

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**“COMPARACIÓN DE PARÁMETROS DE INCUBACIÓN DE
HUEVOS FÉRTILES PROCEDENTES DE PERÚ Y BRASIL”**

Trabajo Monográfico para Optar el Título de

INGENIERO ZOOTECNISTA
(Modalidad Examen Profesional)

CARMEN JESSICA MORALES MEJÍA

Lima - Perú

2014

DEDICATORIA

- Esta tesis se la dedico a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.
- A mis abuelos y padres porque son el pilar de mi formación y han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores.
- A mis hermanas por toda la confianza y el apoyo brindado.

AGRADECIMIENTO

- A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que compartieron en el desarrollo de mi formación profesional.
- Al Ing. Pedro Ciriaco, asesor de mi tesis, por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de la misma.
- A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la ejecución de este trabajo.

ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.1 PROCESO DE INCUBACIÓN	11
2.1.1 Transporte de los huevos	11
2.1.2 Recepción de los huevos	13
2.1.3 Clasificación y embandejado de huevos incubables	13
2.1.4 Fumigación de los huevos	14
2.1.5 Almacenamiento de los huevos	16
2.1.6 Precaentamiento del huevo incubable	19
2.1.7 Incubación	20
1. Temperatura durante la incubación	21
2. Humedad durante la incubación	22
3. Volteo durante la incubación	23
4. Ventilación durante la incubación	23
2.1.8 Transferencia a máquina nacedora	24
2.1.9 Producción de pollos BB	26
2.1.10 Sala de manejo de pollos BBs	26
2.2 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ÉXITO DE LA INCUBACIÓN	27
2.2.1 Peso del huevo	27
2.2.2 Calidad de la cáscara	27
2.2.3 Alimentación de las reproductoras	27
2.2.4 Estado sanitario de las reproductoras	27
2.2.5 Edad de las reproductoras	28
2.2.6 Manejo del huevo fértil	28
2.3 PARÁMETROS DE INCUBACIÓN	28
2.3.1 Fertilidad	28
2.3.2 Incubabilidad	28
2.3.3 Nacimiento	28

	PÁGINA
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	30
3.2 MUESTRAS	30
3.3 PROCESO	33
3.4 PARÁMETROS A EVALUAR	34
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 PORCENTAJE DE NACIMIENTO	36
4.2 INCUBABILIDAD Y FERTILIDAD	39
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. BIBLIOGRAFÍA	44
VIII. ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

NÚMERO		PÁGINA
1.	Incubabilidad de huevos anormales.	14
2.	Efecto del almacenamiento del huevo en la Incubabilidad y en el período de incubación.	17
3.	Temperatura y humedad de las diferentes áreas de una planta de incubación	18
4.	Recomendaciones para el Precaentamiento	20
5.	Efectos del ángulo de volteo de los huevos durante la incubación	23
6.	Características de los huevos procedentes de Brasil	31
7.	Características de los huevos procedentes de Perú	32
8.	Resultados obtenidos en los huevos procedentes de Brasil para los nacimientos	37
9.	Resultados obtenidos en los huevos procedentes de Brasil para el % de Incubabilidad y fertilidad	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

NÚMERO		PÁGINA
1.	Flujo del huevo en la planta de incubación.	12
2.	Flujo de la temperatura del huevo	18
3.	Porcentajes de nacimientos	38
4.	Porcentaje de descarte y huevos bomba	38
5.	Porcentajes de Incubabilidad y fertilidad	41
6.	Porcentaje de mortalidad embrionaria	41

RESUMEN

El objetivo del trabajo monográfico fue comparar los parámetros de incubación (fertilidad, incubabilidad y natalidad) de los huevos fértiles procedentes de Brasil y Perú. Basándose en una recopilación y comparación de datos; parámetros de incubación; entre el huevo fértil de procedencia de Brasil y Perú. Estos resultados nos van a servir para tomar decisiones, sobre si es viable o no el importar el huevo fértil de Brasil.

Es muy importante conservar el potencial de incubabilidad de los huevos recién producidos; puede suceder muchas cosas a un huevo entre el tiempo en que es puesto y el momento en que entra a la incubadora, como resultado de un mal manejo puede perderse gran parte de la cualidad heredada del huevo. A pesar que los huevos fértiles importados de Brasil, sufren un estrés por el transporte desde la granja (Brasil) hasta la Planta de Incubación (Perú), los resultados obtenidos son favorables en cuanto a los parámetros de incubación como porcentaje de fertilidad, porcentaje de nacimiento y porcentaje de incubabilidad.

El huevo fértil procedente de Perú, tiene mejores parámetros en cuanto a incubabilidad y natalidad. Las condiciones ambientales y de manejo del huevo, desde que es puesto hasta que llegue a ser incubado, juegan un rol importante en los parámetros de incubabilidad y nacimiento. Si se rompe la cadena de frío, que debe tener el huevo durante todo el traslado hacia la planta, se va a tener una pérdida de Incubabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

La industria Avícola presenta un incremento a nivel mundial, debido al crecimiento y exigencia del mercado; ha mejorado su tecnología mediante el mejor conocimiento de la genética y la nutrición enfocada en la obtención de mejores rendimientos productivos. Dentro del ciclo productivo, se puede situar a la Planta de incubación como un proceso intermedio entre las granjas reproductoras (dentro de las cuales se producirán huevos fértiles a ser incubados), y las granjas de crianza (donde se realiza la crianza de los pollos BBs provenientes de la planta de incubación, hasta su desarrollo para su consumo.

En el Perú, los huevos incubables para pollos de carne proceden de las granjas de reproductoras de las principales empresas afincadas en nuestro país; sin embargo también pueden proceder de otros países y uno de los de mayor procedencia, es del Brasil. No existen datos de comparación, en cuanto a los porcentajes de incubabilidades de los huevos de estas dos procedencias, para una empresa que sólo presta servicios de incubación.

Hay muchos factores que pueden variar la calidad de los huevos incubables. Entre estos podemos mencionar los siguientes: Manejo, nutrición y alimentación de las reproductoras en crianza y en producción, manejo del ambiente y el nivel de higiene del galpón, almacén y transporte de los huevos, temperatura y humedad relativas a las que son mantenidos y el sistema y proceso de desinfección.

Los huevos producidos por un lote de reproductoras ya tienen un costo al momento de la postura y es por eso que se debe asegurar que estos huevos sean manejados con las mejores condiciones para que su calidad se mantenga inalterada.

Por lo tanto el presente trabajo monográfico, es una propuesta que permitirá saber que tan beneficioso resulta la importación de los huevos fértiles de Brasil, respecto a los huevos fértiles de Perú. Por ello se establece el siguiente objetivo: Comparar los parámetros de incubación (fertilidad, incubabilidad y natalidad) de los huevos fértiles procedentes de Brasil y Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PROCESO DE INCUBACIÓN

Las plantas de incubación deben estar construidas de tal forma que los huevos fértiles lleguen por un extremo y los pollos BB salgan por el otro lado. Es decir que el flujo de trabajo, personal y aire siga la misma ruta de los huevos (Mauldin y Wilson, 1988), para poder realizar esto, todo el flujo debe ser en una sola vía. De las áreas más limpias hacia las menos limpias, deben establecerse restricciones de paso de personal por áreas y con personal específico para cada área, preferiblemente con ropa de diferente color. Con esto se ayuda a evitar la contaminación cruzada.

Este flujo proporciona un mejor aislamiento de las salas. El proceso total se halla indicado en el Gráfico 1.

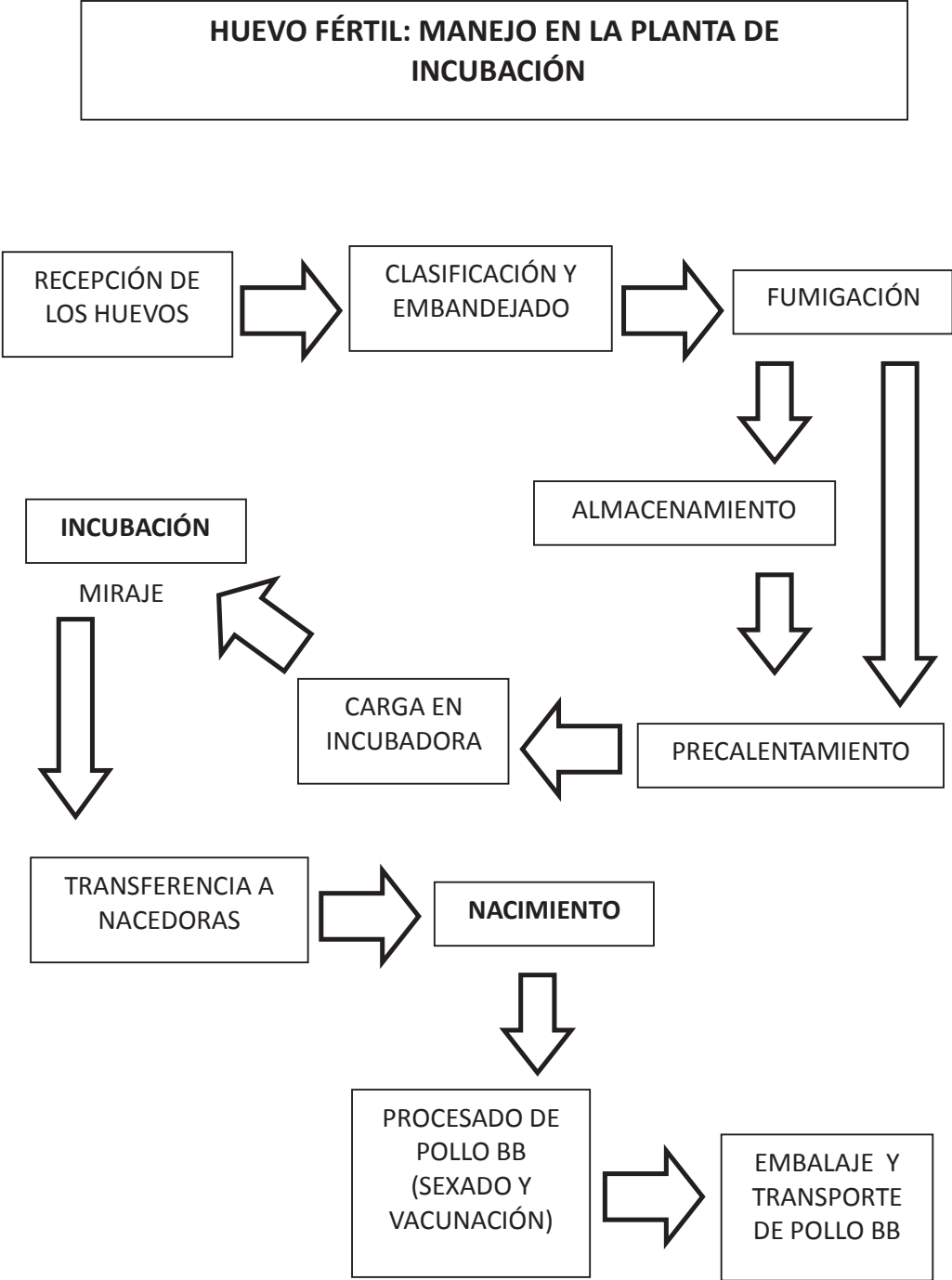
2.1.1 Transporte de los huevos

El traslado de los huevos a la planta de incubación, debe ser de forma segura para mantener la calidad de los mismos. No existe evidencia específica de que el transporte, pueda afectar el porcentaje de incubabilidad, pero se debe tener en cuenta varias pautas para asegurar el traslado eficiente de estos.

Los camiones deben estar equipados para asegurar darle al huevo las condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación; ya que si no se tiene en cuenta estos parámetros, se puede iniciar un desarrollo embrionario en el camión; el cual causaría el debilitamiento del embrión (Brake, 1988).

Los vehículos deben encontrarse limpios y desinfectados por dentro y por fuera antes de realizar el traslado de los huevos, y deben cumplir con las medidas de bioseguridad puestas en los centros de producción (granja de reproductoras o planta de incubación).

GRAFICO 1.FLUJO DEL HUEVO EN LA PLANTA DE INCUBACIÓN



2.1.2 Recepción de los huevos

Los huevos fértiles recepcionados, deben ser rápidamente inspeccionados e identificados según su procedencia y número de lote, para ser clasificados o almacenados según sea el caso.

El encargado de la recepción comprueba que todas las jabas conteniendo el huevo, lleguen con etiqueta indicando el lote de procedencia y la fecha de producción de los huevos, con el objetivo de asegurar la identificación y la trazabilidad del producto, desde la recepción del huevo hasta la salida del pollo BB.

2.1.3 Clasificación y embandejado de huevos incubables

La clasificación es importante, ya que permite desechar huevos que no cumplen las características de incubabilidad. Estas son: sucios o mal lavados, quebrados o con cáscara demasiado delgada, deformes con cordoncillos pronunciados o ranuras en espiral, lados achatados o superficies ásperas, pequeños y redondos o muy grandes(doble yema), con mala calidad de cáscara (de apariencia transparente o moteada). En el Cuadro 1, podemos observar los diferentes porcentajes de Incubabilidad en huevos que presentan alguna anomalía.

La mala calidad del cascarón vuelve al huevo más susceptible a ser dañado. Los cascarones demasiado delgados, permiten que se pierda humedad, llevando a una mala incubabilidad o, inclusive, a embriones muertos. La calidad del cascarón puede ser controlada normalmente a través de programas de alimentación adecuados.

Los huevos rotos y sucios, causan contaminación de forma continua, causando problemas en la calidad de los pollitos, problemas que se irán trasladando todo el camino hasta la planta de procesamiento

CUADRO 1. INCUBABILIDAD DE HUEVOS ANORMALES

Anormalidad	% Incubabilidad
Normal (control)	73.9
Deforme (ligeras deformaciones por arrugas)	65
Ligeramente redondo	63.2
Pequeño	62.4
Blanco (sin pigmento)	49.3
Forma del huevo	47.8
Granoso	8.8
Rugoso	12.7
Negruzco	7.6

Fuente: Brake, J.L.,1987,North Carolina State University study

El procedimiento usual, es clasificar y embandejar los huevos tan pronto como sea posible, a partir del momento en que se van a colocar para la incubación. Esto quizá no sea práctico en la planta incubadora cuando se siga el trabajo rutinario y el huevo se deba embandejar diariamente, antes del tiempo de incubación.

No se debe permitir que los huevos incubables, estén frente a ventiladores, ya que un aumento del flujo de aire alrededor de los huevos aumenta el grado de evaporación, lo que provoca que se deseque más rápidamente el contenido del huevo.

2.1.4 Fumigación de los huevos

Gran parte de las plantas incubadoras sanitizan los huevos incubables, pero un programa equivocado, puede tener poco provecho y puede dar un sentimiento de falsa seguridad. La contaminación del cascarón empieza temprano. Se pueden encontrar de 300 a 500 microorganismos sobre el cascarón en el momento en que se pone el huevo. Aun cuando sólo unos cuantos son patógenos, hay suficientes para causar problemas. En presencia de temperatura y humedad adecuadas, 15 minutos después de que se pone el

huevo esta cantidad se incrementará entre 1500 a 3000. En otra hora estarán presentes de 20000 a 30000 microorganismos. (Mack O. y Donald D. 1993).

El saneamiento del cascarón, sólo es eficaz en destruir las bacterias que se encuentran sobre el cascarón. Con cualquier programa el tiempo es esencial. La fumigación rápida de los huevos después de puestos a una concentración de 3x de formaldehído (120 ml de formalina combinados con 60gr de bicarbonato de Potasio por cada 2.5m³) por 20 minutos matará de 97.5 a 99.5% de los microorganismos sobre los cascarones de huevos color café y del 95 a 98.5% de los huevos blancos, la probable diferencia está en que los primeros tienen una cutícula más gruesa que absorbe más gas (North, 1982).

La presencia de microorganismos en la cáscara del huevo puede repercutir en la incubabilidad y en la calidad de los pollitos. Por ello, es esencial que los huevos sean desinfectados justo antes de su entrada en la incubadora. La fumigación es el método más eficaz para su saneamiento. Ayuda a reducir el número de bacterias de la cáscara evitando, en primer lugar, su penetración en el interior del huevo; y en segundo término, que contamine la sala de incubación con potenciales gérmenes patógenos.

El objetivo de la desinfección, es mantener los niveles de los microorganismos nocivos a niveles aceptables y para esto se aplican desinfectantes utilizando diversas técnicas y equipos. Las técnicas más comunes de desinfección de una planta de incubación son: aspersión, nebulización y termo nebulización. La técnica a aplicar depende de la disponibilidad de recursos, nivel de automatización y del área que se esté desinfectando.

En cuanto a que desinfectantes utilizar, North y Bell (1993) dan algunas características de un buen desinfectante: altamente germicida, no tóxico para los humanos y animales, efectivo bajo la presencia de niveles moderados de materia orgánica, no corrosivos, buena solubilidad en el agua, alta capacidad de penetración, buen precio y fáciles de adquirir, otras características deseables son: que no induzcan resistencia en los gérmenes, que no

provoquen mortalidad embrionaria, alta residualidad, de amplio espectro y que no pierdan su efectividad con las aguas duras; sin embargo todas estas características son muy difíciles de encontrar en un solo desinfectante, por lo que es necesario validar los desinfectantes que se utilizan por medio de análisis de laboratorio, realizar combinaciones de desinfectantes así como el mantenimiento de un programa de rotación, por lo menos tres tipos de desinfectantes. Cuando se hacen mezclas, lo más efectivo es realizar una combinación de un bactericida con un fungicida, ya que las bacterias y los hongos son los gérmenes más comunes en una planta de incubación y aunque muchos de los desinfectantes tienen acción contra ambos, lo mejor es la aplicación de un fungicida específico combinado con un buen bactericida.

2.1.5 Almacenamiento de los huevos

Cerca del 25% de huevos que no incuban, son el resultado de un almacenamiento inapropiado. Los huevos almacenados por siete días o más no producirán la más alta incubabilidad, dependiendo de la temperatura u otras condiciones de almacenamiento (Holdgetts, 1988).

Los huevos incubables se deben enfriar a una temperatura por debajo del umbral del desarrollo embrionario y mantenerlos así en el cuarto de conservación antes de colocarlos en las máquinas incubadoras. La temperatura en este cuarto debe ser de 18.3°C para cortar completamente el desarrollo embrionario. Sin embargo, disminuye la incubabilidad por cada día que los huevos están detenidos.

Según North y Bell (1993) si los huevos se almacenan menos de 5 días no se afecta el porcentaje de nacimiento, al almacenarlos por más tiempo ocasiona disminución considerable la incubabilidad, aproximadamente un 2% por cada día adicional de almacenamiento.

Cuanto más tiempo se desee almacenar, más se debe bajar la temperatura y aumentar la humedad relativa.

CUADRO 2. EFECTO DEL ALMACENAMIENTO DEL HUEVO EN LA INCUBABILIDAD Y EN EL PERÍODO DE INCUBACIÓN

Días de * almacenamiento	% Incubabilidad de huevos fértiles	Tiempo de nacimiento con retraso de horas normales
1	88	0
4	87	0.7
7	79	1.8
10	68	3.2
13	56	4.6
16	44	6.3
19	30	8.0
22	26	9.7
25	0	

*Almacenado a 18.2°C

Fuente:North& Donald (1993)

Independientemente del tipo de bandeja o charola que se utilice para conservar los huevos, la humedad relativa del aire en el cuarto de almacenamiento, debe ser de 75 a 80%. Este porcentaje reduce, materialmente la evaporación, sin causar gran daño al huevo y a su caja (North, 1982).

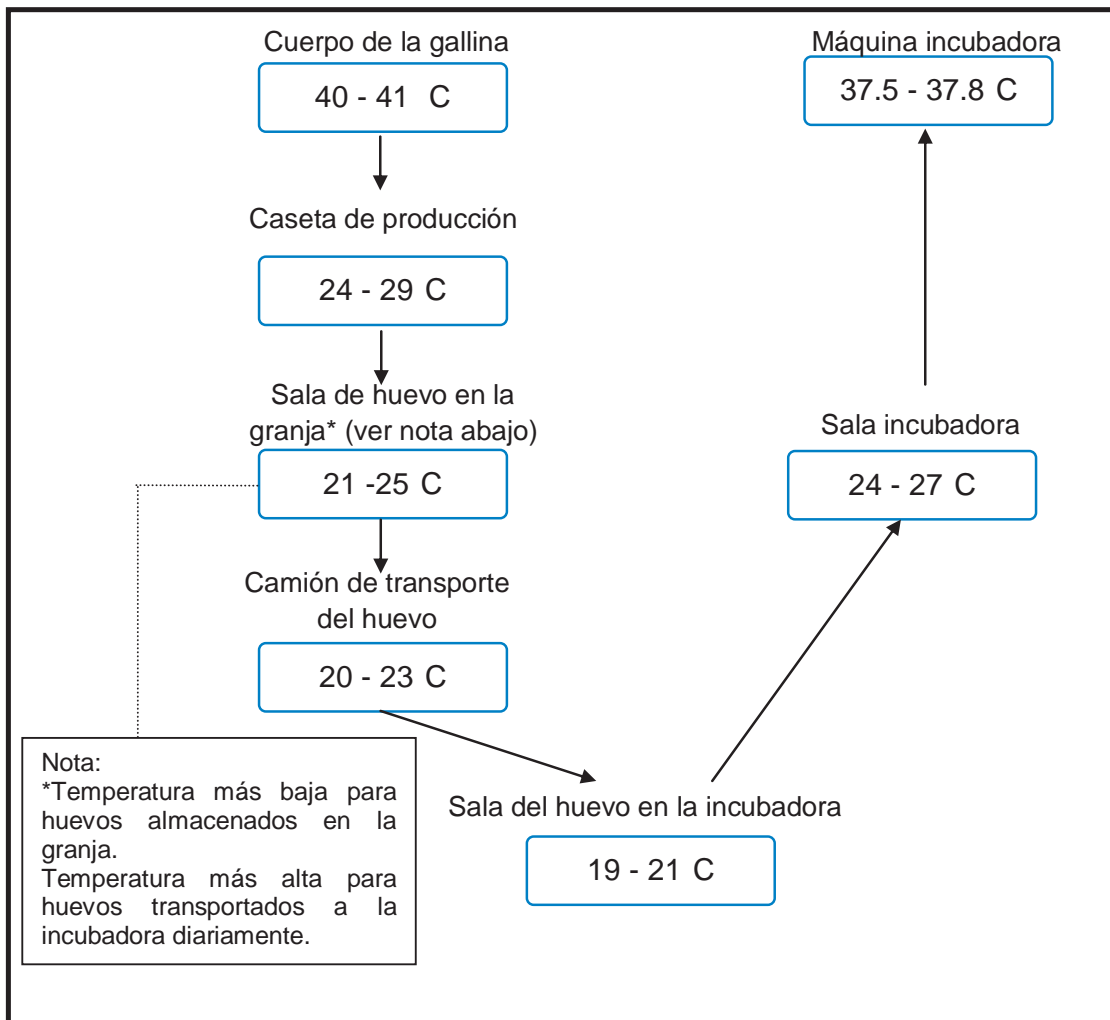
Podemos hablar de tres áreas del almacenamiento: sala de huevo en la granja, transporte y sala de huevo en la incubadora. En el Gráfico 2 y el Cuadro 3, podemos observar las diferentes temperaturas y humedades que deben tener los sitios de almacenamiento. Es importante que en estos tres sitios se maneje las mismas condiciones, para evitar cambios fuertes de temperatura y humedad, los cuales pueden llevar a la condensación (sudor) de los huevos, a huevos muy fríos o sobrecalentados.

CUADRO 3. TEMPERATURA Y HUMEDAD DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE UNA PLANTA DE INCUBACIÓN

Áreas	Temperatura °C	Humedad Relativa (%)
Recepción y almacenamiento del huevo	18 - 20	60 – 65
Sala de Incubadoras	24 - 27	55 – 62
Sala de nacedoras	24 - 27	55 – 62
Sala para alojar pollo BB	22 - 24	65 – 70
Cuarto para sacar pollo BB y el lavadero	22 - 24	65 – 70
Área de almacenamiento de equipo limpio	22 - 24	
Corredores	24	

Fuente: Guía de manejo de la planta incubadora (Cobb-Vantress, Inc)

GRÁFICO 2. FLUJO DE LA TEMPERATURA DEL HUEVO



Fuente: Manual de Incubación Cobb. (2008)

Los principales efectos en el almacenamiento prolongado del huevo son:

- a) Un día de almacenamiento adiciona una hora de tiempo de incubación.
- b) Si el período de almacenamiento es mayor a 5 días, la incubabilidad se va a ver afectada en 0.5 a 2% por día de almacenamiento del huevo
- c) La calidad de pollito será afectada y por consiguiente el peso del pollito puede ser disminuido por huevos que han estado almacenados por 14 días o más.

2.1.6 Precalentamiento del huevo incubable

El precalentamiento de los huevos, es un procedimiento que está dado para reducir el tiempo requerido que lleva la incubadora al retroceder las temperaturas operativas, el cual debe ser menor a 1.5 horas.

Para resultados mejores, el precalentamiento, debe ser un proceso controlado, en ocasiones no requiere de cambios radicales de un día a otro, El método de precalentamiento es muy importante. Se requiere de espacio libre alrededor de cada carrito o coche de incubadora, así como de una buena circulación alrededor de los huevos para mantener una temperatura uniforme y ayudar a evaporar la condensación. Los corredores de las incubadoras (sala de incubadoras), adecuadamente ventilados, son ideales para el precalentamiento, si es que el espacio lo permite.

El tiempo de precalentamiento está determinado por la edad de la parvada, edad de los huevos, temperatura de los huevos, condiciones del cuarto de pre calentamiento y la viabilidad para llevar la temperatura del huevo sobre los 23.9 – 26.7 °C (Taylor, 1992).

El Cuadro 4. Contiene recomendaciones para el precalentamiento del huevo previo a la incubación.

CUADRO 4. RECOMENDACIONES PARA EL PRECALENTAMIENTO

Tiempo en Almacén	Tiempo de precalentamiento
	23.9 - 26.7°C
0 - 3 días	3 - 6 horas
4 - 7 días	6 - 12 horas
8 - 14 días	12 - 18 horas

Fuente: Técnicas para el manejo del huevo (1992).

Otra razón para realizar el precalentamiento, es que al colocar los huevos fríos en las máquinas incubadoras reduce el calor dentro de ésta. Este medio ambiente frío retrasa el tiempo de incubación de estos huevos, y disminuye la incubabilidad de los que ya se encontraban en las máquinas.

2.1.7 Incubación

La temperatura óptima para el desarrollo embrionario en una incubadora con aire forzado es aproximadamente 37.5°C, no quiere decir que no exista crecimiento embrionario cuando está por debajo de esta temperatura.

Existe un umbral en el inicio del crecimiento embrionario a 22.2-23.9°C, temperaturas más bajas a estas detienen el desarrollo embrionario, mientras que temperaturas más altas causarían que el desarrollo se reinicie.

Dado que el embrión de un huevo recién puesto, es ligeramente de sangre fría como la de los reptiles se puede alterar varias veces su temperatura ambiental, hacia arriba o hacia abajo del umbral de crecimiento, antes de que el embrión esté completamente muerto. Sin embargo, cada vez que la temperatura se eleve o disminuya con respecto al umbral de crecimiento, el embrión se irá debilitando y decrecerá la posibilidad de nacimiento (Mack O y Donald D, 1993).

Dentro de los factores más importantes en la incubación tenemos:

1. Temperatura durante la incubación

Este es un factor muy importante en el proceso de incubación. Cuando se incuba en una incubadora de aire forzado, algunos huevos eclosionarán a una temperatura entre 35 a 45 °C. Sin embargo, la temperatura óptima es 37.5°C que es donde el embrión se desarrolla mejor. Los trabajos de investigación demuestran que la temperatura óptima durante los primeros 19 días de incubación, es un poco más alta que la requerida durante los últimos 2 días. Cabe indicar que la temperatura óptima exacta difiere entre máquinas incubadoras. Esta variará de acuerdo con los distintos fabricantes. (Macky Donald, 1993).

El crecimiento embrionario se puede dividir en tres fases con distinta temperatura:

- 1) Antes de la postura de los huevos: En esta fase, la temperatura óptima debe ser la temperatura corporal de la gallina (40.6 y 41.7°C)
- 2) Durante los primeros 19 días de incubación: Aunque varía de acuerdo a la marca de la máquina incubadora de aire forzado, oscila entre 37.5 y 37.7°C.
- 3) Durante los días 20 y 21 de la incubación: La mejor incubabilidad se presenta cuando se disminuye la temperatura de 37.2 a 36.1 °C (Hodgetts, 1988)

Estas variaciones nos indican si el desarrollo del embrión es bastante crítico en su ambiente, pues es en la configuración de la temperatura tan estrecha en la que mejor se desarrolla después de iniciada la incubación artificial, que todas las incubadoras deben ser capaces de regular sus temperaturas dentro de pequeñas fluctuaciones.

Actualmente, las investigaciones sobre incubación consideran la temperatura del embrión, y no la temperatura de la incubadora como el factor más crítico para la eclosión y la calidad del pollito (Hulet, 2007). La temperatura de la cáscara del huevo, debe presentar un

equilibrio entre el calor metabólico producido por el embrión y el intercambio de calor con el ambiente inmediato del huevo. En las incubadoras modernas con ventilación forzada, la transferencia hacia los huevos ocurre por convección: el aire caliente o frío fluye sobre los huevos, calentándolos o enfriándolos.

En la incubadora de cargas múltiples, el punto seleccionado de la temperatura es un factor constante y la temperatura del aire próximo a los huevos varía de acuerdo al calor metabólico producido por los huevos (French y Houlbrooke, 2004). La temperatura de las incubadoras de cargas múltiples, es regulada alternando huevos viejos (huevos que producen calor) con huevos nuevos, que demandan calor.

2. Humedad durante la incubación

Para que un embrión se desarrolle adecuadamente y se transforme en un pollo BB de tamaño normal, el contenido del huevo debe evaporarse en un grado constante. Cuando el contenido del huevo se seca rápidamente, el pollo será más chico de lo normal, cuando el huevo no se evapora lo suficientemente rápido, el pollo BB será más grande. En ambos casos, el embrión estará debilitado y habrá baja incubabilidad y pobre calidad en el pollo BB. (Mack O y Donald D, 1993).

Proporcionar a los huevos una humedad óptima es tan importante como la temperatura (Nilipour, 1998). Durante el periodo de incubación el contenido del huevo debe perder cierta cantidad de agua, esta pérdida de humedad es importante, ya que tiene gran influencia en la calidad del pollito. La pérdida óptima de humedad influirá mucho en la calidad y en el porcentaje de nacimiento.

La pérdida debe ser suficiente para que la cámara de aire alcance el tamaño adecuado para que el embrión pueda realizar la transición respiratoria córioalantoidea a respiración pulmonar (Salazar, 2000)

La mayoría de máquinas incubadoras controlan la humedad por medio de una medición indirecta de la humedad relativa, esto se hace por medio de la temperatura de bulbo húmedo, también existen otros instrumentos para la leer porcentaje de humedad a través de sensores.

3. Volteo durante la incubación

El objetivo de voltear los huevos, es exponer a los embriones a los nutrientes y oxígeno, así como para evitar que éstos toquen la cáscara y se queden pegados ocasionándoles la muerte (Nilipour, 1998). El ángulo de volteo debe ser de 45 grados, respecto de la vertical, de tal forma que en cada volteo los huevos giren 90 grados (North y Bell, 1993). La falta de volteo puede ocasionar lapérdida de un 50 % del nacimiento (Nilipour, 1998), en el Cuadro 5 se muestran los efectos en el porcentaje de nacimiento ocasionado por un mal ángulo de volteo.

CUADRO 5.EFECTOS DEL ÁNGULO DE VOLTEO DE LOS HUEVOS DURANTE LA INCUBACIÓN

Angulo de volteo a cada lado de la vertical	% de nacimiento de los huevos fértiles
20°	69.3
30°	78.9
45°	84.6

Fuente: North y Bell. 1993

El intervalo de volteo tiene efecto en el porcentaje de nacimiento, a medida que se incrementa la cantidad de volteos diarios, el porcentaje de nacimiento sube, pero no se ha encontrado ningún efecto beneficiosos con más de 24 volteos diarios (Nilipour, 1998), por esta razón la mayoría de incubadoras poseen intervalos de una hora.

4. Ventilación durante la incubación

El suministro de aire fresco a las incubadoras es muy importante para el buen desarrollo de los embriones, según Nilipour (1998) un embrión

requiere de aproximadamente 6 litros de oxígeno, por cada 1 % de disminución en la concentración de oxígeno a partir de 21 % (concentración a nivel del mar) el porcentaje de nacimiento baja en un 5 %.

A medida que los embriones crecen, requieren de mayor cantidad de oxígeno, en las incubadoras de etapa múltiple que tienen embriones en diferente edad de incubación se debe mantener menos de 0.3 % de CO₂ (Nilipour, 1998).

Para cumplir con el requerimiento de oxígeno de los embriones, el suministro de aire de la incubadora debe ser de por lo menos 5 pies cúbicos por minuto (pcm) por cada 1000 huevos (Cobb-Vantres inc. 2002).

2.1.8 Transferencia a máquina nacedora

Un punto muy crítico en la vida del embrión ocurre aproximadamente a los 19 días. La transferencia muy temprana o muy tarde conllevará a condiciones subóptimas para los embriones, causando menores nacimientos.

Está determinado que las cáscaras de los huevos son más quebradizas en esta etapa, que cuando fueron incubados. Gran parte del calcio y los minerales en la cáscara han sido absorbidos por el embrión (Hodgetts, 1988), por lo tanto se requiere precaución para evitar rupturas y hemorragias.

Cuando llega la hora de hacer la transferencia, es preferible que el cuarto esté un poco sobrecalentado y tener los enfriadores evaporativos o la inyección de aire apagada para eliminar la posibilidad que se enfríen los huevos. Si hay humidificadores estos deben ser apagados.

1. Influencia de la temperatura y humedad en la nacedora

Sin importar su edad, el pollo no puede soportar temperaturas y humedad elevadas al mismo tiempo. Su cuerpo no está hecho para soportar ambas. Esta regla no sólo se aplica después de que ha nacido el pollo, sino

también durante el desarrollo del embrión. Es necesario una reducción de la temperatura de 0.3 a 1 °C. Pero es necesario recordar que cuando la temperatura del aire se reduce, hay una disminución automática en la humedad, ya que el aire más frío contiene menos humedad. Una reducción de la temperatura de 0.6°C disminuirá la humedad relativa en 2.5%.

Algunos pollos BBs habrán picado el cascarón, cuando se transfiere el huevo, por lo que no se deben retrasar los cambios en la temperatura y la humedad (North, 1998).

Para la humedad que presenta la nacedora se sigue un criterio diferente, el objetivo en esta etapa del proceso es que exista suficiente humedad para que el pollito pueda nacer sin dificultades y no se deshidrate, la humedad también ayuda a mantener una temperatura adecuada cuando no se cuenta con salas o plenums de ingreso acondicionados. La humedad no debe ser tan alta, podría ocasionar un jadeo continuo de los pollitos en el intento de refrescarse, cuando la humedad es muy alta después del nacimiento puede ocasionar este jadeo continuo, y puede provocar debilitamiento y deshidratación.

Los rangos de humedad generalmente manejados en las nacedoras, van desde 82 hasta 90 °F, algunas recomendaciones que se dan es manejar baja humedad (82 a 84 °F bulbo húmedo) en el primer día y alta humedad (86 a 90°F) después que el 10% de los pollitos hayan roto el cascarón, y luego baja humedad en las últimas 8 horas antes de retirar los pollitos de la nacedora; sin embargo el incremento de la humedad durante el proceso de picado se produce en forma natural por la humedad que liberan los pollitos al salir del cascarón, por lo que probablemente la nacedora no requerirá activación del sistema de humedad.

2.1.9 Producción de pollosBB

El tiempo apropiado para retirar los pollos BBs, es cuando la mayoría de ellos están secos, con algunos pocos (cerca del 5%) que todavía presentan humedad en la nuca.

La humedad también afecta el tiempo del nacimiento, la humedad baja en la incubadora acelera el tiempo de nacimiento, mientras la humedad alta lo retarda. Sin embargo, no podemos cambiar el desarrollo embrionario más allá de los límites fisiológicos estrictos.

Si retirar al pollo demasiado tarde, permite la deshidratación del mismo teniendo pobres tasas de crecimiento o mortalidades tempranas. Los pollos BBs comienzan a deshidratarse, desde el momento que ellos nacen hasta que comienzan a tomar agua. Esta es una razón de porque la humedad alta es requerida, mientras los pollitos son retirados de la nacedora (Hodgetts, 1988).

2.1.10 Sala de manejo de pollos BBs

Después del procesamiento (vacunación, despicado, sexado, etc). Se debe tomar cuidado para evitar el stress sobre los pollitos más débiles. Lo más importante es la temperatura y la calidad del aire, en la sala donde permanecerá el pollito, así como en otra parte de la planta, la temperatura debe ser mantenida entre 23.9-26.7°C y con una humedad relativa de 50 a 65%. Esta temperatura debe ser controlada para que pueda mantenerse todo el año.

Un detalle importante es la cantidad de aire fresco proveído en el área de permanencia del pollito. Lo mínimo es 16 pies cúbicos por minuto (CPM) por cada 1000 pollitos. (Guía de manejo CobbVantress 2002).

2.2 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ÉXITO DE LA INCUBACIÓN

2.2.1 Peso del huevo

El peso del huevo determina de forma clara y positiva el peso del pollo al nacimiento. Huevos grandes producen pollos edematosos y de nacimiento tardío, debido a una falta de intercambio gaseoso y de vapor de agua. Por el contrario los huevos demasiado pequeños producen pollos deshidratados, de pequeño tamaño y muy débil de nacimiento, debido a la gran pérdida de agua durante el proceso de incubación.

2.2.2 Calidad de la cáscara

La calidad del cascarón (cáscara) es uno de los factores que tiene mayor incidencia sobre la incubabilidad (North y Bell, 1993). Generalmente la calidad del cascarón se deteriora a medida que la reproductora aumenta de edad, esto se debe básicamente a que con la edad, el tamaño del huevo aumenta, se reducen las reservas de este calcio y el metabolismo de las aves para procesarlo. Para coadyuvar en esta situación las reproductoras deben ser alimentadas con una ración balanceada.

La calidad del cascarón es importante, porque está directamente relacionada con el intercambio gaseoso del embrión, protección contra la invasión de patógenos, así como la protección contra las fracturas. Además es la fuente de calcio para el sistema óseo del embrión (Miles, 1993).

2.2.3 Alimentación de las reproductoras

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. Las deficiencias nutricionales o la presencia de materiales tóxicos es posible que afecten la producción de huevo y la incubabilidad. (North y Bell, 1993).

2.2.4 Estado sanitario de las reproductoras

Presencia de agentes infecciosos a lo largo del oviducto y cloaca, puede provocar contaminación del huevo. Muchas enfermedades de las aves que

afectan a la parvada reproductora madre, tienen un efecto sobre el desarrollo del embrión, incubabilidad y calidad del pollito.

2.2.5 Edad de las reproductoras

A medida que las gallinas envejecen, la incubabilidad disminuye. Los huevos de estas gallinas son más grandes y permanecen más tiempo en el oviducto, y por tanto se alarga el período de incubación, preoviposición. Esto hace que el embrión al momento de la postura, esté más desarrollado en un período no favorable para la conservación previa a la incubación. (North y Bell, 1993).

2.2.6 Manejo del huevo fértil

Se tienen que tomar en cuenta los siguientes factores: Temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos.

2.3 PARÁMETROS DE INCUBACIÓN

2.3.1 Fertilidad

La capacidad de las hembras de producir huevos fértiles, depende de los factores de manejo en la granja reproductora, y dentro de éstos factores la fertilidad y capacidad de cópula del macho, juega un papel muy importante (North y Bell, 1993).

El método más práctico para determinar la fertilidad, es por medio de ovoscopía (North y Bell, 1993), para evitar errores lo mejor es realizarla después del día 12 de incubados, los huevos claros que se obtienen de la ovoscopía, deben abrirse para determinar el porcentaje que corresponde a infértiles y a mortalidad embrionaria.

2.3.2 Incubabilidad

Es la facultad o capacidad del huevo, para eclosionar, produciendo un pollito viable. Se puede expresar por la existencia entre aquellos y los considerados como fértiles, hablándose entonces de incubabilidad “sobre fértiles”. (TECNA, febrero 1991)

El proceso de incubación no afecta la fertilidad, y aunque generalmente a las planta de incubación se les mide por el porcentaje de nacimiento sobre el total de huevos incubados, el verdadero rendimiento debe medirse por el nacimiento sobre fértiles, porque cuando se reciben huevos de baja fertilidad, éstos producirán un porcentaje bajo de nacimiento, aunque el proceso de incubación sea óptimo. Lo más recomendable para medir la eficiencia, es el porcentaje de nacimiento sobre fértiles, este porcentaje indica cual fue el porcentaje de pollitos que nacieron de los huevos fértiles y elimina el efecto de los infértiles.

2.3.3 Nacimiento

Se puede expresar por la relación de los pollitos nacidos y los huevos cargados en la incubadora.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta de Incubación ISAMISAC, ubicada en Av. San Carlos Mz B Lt 7 Ate – Lima, esta empresa está dedicada específicamente al proceso de incubación de huevos fértiles, quien presta servicio de incubación a empresas privadas, como es el caso actual.

Las máquinas de incubación usadas en ésta planta para el trabajo que se está realizando, son las Chick Master, las cuales tienen una capacidad de carga semanal de 31680 huevos, siendo cada carga de 15840 huevos incubables.

3.2 MUESTRAS

Se han tomado en cuenta 4 ingresos de huevo fértil, tanto de Perú como de Brasil, en el mes de Marzo y Abril del año 2009, llegándose a tener 8 incubaciones de padres de la línea Cobb.

Se están considerando cargas completas de 15840 huevos por carga, 2 cargas por semana.

- Huevos procedentes de Brasil:
 - Lote 13
 - EDAD: 42, 43, 44 Y 45 semanas
 - Huevos cargados totales: 126720
- Huevos procedentes de Perú:
 - Lote 36
 - EDAD: 42, 43, 44 Y 45 semanas
 - Huevos cargados totales: 126720

CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS PROCEDENTES DE BRASIL

N° Inc	N° Nac	Lote	Edad	Fecha Postura	Fecha Carga	Días Alm.	Huevos Incubados	Nac. Primera			Descartes Cant.	Total Cant.
								Hembras	Machos	Total		
1	1	Lote 13	42	12-mar	16-mar	4	15840	7000	6650	13650	165	13815
2	2	Lote 13	42	15-mar	19-mar	4	15840	6900	6900	13800	182	13982
3	3	Lote 13	43	18-mar	23-mar	5	15840	6840	6800	13640	165	13805
4	4	Lote 13	43	21-mar	26-mar	5	15840	6960	6700	13660	170	13830
1	1	Lote 13	44	25-mar	30-mar	4	15840	6825	6750	13575	195	13770
2	2	Lote 13	44	29-mar	02-abr	4	15840	6875	6775	13650	185	13835
3	3	Lote 13	45	01-abr	06-abr	5	15840	6855	6725	13580	154	13734
4	4	Lote 13	45	05-abr	09-abr	4	15840	6740	6900	13640	158	13798
							126720	54995	54200	109195	1374	110569

CUADRO 7.

CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS PROCEDENTES DE PERÚ

N° Inc	N° Nac	Lote	Edad	Fecha Postura	Fecha Carga	Días Almac.	Huevos Incubados	Nac. Primera		Descartes Cant.	Total Cant.	
								Hembras	Cant.			
1	1	Lote 36	42	13-mar	16-mar	3	15840	6850	6825	13675	246	13921
2	2	Lote 36	42	16-mar	19-mar	3	15840	6925	6925	13850	261	14111
3	3	Lote 36	43	20-mar	23-mar	3	15840	6900	6925	13825	195	14020
4	4	Lote 36	43	23-mar	26-mar	3	15840	6900	6900	13800	255	14055
1	1	Lote 36	44	27-mar	30-mar	3	15840	7000	6975	13975	200	14175
2	2	Lote 36	44	30-mar	02-abr	3	15840	6975	6950	13925	205	14130
3	3	Lote 36	45	03-abr	06-abr	3	15840	6925	6900	13825	204	14029
4	4	Lote 36	45	06-abr	09-abr	3	15840	7100	6700	13800	215	14015
							126720	55575	55100	110675	1781	112456

3.3 PROCESO

Los huevos fértiles provenientes de ambos países, tienen el mismo proceso desde la recepción del huevo hasta el procesado del pollo BB.

- El personal de planta descarga los HI de forma ordenada y cuidadosa, desde el vehículo a coches que se encuentran en la sala de recepción, donde son desempacados de sus cajas en el caso de los huevos provenientes de Brasil, para luego ser trasladados inmediatamente a la sala de embandejado (la cual es temperada 2 horas antes de la recepción), los huevos son colocados por lotes, dejando una separación de 10 a 15 cm entre rumas.
- La persona encargada de la recepción verifica la cantidad de huevos que es recepcionada por lote y determina la conformidad de la recepción, según la guía de remisión del centro de producción.
- El día del proceso de embandejado, el operario encargado provee al personal de embandejado los huevos teniendo en cuenta, el lote, edad de reproductora y días de almacenamiento; en nuestro caso no supera los 4 días de almacenamiento.
- Durante el proceso de embandejado se realiza su clasificación, separando los huevos no aptos a ser incubados.
- Terminado el proceso de embandejado de cada coche, el huevo es fumigado por aspersión con una solución de megaldehído (2ml/Lt), para luego ser trasladados a la sala de incubación y darles un tiempo de precalentamiento, antes de realizar la carga. (El tiempo de precalentamiento que se les da es de 5 horas).
- El siguiente paso es la carga de los huevos incubables en las máquinas de incubación.
- El día 14 de incubación, se realiza el miraje de los huevos al 100%, donde son detectados los huevos infértiles y retirados de la incubadora.
- El día 19 de incubación se realiza la transferencia de los huevos a las máquinas necedoras, teniendo cuidado para evitar la muerte por traumatismo; durante este proceso se aprovecha a retirar los huevos contaminados.
- El proceso acaba el día 21, con el retiro total de los pollos bbs de las máquinas necedoras, los cuales son trasladados a la sala de proceso para realizar su sexado y vacunación.

3.4 PARÁMETROS A EVALUAR

3.4.1 Nacimiento

$$\% \text{ Nacimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pollos nacidos}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos introducidos a la incubadora}} \times 100$$

3.4.2 Incubabilidad

$$\% \text{ Incubabilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ embriones que llegan al final de la incubación}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos fértiles}} \times 100$$

3.4.3 Fertilidad

$$\% \text{ Fertilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos fértiles}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos introducidos en la incubadora}} \times 100$$

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con dos tratamientos (países de procedencia de los huevos: Brasil y Perú) y ocho repeticiones cada uno (lotes). Para la comparación de promedios de los parámetros se empleó la prueba de Duncan ($p < 0.05$) (Calzada 1984). Para el análisis estadístico se utilizó el *Software* StatisticalAnalysisSystem (SAS, 1998). El modelo aditivo lineal matemático es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1, 2 \text{ tratamientos} \\ j=1, 2, \dots, 8 \text{ repeticiones} \end{array}$$

Dónde:

X_{ij} = Variable respuesta que se obtiene de la unidad experimental que recibió el i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición

μ = Media aritmética general de la población

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = Efecto de la j -ésima unidad experimental a la que se le aplicó el i -ésimo tratamiento (error experimental).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PORCENTAJE DE NACIMIENTO

El Cuadro 8 y los Gráficos 3 y 4, muestran los promedios obtenidos para las cantidades y porcentajes del nacimiento y descarte de los huevos procedentes de Brasil y Perú respectivamente. Los Anexos 1 y 2, muestran los datos (repeticiones) utilizadas durante la evaluación y del Anexo 5 al Anexo 10 se muestran los análisis de varianza realizados.

La edad, los huevos incubados, los huevos bombas (HB) y el % de HB, no presentan diferencias estadísticas ($p > 0.05$), lo cual demuestra que existe algún efecto de la procedencia de los huevos en los parámetros mencionados.

Los días de incubación presentan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), siendo mayor hasta en 31% en los huevos procedentes de Brasil, esto debido al tiempo de transporte de Brasil a Perú.

Los pollitos de 1°, de descarte y total, tanto en valores numéricos como en porcentajes, presentan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), presentando los mayores valores, los huevos procedentes de Perú. Se obtiene hasta 1% mayor pollitos de primera en los huevos procedentes de Perú, esto podría deberse a factores previos a la incubación, como el transporte de huevos fértiles los cuales requieren de condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación; adelantando el desarrollo embrionario como menciona Brake (1988). A pesar que estos presentan 23% mayor descarte que los huevos procedentes de Brasil, por lo que no habría una influencia marcada en el manejo de los huevos fértiles antes de la etapa de incubación.

El % de pollitos de primera, se encuentra por debajo de los parámetros propuestos por Arce *et al* (2011), quienes mencionan valores del 96% para el parámetro mencionado.

CUADRO 8. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS HUEVOS PROCEDENTES DE BRASIL PARA LOS NACIMIENTOS

Procedencia de huevos	Edad	Días almacen.	Nacimiento								
			Huevos incub.	Cantidades			Porcentajes			Huevos bomba	% Huevos bomba
				1ra.	Descarte	Total	1ra.	Descarte	Total		
Brasil	43.5a	4.38a	15840a	13649.38b	171.75b	13821.13b	86.17b	1.08b	87.25b	16.25a	0.20a
Perú	43.5a	3.00b	15840a	13834.38a	222.63a	14057.00a	87.34a	1.41a	88.74a	17.38a	0.22a

^{a, b} en la misma columna expresan diferencias significativas

GRAFICO 3. PORCENTAJES DE NACIMIENTOS

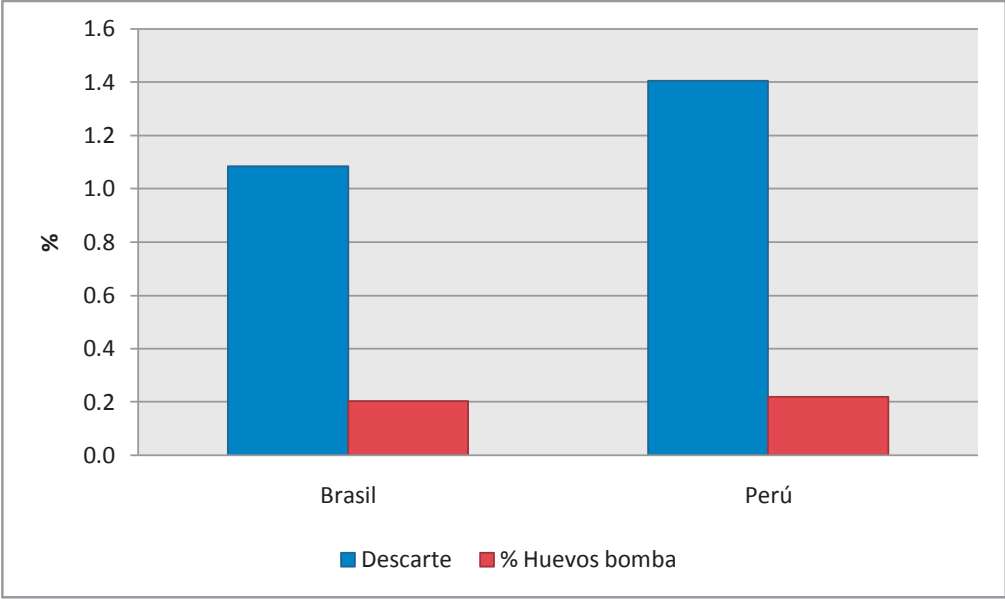
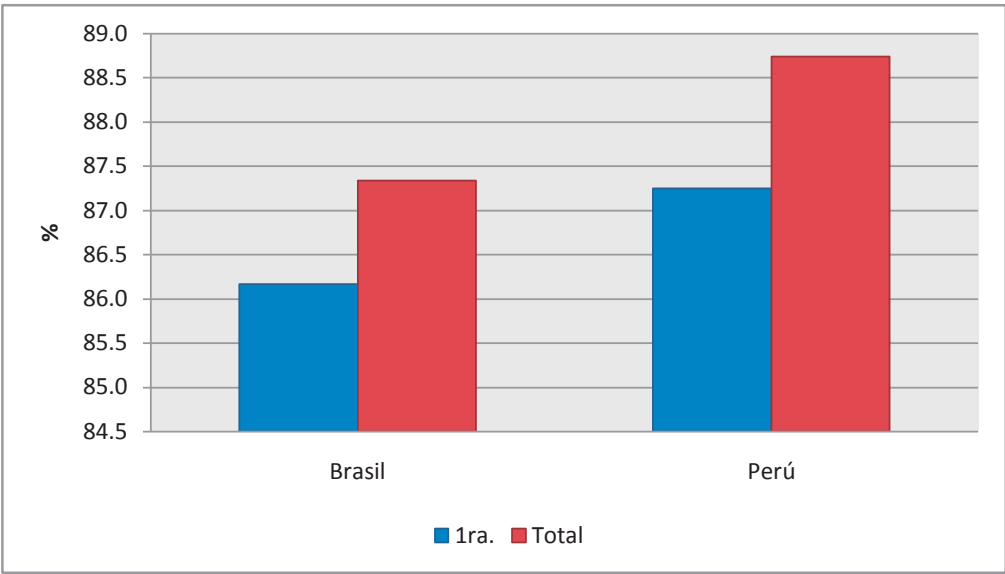


GRAFICO 4. PORCENTAJE DE DESCARTE Y HUEVOS BOMBA



4.2 INCUBABILIDAD Y FERTILIDAD

El Cuadro 9 y los Gráficos 5 y 6, muestran los promedios obtenidos para las cantidades y porcentajes de la Incubabilidad, fertilidad y embriodiagnos de los huevos procedentes de Brasil y Perú respectivamente. Lo Anexo 3 y 4, muestran los datos (repeticiones) utilizadas durante la evaluación y del Anexo 11 al Anexo 17 se muestran los análisis de varianza realizados.

La mortalidad embrionaria 2° y 3, los huevos picados con aves vivas y los huevos contaminados, no presentan diferencias estadísticas ($p>0.05$), lo cual demuestra que existe algún efecto de la procedencia de los huevos en los parámetros mencionados.

El % de Incubabilidad presenta diferencias altamente significativas ($p<0.01$), incrementando en 1.0% con los huevos procedentes de Perú. La Incubabilidad se encuentra entre los promedios establecidos propuestos por FAO (2015). Cobb (2008), menciona que los huevos almacenados toman más tiempo en incubar, lo cual podría explicar la mayor Incubabilidad de los huevos procedentes de Perú. Recaurte (2005), menciona que el estrés por calor disminuye los parámetros de Incubabilidad de los huevos.

La fertilidad presenta diferencias significativas ($p<0.05$), incrementando en 0.5% con los huevos procedentes de Perú. Los porcentajes de fertilidad se encuentran entre los promedios propuestos por Cobb (2008), para la procedencia de ambos lotes de huevos.

La totalidad de mortalidad embrionaria presenta diferencias altamente significativas ($p<0.01$), siendo mayor hasta en 13% en los huevos procedentes de Brasil, dado por la mortalidad 3° y el número de huevos quebrados.

Posiblemente esto, se deba a la forma de transportar los huevos provenientes de Brasil.

**CUADRO 9.RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS HUEVOS PROCEDENTES DE BRASIL PARA EL %
DE INCUBABILIDAD Y FERTILIDAD**

Procedencia de huevos	Incubabilidad %	Fertilidad		EMBRIODIAGNOSIS									
		Cantidad	%	Mortalidad embrionaria									
				1°	2°	3°	Huevos picados		Contaminados		Quebrados	Total	
Brasil	91.31b	15136.88b	95.56b	3.97 ^a	0.32a	3.20a	Vivos 0.18a	Muert.* 0.43 ^a	Hongos 0.00a	Otros 0.00a			0.18a
Perú	92.45a	15204.75a	95.99a	3.48b	0.17a	2.98a	0.26a	0.27b	0.01a	0.00a	0.04b	7.21b	

^{a, b} en la misma columna expresan diferencias significativas

GRAFICO 5. PORCENTAJES DE INCUBABILIDAD Y FERTILIDAD

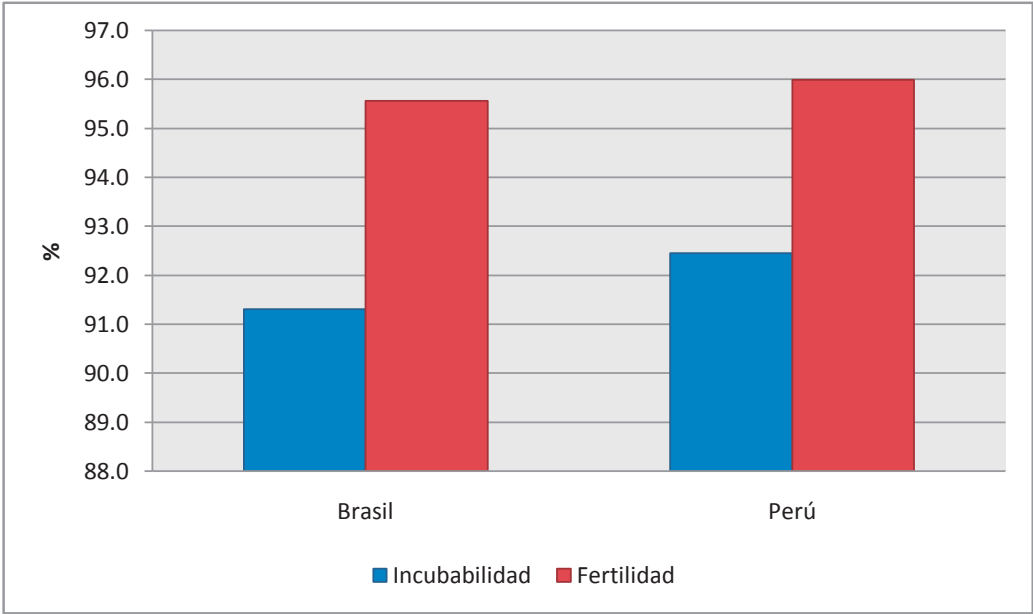
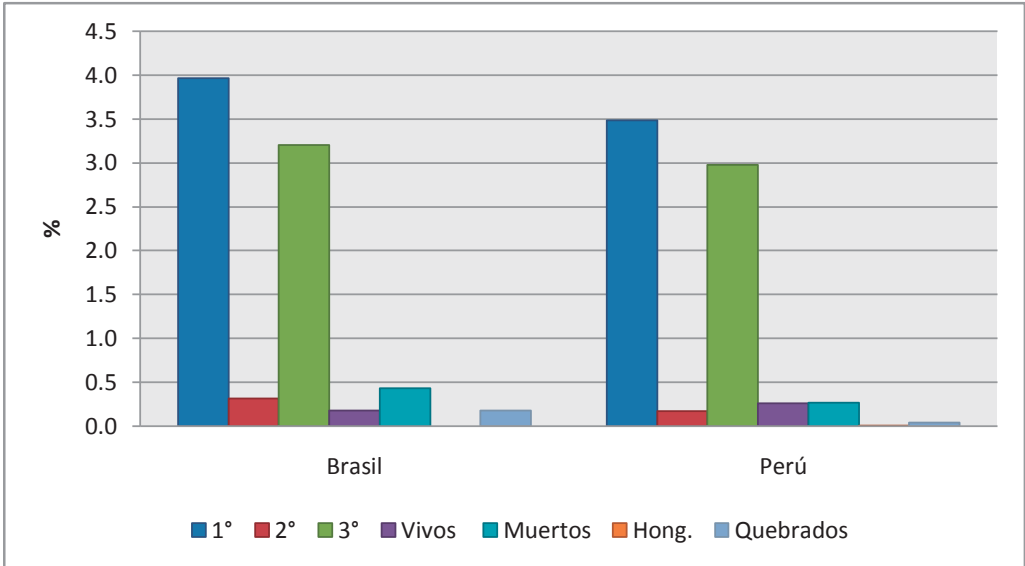


GRAFICO 6. PORCENTAJE DE MORTALIDAD EMBRIONARIA



V. CONCLUSIONES

1. Se puede concluir que el huevo fértil procedente de Perú, tiene mejores parámetros, en cuanto a incubabilidad y natalidad.
2. Las condiciones ambientales y de manejo del huevo, desde que es puesto hasta que llegue a ser incubado, juega un rol importante en los parámetros de incubabilidad y nacimiento. Si se rompe la cadena de frío que debe tener el huevo durante todo el traslado hacia la planta, se va a tener una pérdida de incubabilidad.
3. La importación de huevo fértil es una herramienta útil, siempre y cuando se cumplan con los parámetros ya establecidos para la conservación óptima del embrión.

VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar huevos procedentes de Perú.
2. Realizar un análisis económico del impacto que puede tener la utilización de huevos procedentes de Brasil o Perú.
3. Continuar la investigación y evaluar la performance de los pollos obtenidos de Brasil y Perú.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, MA; LE THI, D; MORALES, T; CAMACHO, M; AVELLO, E; PEÑA, FI; TANDRÓN, E. 2011. Comparación de indicadores de incubación artificial entre huevos de gallinas camperas y semirústicas en la provincia de Villa Clara, Cuba. 12(12). Revisado 23 Feb. 2015. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121211/121103.pdf>
- BOERJANM. 2007. Incubación de linajes genéticos modernos de reproductoras pesadas: un nuevo concepto. Congreso Latino Americano de Avicultura. Brasil.
- BRAKE, J.T. 1988. Manejo del Desarrollo Embrionario. PoultryDigest, Julio: pp. 327-335.
- CALZADA, J. 1984. Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima-Perú.
- COBB-VANTRES INC. 2008. Guía de manejo de la planta incubadoras
- DONALD, J. 1997. Avicultura Profesional. Volumen 15. Número 3.
- DONALD, J. 1998. Avicultura Profesional. Volumen 6. Número 1.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, EU). 2015. Alojamiento y manejo de las aves de corral en los países en desarrollo: Incubación y eclosión. Revisado el 23 Feb.2015. disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/al736s/al736s00.pdf>
- FRENCH, NA; HOULBROOKE, RJ. 2004. A Long-Term Study of the Environment Within a Tunnel Incubator for Turkey Eggs. J. Appl. Poult. Res. 13:77-84.
- GEORGIA GAINESVILLE 1994. Avicultura Profesional. Volumen 11, Número 3.
- GINGERICH, EN.1992. Avicultura Profesional. 9(3):89-92.
- HODGETTS, B. 1988. Hatch time and chick quality. Hatch Handouts. ADAS
- MAGRANSR. 1991. Puntos importantes para una buena incubación. Memorias del Seminario de Incubación, Chick Master internacional, inc. Ciudad de México.
- MACK, O; DONALD, D. 1998. Manual de Producción Avícola. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F.
- MAULDIN, JM; WILSON, JL. 1988. Watch egg weight during incubation. Poultry digest, 47:342-344.

- NILIPOUR AH. 1998. Numbers for successful poultry production. *World Poult.*, 14, 26-8.
- NORTH M; BELL, D. 1993. Manual de producción Avícola. Trad. Por Martínez H. 3era. Edición. México, D.F. Ed. El Manual Moderno
- RECAURTE, SL. 2005. Embriodiagnosis y ovoscopia. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.* 4(3). Revisado 23 Feb. 2015. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305/030504.pdf>
- SALAZAR, A. 2000. Embriones de alta conformación y pequeños ajustes de incubación. *Chick Master internacional.*
- _____. 2000. Avances tecnológicos mejoran el control, el rendimiento y muchos aspectos operativos de la planta incubadora. *Chick Master Inc. Seminario tecnológico de Incubación. Guatemala*
- _____. 2006. Manejo del CO2 en incubadoras multi-etapas. *Chick Master internacional. Congreso Latino Americano de Avicultura. El Salvador.*
- SAS (StatisticalAnalysisSystem, EU).1998. Aplicaciones del SAS en la investigación científica. Eds. E Flores; G Gutiérrez. Lima, PE.
- TAYLOR, LW. 1933. The effect of current interruption in electrical incubation. *California Agric. Exp. Sta. Bull.* 550:1-19.

VIII. ANEXO

ANEXO 1.

NACIMIENTOS DE HUEVOS PROCEDENTES DE BRASIL

N° Inc	Lote	Edad	Días almacen.	Nacimiento									
				Huevos Incub.	Cantidades			Porcentajes			Huevos bomba	% Huevos bomba	
					1ra.	Descarte	Total	1ra.	Descarte	Total			
1	Lt 13	42	4	15840	13650	165	13815	86.17	1.04	87.22	11	0.14	
2	Lt 13	42	4	15840	13800	182	13982	87.12	1.15	88.27	14	0.18	
3	Lt 13	43	5	15840	13640	165	13805	86.11	1.04	87.15	13	0.16	
4	Lt 13	43	5	15840	13660	170	13830	86.24	1.07	87.31	26	0.33	
1	Lt 13	44	4	15840	13575	195	13770	85.70	1.23	86.93	24	0.30	
2	Lt 13	44	4	15840	13650	185	13835	86.17	1.17	87.34	13	0.16	
3	Lt 13	45	5	15840	13580	154	13734	85.73	0.97	86.70	16	0.20	
4	Lt 13	45	4	15840	13640	158	13798	86.11	1.00	87.11	13	0.16	
Promedio		43.5	4.375	15840	13649.38	171.75	13821.13	86.17	1.08	87.25	16.25	0.20	

ANEXO 2.

NACIMIENTOS DE HUEVOS PROCEDENTES DE PERÚ

N° Inc	Lote	Edad	Días almacen.	Nacimiento									
				Huevos Incub.	Cantidades			Porcentajes			Huevos bomba	% Huevos bomba	
					Ira.	Descarte	Total	Ira.	Descarte	Total			
1	Lt 36	42	3	15840	13675	246	13921	86.33	1.55	87.89	19	0.24	
2	Lt 36	42	3	15840	13850	261	14111	87.44	1.65	89.08	11	0.14	
3	Lt 36	43	3	15840	13825	195	14020	87.28	1.23	88.51	17	0.21	
4	Lt 36	43	3	15840	13800	255	14055	87.12	1.61	88.73	12	0.15	
1	Lt 36	44	3	15840	13975	200	14175	88.23	1.26	89.49	13	0.16	
2	Lt 36	44	3	15840	13925	205	14130	87.91	1.29	89.20	18	0.23	
3	Lt 36	45	3	15840	13825	204	14029	87.28	1.29	88.57	28	0.35	
4	Lt 36	45	3	15840	13800	215	14015	87.12	1.36	88.48	21	0.27	
Promedio				15840	13834.38	222.63	14057.00	87.34	1.41	88.74	17.38	0.22	

ANEXO 3. INCUBABILIDAD DE HUEVOS PROCEDENTES DE BRASIL

		EMBRIODIAGNOSIS													
Nº Inc	Lote	Edad	Días almacen.	Incubab. %	Fertilidad		1º	2º	3º	Huevos picados		Contaminados		Quebrados	Total
					Cantidad	%				Vivos	Muert.	Vivos	Muert.		
1	Lt 13	42	4	90.68	15235	96.18	3.83	0.00	4.11	0.37	0.41	0.00	0.00	0.22	8.94
2	Lt 13	42	4	91.79	15232	96.16	3.66	0.00	3.05	0.20	0.65	0.00	0.00	0.29	7.86
3	Lt 13	43	5	91.21	15136	95.56	3.51	0.61	3.03	0.41	0.61	0.00	0.00	0.21	8.37
4	Lt 13	43	5	91.35	15140	95.58	3.65	0.54	3.33	0.21	0.25	0.00	0.00	0.24	8.21
1	Lt 13	44	4	91.17	15104	95.35	4.16	0.20	3.32	0.00	0.47	0.00	0.00	0.20	8.37
2	Lt 13	44	4	91.79	15072	95.15	4.07	0.41	2.85	0.00	0.44	0.00	0.00	0.02	7.78
3	Lt 13	45	5	90.93	15104	95.35	4.27	0.44	3.12	0.22	0.42	0.00	0.00	0.13	8.61
4	Lt 13	45	4	91.55	15072	95.15	4.57	0.32	2.81	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	8.01
Promedio			4.38	91.31	15136.88	95.56	3.97	0.32	3.20	0.18	0.43	0.00	0.00	0.18	8.27

ANEXO 4. INCUBABILIDAD DE HUEVOS PROCEDENTES DE PERÚ

		EMBRIODIAGNOSIS														
N° Inc	Lote	Edad	Días almacen.	Incubab. %	Fertilidad		1°	2°	3°	Mortalidad embrionaria				Quebrados	Total	
					Cantidad	%				Huevos picados	Contaminados		Muert.			
											Vivos	Muert.		Vivos	Muert.	
1	Lt 36	42	3	91.07	15286	96.50	3.81	0.39	3.53	0.42	0.39	0.00	0.04	0.00	0.04	8.58
2	Lt 36	42	3	92.49	15256	96.31	3.48	0.32	2.85	0.20	0.32	0.00	0.00	0.00	0.04	7.20
3	Lt 36	43	3	92.07	15228	96.14	3.53	0.25	2.94	0.40	0.41	0.00	0.00	0.00	0.05	7.59
4	Lt 36	43	3	92.44	15204	95.98	3.58	0.20	3.04	0.32	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	7.23
1	Lt 36	44	3	93.13	15220	96.09	3.44	0.01	2.88	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.04	6.57
2	Lt 36	44	3	93.16	15168	95.76	3.27	0.03	2.92	0.06	0.20	0.00	0.00	0.00	0.02	6.51
3	Lt 36	45	3	92.64	15144	95.61	3.49	0.13	2.64	0.25	0.42	0.00	0.00	0.00	0.04	6.97
4	Lt 36	45	3	92.62	15132	95.53	3.27	0.04	3.04	0.45	0.17	0.00	0.00	0.00	0.03	7.00
Promedio		43.50	3.0	92.45	15204.75	95.99	3.48	0.17	2.98	0.26	0.27	0.01	0.01	0.00	0.04	7.21

ANEXO 5. ANVA DE DEPENDENT VARIABLE: EDAD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000	ns
Error	14	20.00000000	1.42857143			
Corrected Total	15	20.00000000				

R-Square Coeff Var RootMSE ED Mean
 0.000000 2.747652 1.195229 43.50000

ANEXO 6. ANVA DEPENDENT VARIABLE: DIAS DE ALMACENAMIENTO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	7.56250000	7.56250000	56.47	<.0001	**
Error	14	1.87500000	0.13392857			
Corrected Total	15	9.43750000				

R-Square Coeff Var RootMSE DA Mean
 0.801325 9.924408 0.365963 3.687500

ANEXO 7. ANVA DEPENDENT VARIABLE: HUEVOS INCUBADOS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0	0	.	.	**
Error	14	0	0			
Corrected Total	15	0				

R-Square Coeff Var RootMSE HI Mean
 0.000000 0 0 15840.00

ANEXO 8. ANVA DE CANTIDAD DE NACIMIENTOS

Dependent Variable: Pollitos de 1°

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	136900.0000	136900.0000	21.42	0.0004	**
Error	14	89493.7500	6392.4107			
Corrected Total	15	226393.7500				

R-Square Coeff Var RootMSE P Mean
 0.604699 0.581817 79.95255 13741.88

Dependent Variable: Pollitos de descarte

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	10353.06250	10353.06250	22.38	0.0003	**
Error	14	6477.37500	462.66964			
Corrected Total	15	16830.43750				

R-Square Coeff Var RootMSE DC Mean
 0.615139 10.90828 21.50976 197.1875

Dependent Variable: Total

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	222548.0325	222548.0625	38.10	<.0001	**
Error	14	81774.8750	5841.0625			
Corrected Total	15	304322.9375				

R-Square Coeff Var RootMSE T Mean
 0.731289 0.548293 76.42684 13939.06

ANEXO 9. ANVA DE % DE NACIMIENTOS

Dependent Variable: % Pollitos de 1°

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	5.45689600	5.45689600	21.42	0.0004	**
Error	14	3.56639375	0.25474241			
Corrected Total	15	9.02328975				

R-Square Coeff Var RootMSE PR Mean
 0.604757 0.581782 0.504720 86.75413

Dependent Variable: % Pollitos de descarte

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.41280625	0.41280625	22.37	0.0003	**
Error	14	0.25838150	0.01845582			
Corrected Total	15	0.67118775				

R-Square Coeff Var RootMSE DCR Mean
 0.615038 10.91292 0.135852 1.244875

Dependent Variable: % Total

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	8.8699 7306	8.86997306	38.10	<.0001	**
Error	14	3.25918637	0.23279903			
Corrected Total	15	12.12915944				

R-Square Coeff Var RootMSE TR Mean
 0.731293 0.548291 0.482493 87.99931

ANEXO 10. ANVA DE HUEVOS BOMBA

Dependent Variable: Número de Huevos Bomba

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	5.0625000	5.0625000	0.16	0.6934	ns
Error	14	437.3750000	31.2410714			
Corrected Total	15	442.4375000				

R-Square Coeff Var RootMSE HP Mean
 0.011442 33.24533 5.589371 16.81250

Dependent Variable: % HuevosBomba

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.00090000	0.00090000	0.18	0.6788	ns
Error	14	0.07047500	0.00503393			
Corrected Total	15	0.07137500				

R-Square Coeff Var RootMSE PHB Mean
 0.012609 33.58589 0.070950 0.211250

ANEXO 11. ANVA DE DEPENDENT VARIABLE: % HUEVOS INCUBABLES

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	5.23265625	5.23265625	17.56	0.0009	**
Error	14	4.17283750	0.29805982			
Corrected Total	15	9.40549375				

R-Square Coeff Var RootMSE IN Mean
 0.556340 0.594193 0.545949 91.88063

ANEXO 12. ANVA DE FERTILIDAD**Dependent Variable: Cantidad de Fertilidad**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	18428.06250	18428.06250	5.20	0.0387	**
Error	14	49602.37500	3543.02679			
Corrected Total	15	68030.43750				

R-Square Coeff Var RootMSE CA Mean
0.270880 0.392354 59.52333 15170.81

Dependent Variable: %Fertilidad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.73960000	0.73960000	5.25	0.0380	**
Error	14	1.97320000	0.14094286			
Corrected Total	15	2.71280000				

R-Square Coeff Var RootMSE PCA Mean
0.272633 0.391985 0.375424 95.77500

ANEXO 13. ANVA DE MORTALIDAD**Dependent Variable: 1°**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.92640625	0.92640625	11.41	0.0045	**
Error	14	1.13678750	0.08119911			
Corrected Total	15	2.06319375				

R-Square Coeff Var RootMSE P Mean
0.449016 7.651071 0.284955 3.724375

Dependent Variable: 2°

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.08265625	0.08265625	2.24	0.1564	ns
Error	14	0.51588750	0.03684911			
Corrected Total	15	0.59854375				

R-Square Coeff Var RootMSE S Mean
0.138096 78.95577 0.191961 0.243125

Dependent Variable: 3°

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.19802500	0.19802500	1.68	0.2157	**
Error	14	1.64915000	0.11779643			
Corrected Total	15	1.84717500				

R-Square Coeff Var RootMSE T Mean
0.107204 11.10279 0.343215 3.091250

ANEXO 14. ANVA DE HUEVOS PICADOS**Dependent Variable: Picados Vivos**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.02975625	0.02975625	1.08	0.3160	ns
Error	14	0.38513750	0.02750982			
Corrected Total	15	0.41489375				

R-Square Coeff Var RootMSE V Mean
0.071720 75.60609 0.165861 0.219375

Dependent Variable: Picados Muertos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.10562500	0.10562500	4.93	0.0434	*
Error	14	0.29997500	0.02142679			
Corrected Total	15	0.40560000				

R-Square Coeff Var RootMSE N Mean
 0.260417 41.82255 0.146379 0.350000

ANEXO 15. ANVA DE HUEVOS CONTAMINADOS

Dependent Variable: Por hongos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0.00010000	0.00010000	1.00	0.3343	ns
Error	14	0.00140000	0.00010000			
Corrected Total	15	0.00150000				

R-Square Coeff Var RootMSE HON Mean
 0.066667 400.0000 0.010000 0.002500

Dependent Variable: Otros

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	NS
Model	1	0	0	.	.	**
Error	14	0	0			
Corrected Total	15	0				

R-Square Coeff Var RootMSE OT Mean
 0.000000 . 0 0

ANEXO 16. ANVA DE DEPENDENT VARIABLE: QUEBRADOS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F	NS
Model	1	0.07562500	0.07562500	19.73	0.0006	**
Error	14	0.05367500	0.00383393			
Corrected Total	15	0.12930000				

R-Square Coeff Var RootMSE QUEMean
 0.584880 57.59881 0.061919 0.107500

ANEXO 17. ANVA DE DEPENDENT VARIABLE: TOTAL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F	NS
Model	1	4.51562500	4.51562500	15.47	0.0015	**
Error	14	4.08687500	0.29191964			
Corrected Total	15	8.60250000				

R-Square Coeff Var RootMSE TOTALMean
 0.524920 6.982822 0.540296 7.737500