estipula que lo primero que debemos hacer es soldar con soldadura blanda (estaño), una tuerca al bulbo expansible por una de sus caras planas como se aprecia en la figura 4, luego hacemos una pequeña perforación al fuelle y con la ayuda de una jeringa ponemos una cantidad pequeña del líquido volátil dentro del fuelle (unos 0.25-0.5 cm³), e inmediatamente cerramos el agujerito con soldadura blanda. Es buena práctica poner el bulbo apoyado por la cara contraria a la soldadura en hielo, de esta forma la presión en su interior no crece apreciablemente con el calentamiento de la soldadura, (gráfico 4).

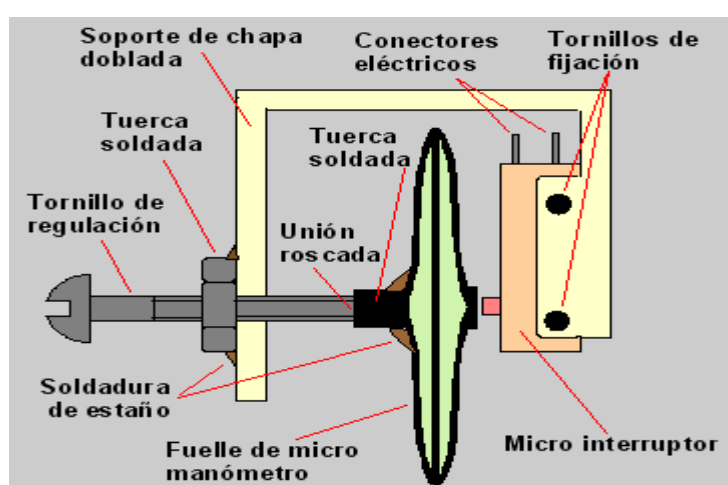


Gráfico 4. El termostato.

En <http://www.bricopage.com/inductancias.html>.(2014), argumenta que una vez cerrado, las dimensiones del fuelle cambian con el cambio de la temperatura debido a su elasticidad, y al cambio de presión interior por el cambio de la presión de vapor del líquido interior. El uso de un líquido volátil produce un notable cambio de presión, y con ello de dimensiones del bulbo a las temperaturas de trabajo. La regulación de la temperatura se realiza con el uso del tornillo de regulación, al que se ha acoplado en el extremo el fuelle. Acercando más o menos la cara de contacto del fuelle con la espiga que acciona el micro interruptor por el giro del tornillo de regulación, se puede conseguir una posición relativa tal del bulbo, que su deformación accione el micro interruptor y corte la electricidad a la resistencia calentadora. Al enfriarse el bulbo el proceso se invierte y se vuelve a conectar el calentador, este ciclo se repite constantemente y la temperatura se mantendrá regulada. El gráfico 5, muestra cómo quedaría instalado en la caja (la escala ha

sido alterada para poder apreciar mejor la idea). Note el tornillo de regulación en el exterior de la caja. Note también que el bulbo queda en la parte superior de la caja en el centro de la resistencia calentadora.

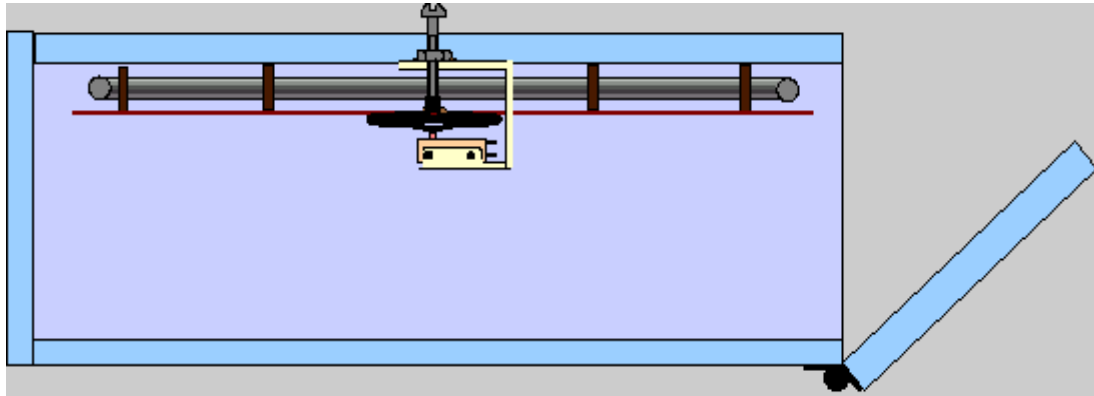


Gráfico 5. Tornillo de regulación de la temperatura en la caja.

4. El termómetro

Según <http://wwwapps.uniamazonia.edu.com>.(2014), el termómetro puede ser de cualquier tipo, siempre que pueda apreciar $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ en la zona de trabajo (de 38 a 40°C) y tenga suficiente longitud para que la escala indicadora quede visible fuera de la caja y la punta sensora este entre los huevos. La fragilidad de los termómetros de vidrio no los hace muy indicados, lo mejor es conseguir un termómetro de lámina bimetálica como el que se muestra en la figura 6. Para colocar el termómetro se hace una perforación de diámetro adecuado en la tapa de la caja y por ella se introduce la espiga sensora del termómetro, lo más cerca posible del centro y de forma que el extremo esté entre los huevos. No es buena práctica retirar el termómetro de la incubadora durante el proceso de incubación, ya que si se deja ahí permanentemente, en cualquier momento, con un simple vistazo podremos monitorear la temperatura y advertir algún peligro.

- La conexión eléctrica.
- El circuito eléctrico de la incubadora es muy simple consta de:
- El cable de alimentación de la electricidad doméstica.
- La resistencia calentadora.

- El micro interruptor
- Un indicador luminoso.
- Los cables conectores interiores.

D. EL PROCESO DE INCUBACIÓN

Lembcke, C.(2001), informa que una vez con nuestra incubadora terminada debemos ponerla en un lugar al abrigo de la lluvia, el frío o calor intensos (protegerla del sol) y lejos de movimientos bruscos, vibraciones etc. Una vez en lugar adecuado podemos comenzar a incubar huevos, el esquema a seguir es el siguiente:

- Conectar la incubadora a la electricidad por lo menos 24 horas antes de introducir los huevos, este tiempo fue necesario para estabilizar la temperatura del sistema, comprobar la estabilidad de esta y el funcionamiento general. No deberá cargarse la incubadora hasta que la temperatura se haya estabilizado en el régimen adecuado, recuerde que un exceso de temperatura puede matar los embriones en muy poco tiempo.
- Colocar dentro de la incubadora un recipiente con agua. Este debe ser de baja altura pero con gran área de base para que tenga una mayor superficie de evaporación. El objetivo de este recipiente es mantener alta la humedad relativa interior. Este recipiente debe permanecer siempre con agua, rellénelo a medida que se evapora.
- Una vez probado el sistema y estabilizada la temperatura, se carga con los huevos escogidos por su forma y tamaño. Después de iniciado el proceso de incubación resulta muy importante dar a mano un pequeño giro a los huevos todos los días, y mejor aun dos veces al día, mientras dure el periodo de incubación (unos 21 días).
- Después de tres días de iniciada la incubación se puede hacer un chequeo del transcurso del proceso, para ello, tome los huevos uno a uno rodeados por la mano y obsérvelos a trasluz usando una bombillo intenso o el sol. Podrá ver

claramente el comienzo de la formación del embrión en el interior como una mancha, un buen observador podrá ver incluso, el pequeño corazón latiendo. Los huevos que no presenten rastros de embrión, aun pueden ser utilizables para el consumo.

- En este momento pueden sustituirse los huevos separados por falta de embrión por nuevos, pero debe tener en cuenta que los que ponga nuevos nacerán proporcionalmente más tarde.
- A los 19 días aproximadamente, empezarán a aparecer los primeros síntomas de nacimiento de polluelos, ellos comienzan por perforar un agujero en el cascarón con el pico, este agujero se transformará mas tarde en una grieta que romperá el cascarón en dos mitades y emergerá el polluelo. El tiempo transcurrido desde que se puede notar la perforación hasta que salga el polluelo puede ser en algunos casos más de 24 horas. Una vez observados estos síntomas de nacimiento, es importante retirar el recipiente con agua para evitar que los polluelos caigan en él. También puede retirarse el termómetro.
- Algunos de los polluelos no pueden romper bien el cascarón y quedan atrapados en él, aunque en algunos casos da buen resultado, no es buena práctica "ayudar" a los polluelos a nacer, ya que aunque se logre "hacerlo nacer" en la mayor parte de los casos fue un individuo débil que lo más probable no sobreviva.
- Durante el periodo crítico del nacimiento puede retirarse de vez en cuando los cascarones vacíos para facilitar el espacio interior, los polluelos caminan dentro de la incubadora.
- Aunque aparentemente se haya completado el nacimiento de polluelos, estos deben permanecer en la incubadora unas 24 horas antes de ser sacados al exterior, por eso la extracción de ellos se realiza como mínimo a los 21-22 días de comenzada la incubación. Los polluelos nacen con suficiente reserva alimenticia para ello.

- Por último se sacan los polluelos con cuidado y se colocan en una caja al abrigo del viento y el frío para ser transportados al destino final. Como mínimo, durante los 7 primeros días el ambiente donde vivan los polluelos debe ser cálido, su peor enemigo en esas etapas tempranas de la vida es el frío.

E. PARÁMETROS A CONSIDERARSE PARA EVALUAR UN INCUBADOR DE HUEVOS

1. Selección de huevos fértiles

Zeballos, M. (2009), indica que la mayoría de los productores colocan tantos huevos como producen sus reproductores. Si el espacio de la incubadora es el factor limitante, es más rentable seleccionar los huevos de mejor calidad para incubarlos. Algunos consejos para seguir al seleccionar huevos fértiles son:

- Seleccionar huevos de reproductoras que están bien desarrolladas, maduras y sanas; que sean compatibles con sus compañeras y produzcan un alto porcentaje de huevos fértiles; que no estén muy perturbadas durante la temporada de apareamiento; que estén alimentadas con una dieta completa para reproductoras; y que no estén directamente relacionadas (hermanos, hermanas, madre, padre, etc.).
- Evitar los huevos excesivamente grandes o pequeños. Los huevos grandes no eclosionan bien y los huevos pequeños producen pollitos pequeños.
- Evitar los huevos con cáscaras agrietadas o delgadas. Estos huevos tienen dificultad para retener la humedad necesaria para el desarrollo correcto del pollito. El ingreso de enfermedades aumenta en huevos con fisuras.
- No incubar huevos excesivamente deformes.
- Para incubar se debe mantener solo los huevos limpios. No lave los huevos sucios ni limpie los huevos con un paño húmedo. Esto quita la capa protectora del huevo y lo expone a que entren enfermedades. La acción de lavar y frotar

también sirve para forzar los organismos de las enfermedades a través de los poros de la cáscara.

2. Cuidado y almacenamiento de los huevos

Para <http://www.bricopage.com/inductancias.html>.(2014), muchas veces un productor atiende cuidadosamente el proceso de incubación pero no tiene en cuenta el cuidado de los huevos antes de colocarlos en la incubadora. Incluso antes de que empiece la incubación, el embrión está desarrollando y tiene necesidad del cuidado adecuado. Si no se atienden adecuadamente los huevos fértiles, se puede tener un menor porcentaje de incubación. A continuación damos consejos para ayudar a mantener la calidad de los huevos fértiles.

- Recoger los huevos por lo menos tres veces al día. Cuando las temperaturas diarias superan los 85 grados F (29 C) incremente la recolección de huevos a cinco veces al día. Recoja dos o tres veces en la mañana y una o dos veces en la tarde.
- Se pueden utilizar para incubar los huevos ligeramente sucios sin causar problemas de incubación, pero no se deben guardar los huevos sucios. No lave los huevos sucios.
- Almacene los huevos en una zona fría y húmeda. Las condiciones ideales de almacenamiento incluyen una temperatura de 55 grados F (12 C) y una humedad relativa de 75%. Almacene los huevos con el extremo más pequeño apuntado hacia abajo.
- Cambie los huevos de posición periódicamente si no los incubará en 4 a 6 días. Gire los huevos a una nueva posición una vez al día hasta colocarlos en la incubadora.
- Las posibilidades de incubación se mantienen razonablemente bien hasta 7 días, pero después baja rápidamente. Por lo tanto, no almacene los huevos más de 7 días antes de incubarlos. Después de 3 semanas de

almacenamiento, la incubabilidad cae a casi cero. Planee con anticipación y tenga un horario regular de incubación para evitar problemas de almacenamiento y una menor eclosión.

- Permita que los huevos frescos se calienten lentamente a temperatura ambiente antes de colocarlos en la incubadora. El calentarlos abruptamente de 55 grados a 100 grados F (de 12 a 37 C) provoca la condensación de humedad en la cáscara del huevo, lo cual conduce a enfermedades y reduce la eclosión.

3. Incubadoras

Collins, J. (2002), dice que el tamaño y tipo de la incubadora seleccionada depende de las necesidades y de los planes futuros de cada productor. Hay muchos modelos disponibles que son diferentes. Para ajustes continuos, se recomiendan unidades separadas de incubadora y nacedora. Si todos los huevos en la unidad están en la misma etapa de incubación, se puede utilizar una sola unidad. Ubicar las unidades de incubadora y nacedora en el interior para protegerlas de cambios climáticos fuertes. Es fundamental que la habitación tenga un buen sistema de ventilación para suministrar suficiente aire fresco. Mantener las unidades en el interior hace más fácil mantener uniforme la humedad y la temperatura. Básicamente existen dos tipos de incubadoras disponibles, de aire forzado y de aire quieto. Las incubadoras de aire forzado tienen ventiladores que proporcionan circulación interna de aire. La capacidad de estas unidades puede ser muy grande. Las incubadoras de aire quieto son generalmente pequeñas, sin ventiladores para circulación de aire. El intercambio de aire se logra por la elevación y escape del aire caliente y viciado, y el ingreso de aire más fresco cerca de la base de la incubadora. Las temperaturas recomendadas varían entre las dos incubadoras, así que siga la recomendación del fabricante que acompaña la unidad.

Según [\(2014\)](http://wwwapps.uniamazonia.edu.com), el tamaño y el tipo de incubadora seleccionados depende de las necesidades y de los planes futuros de

cada productor. Muchos tipos de modelos están disponibles. Para los ajustes continuos, se recomiendan unidades separadas de incubadora y criadoras. Pero si todos los huevos en la unidad están en la misma etapa de la incubación, una sola unidad puede ser utilizada. Ubique la incubadora y la criadoras dentro para protegerlas contra cambios importantes del clima. Es esencial que el cuarto tenga un buen sistema de ventilación para proveer suficiente aire fresco. Manteniendo las unidades dentro es más fácil mantener la temperatura y la humedad uniformes. Hay básicamente dos tipos de incubadoras las incubadoras de aire forzado y ventilación natural. Las incubadoras con aire forzado tienen ventiladores que proporcionan la circulación de aire interna. La capacidad de estas unidades puede ser muy grande. En el cuadro 3, se indica los requisitos de la incubación para varias especies de aves.

Cuadro 3. REQUISITOS DE LA INCUBACIÓN PARA VARIAS ESPECIES DE AVES.

Especie	Periodo incubación días	Temp ° F1	Humedad ° F2	No voltear después de	Humedad últimos 3 días ²	Abrir más la entrada de aire
Pollo	21	100	85-87	día 18	90	día 18
Pavo	28	99	84-86	día 25	90	día 25
Pato	28	100	85-86	día 25	90	día 25
Pato	35-37	100	85-86	día 31	90	día 30
Muscovy						
Ganso	28-34	99	86-88	día 25	90	día 25
Gallinita de Guinea	28	100	85-87	día 25	90	día 24
Faisán	23-28	100	86-88	día 21	92	día 20
Pavo Real	28-30	99	84-86	día 25	90	día 25
Codorniz Bobwhite	23-24	100	84-87	día 20	90	día 20
Codorniz Común	17	100	85-86	día 15	90	día 14
Perdiz Chukar	23-24	100	81-83	día 20	90	día 20
Urogallo	25	100	83-87	día 22	90	día 21
Paloma	17	100	85-87	día 15	90	día 14

Fuente: <http://wwwapps.uniamazonia.edu.com>.(2014).

El 1; mide los grados F. en una incubadora de aire forzado. Para las incubadoras de ventilación natural, agregue 2-3 grados ² la humedad medida en grados F. utilizando un termómetro de bulbo seco. Utilice la tabla para convertir a humedad relativa.

Valencia, A. (2005), infiere que las incubadoras de ventilación natural son generalmente pequeñas. Sin ventiladores para la circulación del aire. El intercambio de aire es logrado por la subida y el escape del aire caliente, viciado y la entrada de aire fresco por la parte baja de la incubadora. Las temperaturas recomendadas varían entre los dos tipos de incubadoras, así que siga la recomendación del fabricante que acompaña a la unidad. La siguiente tabla enumera los requisitos de la incubación para varias especies de aves.

4. Las condiciones de incubación

Lembcke, C.(2001), informa que el inadecuado control de temperatura y humedad produce por lo general malos resultados. El control inadecuado significa que la temperatura o la humedad está demasiado alta o demasiado baja durante el tiempo suficiente para que interfiera con el crecimiento normal y el desarrollo del embrión. También se dan malos resultados debido a una ventilación inadecuada, las vueltas no apropiadas que se dan al huevo, y el mal saneamiento de las máquinas o de los huevos. Obtenga la mejor eclosión manteniendo la temperatura a 100 grados F (37.7 C) durante todo el período de incubación al utilizar una incubadora de aire forzado. Las fluctuaciones menores de temperatura (menos de ½ grado) por encima o por debajo de 100 grados F (37.7 C) son toleradas, pero no deje que las temperaturas varíen más de un grado. Los periodos prolongados de temperaturas altas o bajas alterarán el éxito de la eclosión. Las temperaturas altas son especialmente peligrosas. Una incubadora de aire forzado que está demasiado caliente tiende a producir eclosión temprana. Una que se mantiene constantemente fría tiende a producir eclosiones tardías. En ambos casos se reducirá el número de pollitos que eclosionan. Estratificación de la temperatura dentro de la incubadora. Obtenga la lectura adecuada de la temperatura elevando el bulbo del termómetro a la misma altura que la parte

superior de los huevos, cuando los huevos están colocados horizontalmente. Si los huevos están colocados en posición vertical, eleve el bulbo del termómetro a un punto que esté entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ pulgada (0,6 a 1.2 cm) y por debajo de la parte superior de los huevos. La temperatura se mide en el nivel donde se desarrollan los embriones (en la parte superior del huevo). No permita que la bombilla del termómetro toque los huevos o la incubadora. Obtendrá mediciones incorrectas como resultado.

Sanchez, C. (2003), reporta es necesario comprobar si el termómetro es preciso, un error de un grado por 21 días puede interferir seriamente con el crecimiento embrionario. Compruebe la exactitud del termómetro de la incubadora colocando el bulbo junto al bulbo de un termómetro clínico (el tipo que se usa para medir la temperatura corporal) o de un buen termómetro de laboratorio. Sujete ambos bajo agua tibia del grifo y compare las lecturas. Compense cualquier variación del termómetro de la incubadora aumentando o disminuyendo la cantidad de variación. Un termómetro con una columna de mercurio partida o con intervalos no dará una lectura exacta, deséchelo. La humedad se controla cuidadosamente para evitar la innecesaria pérdida de humedad del huevo. La humedad relativa de la incubadora entre que se colocan los huevos y tres días antes de la eclosión debe permanecer en 58-60% o 84-86 grados F (28.8 – 30 C) del bulbo húmedo. Cuando se da la eclosión, se aumenta la humedad a 65% de humedad relativa o más.

Según <http://www.incubadorasynacedoras.com>.(2014), Un excelente método para determinar la humedad correcta es poner al trasluz de vela los huevos en diversas etapas de la incubación. Se muestra el tamaño normal de la celda de aire después de 7, 14 y 18 días de incubación de un huevo de gallina. Pueden hacerse ajustes necesarios de humedad como resultado de la inspección con la vela. El peso de los huevos debe disminuir 12% durante la incubación si se esperan buenas eclosiones. Con frecuencia hay confusión en cuanto a cómo se expresa la medición de la humedad. La mayoría de personas en la industria de la incubación se refiere al nivel de humedad en términos de grados F, (bulbo húmedo) en lugar de porcentaje de humedad relativa. Los dos términos son

intercambiables y la humedad real depende de la temperatura (F.) según se mide con el bulbo del termómetro seco.

Virgil, M. (2007), argumenta que rara vez la humedad está demasiado alta en incubadoras de aire quieto que estén correctamente ventiladas. El área del recipiente de agua debe ser equivalente a la mitad o más del área de la superficie del piso de la incubadora. Una mayor ventilación durante los últimos días de incubación y eclosión puede requerir que se añada otro recipiente de agua o una esponja húmeda. La humedad se mantiene incrementando el área de la superficie de agua expuesta.

Para <http://www.bricopage.com/inductancias.html>.(2014), La ventilación es muy importante durante el proceso de incubación. Mientras el embrión desarrolla, oxígeno entra al huevo a través de la cáscara y el dióxido de carbono escapa de la misma manera. A lo que los pollitos eclosionan, necesitan un mayor suministro de oxígeno fresco. A medida que los embriones crecen, las aberturas de ventilación de aire se abren gradualmente para satisfacer la creciente demanda de oxígeno embrionaria. Debe tenerse cuidado para mantener la humedad durante el período de incubación. Los orificios de ventilación sin obstrucciones, tanto por encima como por debajo de los huevos, son esenciales para el adecuado intercambio de aire. El cuadro a continuación enumera los requisitos de incubación para diferentes especies de aves.

5. Saneamiento

Según <http://www.bar.portalnet.cl>.(2014), en las incubadoras comerciales grandes, a menudo se colocan huevos de diferentes edades y cada ajuste se transfiere a una unidad separada antes de la eclosión. Las unidades con eclosión por separado (necedoras) permiten practicarse adecuadas medidas de saneamiento y de control de enfermedades entre lotes de pollos. Los pollitos pueden eclosionar sin molestar a los otros huevos en incubación. Limpie y desinfecte profundamente la incubadora y nacedora antes de cada uso. Retire

todas las cáscaras de huevo, plumas, polvo y material adicional con una escoba o aspiradora. Lave la unidad con una solución caliente de detergente y enjuague con una solución desinfectante. Cuando esté seca, encienda las unidades y las condiciones de temperatura y humedad adecuadas antes de llenarla con huevos. Un minucioso trabajo de limpieza resulta en una mejora de 95-99% en cuanto a control de enfermedades. Cuando se hace correctamente, se requiere poco o ningún desinfectante. Si se emplea un desinfectante, lo más común es el amonio cuaternario y se utiliza para equipos como incubadoras y bandejas de eclosión. Los “cuats” son relativamente no-irritantes, no corrosivos, de baja toxicidad y son razonablemente eficaces en presencia de materia orgánica. Puesto que la incubadora y sus componentes deben estar limpios y sin materia orgánica antes de aplicar los desinfectantes, los cuales son una buena opción. La fumigación es otra herramienta para control de enfermedades y es algo bueno a lo cual acudir cuando bien sea que la limpieza es deficiente, los huevos están sucios, o las máquinas están llenas de huevos y es difícil de vaciar y limpiar adecuadamente. El proceso de fumigación puede ser peligroso para el productor si no se llevó a cabo cuidadosamente.

F. CUIDADOS DE LOS POLLITOS RECIÉN NACIDOS

López, M. (2004), reporta que obtener una cantidad apreciable de pollitos de un día en su incubadora es un buen comienzo para hablar de una reproducción exitosa. Sin embargo, cuidar los pollitos con esmero durante la primera semana de vida es el eslabón inicial de su programa de producción. Es necesario aplicar una técnica de manejo excelente. Los aspectos más significativos son:

- Los pollitos se colocarán en cajas limpias y secas, con orificios por los costados y material aislante en el fondo (viruta de madera, cáscara de arroz, hierba seca, pedacitos de papel, entre otros).
- La cantidad de pollitos depende del tamaño de la caja. Lo adecuado fue garantizar entre 28 y 30 cm²/pollito.

- Es conveniente mantener los pollitos en condiciones de bienestar en todo momento. La temperatura del local debe ser 27-28°C, y la del interior de la caja de 30-32°C.
- Los pollitos se manipulan suavemente, sin tirones ni sacudidas. Antes de ello, es necesario lavarse bien las manos con jabón, abundante agua y desinfectarlas con amonio cuaternario 2%.
- Los pollitos se protegerán contra enfermedades infecciosas mediante vacunas. Entre las más importantes están la Viruela aviar, Marek, Newcastle, Bronquitis infecciosa, y enfermedad de Gumboro.
- Mantener los pollitos en un local cerrado si dispone de él, durante 4-5 días, con agua y comida suficientes, temperatura de 28-30°C y humedad cerca de 50%. Después se ubican en la nave de cría.
- Durante la primera semana de vida en la nave de crianza, los pollitos se mantienen en ruedos, bajo calentadora a temperatura cercana a 33°C. Durante la segunda semana se puede eliminar el ruedo, no así la calentadora. La temperatura disminuirá a 29-30°C.
- Para lograr una alta viabilidad en la crianza es necesario ubicar los pollitos en el local de “pre cría” o en el ruedo inmediatamente después de que haya concluido los trabajos de procesamiento de los pollitos.

G. ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS HUEVOS INCUBABLES

Según [http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc\(2014\)](http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc(2014)), 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 exámen 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 de la Embriodiagnósis, con la rotura de los huevos para poder analizar las causas. Hasta en los períodos sin problemas los huevos de, pollo, deberán ser observados al trasluz después de 5-7 días de incubación. El muestreo debería ser observado otra vez al trasluz durante el traslado de los huevos a las bandejas de las nacedoras y los embriones muertos deben ser examinados.

a. El Muestreo

Lembcke, C.(2001), informa que si los grupos de huevos a incubar son pequeños, el muestreo más apropiado es el del grupo entero. Si los conjuntos exceden 300 huevos, el examen de un muestreo de 100 a 200 huevos. En Incubadoras grandes los procedimientos del muestreo deberían ser cuidadosamente planificados con la asistencia de un técnico en estadística o de un científico para perfeccionar la calidad de los resultados y minimizar los costos. Durante los períodos con problema, se aconseja que las inspecciones con el Ovoscopio y su posterior análisis de embriodiagnósis se hagan con más frecuencia. Para determinar la fertilidad real, es necesario proceder a romper los huevos para su análisis. Las fotos a color que se incluyen le ayudarán usted a distinguir embriones normales y saludables de los huevos infecundos y con "temprana mortalidad.

Según [http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc\(2014\)](http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc(2014)), La pérdida de huevos incubables provenientes de variedades de razas reproductoras modernas con un alto índice de nacimientos, y cuyos huevos han sido almacenados bajo condiciones óptimas, no deberían ser nunca superior a un 10% durante la primera inspección efectuada con el ovoscopio. La mortalidad examinada por medio del ovoscopio y por la embriodiagnósis, la rotura de huevos durante el primer período representará normalmente una tercera parte de la mortalidad total que se espera tener. La mortalidad después de la segunda inspección de los huevos con el ovoscopio debería representar las dos terceras partes de la mortalidad total, con muy poca mortalidad durante el periodo medio de incubación. La mortalidad

durante el periodo medio de incubación puede indicar una deficiencia dietética, si no se han encontrado infecciones o anomalías de desarrollo en los embriones. Sin embargo, las deficiencias nutricionales más comunes reconocidas, se deben a deficiencias de vitaminas y comúnmente estas deficiencias ocasionan pollitos débiles que tienen dificultad durante el nacimiento, sin mostrar otros síntomas. Cuando los huevos son inspeccionados al trasluz con el ovoscopio después del primer pico de mortalidad, de 7 a 10 días, Pueden distinguirse en tres clases:

- Embriones vivos normales.
- Círculos de Sangre.
- Claros.

Sanchez, C. (2003), reporta que cuando los huevos son inspeccionados con el ovoscopio durante su traslado a las bandejas de las nacedoras, no se debe esperar el encontrar ningún huevo claro, a no ser que se les haya escapado durante la primera inspección. Se debe esperar encontrar un número reducido de embriones muertos. Algunos de estos pueden asociarse a los huevos con cáscaras de mala calidad o dañadas que no fueron retirados durante la primera inspección o que se dañaron después de efectuar la misma. Al romper los huevos se puede encontrar huevos infectados que pueden ser detectados por su color anormal y por su mal olor.

López, M. (2004), informa que cuando los huevos que no han incubado se examinan hay varios tipos de anomalías probables. El M.V.Z. debería buscar los embriones que estén mal posicionados (a excepción de los que tienen la cabeza debajo del ala derecha y están situados en la punta mas ancha del huevo). Los embriones excesivamente mojados o secos indican que la humedad ha sido incorrecta durante la incubación, un periodo muy largo del almacenaje de los huevos, un almacenaje inadecuado de los huevos (seco) o a huevos con cáscara de baja calidad. Algunos embriones genéticamente anormales deben esperarse a estas alturas, pero si el número es excesivo se recomienda una investigación más detallada.

H. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ÉXITO DE LA INCUBACIÓN

Jones, R. (2008), reporta que los factores que influyen sobre el éxito de la incubación son:

- Factores genéticos: Actualmente nos encontramos con una gran variabilidad en los huevos de gallinas, tanto en la calidad de la cáscara como en el tamaño de los mismos, debido a una falta de selección y mejora genética de los animales. Ello trae como consecuencia la disparidad de cifras encontradas en la literatura especializada en cuanto a parámetros tales como tasa de incubabilidad, porcentaje de fertilidad o peso al nacimiento, así como, en cuanto a las necesidades ambientales para el proceso de la incubación.
- Peso del huevo: El peso del huevo puede oscilar entre 50 y 65 gm, estando influido por factores tales como: el tamaño de la hembra, el momento del ciclo de puesta, la subespecie y la alimentación. El peso del huevo determina de forma clara y positiva el peso del pollo al nacimiento, aspecto importante para la vitalidad del recién nacido. Por otra parte, el tamaño del huevo influye en la viabilidad de los pollitos, en el sentido de que los huevos de gran tamaño producen pollos edematosos y de nacimiento tardío, debido a una falta de intercambio gaseoso y de vapor de agua. Por el contrario, los huevos excesivamente pequeños producen pollos deshidratados, de pequeño tamaño y muy débil al nacimiento, debido a la gran pérdida de agua durante el proceso de incubación.
- Calidad de la cáscara: El grosor de la cáscara varía entre 1,4 y 2,4 mm, con un valor medio entre 1,8 y 2 mm, influyendo en la mayor o menor pérdida de agua durante el proceso de incubación. También existen diferencias en cuanto a la porosidad de la cáscara. Eliminaremos todos aquellos huevos con anomalías en la cáscara y con fisuras en la misma, ya que el riesgo de contaminación por microorganismos patógenos es muy elevado.
- Alimentación de los reproductores: El huevo debe contener todos los nutrientes que el embrión necesita cuando es puesto por la gallina. La

alimentación de la hembra influye tanto en la calidad como en el tamaño del huevo y, consecuentemente, en la viabilidad y peso al nacimiento del pollito. Es muy importante mantener una dieta equilibrada durante toda la época de reproducción, evitando carencias vitamínico-minerales. Determinadas avitaminosis y carencias minerales pueden ocasionar importantes alteraciones en el embrión.

- Estado sanitario de los reproductores: La presencia de agentes infecciosos a lo largo del oviducto y en la cloaca pueden provocar la contaminación de los huevos, dando lugar a una baja tasa de incubabilidad, una elevada mortalidad embrionaria y a un menor peso de los pollos al nacimiento. Los microorganismos más frecuentes encontrados en los huevos son: *Pseudomona aureginosa*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Por otra parte, cualquier proceso patológico que provoque alteraciones metabólicas importantes y una disminución en la absorción de los nutrientes de la dieta, puede ocasionar alteraciones en el desarrollo embrionario. En este sentido, hemos de vigilar la presencia de parásitos internos, ya que en ocasiones son los responsables de una menor disponibilidad de nutrientes por parte del organismo animal. Por ello, recomendamos la desparasitación o vermifugación regular de los reproductores.
- Edad de los reproductores: Generalmente los machos reproductores alcanzan la madurez sexual a los tres años y medio, mientras que las hembras son más precoces, alcanzándola a los dos años y medio. En la primera temporada de puesta los porcentajes de fertilidad son bajos, si bien van aumentando con la edad hasta alcanzar unos valores máximos entorno al 6º o 7º año de puesta.
- Época de monta: El período reproductivo abarca en nuestras latitudes desde los meses de febrero-marzo hasta octubre-noviembre, disminuyendo los porcentajes de fertilidad hacia el final del período.
- Relación machos/hembras: Los mejores resultados de fertilidad se consiguen con una relación macho: hembra de 1: 2 -manejo de los animales en trío-, frente al manejo en grupo, en grandes extensiones de terreno, con una relación de 6 machos por cada 10 hembras.

- Estrés: Cualquier situación de estrés que sufran las aves durante la época de reproducción, va a ocasionar una disminución en la de fertilidad y en la tasa de puesta, por lo que debería ser evitada. Cuando la reproducción no la efectuamos en trío sino en grandes grupos, la presencia de machos muy dominantes que luchan constantemente, es una causa de estrés hacia las hembras, por lo que deberían ser apartados. Por otra parte, las gallinas son muy sensibles al estrés sónico, de tal manera que los parques de reproducción los situaremos lo más alejados posible de las carreteras principales o de cualquier otro contaminante acústico. Asimismo, la presencia de perros y de animales salvajes puede causar estrés a los animales. Igualmente, una manipulación excesiva de los reproductores, durante la época de monta, puede ocasionar una situación de estrés crónico, pudiendo afectar negativamente a la reproducción.

I. MANEJO DEL HUEVO FÉRTIL

Según [http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc.\(2014\)](http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc.(2014)), desde un punto de vista didáctico, podemos diferenciar en el proceso de incubación dos etapas: la primera etapa o de pre-incubación que abarcaría todas aquellas prácticas de manejo efectuadas desde la puesta del huevo hasta su colocación en el interior de la incubadora. Y, la segunda etapa o incubación propiamente dicha que englobaría también la eclosión o nacimiento del pollo. El manejo al que se someten los huevos es una de las principales causas de una mala incubabilidad y, además, de relativamente fácil diagnóstico. A continuación nos detendremos en cada una de las etapas, señalando las principales normas de manejo de los huevos fértiles, para obtener un cierto éxito a lo largo del proceso de incubación. El momento de la puesta del huevo es el momento idóneo de detener el crecimiento embrionario disminuyendo progresivamente su temperatura hasta unos 16-18°C; nunca sobrepasando los 20 - 22°C; a partir de los cuales el embrión continuará desarrollándose, provocando su debilitamiento y menor vitalidad posterior, al ser colocado en la incubadora.

Jones, R. (2008), informa que el desarrollo embrionario no puede ser considerado como algo aislado de las condiciones del medio que rodea a los huevos durante la incubación. Existe una determinada interrelación entre el medio del huevo y el medio externo que lo rodea, en este caso el régimen de incubación. Los cambios que tienen lugar en el huevo durante la incubación se presentan ordenados y regidos por leyes naturales. 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 hacia el mismo. Podemos definir al régimen de incubación, por tanto, como el medio externo del desarrollo embrionario, condicionado por niveles establecidos de los factores de ese medio.

J. MANEJO DEL HUEVO EN LA INCUBADORA

Bundy, C. (2001), argumenta que los huevos deben llegar a la planta ya clasificados, en las bandejas y carros de incubación. Una vez descargados, se pasarán inmediatamente a la cámara defumigación, donde se realizará el proceso ya explicado anteriormente. Atendiendo al peso, y suponiendo que los huevos no lleguen clasificados de la granja, no se deben considerar como incubables los de menos de 52 g. y los de peso superior a 75 g.

1. Pre calentamiento

Lembcke, C.(2001), informa que antes de cargar los huevos en las máquinas de incubación, deben pasar por un período de pre calentamiento, con objeto de evitar un cambio brusco de temperatura entre la mantenida en la sala de conservación y la de las máquinas de incubación, lo que daría lugar al "sudado" de los huevos. En el caso de incubadoras de carga continua, también se evita incorporar una "masa fría" a la máquina. Cuando esta técnica se aplica con mayor antelación -algunos autores como Sauveur la llaman pre-incubación lo que se pretende es anular los efectos del almacenamiento sobre la velocidad de desarrollo del embrión. Asimismo, permite compensar las diferencias

existentes entre los distintos estados de desarrollo embrionario que se dan en el momento de la oviposición, siendo más resistentes al estrés del almacenamiento los huevos que, en el momento citado, contienen embriones en estado de gástrula que los que están en estado de pre-gástrula. Además de ser una característica de tipo genético, el estado de desarrollo embrionario en el momento de la oviposición parece estar también influenciado por la edad de la gallina de forma que las gallinas de más edad ponen huevos en un estado de desarrollo embrionario más avanzado que las más jóvenes. Existen dos métodos principales de precalentamiento:

- Aumentar la temperatura durante ciertos períodos de tiempo en varias ocasiones a lo largo del almacenamiento.
- Incrementar la temperatura durante unas horas inmediatamente antes de ponerlos a incubar como se indica en el cuadro 4, y 5.

Warfield, G. (2005), informa que quizás el primer método sea el más seguro, pero también el más pesado de realizar. Además, salvo en alguna especie como el pato de Berberia, esta práctica no tiene ningún efecto visible si el período de almacenamiento es corto.

Cuadro 4. EFECTOS DE UN PRECALENTAMIENTO DIARIO DE 1 HORA DURANTE EL ALMACENAMIENTO SOBRE LA INCUBABILIDAD.

Días de almacenamiento	Con precalentamiento	Sin precalentamiento
1 a 7	78	74
8 a 14	70	64

Fuente: Warfield, G. (2005).

Cuadro 5. INCUBABILIDAD DE LOS HUEVOS PRECALENTADOS A 23 °C DURANTE LAS 18 HORAS ANTERIORES A SU CARGA Y DESPUÉS DE UN ALMACENAJE A 11 °C.

Días de almacenamiento	Con precalentamiento	Sin precalentamiento
14	74,3	77,5
21	68,8	62,6
28	53,2	41,6

Fuente: Warfield, G. (2005).

2. La carga de la incubadora

López, M. (2004), reporta que una vez hecho el precalentamiento, se procederá a cargar las máquinas, que ya deben de estar atemperadas horas antes. Aquí, los huevos de gallina van a permanecer durante 18 días, momento en el cual se efectuará su transferencia a las nacedoras, donde estarán otros 3 días. Hay varios factores a tener en cuenta a la hora de cargar los huevos en las máquinas:

- La edad del huevo. Cuanto más tiempo estén almacenados los huevos, mayor fue el tiempo de incubación. En general, la incubación se alarga en 45 minutos por cada día de almacenamiento. Esto debe tenerse en cuenta para cargar estos huevos en primer lugar.
- El peso del huevo. Los huevos más grandes tardan más tiempo en incubar que los de menor peso: huevos de 64 g. de promedio pueden tardar 2,5 horas más en incubarse que huevos de 52 g. La regla es dejar 30 minutos adicionales de incubación por cada 2,5 g. por encima de los 50 g.
- La estación del año: En la práctica, se observa que, en algunas salas de incubación donde se reciben huevos mal almacenados en granja, los huevos se incuban más deprisa en los meses de verano. Probablemente, esto es debido a que la temperatura ambiental de la granja produce un precalentamiento anticipado y, en consecuencia, una pre-incubación.

3. Tipos de incubadoras

Sanchez, C. (2003), reporta que las máquinas incubadoras pueden ser de dos tipos: de carga única y de carga escalonada. 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. 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 necedoras con la siguiente. Estas máquinas no se vacían nunca, habiendo en ellas embriones en diferentes fases de desarrollo. Las máquinas de carga única presentan las ventajas de :

- Se pueden mantener las condiciones precisas de temperatura, humedad y ventilación que requieren los embriones en cada momento.
- 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.
- Si se desea fumigar en las incubadoras, la operación se simplifica, al ser todos los embriones de la misma edad.

Zeballos, M. (2009), indica que en contrapartida, las máquinas de carga escalonada presentan estas otras ventajas:

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

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, a una altitud de 2754 msnm, con una longitud oeste de 78 ° 28 '00" y una latitud sur de 01 ° 38'. La presente investigación tuvo una duración de 120 días. Las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba, se describen en el (cuadro 6).

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (° C)	13.8
Humedad relativa (%)	63.2
Precipitación anual (mm/año)	465
Heliofania , horas luz	165.15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales, (FRN), de la ESPOCH (2012).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales que conformaron el presente trabajo investigativo fueron 100, huevos fértiles en cada proceso de incubación y se realizó tres replicas dando un total de 300 unidades experimentales.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- 300 huevos fértiles
- Escobas
- Cepillos plásticos
- Tamo de arroz
- Cubetas de recolección
- Libreta de apuntes
- Esferográfico
- Overol
- Cortinas
- Plancha de acero inoxidable
- Aislamiento térmico de planchas de poliuretano de 1 1/2'' de espesor.
- Sistema de ventilación moto ventilador eléctrico
- Paneles de control de los equipos.
- Cajas de madera
- Bandejas contenedoras
- Focos

2. Equipos

- Sistema de control de temperatura digital.
- Máquina Incubadora
- Termómetro
- Higrómetro
- Mallas
- Balanza digital
- Pie de rey o calibrador
- Flexómetro
- Gavetas de transporte

3. Instalaciones

Instalaciones de la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la FCP de la ESPOCH.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación, se realizó un estudio de diagnóstico para evaluar el comportamiento productivo y reproductivo en la incubación de huevos fértiles de gallinas. Por tratarse de la determinación de parámetros no se utilizó diseño experimental alguno, ya que no existen tratamientos únicamente observaciones individuales, para el objetivo del estudio, se establece que cada huevo que fue fertilizado es una unidad experimental para recoger la información.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Peso del huevo al inicio de incubar, gramos
- Porcentaje de fertilidad, %.
- Porcentaje de nacimientos, %.
- Peso del pollito al nacimiento, gramos.
- Vitalidad, %.
- Temperatura de incubación, °C.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Para la determinación de parámetros, y tomando en cuenta que se evaluará la eficiencia de una incubadora, se aplicará una Estadística Descriptiva, en donde se aplicará las siguientes técnicas.

a. Medidas de localización

- La media.
- La mediana.
- La moda.

b. Medidas de dispersión

- La desviación estándar.
- El coeficiente de variación.

Para la presente investigación se evaluó la significancia a través de la comparación de huevos fértiles en la planta incubadora de la Facultad, en dos periodos de tiempo es decir cada 21 días, mediante de la prueba de chi cuadrado (“chi²”), las estadísticas evaluadas fueron entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada.

$$X^2(df) = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

X²: Chi cuadrado.

df: Grados de libertad.

∑: Suma.

O: Eventos observados.

E: Eventos esperados.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento que se efectuó para la instalación e incubación de huevos en el Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se detalla a continuación:

- Primeramente se realizó la adquisición de la incubadora en una empresa de máquinas industriales, consultando previamente las características específicas, funcionamiento y normas de bioseguridad.
- Luego se efectuó la instalación de la misma en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Luego se compró huevos fértiles de gallinas criollas reproductoras que estuvieron en una edad de 30 semanas, y que pasaron un estricto proceso de selección para aumentar el porcentaje de huevos fértiles tanto como sea posible. Las causas para eliminar fueron muchas pero entre las más comunes fueron: huevos demasiado sucios, muy grandes o deformes. Este tipo de huevos es normal en aves jóvenes que están iniciando la postura y tratando de regularizar el oviducto y sincronizar la producción de huevos.
- Posteriormente se almacenó los huevos en una sala separada donde la temperatura y la humedad fueron controladas, a una temperatura de 17 a 20°C.
- Seguido se ejecutó el pesaje de los huevos con el fin de detectar huevos muy pequeños y así mejorar la selección, y se desinfectó los huevos antes de introducir a la incubadora.
- A continuación se colocó los huevos cuidadosamente en las bandejas de incubación o de transporte con el extremo más pequeño del huevo dirigido hacia abajo.
- Luego se efectuó un precalentamiento de los huevos, de la misma manera de controlar el proceso de incubación de temperatura humedad.
- Se ubicó tres litros de agua en la bandeja y de la misma manera se debe ir controlando el agua a medida que se va disminuyendo se debe ir incrementando el agua en la bandeja.

Para el proceso mismo ya de la incubación se utilizó el siguiente procedimiento:

- Un día antes se dejó prendida la incubadora para estabilizar la temperatura a 38°C, y la humedad que este entre 55 y 65%.
- Se colocó 20 huevos cuidadosamente en las bandejas de incubación con el extremo más pequeño del huevo dirigido hacia abajo.
- Los tres primeros días una vez ubicado los huevos en la incubadora no se dio ningún movimiento.
- Desde el cuarto día se procedió a realizar el volteo de los huevos lo mismo que se realizó 4 veces al día, cada 3 horas y media, y una vez en la noche.
- A los 7 días de incubación se realizó la ovoscopia de los huevos.
- Se construyó un invernadero sobre la incubadora para ayudar a una mayor retención de humedad y oxigenación.
- A los 18 días se abrió ligeramente la puerta de la incubadora con la finalidad de que entre oxigenación a los huevos.
- Desde el día 18 ya no se debía voltear los huevos hasta el día que ya nacieron los pollitos.
- En el día 18 se bajó la temperatura entre 35 y 36 grados y la humedad debe subir a 70 y 80%.
- Una vez que nacieron los pollitos a los 22 días se dejó unas horas más hasta que se estabilicen, luego se realizó el pesaje y la vitalidad de los pollitos.
- Los huevos que no reventaron se procedió a romper para ver en qué día de desarrollo se quedaron.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Peso del huevo al inicio de incubar

Se colocó el huevo para ser incubado en una balanza y se realizó el pesaje en gramos, y suponiendo que los huevos no llegaron clasificados de la granja, no se debían considerar como incubables los huevos de menos de 52 g, y los de peso superior a 75 g.

2. Porcentaje de fertilidad

El porcentaje de fertilidad se utilizó para evaluar el rendimiento de incubación. En otras palabras, el porcentaje de incubabilidad fue igual al número de pollitos/número de huevos incubables x 100. Sin embargo, las diferentes interpretaciones del "número de pollitos" y el "número de huevos incubables" pueden causar confusión en el cálculo del rendimiento de la incubadora, por lo tanto el cálculo del nacimiento de huevos fértiles toma en consideración la fertilidad del lote y la incubabilidad, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de fertilidad} = \frac{\# \text{ huevos fértiles}}{\# \text{ total de huevos}} \times 100$$

3. Porcentaje de nacimientos

Debido a que las incubadoras no tienen influencia sobre la fertilidad, es muy importante considerar el nacimiento de los huevos fértiles además de la incubabilidad. Nacimiento de los huevos fértiles (%), fue una medida de la eficiencia de la incubadora. El porcentaje de nacimiento fue calculado a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentajes de nacimientos} = \frac{\text{numero de pollitos nacidos}}{\text{numero de huevos fértiles}} * 100$$

4. Peso del pollito al nacimiento

Utilizando una balanza de precisión se colocó al pollito en pie en la balanza y se determinó el peso en gramos con el que ha nacido y se colocó en el registro correspondiente para la evaluación estadística

5. Vitalidad

La vitalidad del pollito se calculó de acuerdo al movimiento para picotear la cascara y el tiempo de salida del huevo así como la viveza en sus movimientos al nacer, se calificó en una escala de 1 a 5 donde, 1 menor vitalidad y 5 mayor vitalidad y puntuaciones intermedias son indicios de vitalidades que van de baja a sumamente alta.

6. Temperatura de incubación

El calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produjo mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. La temperatura de trabajo en las incubadoras se enmarcó entre 37 y 38°C, ya que los embriones mueren a menos de 35 y a más de 40°C. El nivel de temperatura óptimo a aplicar depende de varios factores como son: El tipo de incubadora, la calidad y el tamaño de los huevos la edad de los embriones, además de la especie de que se trate. En todos los casos, es necesario disminuir el nivel de temperatura durante los últimos días (2 a 3), de incubación; es decir, la temperatura se diferencia de acuerdo a las etapas de incubación, la cual fue determinada utilizando un termómetro y se registró la temperatura interna de la incubadora para ser registrada en una base de datos que luego fue tabulada.

7. Análisis económico

El análisis económico involucró la cuantificación de costos desde el inicio de la investigación que se va desde la adquisición de la incubadora, recolección de huevos, hasta la etapa de cría que se da a los 56 días de edad de las pollitas para lo cual se aplicó la siguiente fórmula.

$$BC = \frac{IT}{ET}$$

BC: Indicador de Beneficio Costo.

IT: Ingresos Totales.

ET: Egresos Totales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

Para la construcción de la base metálica de la incubadora se eligió el proceso de doblado de 1mm, y fue construida en talleres OMEGA, la misma que tenían las medidas de 45 cm, de largo x 45 cm, de ancho y 55 cm, de alto, en cuanto a los materiales se utilizó planchas de acero inoxidable y el interior de la maquina contó con aislamiento térmico con lana de vidrio, la puerta estaba construida con vidrio panorámico para una mejor observación al interior de la máquina. También este tipo de material tenía un alto grado de resistencia al calor por lo que la temperatura a la que operó la incubadora no provocó ningún tipo de deformación, además ayuda a mantener un nivel de asepsia, a fin de que sea fácilmente transportada.

1. Chasis

El chasis fue la base metálica de la incubadora donde se alojaron el sistema de calentamiento, sistema de flujo de aire, contenedor de agua y circuitería de la incubadora, su objetivo fue el de dar soporte a todos los elementos necesarios en este proyecto, así como el de alojar los huevos. Para la construcción de la base metálica de la incubadora se eligió el proceso de doblado por tensión, ya que resultó ser el método más accesible a los recursos con que se cuentan y facilita la soldadura de las piezas que forman esta parte del diseño de la incubadora. La mayor dificultad encontrada fue conseguir un tamaño adecuado para conseguir una rentabilidad óptima.

En cuanto a los materiales para la construcción del chasis, se utilizó lámina de acero inoxidable de 2 mm de grosor, su elección se debió a que es lo suficientemente resistente al estrés físico normal aumentando la vida útil del equipo. También este tipo de material tiene un alto grado de resistencia al calor por lo que las temperaturas a las que opera la incubadora no provocarán ningún

tipo de deformación, además ayuda a mantener un nivel de asepsia mínimo y es lo suficientemente ligera como para no aumentar considerablemente el peso de la incubadora, a fin de que sea fácilmente transportada. Las dimensiones (45 cm x 45 cm x 55 cm de alto) se eligieron tomando en cuenta: el tamaño promedio de un horno de pan, el equipo interno como contenedor, circuitería, sistema calefactor y sistema de circulación de aire. En el gráfico 6, se ilustra el chasis de la incubadora.

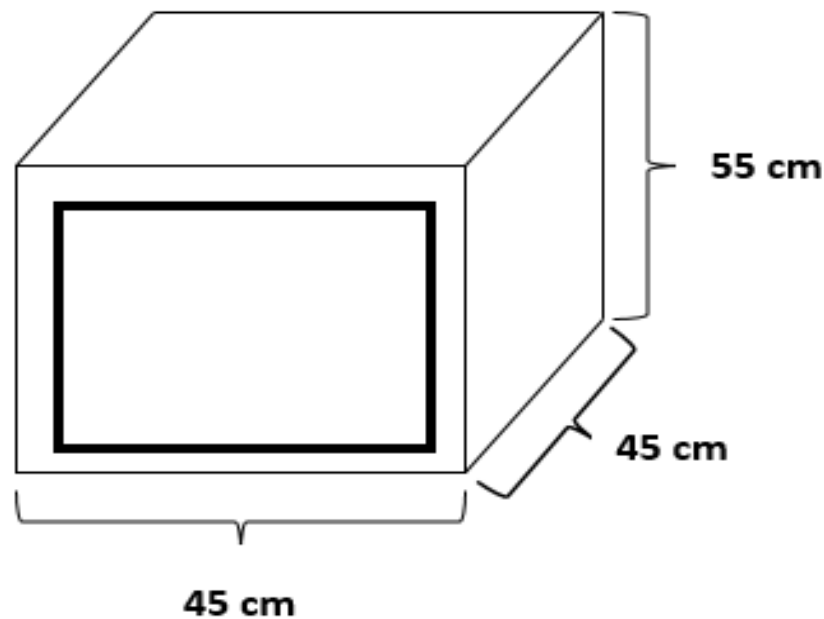


Gráfico 6. Chasis de la incubadora.

2. Termostato

El termostato utilizado tuvo como finalidad controlar la temperatura y humedad adecuada, introducida mediante un teclado. Para medir la temperatura y humedad en el interior, se contó con un sensor de temperatura "LM35" y un sensor de humedad "C-7241". La temperatura requerida, se consiguió mediante una lámpara de infrarrojos y un ventilador. Para mantener la humedad, disponemos de un humidificador. Su objetivo, fue que los huevos permanezcan en todo momento, con los niveles adecuados de temperatura y humedad. Es una de las piezas fundamentales para que se lleve a cabo la incubación. Éste es el encargado de regular la temperatura, que tiene que oscilar entre los 37° y 38°C. La temperatura

óptima de incubación es de 37.7° C. Fue imprescindible que el termostato tenga la mayor sensibilidad posible para que el encendido y apagado del sistema de calefacción no varíe, para verificar que la temperatura se mantiene estable, en el segundo caso, este termostato contó de una sonda y un sensor que indica la temperatura alcanzada, y se programa para que se encienda y apague según lo necesitemos. Los problemas encontrados, corresponden a la dificultad para conseguir la lectura del sensor de humedad, la potencia del ventilador y la lámpara de infrarrojos, que calienta y enfrían muy rápidamente. En las diferentes replicas de incubación se experimentó mantener la temperatura y humedad adecuada, mediante un aumento o descenso lento de sus valores, para evitar alteraciones bruscas de su temperatura y humedad, que perjudicarían la vitalidad en el proceso de incubación, En la fotografía 1, se ilustra el termostato.



Fotografía 1. El termostato.

3. Fuente de energía calorífica

Para el suministro de energía se utilizó un foco o una resistencia, según la literatura consultada sugerían usar una resistencia, ya que el foco, además de generar energía térmica, también produce luz, y esto les afecta a los pollos recién nacidos, porque no diferencian el día de la noche y les causa trastornos. La potencia de la resistencia dependió del volumen de aire que se iba a calentar en la incubadora y debía ir desde 50 watts a 150 watts en incubadoras con

capacidad entre 30 y 70 huevos, la que se utilizó en la presente investigación fue una resistencia eléctrica de 1000 watts. La potencia de la resistencia depende del volumen de aire que va a calentar en la incubadora la que se está utilizando en este equipo es de 1000 Watts la misma que se puede adquirir en cualquier mercado.

4. Fuente de humedad

Fue necesario que la incubadora cuente con un dispositivo que mantenga cierto nivel de humedad, para incubadoras pequeñas, (de menos de 200 huevos), la humedad se puede conseguir por la evaporación de agua de una charola metálica o de plástico. Debido a que las condiciones de humedad que se necesitan deben estar entre el 65% y 70%, es necesario colocar en el fondo una charola que tenga una área tal que cubra aproximadamente $2/3$ partes del fondo de la incubadora, debían estar compuestas preferentemente por acero inoxidable y tendrán unas medidas específicas.

Este es otro aspecto a considerar en incubación artificial en el ambiente dentro de una incubadora y en cual se debe hacer un énfasis. La pérdida de agua en los huevos se asocia generalmente con una pérdida de calidad en los ensayos. La humedad absoluta, se refiere a la masa de vapor de agua presente en una unidad de masa de aire seco. Sin embargo ésta, varía según la temperatura y la presión.

La humedad relativa (H.R), reflejó la cantidad de vapor de agua que contiene el aire con respecto a la cantidad máxima que es capaz de contener a la misma temperatura. Es la razón entre la presión parcial de vapor actual, y la presión de vapor de saturación, expresada generalmente en porcentaje.

5. Ventilación

Los huevos fértiles realizaron un intercambio gaseoso, captando oxígeno y cediendo anhídrido carbónico, la ventilación se la realizó con un ventilador de

36 watts, La ventilación fue muy importante durante el proceso de la incubación. Mientras que el embrión se estaba desarrollando, el oxígeno entro en el huevo a través de la cáscara y el bióxido de carbono se escapa de manera igual. Para el control de ventilación en la incubadora, se ha diseñado un sistema denominado ventilación con ventilador 36 watts que fue ubicado en el fondo de la incubadora. Las aspas del ventilador fueron de aluminio material inoxidable y ligero, el diámetro de las aspas fue de 30 cm, la misma que contaron con 5 aspas. En la fotografía 2, se ilustran las aspas del ventilador.



Fotografía 2. Aspas de ventilador.

6. Control de temperatura por medio de termocupla entre 35-38 grados

El sensor de temperatura utilizado en este equipo proporcionó la calibración en grados desde 0 grados hasta 100 grados centígrados, de tal manera que cuenta con un tablero con sistema de control automático con medida de 58 cm, x 58 cm, y 50 cm, de alto para regular los grados durante la incubación. En la fotografía 3, se ilustra el control de temperatura utilizado en la incubadora instalada en la unidad de producción avícola de la ESPOCH.



Fotografía 3. Control de temperatura.

7. Repisa de distribución

Las repisas para la distribución de los huevos fueron construidas de acero inoxidable, con medidas de 35 cm, x 38 cm, la misma que contaron con divisiones cada una para 45 huevos. Las repisas cuentan con una separación de 12 cm cada una contando con un total de tres repisas. En el gráfico 7, se aprecia las repisas de distribución de la incubadora instalada en la unidad de producción avícola.

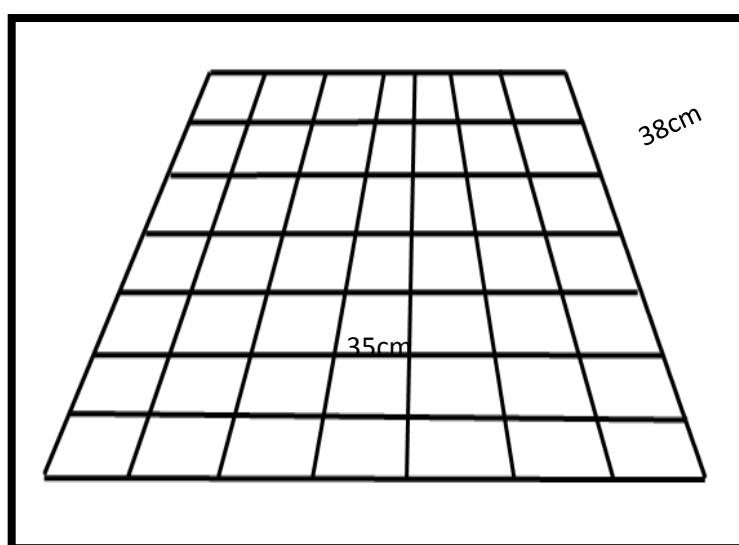


Gráfico 7. Repisa de distribución.

8. Bandejas

Las bandejas fueron el elemento diseñado para sostener los huevos en su lugar dentro de la incubadora evitando que se muevan, se choquen o se estropeen; las bandejas diseñadas permitieron el flujo de aire continuo a través de ellas y por ende mayores probabilidades de éxito. Fueron construidas en varilla ornamental de 4 mm, de diámetro y los huecos donde se acomodó cada huevo fue hecho a la medida promedio del diámetro de los huevos clase AA – 7 cm. Para el diseño de las bandejas se tuvieron en cuenta diversos factores tanto físicos como dimensionales del equipo y los huevos, con el objetivo de disponer de la mejor forma los 210 huevos de capacidad del equipo, teniendo presente los siguientes factores: Huevos totales = 210, Dimensiones mínimas de las bandejas, peso huevos, momento de inercia de la estructura. En el cuadro 7, se resume las características de las bandejas que contienen los huevos dentro de la incubadora.

Cuadro 7. CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS PORTA HUEVOS.

Huevos por bandeja	42			
Huevos totales	210			
		Frente	Atrás	Número bandeja
Huevos		6	7	5
dimensiones (cm.)		39	45,5	
Peso (Kg.)	2,94			
Inercia (cm ⁴)	1882,825			

- Para una disposición de cinco bandejas, seis huevos en la parte del frente y siete hacia atrás, para un total de 210 huevos, las dimensiones aproximadas dadas en el cuadro de cada bandeja, se obtuvieron al multiplicar el número de huevos por cada lado por el diámetro de un huevo estándar, que en este caso se tomo de 6.5 cm.

- El peso total de los huevos en la bandeja se obtuvo de multiplicar el número total de huevos en cada bandeja por el peso de un huevo estándar de gallina que fue 70 g
- El momento de inercia de cada bandeja con respecto al eje de simetría horizontal, se calculó así:

M = Peso total de los huevos

a = ancho de la bandeja perpendicular al eje de inercia

b = alto de la bandeja (igual al alto del huevo alrededor de 4 cm.)

I = momento de inercia respecto al eje de inercia

Definiendo las dimensiones de las bandejas, se estudian otros requerimientos:

- Cada huevo debía estar colocado en un agujero independiente.
- El material de construcción debía ser muy resistente a la humedad.
- Las bandejas debían permitir el flujo libre de aire entre los huevos.
- El peso de cada bandeja no superó 2 Kg.

De acuerdo a esto, se escogió hacer las bandejas en forma de malla, en varilla metálica de 4 mm de diámetro, con el fin de hacer un diseño sencillo y económico como se reporta en el cuadro 8.

Cuadro 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS.

Características	Dimensiones
Ancho	32 cm.
Alto	3,3 cm.
Largo	37 cm.
Tamaño agujeros	6,8 cm. x 6,8 cm.
Material	Varilla ornamental diámetro 4 mm
Peso	2.5 Kg.
Peso con los huevos	5.5 Kg.

9. Portabandejas

La estructura de las portabandejas soportó las bandejas que contienen los huevos, fue hecha a las dimensiones requeridas para poder albergar 210 huevos; se componía de cinco sectores de igual tamaño y cada uno pudo albergar hasta 42 huevos. Fue construida en aluminio, para reducir peso y soportar las cargas requeridas y darle la suficiente rigidez, para el diseño fue imprescindible tener presente las medidas externas de las bandejas, mostradas en el cuadro 9, ya que cada bandeja debía entrar suavemente en su posición con las características de diseño que debía cumplir como son: permitir alojar 5 bandejas con huevos, la distancia mínima entre cada bandeja debía ser de 80 mm, con el fin de evitar golpes entre los huevos, no permitió movimiento relativo de las bandejas, ya que esto producía quebraduras en los huevos. Soportar la carga a la cual estuvo sometida, el peso total de las bandejas y los huevos fue de aproximadamente 24 Kg. El punto de pivote debía ser simétrico respecto de la estructura, con el fin de evitar un torque de operación demasiado alto.

Cuadro 9. CARACTERÍSTICAS DEL PORTABANDEJAS.

CARACTERÍSTICAS	Dimensiones
Ancho	33 cm.
Alto	44 cm.
Largo	38 cm.
Material	Platina aluminio 1" x ¼ Perfil aluminio 1" x 1" x ¼"
Distancia entre bandejas	9.5 cm.
Peso	4.5 Kg.
Peso total con los huevos	32 Kg.

Fue necesario que la incubadora cuente con un dispositivo que mantenga cierto nivel de humedad. Para incubadoras pequeñas, (de menos de 200 huevos), la humedad se conseguía por la evaporación de agua de una charola metálica o de plástico. Debido a que las condiciones de humedad que se necesitaban debían estar entre el 65% y 70%, fue necesario colocar en el fondo una charola que tenía una área tal que cubra aproximadamente 2/3 partes del fondo de la incubadora,

debían estar compuestas preferentemente por acero inoxidable y con unas medidas adecuadas, en este caso contamos con tres bandejas que tenían las siguientes medidas, la pequeña mide 18x22, la segunda mediana 22 x 25, y la tercera grande que mide 30x 35. Otro aspecto a considerar en incubación artificial fue el ambiente dentro de una incubadora y en cual se debía hacer un énfasis. La pérdida de agua en los huevos se asoció generalmente con una pérdida de calidad en los ensayos. La humedad absoluta, se refería a la masa de vapor de agua presente en una unidad de masa de aire seco. Sin embargo ésta, varía según la temperatura y la presión. En el gráfico 8, se ilustra la ubicación de las bandejas dentro de la incubadora.

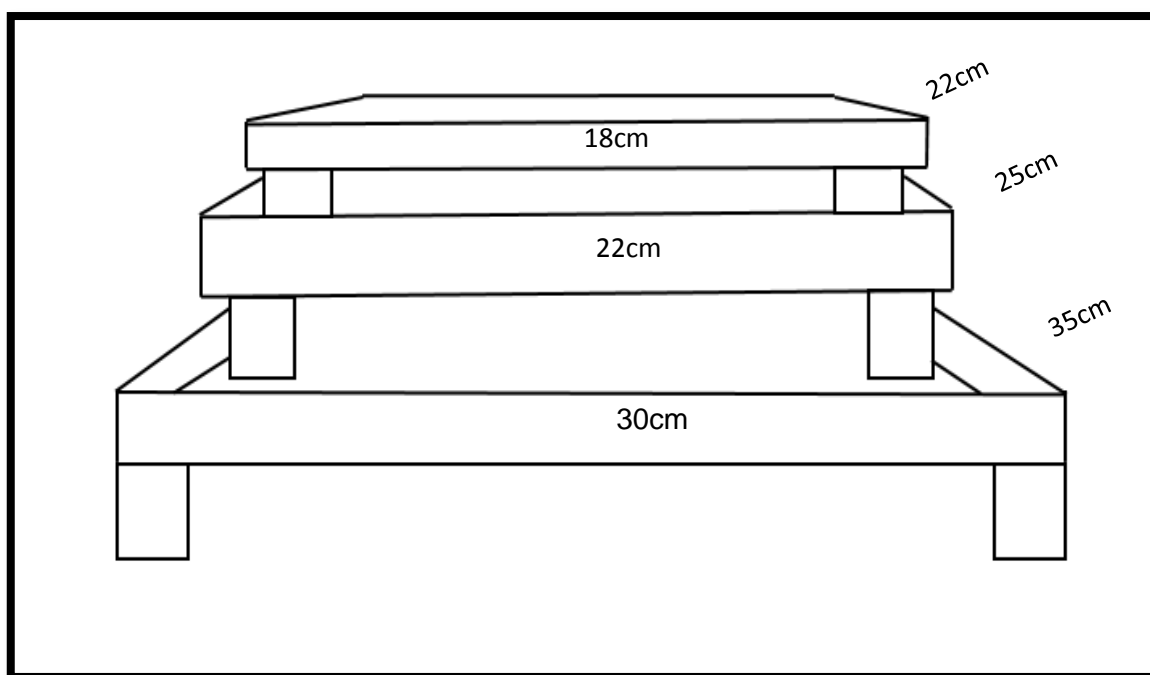


Gráfico 8. Ubicación de las bandejas dentro de la incubadora.

9. Calculo de la eficiencia del equipo

Para el cálculo de la eficiencia del equipo se utilizó los resultados del porcentaje de fertilidad alcanzados en las tres replicas realizadas en la incubadora instalada en la unidad académica de investigación y producción avícola, por lo tanto en el cuadro 10, se indica los resultados para determinar la eficiencia del equipo instalado en la unidad de producción avícola de la ESPOCH:

Cuadro 10. PORCENTAJE DE FERTILIDAD DE LA INCUBADORA INSTALADA EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA.

Número	Porcentaje de fertilidad.
Primera réplica	60,00
Segunda réplica	42,86
Tercera réplica	70,00
Promedio	57,62

- Posteriormente se aplicó la siguiente formula

$$EFICIENCIA = \left(1 - \frac{\text{Fertilidad esperada} - \text{fertilidad observada}}{\text{Fertilidad esperada}} \right) * 100$$

$$Eficiencia = \left(1 - \frac{88,6 - 57,62}{88,6} \right) = (1 - 0,35) * 100 = 65,03\%$$

Es decir que la eficiencia de la incubadora es de 65,033%

B. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA INCUBADORA INSTALADA EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA”

Las medidas de la incubadora adquirida para la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias fueron:

- 45 cm, de largo
- 45 cm, de ancho y

- 55 cm, de alto. En la ilustración de la fotografía 4, se aprecia la incubadora con la compuerta abierta.



Fotografía 4. Incubadora con la compuerta abierta.

Una de las piezas fundamentales para dotar a la incubadora de huevos de sistema eléctrico fue el termostato bimetálico, que es el mismo que se utiliza para la calefacción, pero fue imprescindible optar por uno de gran precisión. Éste fue el encargado de mantener la temperatura constante, la cual debe oscilar entre los 37-38° 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. Los Pasos para programar el control de temperatura son los siguientes:

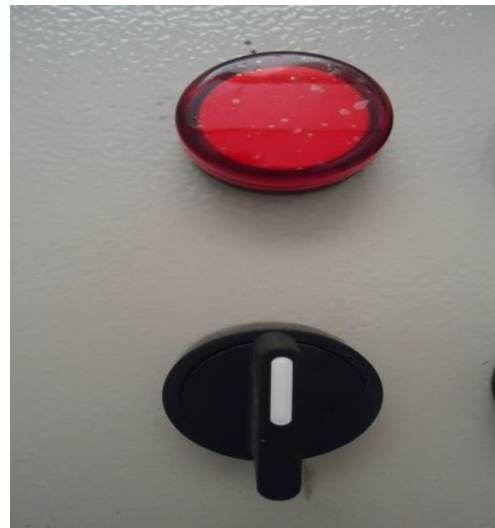
- Se deberá programar el generador de temperatura a través de panel mediante los grados de temperatura que desee.
- Los Grados de temperatura del termostato fueron desde 0° hasta 100°C de calor.
- El sensor de temperatura utilizado en este proporciona la calibración en grados Celsius (Centígrados), un factor de escala lineal de 10.0 mV/°C, un rango de Temperatura desde 0°C a 100°C, una corriente de 60 KA, baja impedancia de salida 0.1 para 1 mA de carga. En la ilustración de la fotografía 5, se indica los sensor de temperatura utilizados en la incubadora.



Fotografía 5. Sensor de temperatura.

- El encendido de la incubadora se lo realiza a lado derecho y el apagado al lado izquierdo, este botón nos sirve para generar la ventilación dentro de la incubadora, (fotografía 6).

Fotografía 6. Botón de encendido y apagado de la incubadora.



- Existe además el botón que sirve para el Encendido que se lo realiza al lado derecho y apagado al lado izquierdo, y nos sirve para generar el calor dentro de la incubadora.

- El motor utilizado para el sistema de ventilación, fue un motor de 1/8 H.P. el cual trabajó los 21 días de gestación, en la fotografía 7, se ilustra el Motor y ventilador para la Incubadora.



Fotografía 7. Motor y ventilador para la Incubadora.

- Las aspas del ventilador fueron de aluminio material inoxidable y ligero, el diámetro de las aspas fue de 30 cm.
- La resistencia eléctrica de 1000 watts, fue la encargada de mantener la temperatura constante, la cual debe oscilar entre los 37-38° C, se debe mantener encendido entre el numeral 5 y 6, como se ilustra en la fotografía 8 .



Fotografía 8. Resistencia eléctrica de 1000 watts.

- La bandeja para depositar los huevos era cuadrículada, pudiendo aprovechar en esta ocasión una malla de mosquitera o una plancha de metal perforada,

considerando que cada cuadrado no media más de 1 cm², en la fotografía 9, se ilustra la bandeja para depositar los huevos.



Fotografía 9. Bandeja para depositar los huevos.

- El equipo para incubar los huevos estaba provisto de una bandeja donde poder verter agua, que estaba compuesta preferentemente por acero inoxidable y con medidas adecuadas.

C. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE INCUBACIÓN EN EL EQUIPO INSTALADO EN EL PROGRAMA DE AVES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

1. Peso del huevo

Al realizar la evaluación descriptiva del peso del huevo que se seleccionó para ser incubado en el prototipo mecánico implementado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, no reportó diferencias estadísticas de acuerdo al criterio Ji cuadrado ($X^2_{cal} = 0,46 < X^2_{tab 0,05} = 74,92$), sin embargo se determinó un promedio de 55,2 g, considerando el peso ideal para proceder al proceso de incubación que de acuerdo a las recomendaciones debe estar entre 52 a 60 g, además el error típico de las medias que fue de 0,3 como se reporta en el cuadro 11, determina que existe homogeneidad entre los pesos de los huevos seleccionados por lo tanto, se

Cuadro 11. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE INCUBACIÓN EN EL EQUIPO INSTALADO EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.

ESTADÍSTICAS	VARIABLES				
	Peso del huevo, g.	% fertilidad	% de nacimientos	Peso del pollito, g.	Vitalidad
Media	55,2	57,62	10	46,0	4,67
Error típico	0,3	7,93	7,07	0,7	0,21
Mediana	55,0	60,00	5	46,0	5,00
Moda	55,0		0	46,0	5,00
Desviación estándar	2,3	13,73	14,14	1,7	0,52
Varianza de la muestra	5,3	188,44	200	2,8	0,27
Curtosis	0,9		1,5	2,5	(1,88)
Coficiente de asimetría	1,1	(0,76)	1,41	-1,2	(0,97)
Rango	10,0	27,14	30	5,0	1,00
Mínimo	52,0	42,86	0	43,0	4,00
Máximo	62,0	70,00	30	48,0	5,00
Suma	2761,0	172,86	40	276,0	28,00
Cuenta	50,0	3,00	4	6,0	6,00
Chi cuadrado	0,46	10,83	10,48	32,0	1,09
Significancia	ns	ns	ns	**	ns

proporciona condiciones similares para que se origine la fecundación. El valor de la mediana y moda entre los datos seleccionado al ser de 55 gramos se considera que los huevos seleccionados presentan un peso adecuado para garantizar que al ingresar a la incubadora, se adapten a la temperatura y humedad adecuadas para que la fertilización sea exitosa, el valor de la desviación estándar al reportarse 2,3 es un indicativo que la dispersión de los datos en relación a la media no es alta corroborándose los criterios antes mencionados, es decir que el lote de huevos es homogéneo, como se ilustra en el gráfico 9.

Según [http://www.ocw.upm.es/produccion-animal.com.\(2015\)](http://www.ocw.upm.es/produccion-animal.com.(2015)), en los actuales modelos de explotación de reproductoras se ha eliminado la incubación natural, desde una perspectiva económico-productiva. Es preciso, por tanto, recurrir a la incubación artificial. Para obtener el mayor número posible de pollitos viables de 1 día, no basta con obtener el máximo número de huevos fértiles. Es preciso manejar éstos de forma adecuada para evitar contratiempos al embrión, que afectarían a su posterior viabilidad. Tampoco puede olvidarse el manejo adecuado del huevo durante el período de incubación, ni las atenciones que requiere el pollito recién nacido. 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 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, existe un aumento del riesgo de deshidratación, porque suelen tener la cáscara más delgada de lo normal, es decir, con una mayor conductividad a los gases, no caben en los alvéolos de las bandejas de incubación.

Según [http://www.engormix.com.\(2015\)](http://www.engormix.com.(2015)), el peso del huevo puede oscilar entre 50 y 65 gr, estando influido por factores tales como: el tamaño de la hembra, el momento del ciclo de puesta, la subespecie y la alimentación. El peso del huevo determina de forma clara y positiva el peso del pollo al nacimiento, aspecto importante para la vitalidad del recién nacido. Por otra parte, el tamaño del huevo influye en la viabilidad de los pollitos, en el sentido de que los huevos de gran

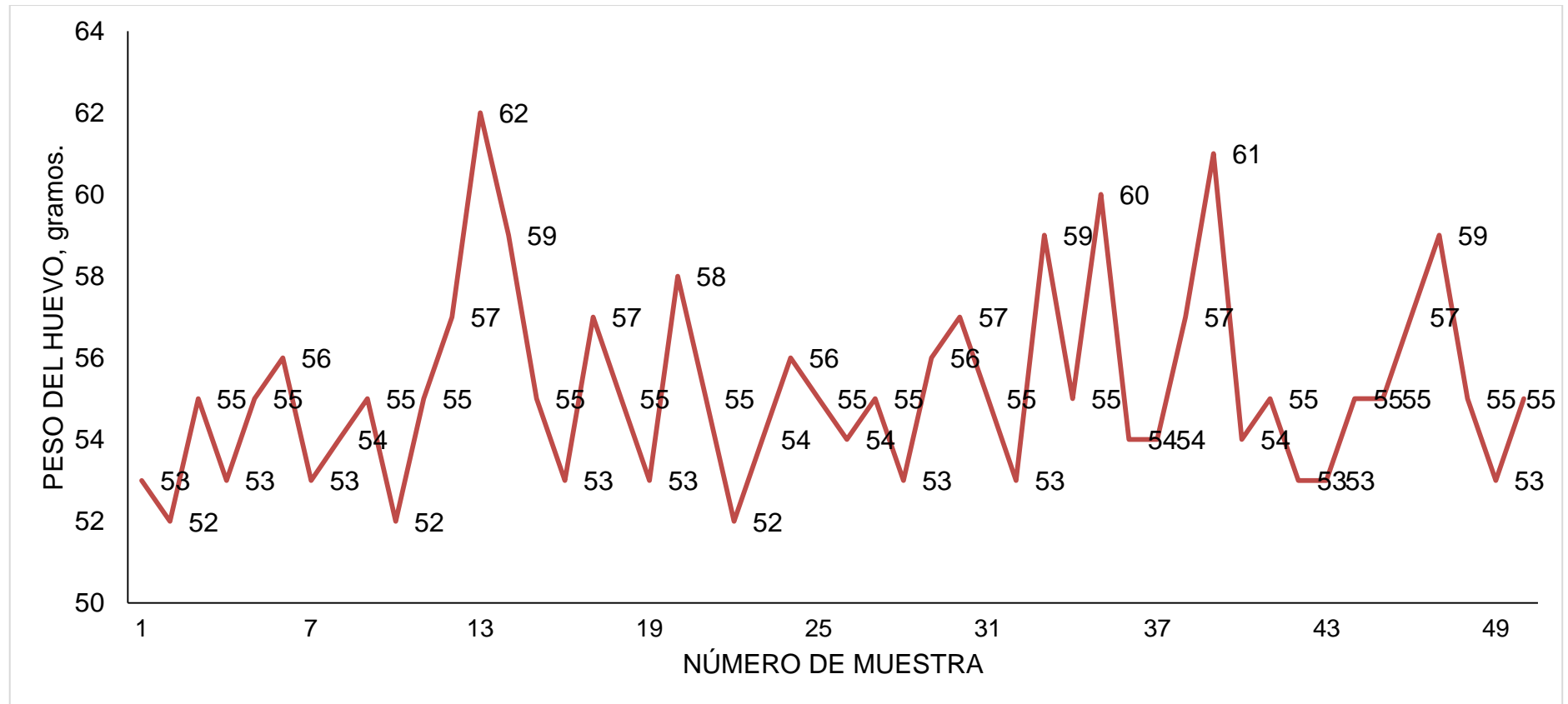


Gráfico 9. Comportamiento del peso de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.

tamaño producen pollos edematosos y de nacimiento tardío, debido a una falta de intercambio gaseoso y de vapor de agua. Por el contrario, los huevos excesivamente pequeños producen pollos deshidratados, de pequeño tamaño y muy débil al nacimiento, debido a la gran pérdida de agua durante el proceso de incubación.

2. Porcentaje de fertilidad

El promedio de fertilidad de los huevos incubados en el prototipo mecánico implementado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias fue de 57,62%; sin existir diferencias estadísticas entre la dispersión de los datos según Ji cuadrado ($X^2_{cal} = 10,8 < X^2_{tab 0,05} = 11,7$), con un error estándar de 7,93 siendo relativamente alto ya que supera el 5% de error que es aceptado en una investigación sin embargo existen factores a mas de las condiciones de incubabilidad que afectan este porcentaje como son la genética del ave o las condiciones de temperatura y humedad que deben ser determinadas estrictamente. Es evidente que pautas de manejo y las diferencias en el material genético entre una y otra investigación pudieran estar introduciendo variación en los resultados. Esta aseveración fue hecha con anterioridad por Boerjan, M. (2002), quien señaló que la baja calidad genética de las poblaciones de aves presentes pueda ser la causa de los bajos niveles de fertilidad observados. La baja calidad genética de los animales probablemente sea consecuencia de la ausencia de granjas especializadas en reproducción en el país, sumado al hecho de que cada granja productora de huevos incubaba algunos de estos para obtener reposición y para la venta, sin seguir estrictos programas de reproducción y selección.

Las apreciaciones del porcentaje de fertilidad que fue de 60% en la primera réplica, 43% en la segunda replica y 70% en la tercera replica como se ilustra en el gráfico 10, reportaron una valor de la mediana del 60%, sin existir moda es decir el valor que más se repite, y que se encuentra, dentro de los límites aceptables de acuerdo a la línea genética sin embargo en general está entre 60 y 70% que resultan alentadores sobre todo al referirnos que las diferentes pruebas

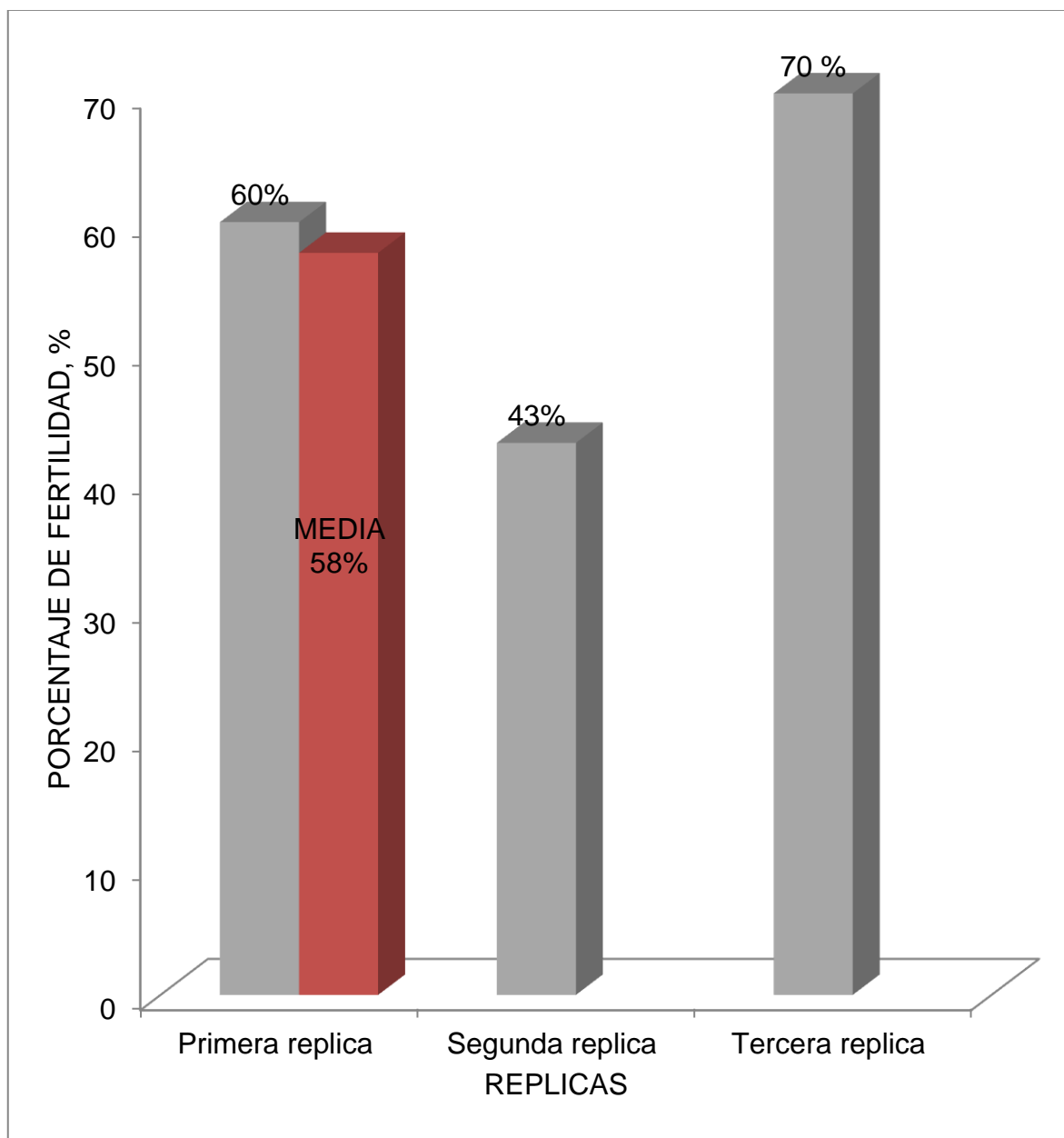


Gráfico 10. Comportamiento del porcentaje de fertilidad de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

fueron realizadas en condiciones adversas ya que se tenía que adaptar la técnica que fue entregada por la empresa constructora de la incubadora con las condiciones y disponibilidad de material del programa avícola.

El resultado de la desviación estándar que fue de 13,73% es una medida de dispersión para variables de razón y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Es una medida de lo que se apartan los datos de su media (60%), y por tanto, se mide en las mismas unidades que la variable. Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que representan los datos en su distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad a la hora de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones. Según <http://www.engormix.com>.(2009), el porcentaje de fertilidad hace referencia al número de huevos embrionados en relación al número de huevos colocados en la incubadora, una vez desechados los huevos claros tras el primer miraje el día 14 de incubación. Es decir, la fertilidad muestra la aptitud de unión del espermatozoide y el óvulo.

3. Porcentaje de nacimientos

Los resultados estadísticos del porcentaje de nacimientos de los huevos incubados en el equipo implementado para la en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, no reportaron diferencias estadísticas entre réplicas de acuerdo al criterio Ji cuadrado ($X^2_{cal} = 10,84 < X^2_{tab\ 0,05} = 12,50$), sin embargo numéricamente se aprecia una respuesta media de 10%; y un error típico de 7,07; que es un valor aceptable ya que se considera que la experimentación fue realizada con una técnica que a partir de la experiencia fue corrigiendo errores, especialmente en dos factores muy importantes como fueron la temperatura y la humedad, notándose que existe un incremento en el porcentaje de nacimientos a medida que se desarrollan las replicas ya que de ningún nacimiento en la primera réplica y segunda replica se eleva a 30% que es el valor más satisfactorio en la tercera replica, como se ilustra en el gráfico 11.

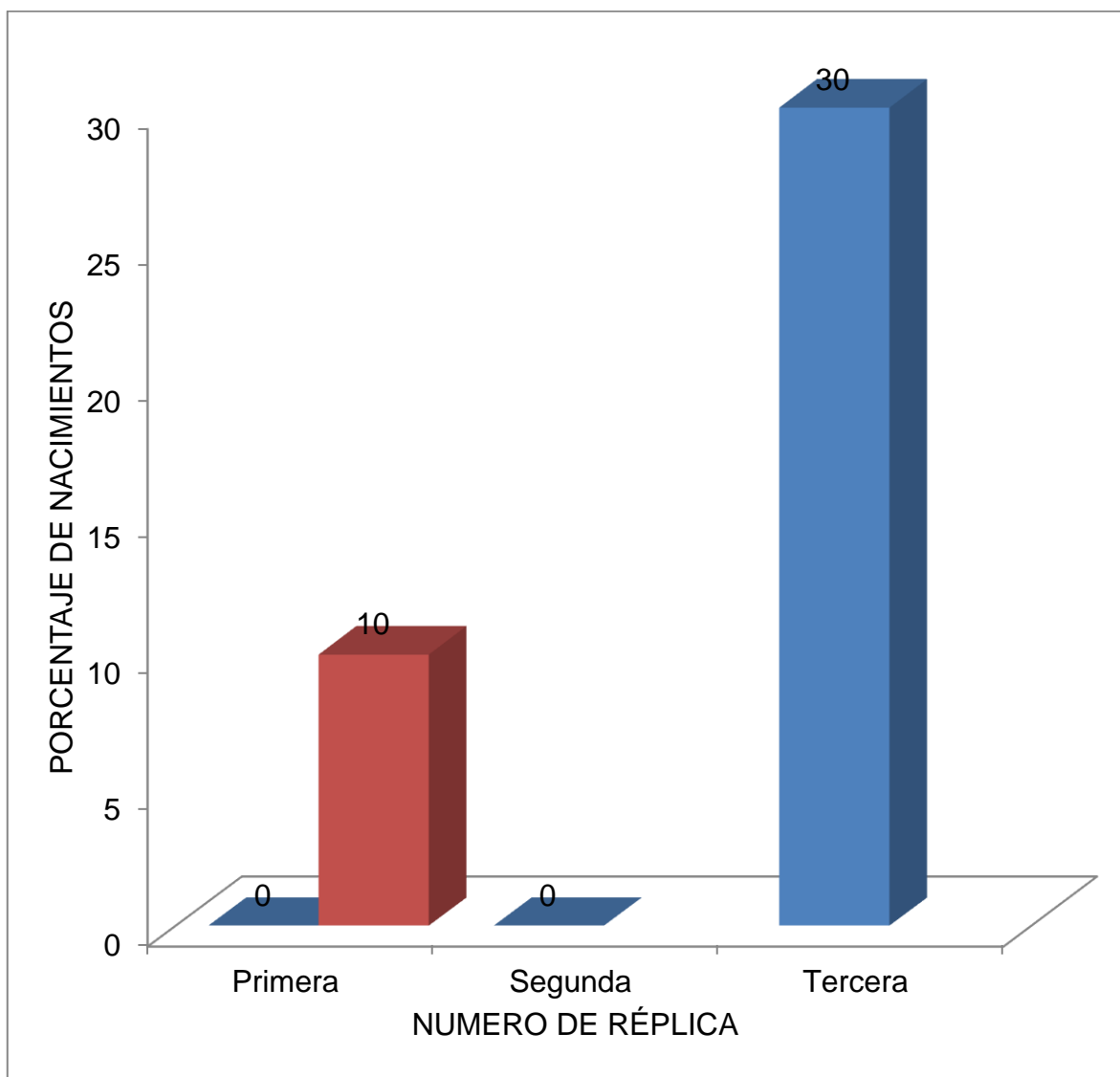


Gráfico 11. Comportamiento del porcentaje de nacimientos de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Resultados que son inferiores a los registros de Gómez, J. (2008), quien al realizar la evaluación del efecto de la edad de las reproductoras y la ubicación del huevo en la incubadora registró promedios de nacimientos y de huevos fértiles de 25,8 y 42,3%, respectivamente con errores estándar de 2,0 y 2,2%, en su orden. Es necesario mencionar que dichas diferencias pueden tener causas diversas, las cuales se refieren no sólo a la temperatura, humedad y movimiento de los huevos, sino que se debe adicionar el tiempo de almacenamiento de los huevos, las condiciones de almacenamiento y el peso del huevo. Estas condiciones pueden variar entre una investigación y otra, siendo fuentes silentes y no identificadas de variación. La eclosión comienza, cuando el polluelo hace un agujero a través de las membranas y asoma su pico a la cámara de aire, en este momento se le puede oír piar y golpear la cara interna de la cáscara.

Según <http://www.engormix.com>.(2009), el diamante que se forma cuando se va a producir la eclosión del huevo, y por ende el nacimiento del polluelo es una protuberancia en el extremo del pico, con la que el pollo rompe la cascara y que desaparece a los pocos días. Otro aspecto a considerarse se basa en el hecho de que los huevos de peso intermedio poseen una alta capacidad de intercambio de agua y gases con el medio ambiente, debido a la presencia de un mayor número de poros en la cáscara. Este intercambio con el medio ambiente ha sido relacionado directamente con una mayor calidad del albumen, lo cual asegura la sobrevivencia del embrión, y por ende un mayor porcentaje de nacimientos. Asimismo, se ha señalado que los huevos grandes tienen menos poros, lo que dificulta el intercambio de gases y agua con el medio ambiente que rodea al huevo; con la consecuente reducción de la pérdida de peso del huevo y reducción en la calidad del albumen que conduce a la muerte del embrión.

4. Peso del pollito al nacimiento

La evaluación estadística del peso del pollito al nacimiento que se ilustra en el gráfico 12, no reporto diferencias estadística según el criterio Ji cuadrado ($X^2_{cal} = 32 > X^2_{tab 0,05} = 11,07$), observándose una media general entre los reportes de 46 gramos y un error típico de 0,7; que se considera bajo y que determina que los

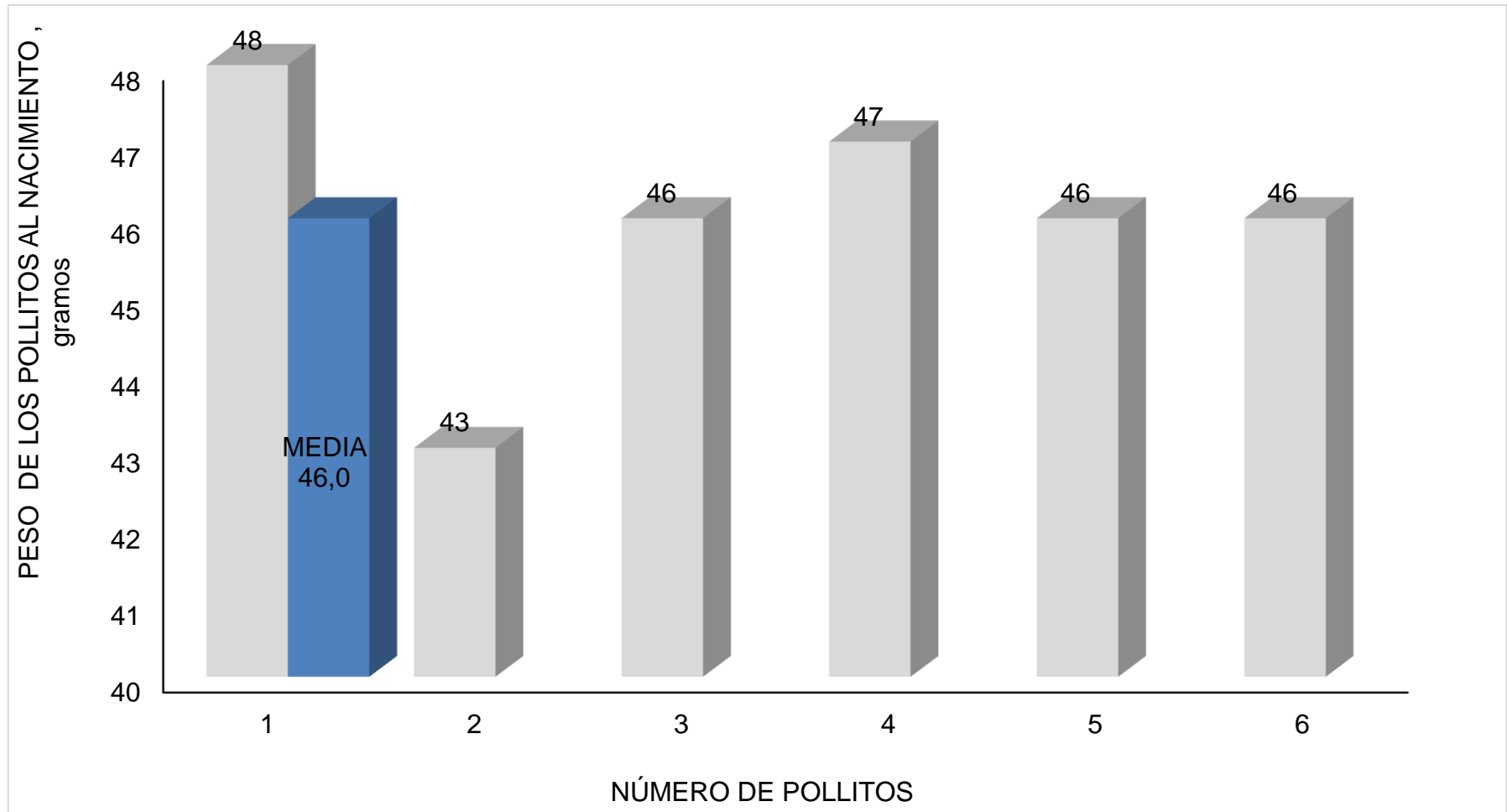


Gráfico 12. Comportamiento del peso de los pollitos al primer día que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

resultados se encuentran muy cercanos en relación a la media es decir que el lote de pollo que nacieron tienen un peso homogéneo con ligeras variaciones como lo determina la respuesta de desviación estándar que fue de 1,7 gramos. Además se aprecia una media y moda de 46 gramos, que son respuestas alentadoras ya que se considera que el peso ideal con el que deben eclosionar los pollitos debe ser de 40 a 45 gramos.

Al respecto Jonez. R. (2008), menciona que el nacimiento es un proceso que dura de dos a tres días. Hemos de tener en cuenta que los huevos en el momento de su nacimiento necesitan una gran cantidad de humedad, para su fácil rotura por parte del pollo. Por ello, hay que subir la humedad para favorecer la rotura de la cáscara una vez iniciada la eclosión. Cuando se inicie la rotura de las cáscaras se debe aumentar la humedad al 85 %, para favorecer el nacimiento de los pollos. Por término medio trascurren entre 2 y 3 días desde que el pollito irrumpe en la cámara de aire hasta su nacimiento. El proceso de nacimiento se puede ver interferido por problemas nutricionales, genéticos, de mal posición o patológicos. Así mismo, la falta de estímulos exteriores puede retrasar el nacimiento de los pollos y afectar a la propia integridad física de los mismos. En el proceso de incubación natural, los pollos son estimulados durante el proceso de eclosión por los propios animales adultos y demás pollitos de la nidada. Como práctica de manejo se recomienda vigilar los huevos todos los días, facilitando el nacimiento de aquellos pollos con dificultades, mediante la realización de un orificio de 2 cm. en la cáscara a nivel de la cámara de aire. Pero esto no debe tomarse como una práctica rutinaria, pues en la medida de lo posible los pollos han de nacer por sí solos. No se retirará ninguno de la incubadora hasta que hayan pasado 24 horas del nacimiento para que sequen perfectamente el plumón. Pasado este tiempo se colocarán en un recinto pequeño o caja con una luz, para que les de calor y con agua y pienso apropiado.

Los resultados reportados en la presente investigación son similares a los reportados por Gómez, J. (2008), quien al realizar la evaluación del efecto de la edad de las reproductoras y la ubicación del huevo en la incubadora sobre el peso

de pollitos de un día, reporto que el rango de peso de los pollos en los diferentes tratamientos al nacimiento fue de 42.90 g. a 49.53 g.

5. Vitalidad

La evaluación del parámetro vitalidad del pollito al nacimiento no registró diferencias estadísticas entre observaciones de acuerdo al criterio Ji cuadrado ($X^2_{cal} = 0,11 < X^2_{tab 0,05} = 7,81$), registrándose una media de 4,67 puntos sobre 5 de referencia, como se ilustra en el gráfico 13, con un error típico de 0,21; que es un referente de que los datos se encuentran bastante homogéneos y las respuestas se encuentran agrupadas muy cerca de la media, además se observa un valor de media y media de 5 puntos, y que indican que la vitalidad del pollito es muy alta, únicamente existiendo una desviación estándar de 0,42 puntos en relación a la media, estableciéndose que la vitalidad al ser alta aseguran el desarrollo normal del pollito para que pueda resistir los cambios en las diferentes etapas de vida.

Al respecto Gómez, A. (2008), señalan que al hablar de vitalidad es necesario considerar que la meta de una empresa que se dedica a la incubación de huevos es elevar la cantidad de pollitos nacidos de primera calidad que alcancen un rendimiento productivo posterior satisfactorio. En este contexto, el control sobre el proceso de producción de huevos y de la incubación se mantiene en la mente de los productores, técnicos y científicos. Sin embargo, ¿por qué no se logra que todos los huevos producidos posean un alto valor de incubación? ¿por qué en muchos huevos que se incuban no se obtiene un buen desarrollo embrionario Si de control se trata cuándo y cómo implementarlo El cuidado de los huevos incubables durante el almacenaje en la granja, durante el tránsito o en la planta de incubación es un aspecto importante en una administración de planta de incubación que busca preservar la vitalidad del embrión. Una forma precisa y previsible de medir la calidad del pollito es importante para comparar y evaluar el proceso de incubación entre diferentes incubadoras y evaluar los cambios en el proceso que se puedan haber hecho a lo largo del mismo. Muchos métodos han sido desarrollados para evaluar de una forma más o menos sistemática la calidad del pollito de un día. Muchos de estos métodos están basados en valores más o

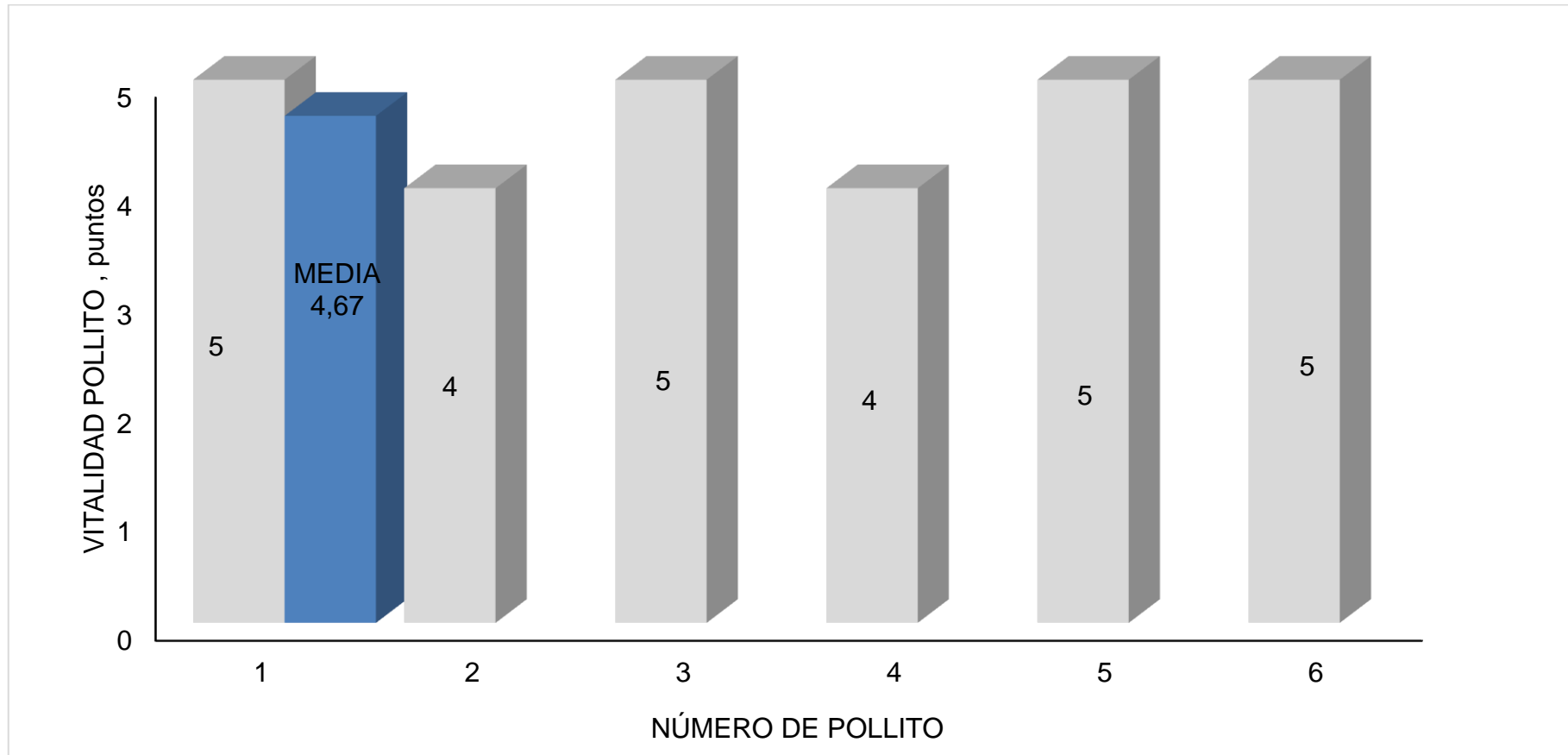


Gráfico 13. Comportamiento de la vitalidad de los huevos que se incubaron en el equipo instalado en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

menos subjetivos en términos de viabilidad, actividad del pollito, calidad de ombligo, etc. y aunque estos dan unos valores en base a la apariencia de los pollitos, es cuestionable si son realmente adecuados para medir su calidad.

6. Temperatura de incubación

La temperatura de incubación con la que se trabajó fue de 38°C, para las tres replicas realizadas considerándose como óptima ya que los resultados de vitalidad, y eclosión demostraron que se consigue competir con tecnologías de empresas que se dedican diariamente a esta actividad y que han capacitado al personal para obtener los resultados esperados, mientras tanto que la incubadora que se implementó en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, requirió una adaptación más esmerada ya que las condiciones para realizar el proceso muchas veces no fueron las adecuadas especialmente en iluminación, humedad y características del ambiente.

Sin embargo es necesario recalcar lo que se identifica en el sitio web <http://www.intercentres.cult.gva.es>. (2008), donde se menciona que el calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produce mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. La temperatura de las incubadoras se enmarca entre 37 y 38 °C. Es necesario disminuir el nivel de temperatura durante los últimos días (2 a 3) de incubación, es decir, que la temperatura se ajusta según las etapas de incubación Quintana, J.(2006), la temperatura ideal de incubación es de 37,7 a 37,8°C. El valor térmico ideal es diferente según se trate de incubadoras de carga continua o de carga única (todo dentro-todo fuera), puesto que en estas últimas la temperatura se puede ajustar al valor adecuado al estado de desarrollo embrionario. la temperatura existente en cada momento es la resultante, lógicamente, del equilibrio entre las pérdidas y las ganancias de calor. 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 lado.

D. MANUAL DE BIOSEGURIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA INCUBADORA PARA LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS

Las normas de bioseguridad son el conjunto de prácticas de manejo orientadas a prevenir el contacto de las aves con microorganismos patógenos, con la finalidad de brindar garantía al proceso de producción de los bienes avícolas destinados al consumo humano. Las siguientes normas de prevención que se deben tener en cuenta para poder ingresar en el laboratorio comprenden

En cuanto a la vestimenta del operario que se ilustra en el gráfico 14, se aprecia las siguientes consideraciones:



Gráfico 14. Equipo de protección para laborar en una planta de incubación.

- El ingreso al laboratorio se lo debía realizar con la vestimenta adecuada que consiste en el uso de un mandil blanco, botas, mascarilla, guantes, cofia, para proteger la integridad de las personas de posibles derrames o accidentes laborales. En la fotografía 10, se ilustra la Incubadora instalada en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.



Fotografía 10. Incubadora instalada la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Fue necesario tener a disponibilidad todos los materiales a ser utilizados para la realización de las pruebas. Los aspectos que se contemplaron para el normal funcionamiento del sistema operativo del laboratorio del programa avícola comprenden las siguientes precauciones:

- Asegurarse que todo el sistema eléctrico este siempre desconectado antes y después del uso del laboratorio y de las respectivas máquinas, como se ilustra en la fotografía 11.



Fotografía 11. Breakes para el control del sistema eléctrico.

- Fue necesario tener en cuenta de la conexión con los cables asegurándose que exista electricidad, como se ilustra en la fotografía 12.



Fotografía 12. Conexiones eléctricas la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola en la Facultad de Ciencias Pecuarias.

De acuerdo al capítulo VI, las recomendaciones que deben seguir el personal de los planteles avícolas y incubadoras se resumen en los siguientes artículos:

Art. 9.- El personal de una explotación avícola debe recibir constante capacitación en normas de bioseguridad, higiene personal en el trabajo, higiene de los alimentos, cuidado adecuado de las aves en cada una de las etapas de producción, control de plagas, seguridad ocupacional, riesgos del trabajo y protección ambiental.

Art. 10.- El personal que aplique medicamentos de uso veterinario, así como agentes desinfectantes, sanitizantes y todos aquellos que operen equipamiento peligroso y complejo, deben estar capacitados para desarrollar dichas labores. Deberá dotarse al personal del equipo de protección y la indumentaria adecuada para las actividades que efectúe.

Art. 11.- El personal que labora en los planteles deberá contar con un Certificado Anual de Salud otorgado por un Centro o Subcentro del Ministerio de Salud

Pública que garantice su buen estado físico para desenvolverse en este tipo de actividad.

Art. 12.- El personal de las granjas deberá tener facilidades de servicio médico permanente y contar con procedimientos periódicos para la prevención de zoonosis. Las granjas deberán contar con un botiquín dotado de equipo de primeros auxilios por cada 15 personas y cuya ubicación y disponibilidad no genere dificultad de acceso para quien lo necesite, ni represente riesgo para la bioseguridad en la granja.

Art. 13.- Según lo establecido en el Código de Trabajo, la explotación avícola deberá contar con un área destinada exclusivamente para comedor, la cual deberá estar alejada de los galpones y de las bodegas de almacenamiento, pero dentro del perímetro interno de la granja.

Las normas que se debieron seguir una vez iniciado el proceso de incubación fueron:

- Medidas para la recepción de huevos: Con la recepción del huevo comienza el proceso productivo de la planta de incubación, cuyas operaciones se inician directamente en la granja de producción. Independientemente de que se realice una desinfección previa en la granja, es imprescindible someter los huevos recibidos a un protocolo de recepción que incluirá una desinfección, en lo posible dentro de una sala habilitada para tal efecto. Los propios huevos son los vectores de contaminación más importante dentro de la planta de incubación por lo que se deben eliminar aquellos que están rotos y fisurados. Cabe recordar que la mayoría de los problemas de contaminación en las incubadoras se origina por la falta de este control.
- Con la generalización de la vacuna “in-ovo” en la planta de incubación, se debe colocar los huevos en las bandejas con el polo fino, hacia abajo, lo que resulta una medida correcta e importante, así se elimina todos los huevos que presentan algún indicio de contaminación. Respecto a la sala de almacenamiento de los huevos, los sistemas de ventilación son especialmente

críticos dada la temperatura y la humedad a la que se conservan por lo general; la condensación en paredes, techos, etc., es más probable en esta zona de la planta que en otras. Además si no está bien regulada la temperatura y la humedad se puede producir el sudado de los huevos o condensación de humedad en cáscara, de esta manera el riesgo de contaminación bacteriana crecerá significativamente.

- Incubación: El programa de limpieza y desinfección fue diferente si se trata de incubadoras de multicarga o carga única. En el segundo caso, la posibilidad de realizar vacíos sanitarios y limpieza después de cada incubación facilita mucho el control sanitario, en el caso de máquinas multicargas es necesario planificar y aplicar períodos de vacíos con mayor frecuencia.
- Realizar el control de la calidad del aire y del agua condiciona el estado sanitario, por ello se deben realizar muestreos microbiológicos rutinarios y desinfecciones diarias y/o semanales de los conductos de ventilación.
- Transferencia: Después de 18 a 19 días de incubación a altas temperaturas y humedades, los huevos contaminados que llegan hasta el proceso de transferencia son potencialmente capaces de contaminar a toda una nacedora, por consiguiente es imprescindible eliminar todos los huevos contaminados y rotos durante la transferencia. Los huevos infértiles y los huevos fértiles, con mortalidades tempranas o intermedias, representan un riesgo durante el proceso de incubación y nacimiento. Por ello se recomienda realizar un minucioso examen para eliminar los huevos claros, muertes tempranas y muertes tardías, con lo cual se mejoran significativamente los resultados productivos finales y los riesgos sanitarios durante las demás etapas de la incubación.
- Nacimiento: Es el momento en que más se necesita un ambiente limpio y libre de patógenos, así como en el procesado de pollitos de un día, ya que nos enfrentamos a los mayores niveles de contaminación por la presencia de huevos contaminados, rotos, pollitos muertos en las primeras horas, heces, plumón, etc.; si a esto se le añade condiciones de limpieza y desinfección deficientes en salas y máquinas los problemas se agravan. La instalación de

un sistema de plenum en las nacedoras es muy importante en la actualidad para reducir la contaminación en el nacimiento, igualmente para reducir el estrés respiratorio de las aves y reducir la exposición a esporas y bacterias.

- Rutina de control del estado sanitario de la planta: Los muestreos microbiológicos en la planta de incubación fueron una herramienta indispensable para determinar la situación sanitaria de la misma. Otra rutina recomendable fue realizar embriodiagnos postnacimiento de todos y cada uno de los lotes, en la que se revisan los parámetros relacionados con el estado sanitario e higiene de los procesos, así como para evaluar otros factores de producción, como la fertilidad de los lotes, la eficacia del programa de incubación y equipos de vacunación. Con esto se pueden observar las incidencias de muertes tempranas, intermedias y tardías por presencia bacteriana, huevos picados y pollitos nacidos con síntomas de contaminación.

E. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE INCUBACIÓN

A medida de que las incubadoras se diseñan más grandes y más automatizadas la necesidad de mantenimiento preventivo es crucial. A continuación numeramos algunas sugerencias:

- Una vez que se adquiere la maquina incubadora fue necesario solicitar las recomendaciones de la fábrica para hacer el servicio y mantenimiento rutinario.
- Realizar el mantenimiento regular basado en estas recomendaciones y en su propia experiencia.
- Efectuar una inspección y limpieza completa por lo menos una vez al año en máquinas multietapa. El tiempo de vacío de las máquinas nacedoras es muy corto, limitando tiempo para servicio y reparaciones. Tener una máquina extra permite hacer reparaciones esenciales cuando sea necesario.

- Es necesario mantener un inventario de partes que sean requeridas regularmente y mantenga un inventario correcto de artículos comprados y usados.
- Asegurarse que los operarios de incubadoras y nacedoras sean entrenados apropiadamente, familiarizados con su trabajo y que tengan procedimientos a seguir en caso de que haya una falla mecánica.
- Inspeccionar que se adopten medidas de seguridad industrial, como son proveer de las protecciones y los switches de seguridad necesarios. Asegúrese que todas las prácticas laborales cumplen con la legislación de seguridad.

F. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La evaluación económica de la implementación de una incubadora para la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, determinaron un gasto total de 2240 dólares americanos que estuvieron conformados por los materiales empleados por el constructor y que comprende planchas de acero, lana de vidrio, ventiladores, termostato, bandejas , entre otros, y como egresos producto de los huevos y la instalación del equipo en total se calculo 60 dólares americanos, como se describe en el cuadro 12 .

Una vez determinados los egresos se procedió a calcular la cantidad de huevos que eclosionaron de acuerdo al porcentaje de fertilidad que fue del 58%, el cual podría elevarse significativamente a medida que se va capacitando al personal y se va calibrando la incubadora para que los huevos no sufran de cambios bruscos especialmente de humedad y temperatura esperando alcanzar un porcentaje de fertilidad mínimo del 88,6% de acuerdo a múltiples investigaciones, por lo tanto inicialmente se obtendrán en cada parada 116 pollitos con una vitalidad elevada y que al salir al mercado el ingreso seria de 204,16, prediciendo que la caja de pollo bebe tiene un costo actual de 100 dólares y tiene 56 unidades, por lo tanto cada

21 días y con el porcentaje de fertilidad alcanzado inicialmente se recuperara 204,16 dólares pero al incrementar el porcentaje de pollos vivos se espera obtener 172 pollos y por ende los ingresos fueron mayores, logrando recuperar el costo inicial en un tiempo más corto.

Cuadro 12. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo por unidad	Total
Plancha de acero inoxidable	m ²	4	150	600
Aislamiento térmico con lana de vidrio 1mm de espesor	M ²	4	100	400
Resistencia eléctrica de 1000Voltios	c/u	1	400	400
Ventilación con ventilador 36 Watts	c/u	1	180	180
Control de temperatura por medio de termocupla	c/u	1	90	90
Tablero con sistema de control automático	c/u	1	300	300
Conductores con aislamiento de asbesto	c/u	1	150	150
Repisas de distribución con acero inoxidable	c/u	3	25	75
Bandejas de agua	c/u	3	15	45
Subtotal				2240
Instalación de la incubadora	unidad	1	25	25
Huevos	unidad	100	0.35	35
Costo				2300

V. CONCLUSIONES

- De los resultados determinados por el proceso de incubación de los huevos en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se determinó un porcentaje de fertilidad del 58% con lo cual se pudo calcular la eficiencia del equipo que fue del 65,33%; en las pruebas pilotos para calibrar, el equipo y que indica resultados satisfactorios, es decir que la técnica recomendada en la literatura fue observada y ejecutada con gran precisión.
- Se realizó un control riguroso en cuanto a la homogeneidad en el peso del huevo determinándose un promedio de 55,20 g, que es ideal sobre todo al considerando como no incubables los huevos de menos de 52 g. y los de peso superior a 75 g.
- La eclosión comienza, cuando el polluelo hace un agujero a través de las membranas y asoma su pico a la cámara de aire, considerándose este comportamiento en la presente investigación un 16% en el porcentaje de eclosión que se encuentra cercano al 25% que es el ideal para favorecer al nacimiento del polluelo.
- El parámetro peso del polluelo al nacimiento determinó un promedio de 46 gramos, que es conveniente para que se facilite la sobrevivencia y adaptación del ave a las condiciones de manejo y su índice de mortalidad sea bajo.
- La vitalidad del polluelo que fue determinada por la capacidad de adaptación al medio y su viveza que aseguran un rendimiento productivo posterior satisfactorio.
- La evaluación económica determinó que al utilizar el equipo con fines de lucro se lograra recuperar el capital más rápidamente ya que cada incubación de 100 huevos nos proporciona un beneficio de 204,16 dólares americanos, es decir que en 10 meses estaría el equipo ya devengado.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se derivan las siguientes conclusiones

- Se recomienda de acuerdo a las experiencias en el proceso de incubación que la temperatura ideal sea de 38°C, ya que para las gallinas en concreto, la temperatura ideal de incubación es de 37,7 a 38,0°C.
- Realizar un riguroso control de la humedad del espacio en el que se desarrolla la incubación, en aras de obtener una óptima tasa de eclosión y un tamaño correcto del polluelo, ya que ambos parámetros están afectados por la pérdida de peso que sufre el huevo durante la incubación.
- Dado que la incubadora debe estar trabajando las 24 horas del día se recomienda un sistema de alimentación ininterrumpida que gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón eléctrico a todos los dispositivos que tenga conectados.
- Efectuar un control riguroso de los huevos que se colocaran en la incubadora de la facultad de Ciencias Pecuarias, teniendo en cuenta su brillo, deben ser suaves, estar limpios, y no tener manchas, o contrario lo más posible es que sean infértiles disminuyendo la eficiencia del equipo.
- Se recomienda abrir la incubadora lo menos posible, solo cuando sea estrictamente necesario, ya que se pierde temperatura y humedad provocando una alta tasa de mortalidad.
- Realizar investigaciones similares ya que se proporciona de un material de estudio muy práctico que permitirá a la unidad avícola crear tecnología nueva sobre el proceso de la incubación que es muy delicado pero altamente rentable.

VII. LITERATURA CITADA

1. COBB VANTRESS BRASIL 2002 Guía de Manejo de la Planta Incubadora. Brasilia, Brasil. Edit Coob. pp 2 – 5.
2. BRAKE, J. 2009. Incubabilidad: el eco del embrión 1a ed. Edit Revista industria avícola.. Texas, Estados Unidos pp 36 – 42.
3. BOERJAN, M. 2002. Maximizando la uniformidad y calidad de los pollitos. Avicultura Profesional. Volumen 23 # 6 BUNDY, C. 2001. La Producción avícola. 1a ed. Chihuahua, Mexico Edit Continental. pp 478 – 489.
4. CASTELLO, J. 2009 Alojamiento Y manejo de las aves. 1a ed. Madrid, España. Edit, Condal. pp 35-39.
5. COLLINS, J. 2002. “Logrando una buena ventilación”, Vol. 20. Holanda Edit Avicultura Profesional. pp 25 – 26.
6. CONSO, P. 2001. La gallina ponedora. 1a ed. Chihuahua, México. Edit Ceac, Edagricole S. A. pp. 26 – 63.
7. ETCHES, R. 2006. Reproducción aviar. 1a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia S.A. pp 69 – 71.
8. GÓMEZ, A. 2008 diseño y construcción de un prototipo de incubadora controlado por lógica difusa. Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología Av. Acueducto s/n Barrio La Laguna, Ticomán C.P. 07340, México, D.F.

9. <http://www.bar.portalnet.cl>. 2014. López, M. 2004. Cuidado y almacenamiento de los huevos.
10. http://www.unicrom.com/Tut_bobina_nucleo. 2014. Sardá, R. Régimen de incubación artificial.
11. <http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc>. 2014. Sarmiento, P. Equipos de ventilación para la construcción de una incubadora.
12. <http://www.elsitioavicola.com>. 2014. Segura J. Relación entre la temperatura del aire de la incubadora y los huevos incubados.
13. <http://www.elsitioavicola.com>. 2014. Moneterrubio, R. Parámetros a considerarse para evaluar un incubador de huevos.
14. <http://www.elsitioavicola.com>. 20014. Segarra, M. Efectos del inadecuado manejo de la humedad durante la incubación.
15. <http://www.bricopage.com/inductancias.html>. 2014. Lembcke, C. Cuidado de los pollitos recién nacidos.
16. <http://www.incubadorasynacedoras.com>. 2014. Armendariz, P. Factores que influyen sobre el éxito de la incubación.
17. http://www.unicrom.com/Tut_bobina_nucleo. 2014. Oliveira, D. y Ruiz, M. Diseño de un sistema de control de temperatura y humedad relativa de un taller de reparaciones y almacenaje de motores.
18. <http://www.bar.portalnet.cl> 2014. Vignon, C. Pasos para la construcción de una incubadora.
19. <http://wwwapps.uniamazonia.edu.com>. 2014. Juarez, A. como medir la eficacia de la incubadora Eficacia de la incubación.

20. <http://www.bricopage.com/inductancias.html>. 2014. Ortiz, M. Qué se debe hacer si la energía eléctrica se apaga durante la incubación.
21. <http://www.incubadorasynacedoras.com>. 2014. Ricaurte, S. Cuidado y almacenaje del huevo para incubarlo.
22. <http://www.bar.portalnet.cl>. 2014. Soto, I. Selección de los huevos para realizar la incubación.
23. <http://wwwapps.uniamazonia.edu.com>. 2014. Santos, R. Procedimiento para la incubación artificial de huevos.
24. <http://wwwapps.uniamazonia.edu.co/documentos/doc.2014>. Sarmiento, F. Como realizar el control de la humedad y la temperatura dentro de la incubadora.
25. <http://wwwocw.upm.es/produccion-animal.com>. 2015. Segura, J. Manejo del huevo para la incubación.
26. <http://www.engormix.com>. 2015. Barrantes, F. Factores determinantes en la incubación.
27. JEREZ, S. Características productivas y reproductivas de gallinas Plymouth Rock barrada x Rhode Island roja y criollas en condiciones de traspatio . Tesis de doctorado. Colegio de Post graduados . Montecillos, Estados de Mexico. pp 83 – 86.
28. JIJON. L. 2009. Crianza de Aves Criollas en la Costa Ecuatoriana. Guayas, Ecuador. Edit. Aguilar. pp 12,13
29. JONES, R. 2008. Investigando los problemas de incubación. Revista industria avícola.

30. LEMBCKE C. 2001. Efecto de la edad de las reproductoras sobre el peso del huevo, incubabilidad y peso al nacer de la codorniz, variedad japonesa (*Coturnix japonica*). Rev. Inv. Vet. Perú 12(1). pp 12 – 15.
31. LÓPEZ, M. 2004. Las dimensiones humanas en los espacios animales. México D.F. México. 1a ed. Edit Panero. pp 34 – 45.
32. PONCE, D. 2001, Incubadora de cuidados intensivos controlada con lógica difusa, 1a ed. La Habana, Cuba. Edit Sociedad Cubana de Bioingeniería pp 5 -12.
33. QUINTANA, J. 2006. Manejo de las aves domesticas más comunes, 3a ed. st. Mexico. Edit. Trillans, pp. 17, 19, 46.
34. SANCHEZ, C. 2003. Crianza, razas y comercialización de gallinas Ponedoras. sn. Lima , Peru. Edir Ripalme. pp 70 – 71.
35. VIRGIL, M. 2007. Diseño de Elementos de Máquinas. 1a ed. Chihuahua, México Edit Limusa. pp 52 – 55.
36. WARFIELD, G. 2005. El manejo de la incubación de huevos demanda un total compromiso. Revista industria avícola. sl. pp 8-10.
37. ZEBALLOS, M. 2009. Condiciones ambientales para la cria de pollos parrilleros y de postura. 1a ed. Chihuahua, Mexico, Edit Networks. pp 12 – 15.
38. ZAPATA, C. 2011. Fertilidad e incubabilidad de huevos de gallinas criollas diferenciados por fenotipo en condiciones controladas. Tesis Licenciatura por fenotipo en condiciones controladas. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No 23. Oaxaca, Mexico. pp 72-75.

ANEXOS

Anexo 1. Estadísticas descriptivas del peso del huevo para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

<i>Estadísticas</i>	<i>Peso del huevo</i>
Media	55,2
Error típico	0,3
Mediana	55,0
Moda	55,0
Desviación estándar	2,3
Varianza de la muestra	5,3
Curtosis	0,9
Coefficiente de asimetría	1,1
Rango	10,0
Mínimo	52,0
Máximo	62,0
Suma	2761,0
Cuenta	50,0

Calculo del la prueba de chi cuadrado.

$$X^2(df) = \sum \frac{O - E}{E}$$

$$X^2(df) = \sum \frac{55,22 - 60,5}{60,5} = 0,46 \quad \text{Chi cuadrado calculado es } > 74,92 \quad \text{ns.}$$

Anexo 2. Estadísticas descriptivas del porcentaje de fertilidad para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

% fertilidad

<i>Estadísticas</i>	<i>% fertilidad</i>
Media	57,62
Error típico	7,93
Mediana	60,00
Moda	
Desviación estándar	13,73
Varianza de la muestra	188,44
Curtosis	
Coefficiente de asimetría	(0,76)
Rango	27,14
Mínimo	42,86
Máximo	70,00
Suma	172,86
Cuenta	3,00

Calculo del la prueba de chi cuadrado.

$$X^2(df) = \sum \frac{O - E}{E}$$

$$X^2(df) = \sum \frac{58-88,6}{88,6} = 0,35 \quad \text{Chi cuadrado calculado es } > 10.80 \quad \text{ns.}$$

Anexo 3. Estadísticas descriptivas del porcentaje de nacimientos en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

<i>Estadísticas</i>	<i>% nacimientos</i>
Media	10,000
Error típico	7,071
Mediana	5,000
Moda	0,000
Desviación estándar	14,142
Varianza de la muestra	200,000
Curtosis	1,500
Coefficiente de asimetría	1,414
Rango	30,000
Mínimo	0,000
Máximo	30,000
Suma	40,000
Cuenta	4,000

Calculo de la prueba de chi cuadrado.

$$X^2(df) = \sum \frac{O - E}{E}$$

$$X^2(df) = \sum \frac{10-50}{50} = 32 \quad \text{Chi cuadrado calculado es } > 11,34 \quad **.$$

Anexo 4. Estadísticas descriptivas del peso de los pollitos al incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

	<i>Peso de los pollitos</i>
Media	46,0
Error típico	0,7
Mediana	46,0
Moda	46,0
Desviación estándar	1,7
Varianza de la muestra	2,8
Curtosis	2,5
Coefficiente de asimetría	-1,2
Rango	5,0
Mínimo	43,0
Máximo	48,0
Suma	276,0
Cuenta	6,0

Calculo del la prueba de chi cuadrado.

$$X^2(df) = \sum \frac{O - E}{E}$$

$$X^2(df) = \sum \frac{46-58}{58} = 0.21 \quad \text{Chi cuadrado calculado es } > 2,48 \text{ ns.}$$

Anexo 5. Estadísticas descriptivas de la vitalidad de los pollitos para incubar en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Vitalidad de los pollitos

	<i>Vitalidad</i>
Media	4,67
Error típico	0,21
Mediana	5,00
Moda	5,00
Desviación estándar	0,52
Varianza de la muestra	0,27
Curtosis	(1,88)
Coefficiente de asimetría	(0,97)
Rango	1,00
Mínimo	4,00
Máximo	5,00
Suma	28,00
Cuenta	6,00

Calculo del la prueba de chi cuadrado.

$$X^2(df) = \sum \frac{O - E}{E}$$

$$X^2(df) = \sum \frac{4.6-5}{5} = 0.08 \quad \text{Chi cuadrado calculado es } > 11.07 \text{ ns.}$$