



**Universidad
de Holguín**

**FACULTAD DE
CIENCIAS NATURALES Y AGROPECUARIAS**

**Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero
Agrónomo**

Título: Evaluación de la factibilidad de la incubación artificial de
huevos de gallinas semirrústicas y camperas.

Autora: Yeline Ramírez Pérez

Tutora: MSc. Esperanza Guerrero Bolmey

Curso 2018-2019

Pensamiento

“No es que todos los hombres deban ser labradores, ganaderos o mineros; pero a todos se les debe poner en capacidad de crear”.

José Martí

Dedicatoria

A todas aquellas personas que con su ayuda de una forma u otra han propiciado la realización de esta tesis y con ella la culminación de mis años de universidad, en especial a mi papá quien ha esperado tanto o más que yo este momento.

Agradecimientos

A todos los profesores de la carrera Agronomía en particular a mi tutora y guía, la MSc. Esperanza Guerrero Bolmey.

A cada uno de los trabajadores de la planta de incubación Manuel Ascunse Domenech en especial a la técnica veterinaria Mirian Cabrera Prieto por su atención y colaboración.

A toda mi familia por tener la paciencia necesaria, en especial a mi mamá y a mi hermana.

A mis amigas de toda la vida Linnet, Teresa, Wendy y Eliannis por acordarse siempre de mí.

A mis amigos de la universidad Senia, Ronny y Carlos por los años juntos.

Resumen

El trabajo se realizó en la Planta de Incubación Manuel Ascunse Domenech, la misma perteneciente a la Empresa Avícola Holguín, durante el período del segundo semestre del año 2018, teniendo como fin la evaluación del por ciento de incubabilidad huevos de gallinas semirrústicas y camperas. Se tomaron los datos estadísticos de los dos genotipos a evaluar, tomando como indicadores de incubación el número de huevos incubados, huevos claros, huevos de desechos, huevos pasados a la nacedora, total de nacidos y no nacidos. Los indicadores de calidad medidos fueron el número de pollitos de primera y de segunda. El procesamiento primario de los datos se realizó mediante el tabulador electrónico Excel (Office 2010) y las valoraciones estadísticas se llevaron a cabo mediante el paquete computarizado InfoStat 2012, debido a que los datos no seguían una distribución normal se hizo un análisis de varianza no paramétrica. Para las variables largo, ancho, peso y pérdida del peso se utilizó la estadística descriptiva, determinándose la media, valores mínimos y máximos. Se apreciaron diferencias significativas en cuanto al largo, ancho y peso de los huevos de gallinas semirrústicas y camperas, siendo los semirrústicos de menor tamaño y peso. A pesar de que los valores de la fertilidad son altos la incubabilidad y la eclosionabilidad están por debajo de los valores óptimos para la incubación. No se manifestaron diferencias significativas en cuanto a los indicadores de incubación entre ambos genotipos, presentando variaciones negativas con respecto a estudios anteriores. Los indicadores de calidad se comportaron de forma similar, reflejándose un mayor porcentaje de pollitos de primera de las camperas que de las semirrústicas, siendo en ambos genotipos por debajo de los valores promedio.

Abstract

The work was carried out in the Manuel Ascunse Domenech Incubation Plant, the same belonging to the Holguín Poultry Company, during the period of the second semester of 2018, with the aim of evaluating the hatchability percent of eggs from semi-rustic and free-range hens. The statistical data of the two genotypes to be evaluated were taken, taking as incubation indicators the number of eggs incubated, clear eggs, eggs of waste, eggs passed to the hatcher, total of born and unborn. The quality indicators measured were the number of first and second chicks. The primary processing of the data was done using the Excel electronic tabulator (Office 2010) and the statistical evaluations were carried out using the computerized InfoStat 2012 package, because the data did not follow a normal distribution, a non-parametric analysis of variance was made. For the variables long, wide, weight and weight loss descriptive statistics was used, determining the average, minimum and maximum values. Significant differences were observed regarding the length, width and weight of the eggs of semi-rustic and country hens, with the semi-rustic of smaller size and weight. Although the fertility values are high, the hatchability and hatchability are below the optimum values for incubation. There were no significant differences in the incubation indicators between both genotypes, presenting negative variations with respect to previous studies. The quality indicators behaved in a similar way, reflecting a higher percentage of first chicks of the field than of the semi-rustic, being in both genotypes below the average values.

Índice

Introducción.....	1
Revisión bibliográfica:	5
Medidas de bioseguridad.....	5
Proceso de incubación.....	9
Pase a la nacedora.	19
Nacimiento del pollo.	19
Materiales y métodos:	23
Resultados y discusión:	26
Valoración económica.....	33
Conclusiones.....	34
Recomendaciones.....	35
Referencias	36

Introducción

La industria avícola constituye un renglón importante de la producción pecuaria en todos los países del mundo; trabajándose actualmente por mejorar los animales, la alimentación y perfeccionar los métodos de cría para hacer cada vez más productivos los procesos y más económicos los productos. Está demostrado que sin la avicultura de traspatio no se hubiera desarrollado una avicultura industrial en Cuba, considerada hoy una de las actividades más dinámicas y competitivas dentro del sector pecuario, y con más probabilidades de éxito (Cordovés, 2015).

Existe consenso en que la alimentación es la primera necesidad humana. La avicultura brinda alimentos de calidad a precios competitivos respecto a otros productos básicos en las dietas, pero sería una ilusión pensar que en las condiciones económicas actuales de un mundo globalizado, de liberalización de los comercios y desaceleración de la economía, entre otras causas, con mayor repercusión e impacto en los países del tercer mundo va a provocar que haya alimentos más baratos y que se logre mantener un abastecimiento seguro del mercado doméstico (Sociedad Cubana de Productores Avícolas (SOCPA), 2013).

La avicultura alternativa constituye una estrategia viable a implementar en los países en vías de desarrollo. El sistema de explotación implementado para la producción de huevo y carne con estas razas garantiza la sostenibilidad del mismo y debido a su rusticidad permite la utilización de desperdicios domésticos en la alimentación de estas aves. Organismos Internacionales como la FAO hacen llamados a la necesidad de incrementar los programas que estimulen la producción de alimentos. Cuba durante muchos años, prestó atención a ello y logró establecer un programa de producción familiar de carne y huevos de aves por vías sostenibles, donde consideró, entre otros aspectos, la creación de los genotipos de aves, tipo de instalaciones, manejo, nutrición y control de enfermedades. Se inició este programa en las zonas montañosas, se extendió a las áreas urbanas y sub urbanas y se desarrolla también en algunos países de la región, como son los casos de Haití, Nicaragua, Panamá y otros que ya lo han solicitado. Está demostrado que sin la avicultura de traspatio no se hubiera desarrollado una avicultura industrial en Cuba, considerada hoy una de las actividades más

dinámicas y competitivas dentro del sector pecuario, y con más probabilidades de éxito. Su finalidad es cubrir la demanda insatisfecha de alimentos, en un mundo donde todos los esfuerzos por producirlos, para millones de seres humanos en estado de subalimentación y desnutrición, han demostrado ser insustanciales (SOCPA, 2013).

En Cuba se alcanzó un alto nivel de producción de huevos y carne de aves lográndose en la década de los 80 una producción por persona al año de 250 huevos y 9 Kg. de carne. Al presentarse las dificultades económicas producto del derrumbe de las economías de Europa del Este las producciones avícolas se deprimieron a un 50 % en la producción de huevos y a un 25 % en la de carne lo que no permitió cubrir las necesidades de consumo de proteína avícola a la población cubana (Cordovés, 2015).

Las dificultades económicas presentadas en Cuba a partir de la década de los años 90 para la adquisición de concentrados en el mercado internacional obligó a desarrollar un programa para la producción no intensiva de huevos y carne de ave, analizándose y aplicándose dos alternativas, la primera de ellas basada en la obtención de aves de fácil adaptación a diferentes hábitat a partir de cruzamientos con aves autóctonas procedentes de patios de campesinos, denominadas semirrústicas, la segunda alternativa fue la creación de un ave Campera a partir de razas pesadas de aves existentes en el genofondo avícola del Instituto de Investigaciones Avícolas (Arce et al., 2011).

La avicultura cubana ha venido desarrollando en los últimos años un amplio programa dirigido a la producción de proteína animal para el consumo familiar por vías alternativas. A partir del año 1988 los investigadores del Instituto de Investigaciones Avícolas iniciaron el desarrollo de aves semipesadas para la producción de carne en condiciones de sostenibilidad, donde se obtuvieron tres estirpes con dos coloraciones distintas del plumaje y con características productivas ideales para el sistema de producción alternativo (Villa, 2006). Este programa planteó la necesidad de crear una gallina capaz de producir en condiciones ambientales adversas con un mínimo de inversión de recursos, sobre todo, con piensos balanceados. El huevo y la carne de aves representan una fuente importante de nutrientes en la alimentación humana por ello se estableció un sistema de organización y desarrollo de la avicultura en Cuba con

el que se lograron altos niveles de producción de huevos mediante la explotación de aves de gran potencial genético, en condiciones intensivas (Arce et al., 2011).

En Holguín no existen estudios previos de los indicadores productivos de las aves semirústicas y camperas, ni de la influencia de los factores ambientales en las distintas épocas del año. Al visitar la Granja Avícola “Luis Turcios Lima” se pudo conocer mediante entrevistas que a pesar de que los pies de cría que se utilizan son de buena calidad genética, no tienen buenos resultados en la producción de huevos, que es su razón de ser, que la mayoría de los indicadores productivos están muy por debajo de los estándares y que existen muchos aspectos tanto ambientales como de manejo específicos que influyen (Cordovés, 2015).

Por otra parte la incubabilidad de los huevos de estas aves no depende simplemente de proveer el correcto ambiente en la incubadora, sino que puede estar influenciado por muchos factores de mantenimiento y biológicos como la línea genética, la edad de las aves, la dieta, la estación del año, la salud de las aves, el proceso de manejo de los huevos, tamaño del huevo y la calidad del cascarón (Barrios, Soca y Vale, 2012); teniendo en cuenta estos criterios se plantea el siguiente **problema científico**: ¿Cómo elevar el porcentaje de nacimientos de pollos de primera en las incubaciones artificiales de huevos de gallinas semirústicas y camperas que contribuyan a la conservación de estos genotipos, elevando el fomento en la cría de estos animales?

Hipótesis: Si evaluamos la factibilidad de la incubación artificial de huevos de gallinas semirústicas y camperas a través del comportamiento de sus principales indicadores entonces podremos elevar los nacimientos de pollitos de primera contribuyendo así a la conservación de estos genotipos y elevando el fomento en la cría de estos animales.

Objetivo general: Evaluar la factibilidad de la incubación artificial de huevos de gallinas semirústicas y camperas a través del comportamiento de sus principales indicadores.

1. **Objetivos específicos:** Evaluar la incubabilidad de estas aves en condiciones artificiales.

2. Evaluar el comportamiento de los principales indicadores de estas aves en la planta de incubación.
 - Huevos incubados, huevos claros, huevos de desecho, huevos pasados a la nacedora.
 - Pollitos de primera y pollitos de segunda.
 - Total de nacidos y total de no nacidos.

Revisión bibliográfica:

Medidas de bioseguridad

Del personal.

El hombre puede convertirse en vector mecánico de microorganismos patógenos en las plantas de incubación. Estos microorganismos pueden estar presentes en el calzado, la ropa, el pelo la piel. Es obligatorio que toda persona antes de entrar a la planta de incubación cumpla los siguientes requisitos: no haber estado en contacto con aves enfermas, pasar por el filtro sanitario colocando la ropa y calzado de la calle en los cuartos de área sucia, pasar al área de duchas en el que se bañara incluyendo la cabeza, después de bañarse tomar ropa y calzado propio de la unidad, todos los trabajadores de la planta están en la obligación, antes de comenzar la manipulación de los huevos y pollitos, de lavarse las manos con agua y jabón e introducir en solución de amonio cuaternario(desinfectol al 1%). El cambio de ropa limpia y desinfección se realizará una vez concluido cada nacimiento (Cordova, 2013).

Vehículos.

Todo vehículo que se introduzca en el área de la planta, debe recibir una fumigación con formol al 2%, en ruedas y chasis, limpieza y desinfección de huevos y pollitos y nebulizar la cama, cortina, ruedas, chasis con soluciones de formol al 5% (Cordova, 2013).

Limpieza y desinfección de áreas exteriores e interiores.

Según el autor mensualmente las áreas colindantes recibirán una nebulización con solución de formol al 5%, pasillos, paredes y ventanas exteriores se limpiarán previamente con agua a presión, diariamente se barren y limpian los pasillos con soluciones desinfectantes y se desinfectan todos los equipos y enseres una vez terminadas las labores, semanalmente se desinfectarán paredes, ventanas, techos y exteriores de equipos conductores. Después de la limpieza general se procederá a la

nebulización con la solución al 5% con mochilas de pisos, ventanas, exteriores deben incluirse los vestidores, baños, salón de emparrillado y salón de incubadoras.

Limpieza y desinfección de incubadoras.

Donde ocurra rotura de huevos se limpiará y desinfectará el área adecuada, se dispondrá de un juego de cortina de incubadoras extras para ser utilizadas en la limpieza y desinfección de un equipo, semanalmente, cada incubadora de etapas múltiples deberá ser separada, desinfectada y pintada una vez al año como mínimo, se limpiarán semanalmente sus ventiladores, paredes, pisos y partes accesibles con un paño húmedo con solución desinfectol al 1% (Córdova, 2013).



Figura 1 Limpieza y desinfección del equipo, fuente: autora.

Limpieza y desinfección de las nacedoras.

Después de la limpieza de los carros, bandejas y el interior de las nacedoras, estos se someten a una fumigación con formol y permanganato al 3% antes de recibir los huevos, una vez por semana se somete al tratamiento de un fungicida de acción reconocida, cuando se detectan contaminaciones por encima de lo normal y después de extraídos los pollitos, las bandejas con sus desperdicios son fumigadas en el interior

de las nacedoras, ante brotes de onfalitis, las operaciones de fumigación se harán antes y después al 5% (Cordova, 2013).

Equipo vacunador.

El autor afirma que, al terminar la vacunación de pollitos, lavar el equipo de vacunación, con una solución desinfectante de amonio cuaternario al 1% o timerosal al 1%, enjuagar induciendo en alcohol, a la mañana siguiente, limpiar el equipo con agua y poner las jeringuillas y agujas a hervir en agua por 20 minutos, durante el proceso de vacunación la aguja debe renovarse por otra limpia y esterilizada cada 1000 pollitos.

Fumigación de la viruta y el cuarto de virutas.

Mensualmente se procederá al vaciado de cuarto de viruta para su limpieza mecánica profunda, concluida esta se realizará una desinfección con una solución de formol al 5%, toda viruta que llegue a la planta se colocara en la virutera, fumigándose de inmediato con formol y permanganato al 3% y se repetirá tantas veces sea necesario de acuerdo con los resultados microbiológicos de este producto (Córdova, 2013).

Selección y conservación de los huevos.

Los huevos que hayan tenido un largo recorrido en medios de transporte tendrán eclosiones inferiores al 50% a causa de vibraciones, fluctuaciones de la temperatura, embriones muertos por asfixia ya que los huevos encerrados dentro de un embalaje no respiran. En este caso, los huevos se dejan reposar en una bandeja portahuevos por al menos 24 horas con la punta dirigida hacia abajo antes de incubarlos. Escoja huevos provenientes de reproductores bien desarrollados, bien alimentados y sanos. Se recogen al menos 5 veces al día para evitar contaminaciones ambientales. No se incuba nunca huevos que hayan estado a una temperatura superior a 26°C o inferior a 5°C. No se debe conservar los huevos en la nevera. Los que estén sucios con material fecal no se incuban, durante la incubación, debido a temperatura y humedad, se crearía una flora bacteriana que contaminaría los huevos causando infecciones a los embriones y, por consiguiente, la muerte del polluelo durante la eclosión. Bajo ninguna circunstancia se lavan, como máximo se puede cepillar en seco con una esponja

abrasiva, se conservan en un local fresco con una temperatura entre 14°C y 18°C y una humedad de aproximadamente 65-75% y con la punta hacia abajo en las bandejas portahuevos. Los huevos son idóneos para su incubación a partir del segundo al sexto/séptimo día tras su puesta. Incubarlos tras 8 días de su puesta reduce mucho el porcentaje de nacimientos, reduciéndolo a casi cero en caso de huevos conservados por más de 15 días. Se eligen huevos con forma normal (no deben ser alargados, esféricos, ondulados o con cualquier otro tipo de malformación), la cáscara no debe estar resquebrajada, rota, rugosa, blanda, fina o con puntos azulados, ni. Manchas de sangre. Se debe dejar que los huevos fríos (debido a la temperatura de conservación) alcancen lentamente la temperatura del local antes de colocarlos en la incubadora. El paso repentino de 12°C a 38°C provocaría condensación en la cáscara lo cual causaría una reducción de los nacimientos (Borroto, 2014).

Los huevos para incubar tienen un alto costo, de ahí que incubar la mayor cantidad de ellos resulta una premisa de la eficiencia. Se discute con frecuencia si los huevos con determinados defectos deben ser incubados o desechados. Lo cierto es que la entrada de huevos con defectos en las incubadoras empeora los resultados cualitativos. Para mantener el control de la presencia de huevos con defectos externos e internos hemos diseñado una técnica y una herramienta informática, la que, de ser aplicada consecuentemente, contribuye a mantener bajo control la producción de huevos en el lote reproductor. Esta técnica se asienta en la detección de la frecuencia de aparición de determinados defectos externos e internos presentes en los huevos. Estos defectos son causados por factores variados: salud, nutrición, manejo, ambiente, manejo, alojamiento y otros. La frecuencia de su aparición es el reflejo del estado de bienestar o no de las aves y su valoración puede ser empleada como medio para el diagnóstico zoológico en el lote reproductor y en consecuencia para adoptar medidas que contribuyan a erradicar o por lo menos minimizar la incidencia de alteraciones que deterioran la calidad de los huevos. El empleo del programa Calhuevos en el procesamiento de los datos primarios obtenidos permite valorar la presencia de defectos en los huevos por procedencia: (granja, lote, galpón); raza, línea, estirpe; edad de las gallinas y fecha en el año. Este programa es de mucha utilidad para

comparaciones estadísticas y análisis de comportamiento productivo. El tamaño de los huevos crece en la medida que la edad de las gallinas aumenta. Bajo determinadas alteraciones nutricionales, de alojamiento o de salud, este incremento de tamaño puede interrumpirse o experimentar afectaciones. Con la determinación del TPH (tamaño promedio de los huevos) se logra mantener un control sobre este indicador y conocer si el bienestar de las aves está siendo afectado por algún factor negativo. Es conocido que los huevos de mediano tamaño requieren de una temperatura y un nivel de humedad corriente de incubación. Debido a que son los que mejor se adaptan al régimen de trabajo de las incubadoras. Por último, los huevos pequeños y los grandes requieren de variaciones en el régimen de temperatura y de humedad a fin de alcanzar el necesario calentamiento y con ello la incubación a término (Sardá, 2009).

También este autor señala que al determinar el TPH con regularidad es posible establecer el régimen de incubación más óptimo a los huevos de cargas determinadas adaptado a sus condiciones reales, lo que debe contribuir a evitar el retardo o el aceleramiento en el desarrollo embrionario y finalmente reflejarse en una mejor calidad de los pollitos recién nacidos. Las irregulares en el TPH esto sería un reflejo de deficiencias en el alojamiento, la nutrición o el manejo y la salud de las aves.

Proceso de incubación.

Durante el proceso de incubación de aves, a lo largo del cual se produce el desarrollo del embrión, existen factores determinantes que determinan el éxito del proceso, como son la temperatura, humedad relativa del aire y la composición gaseosa del ambiente. Estos factores tienen efecto sobre parámetros que determinan la calidad de la incubación. Existen diversos parámetros que determinan la calidad de la incubación como son la tasa de nacimientos, el tiempo de incubación y el tamaño del pollo al nacer. Para determinar cómo afectan los factores ambientales, durante el proceso de incubación se miden determinados aspectos fisiológicos de los embriones, como son la composición gaseosa de la cámara de aire del huevo (O_2 y CO_2), pH de la sangre, los niveles hormonales en sangre (triyodotironina, tiroxina y corticosterona), reserva de glucógeno en el hígado, metabolitos en sangre (bicarbonato, lactato, glucosa, hematocrito, potasio, calcio, ácido úrico) y la cantidad de yema residual (García, 2016).

Tabla1. Características del desarrollo embrionario satisfactorio y no satisfactorio.

Días de incubación	Indicador	Características de los huevos vistos en el ovoscopio
6	Huevo no fecundado.	No presencia de vasos sanguíneos o restos de blastodermo.
6	Embrión muerto entre 0 y 2 días.	No se observa la red vascular. Se aprecia la yema deforme o situada en el polo fino. A veces es posible apreciar restos del blastodermo.
6	Embrión muerto de 5 a 6 días.	Mancha oscura pegada a la cáscara.
6	Embrión débil.	Se aprecia el ojo del embrión pegado a las Fáfaras. La red vascular con pobre desarrollo y débil pigmentación con pobre desarrollo, por debajo del ecuador del huevo.
6	Embrión muerto entre 3 y 4 días (anillos de sangre)	Huevo con la presencia de un anillo o línea sanguínea sobre la yema.
6	Desarrollo embrionario normal.	Vasos sanguíneos desarrollados y de coloración roja normal. Embrión prácticamente invisible sin mover el huevo.
6	Cámara de aire trémula, móvil o desplazada.	Cámara de aire fuera del polo grueso del huevo.
6	Huevo cascado o roto.	Trabadura o rotura de la cáscara.
11	Retardo del desarrollo (alantoides abiertas)	La membrana alantoidea sin cubrir (cerrar) en el polo fino del huevo.
11	Desarrollo normal.	Se observa la red vascular, la que Envuelve todo el contenido del huevo.
18-19	Embrión muerto.	Huevo oscuro o con coloración gris-parda-amarillenta. Sombra oscura que se mueve desplace libremente por el interior del huevo. No se aprecia la red vascular.
18-19	Huevo claro.	No se observa la sombra oscura ocupada por el pollito o la red vascular de la alantoides.
18	Desarrollo normal.	El huevo oscuro, excepto en la cámara de aire. Leve presencia vascular en el borde inferior de la cámara de aire.
18-19	Huevo podrido.	Todo el huevo de color muy oscuro, manchas oscuras, parduscas o verdosas pegadas en el interior de la cáscara o en su contenido. Olor fétido del huevo.
19	Retardo del desarrollo (No cabeza en cámara de aire)	No se observa formación alguna en el interior de la cámara de aire Se aprecia la presencia de vasos sanguíneos gruesos por debajo del borde inferior de la cámara de aire. Pudiera

		traslucirse el polo fino del huevo.
19,5	Retardo de la eclosión.	No se aprecian huevos picados.

Fuente: (Sardá, 2009)

Control del desarrollo embrionario durante la incubación.

Al respecto Sardá (2009) plantea la técnica más conocida y empleada en este control es la llamada "control biológico en la incubación". Este control constituye todo un sistema de evaluaciones sistemáticas creadas y desarrolladas con el objetivo evaluar la marcha del desarrollo de los embriones durante la incubación. Esta técnica constituye un arma de alto valor en manos de los especialistas que laboran en las plantas de incubar y está basado en los fundamentos de ciencias como la biología, la fisiología, la veterinaria, la física y hasta las matemáticas. Se basa, en lo fundamental en observaciones o revisiones de huevos incubados, a trasluz, en tres o más momentos a fin de valorar la marcha del desarrollo de los embriones. Conjuntamente se realiza el control sobre la pérdida de peso (agua) de los huevos durante los primeros 19 días de incubación. Para procesar toda la información que se emplea el programa IncubaData, con revisiones periódicas a los 6, 11 y 19 días. IncubaData resulta una herramienta novedosa que permite el procesamiento en por ciento de la revisión de huevos incubados, de la pérdida de peso de los huevos y de los resultados finales de la incubación. Como resultado de la valoración de los resultados que se obtienen, IncubaData realiza un diagnóstico preliminar de las alteraciones que tienen lugar y ofrece la conclusión del proceso de incubación en la carga o la partida de huevos que es valorada.

Señala este autor que en las bandejas seleccionadas se toman una cantidad determinada de huevos sanos y se pesan en los mismos plazos de las revisiones. El valor del peso de cada huevo se anota en el modelo de trabajo y con posterioridad se introducen en el programa IncubaData, para su procesamiento y cálculo.

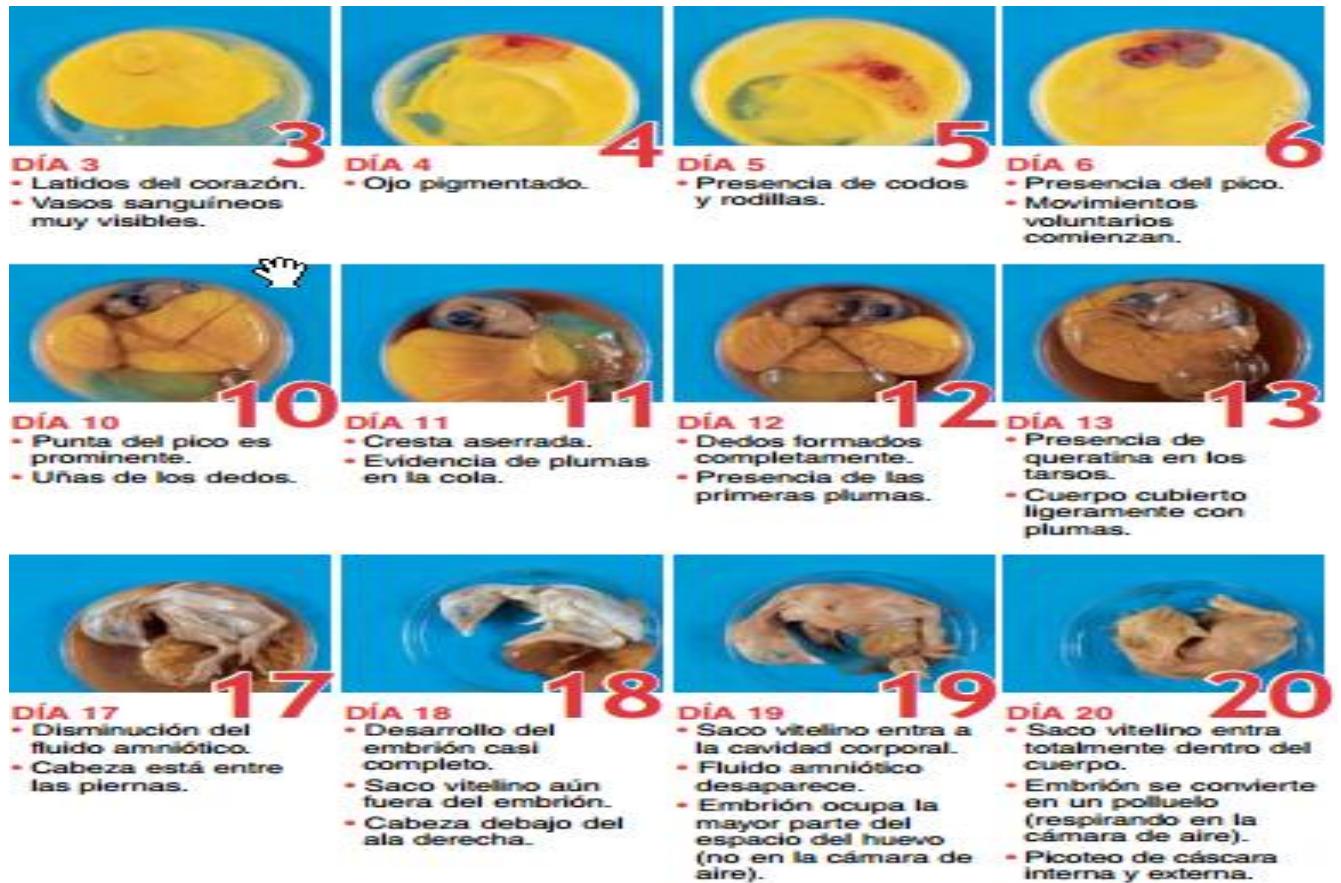


Figura 2. Etapas del desarrollo embrionario, fuente (Cobb-Vantress Incorporated, 2013).

Efectos de la nutrición de los reproductores en la incubación.

Los problemas de infertilidad pueden estar asociados con la deficiencia de vitamina A, vitamina E o selenio, especialmente en los piensos de machos. La mortalidad embrionaria precoz puede estar asociada con deficiencias de vitamina A (fallo en el desarrollo del sistema circulatorio), vitamina E (fallo circulatorio), biotina, niacina, ácido pantoténico, cobre, selenio o tiamina. El exceso de boro o molibdeno puede incrementar la proporción de mortalidad embrionaria temprana. La mortalidad embrionaria intermedia se asocia con deficiencias de vitamina B12, riboflavina, fósforo y zinc. La mortalidad embrionaria de intermedia a tardía se asocia con deficiencias de vitamina B12, niacina, piridoxina, ácido pantoténico y riboflavina. La mortalidad embrionaria tardía se asocia con deficiencias de vitamina B12, vitamina D, vitamina E, vitamina K, ácido pantoténico, riboflavina, ácido fólico, biotina, calcio, manganeso, magnesio, fósforo, zinc, yodo y tiamina. El exceso de selenio puede incrementar la

proporción de mortalidad tardía. El exceso de yodo y vitamina D pueden causar altas pérdidas embrionarias. Es difícil lograr el nivel óptimo de complementos de selenio, ya que los terrenos de cultivo presentan niveles variables de selenio (y, por consiguiente, las plantas lo asimilan en diversas cantidades), dependiendo de la región geográfica. En algunos casos, la utilización de selenio orgánico ha mejorado la fertilidad y la incubabilidad. En caso de deficiencias prolongadas de vitamina B12 o niacina, la mortalidad embrionaria puede cambiar de precoz a tardía durante la incubación. En caso de deficiencia prolongada de riboflavina, la mortalidad embrionaria puede cambiar de tardía a precoz. La niacina se puede obtener del triptófano, de tal manera que su eficiencia es, generalmente, resultado de un antagonismo con otros componentes de la dieta. La deficiencia de ácido linoleico puede afectar al embrión en todas sus fases. Los requerimientos de complementos para la producción de huevos y la incubabilidad difieren. La producción de huevos puede verse afectada por deficiencias de energía, aminoácidos esenciales, vitamina A, piridoxina (B6), B12, magnesio, manganeso, sodio, yodo y zinc, mientras que las deficiencias de vitamina D, calcio, fósforo o zinc pueden afectar a la incubabilidad por sus efectos sobre la calidad de la cáscara. El exceso de proteína bruta puede reducir la fertilidad y una baja proporción entre energía y proteína en las raciones de las reproductoras puede reducir la incubabilidad (Tullett, 2010).

El autor señala que algunas malformaciones específicas en la última etapa del desarrollo del embrión se han asociado a deficiencias en:

- Vitamina B12 (pico corto, desarrollo muscular deficiente de las piernas, perosis, mortalidad temprana del pollito).
- Vitamina D (falta de coordinación, huesos blandos, pico superior más corto).
- Vitamina E (hemorragias en pollitos después del nacimiento).
- Vitamina K (niveles altos de mortalidad embrionaria tardía, víscera ectópica y hemorragias en los embriones muertos en la última fase).
- Biotina (piernas, patas y alas más cortas y torcidas, pico torcido “pico de loro”).
- Ácido fólico (piernas curvadas, membranas entre los dedos, pico de loro).

- Niacina (anormalidades en cara, carencia de pico).
- Ácido pantoténico (hemorragias subcutáneas, anomalías en el emplume).
- Riboflavina (enanismo, dedos torcidos, edema, espalda curvada).
- Yodo (cierre incompleto del ombligo, periodos prolongados de incubación).
- Hierro (anemia, decoloración del sistema circulatorio).
- Manganeso (huesos cortos de la pierna, desprendimiento de tendones, pico de loro, mortalidad de 18-21 días, cabeza redondeada, alas cortas, abdomen saliente, edema).
- Zinc (anormalidades en cabeza, miembros y columna, ojos pequeños).

El exceso de boro como, por ejemplo, el procedente de insecticidas usados en el tratamiento de la yacija causa anormalidades en la cara y el exceso de selenio puede provocar mortalidad tardía, dedos torcidos, alas cortas y un pico corto o carencia del mismo. Si el complejo vitamínico se almacena de forma inapropiada puede ocasionar una pérdida de actividad de las vitaminas. El tratamiento por calor del pienso durante el acondicionamiento y el granulado pueden tener como consecuencia una degradación de algunas vitaminas. En la fábrica de pienso se deben realizar estudios de recuperación de vitaminas, con el objeto de determinar el nivel de degradación que se produce durante el tratamiento térmico. Esto permitirá que los niveles de los correctores se ajusten para garantizar que los piensos terminados contienen los niveles de vitaminas deseados. Las anormalidades en el desarrollo tienden a ser inmediatamente obvias, y esto es generalmente importante, si bien no hay que exagerar su relevancia. Hay que tener en cuenta que las malformaciones del embrión no sólo pueden ser causadas por la nutrición, sino también por condiciones adversas de incubación. Así, si se observa una alta incidencia de cierta malformación (es decir, en la mayoría o la totalidad de los embriones muertos tardíos) en dos o tres bandejas consecutivas, esto podría indicar efectos de la posición de los huevos en incubadoras con condiciones desiguales de incubación en la máquina (Tullett, 2010).

Temperatura.

Los embriones resisten períodos de enfriamiento, pero si se enfrentan a un estrés de calor, aunque sea de muy corta duración, pueden desarrollar malformaciones, malas posiciones e, incluso, morir. En lugar de simplemente programar las temperaturas dentro de la incubadora y dejar que el programa siga su curso normal, es más prudente realizar un seguimiento constante de las temperaturas del cascarón, para evitar un sobrecalentamiento de los embriones. Esto se puede llevar a cabo con un termómetro infrarrojo, no muy caro, como el Braun Thermoscan, que funciona con gran precisión en el rango de temperaturas que se manejan en las incubadoras. Las temperaturas del cascarón se verifican en el ecuador del huevo, no en la cámara de aire. Todas las máquinas de incubación tienen “puntos calientes” y “puntos fríos”, por lo que es importante asegurarse de que los embriones que se encuentran en los puntos calientes no se ven sometidos al estrés de calor tan dañino, especialmente, entre los 16 y 18 días de incubación. La temperatura idónea del cascarón es de 37,8°C (100°F), pero hacia el final del periodo dentro de las máquinas de incubación, son comunes las temperaturas de hasta 38,3°C (101°F) y no causan mayores efectos. Sin embargo, si las temperaturas del cascarón sobrepasan la cifra anterior, causan daños en el embrión y, si llegan a los 39,4°C (103°F) o más, habrá un deterioro de la incubabilidad y calidad de los pollitos (Tullett, 2010).

Humedad relativa.

La humedad relativa es un factor determinante durante el proceso de incubación ya que influye en la pérdida de agua del huevo y por lo tanto en el desarrollo del embrión. La pérdida de agua del huevo por evaporación es esencial para crear una cámara de aire suficiente que permita la ventilación pulmonar embrionaria después del picado interno. La pérdida de masa en los huevos durante la incubación se debe esencialmente a la pérdida de agua (la pérdida total al final del proceso es del 15% del peso inicial del huevo). La mayor tasa de nacimientos en huevos de gallina cuando la cantidad total de pérdida de agua del huevo está entre el 12% y el 14% en el día 18 de incubación. La mortalidad del embrión aumenta cuando la pérdida de agua es inferior al 9,1%. Para aumentar la pérdida de agua de los huevos es necesario reducir la humedad relativa de

la incubadora. Se puede establecer que la humedad relativa de la incubadora influye en la temperatura del embrión porque la energía necesaria para evaporar el agua a través del cascarón es sustraída del huevo. Esto significa que puede incrementarse la pérdida de calor en huevos incubados a baja humedad relativa frente a alta, y por lo tanto variaciones en la humedad relativa requieren distintas temperaturas de funcionamiento de la incubadora para mantener constante la temperatura del embrión. La humedad relativa recomendada para la incubación de huevos se encuentra en torno al 55-60% durante la etapa de incubación y entre el 70-75% en la etapa de nacimiento. Es necesario elevar la humedad relativa durante los últimos días del proceso ya que es necesario evitar el desecamiento de las membranas de la cáscara y del plumón de las crías en fase de eclosión, existe una depresión en la embriogénesis cuando se reduce la HR (humedad relativa) al 43%. Esto puede acentuar un desarrollo inadecuado después de la eclosión y también puede determinar problemas de calidad y desarrollo de los polluelos, causados por la humedad alta o baja en la incubadora. Debido a las diferentes características del cascarón de los huevos de gallinas ponedoras jóvenes o maduras, en particular en lo que se refiere a la conductancia. Una HR demasiado baja, provoca una pérdida excesiva de humedad de los embriones, perjudicando al proceso de eclosión y resulta en polluelos pequeños y deshidratados. Por otro lado, si la HR es demasiado alta, los embriones tienden a eclosionar precozmente. En casos extremos, los polluelos pueden eclosionar antes de alcanzar su pleno desarrollo. Las consecuencias indeseables de la utilización de niveles inadecuados de HR durante el proceso de incubación también pueden extenderse al período de cría de las aves de corral, ya que la calidad de los polluelos se ve comprometida (García, 2016).

Volteo.

El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados (virados) periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. El giro contribuye además al mejor aprovechamiento del oxígeno en toda la superficie del cascarón. Ambos se reflejan en pollos mejor desarrollados y mayores índices de productividad. En la incubación natural, la gallina voltea los huevos que incuba con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir

este procedimiento mediante medios mecánicos. El huevo, como se ha explicado antes, pierde agua durante todo el período de incubación, es decir, sufre un proceso de deshidratación. Por este motivo, el embrión está expuesto a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede provocar su muerte, en particular durante los primeros seis días de incubación. A esto contribuye el hecho de que el peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara, en la zona de la cámara de aire. Por otra parte, la posición del huevo influye sobre la posición futura que adoptará el pollito en el momento de prepararse para la eclosión. Esto es de gran importancia para obtener un alto porcentaje de nacimientos. La posición del embrión se define ya desde las 36 a 48 horas de incubación. En este momento el embrión descansa en la yema, de manera transversal, a lo largo del eje menor. Con posterioridad la cabeza del embrión comienza a separarse de la yema y girar a la izquierda. Hacia el 5to. día de incubación, el embrión se halla cerca de la cámara de aire. A partir del 11vo día, cuando el cuerpo del embrión pesa más que su cabeza, el mismo efectúa un giro a la izquierda, lo que provoca que el cuerpo descienda en dirección al polo fino del huevo. A los 14 días, el cuerpo del embrión está situado a lo largo del eje mayor del huevo, con la cabeza dirigida hacia el polo grueso. Esta es la posición correcta y necesaria que debe adoptar el pollito para el nacimiento (Castilla y Mendoza, 2014).



Figura 3. Volteo de los huevos. Fuente autora.

Ventilación e intercambio de gases.

A pesar de que en la incubadora haya una circulación de aire caliente en toda el área, un flujo débil tiende a registrar temperaturas bajas de 35°C. Las diferencias de temperatura pueden ser usadas para detectar los problemas del flujo de aire. Si el aire no está siendo uniformemente distribuido en toda la incubadora, el resultado es muerte prenatal del pollo. El aire refresca el medio que rodea a los huevos, en algunos casos y en otros contribuye a calentarlo. Por otra parte, el intercambio de aire constante es necesario para la extracción del exceso de calor que pudiera acumularse en el interior del gabinete de incubación y asegurar la pureza del aire. Durante la incubación el huevo absorbe O₂ y elimina CO₂ en gran cantidad. Solamente un adecuado intercambio de aire garantiza buenos resultados de incubación. La correcta circulación del aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento del ventilador, los inyectores o los extractores de aire, las compuertas u orificios de entrada y salida. Para que la circulación de aire sea eficiente es importante también un buen funcionamiento del sistema de volteo, ya que el aire se mueve mejor entre las bandejas, cuando las mismas se hayan en posición inclinada. El sistema de renovación del aire puede ser muy simple, basta con realizar unos pequeños agujeros (de unos 12-20mm) por la zona baja de la incubadora y otros por la parte alta (Castilla y Mendoza, 2014).

Periodos críticos de incubación.

En el proceso de los 21 días de incubación existen ciertos periodos que son críticos y deben tomarse muy en cuenta para no perder la producción, estos periodos son:

El primero está entre el tercer y cuarto día de incubación y es debido a problemas de los huevos como: falta de fertilidad, poco vigor, consanguinidad, etc. Muchas veces se utilizan los ovoscopios o mirahuevos, aparatos provistos de una luz mediante la cual podemos ver el interior de los huevos a trasluz. Esta operación se realiza entre el quinto y séptimo día de incubación, pero para retirar los huevos claros o abortados, más no permite solucionar el problema de fertilidad de los huevos antes de introducirlos a la incubadora.

El segundo en los 3 últimos días y es debido a problemas con la regulación del equipo, como: temperatura, humedad, ventilación y/o volteo. Los inconvenientes de estos dos periodos críticos pueden ser disminuidos siguiendo las recomendaciones descritas en las secciones anteriores y realizando un programa para el manejo del proceso de incubación (Castilla y Mendoza, 2014).

Pase a la nacedora.

Los huevos son removidos de la máquina incubadora después de 18 – 19 días y transferidos a las bandejas de las nacedoras. Esto es realizado por dos razones importantes: Los huevos son acostados en sus lados para permitir el libre movimiento del pollito fuera de la cáscara al nacer. Esto también ayuda a la higiene, grandes cantidades de plumón se generan durante el nacimiento y podría diseminar contaminación alrededor de la incubadora. La transferencia muy temprana o muy tarde conllevará a condiciones inadecuadas para los embriones causando menores nacimientos. Esto debe ser tomado en consideración cuando se decida variar el tiempo de transferencia. El proceso de transferencia debe hacerse suave y rápidamente para evitar el enfriamiento de huevos y demora en los nacimientos, los huevos deben ser sujetos a ovoscopia para que los huevos claros (infértiles y con mortalidad temprana) sean removidos y contados. Las cáscaras son más frágiles en este estado porque los embriones han tomado calcio de las cáscaras para su desarrollo esquelético. Por lo tanto, se requiere precaución para la transferencia de huevos para evitar rupturas. El manejo brusco de los huevos en esta etapa podría causar rupturas y hemorragias. El equipo de transferencia automático permite que esta labor se haga más cuidadosamente que el sistema manual. Las nacedoras deben estar secas y con la apropiada temperatura antes de la transferencia, los huevos contaminados y huevos bomba se colocan en un recipiente con desinfectante (Cobb-Vantress Incorporated, 2013).

Nacimiento del pollo.

En la industria avícola en gran escala el proceso de incubación de huevos se realiza dentro de las plantas de incubación, estas tienen diversas áreas previamente dispuestas para cada proceso que involucra la incubación. Es decir, tendrán un área de

almacenaje de huevos, otra de incubación de huevos llamada incubadora y otra para el nacimiento de los pollitos luego de cumplidos los 18 días de incubación denominada nacedora. Generalmente en estas áreas se controla la ventilación, humedad y temperatura por separado según sea el requerimiento para cada una. En las nacedoras, la potencia de calefacción requerida para lograr la temperatura de incubación es más baja para evitar el sobre-calentamiento de los pollitos debido a que el huevo desprende más calor en ese punto del periodo, mientras que la ventilación se deberá aumentar. Una vez iniciada la eclosión, la humedad se aumenta hasta el 80% (esto facilita la rotura del cascarón) y cuando la eclosión está a punto de concluir la humedad se reduce hasta el 40% (favoreciendo el secado del pollo) (Castilla y Mendoza, 2014).

Los huevos trasladados a la nacedora pasan allí alrededor de 48 horas a una temperatura de 37.5°C (99.5°F). Luego de 24 horas se disminuye la humedad en la máquina nacedora con el fin de que los pollitos se sequen, se cierra el acceso de agua al ventilador de la máquina, por tanto, la humedad es la existente más la generada por los pollitos al eclosionar y va decreciendo hasta llegar a un valor cercano al 85% (Araya y Chacón, 2011).

A partir del día 19 y 20 podrán verse huevos picados, iniciándose el nacimiento de los pollitos de los huevos más frescos. No debe ayudarse a nacer a ningún pollito, pues el animal que resulte carecerá de vigor y por tanto será más sensible a adquirir enfermedades. No debe retirarse ningún pollito de la nacedora hasta que hayan pasado 24 horas del nacimiento de los primeros pollitos, dejándolos en su interior hasta que estén bien secos, esto ocurrirá normalmente el día 22. Los pollitos que no hayan nacido hasta esa fecha, deberán ser desechados, aunque estén vivos (Castilla y Mendoza, 2014).

Posición normal de nacimiento.

En la posición normal de nacimiento, la columna del embrión se encuentra paralela al eje largo del huevo, y el pico aparece debajo del ala derecha. La punta del pico se orienta hacia la cámara de aire, en el extremo redondeado del huevo. Cuando el pico está debajo del ala derecha, ésta se encarga de separar la membrana del cascarón de la cara del embrión, dándole al pico mayor libertad de movimiento. Además, el ala

ayuda a estirar la membrana interior de la cáscara, para que el pico pueda perforarla. De esta manera, el embrión logra acceder a la cámara de aire del huevo, para ventilar los pulmones. Si el embrión gira la cabeza hacia la derecha, tiene una buena oportunidad de llegar a nacer. No obstante, el porcentaje real de nacimiento se verá influido, ya sea porque la cabeza se encuentra por encima o por debajo del ala derecha, o en el extremo ancho o angosto del huevo (Tullett, 2010).

Según el autor se identifican seis malas posiciones (vistas desde la parte superior del huevo):

Mala posición 1 - la cabeza entre los muslos. Esta es la posición normal en la mayoría de embriones de 18 días. Es entonces cuando la cabeza empieza a girar hacia la cámara de aire y el embrión alcanza la posición normal de nacimiento el día 19. Los embriones que aparecen con la cabeza entre los muslos en los restos del nacimiento, probablemente, son embriones que han muerto a los 18 días de incubación o, si siguen vivos, se trata de embriones cuyo desarrollo se ha retrasado.

Mala posición 2 - la cabeza en el extremo estrecho del huevo. Fácilmente identificable, ya que tarsos, saco vitelino y/u ombligo del embrión de más de 18 días son inmediatamente visibles, al abrir el cascarón por la cámara de aire. Esta posición, comúnmente, se observa en huevos que se han colocado al revés en la incubadora y también prevalece en aquellos que se han colocado horizontalmente, en comparación con los huevos que se han colocado con el extremo ancho hacia arriba. Esta posición también puede aparecer en huevos que se han colocado correctamente (especialmente, en aquellos de forma más redonda), en huevos que hayan sido expuestos a altas temperaturas en las máquinas de incubación, o cuando el ángulo de giro es demasiado pequeño. La frecuencia de esta mala posición se ve influida enormemente por el porcentaje de huevos que se colocan al revés. Idóneamente, la frecuencia de esta mala posición debe ser de menos del 10% del total de malas posiciones embrionarias. Los huevos que se coloquen al revés deben ponerse en la posición correcta antes del octavo día de incubación, para que no haya consecuencias adversas. Si se realiza la inversión después de este día, se corre el riesgo de que los vasos sanguíneos del corioalantoides se rompan, justo cuando empiezan a unirse a las

membranas del cascarón, a partir del día 9. Los embriones que se encuentran de cabeza a los 20 días de incubación nacen al 80% del ritmo normal.

Mala posición 3 - la cabeza girada a la izquierda. Esta mala posición es más común en huevos incubados con el extremo ancho hacia arriba, que en los incubados horizontalmente. En muchos casos, el pico se encontrará por encima del ala izquierda. Cuando la cabeza gira hacia el lado izquierdo, las oportunidades de nacer se reducen aproximadamente al 20%.

Mala posición 4 - el pico lejos de la cámara de aire. La incidencia de esta posición es cinco veces mayor en huevos incubados horizontalmente, que en aquellos incubados con el extremo ancho hacia arriba, y se considera que casi siempre es letal. Sin embargo, es una mala posición difícil de identificar.

Mala posición 5 - las patas sobre la cabeza. Es una mala posición muy común, en la que una o ambas patas se quedan atrapadas entre la cabeza y el cascarón, y obstruyen los movimientos desde la parte posterior de la cabeza, al picotear el cascarón. Las patas también participan en la rotación final del embrión cuando rompe la punta del cascarón y logra salir del huevo. Por consiguiente, si las patas sobre la cabeza no han logrado impedir el picoteo del cascarón, pueden obstaculizar la rotación final y salida del embrión. Generalmente, ésta es la segunda mala posición más común, ya que corresponde a aproximadamente al 20% del total de embriones en mala posición.

Mala posición 6 - el pico encima del ala derecha. Generalmente, ésta es la mala posición registrada con más frecuencia, ya que representa el 50% o más del total de embriones en mala posición. Muchos embriones nacen en esta posición y, a menudo, se la considera como una variante natural de la posición normal de nacimiento. No obstante, recientemente se ha sugerido que el exceso de embriones en esta posición constituye un indicador de que han estado sufriendo estrés por calor. La deficiencia de ácido linoleico también se vincula a una mayor incidencia de esta mala posición. Un mismo embrión puede presentar una mezcla de todas las malas posiciones descritas (Tullett, 2010).

Materiales y métodos:

Período y ubicación del experimento

La investigación se realizó en la Planta de Incubación Manuel Ascunse Domenech durante el período del segundo semestre del año 2018, la misma perteneciente a la Empresa Avícola Holguín ubicada en el consejo popular Edecio Pérez, El Coco, Holguín. Su objeto social es incubar pollitos para comercializar con la granja Álvaro Barba, organismos como la FAR y el MININT que estos a su vez son los encargados de distribuirlos al plan turquino.

Esta unidad pertenece a una zona cuyas condiciones agroedafoclimáticas se encuentran enmarcadas en lo que se ha denominado como el Ecosistema Centro Sabana, que se caracteriza por una extensa sabana sustentada por roca serpentinita, que da origen a los suelos fersialíticos Rojo Pardusco ferromagnesianal incluidos en el agrupamiento ferrífico. Estos suelos se caracterizan por poseer numerosos aspectos negativos en su agroproductividad entre los que se destacan su fertilidad media a baja, topografía ondulada que propicia un drenaje superficial excesivo y un mal drenaje interno, poca profundidad, presencia de rocas sobre superficie arable, limitada presencia de vegetación arbórea debido a malos manejos agrarios de origen antrópico a lo que se suma el comportamiento adverso de los indicadores climáticos, particularmente las precipitaciones, estas últimas presentan una media anual de 1048 mm, ocurriendo las mismas en el orden de un 36 % en el mes de Noviembre con temperatura media de 25.8 °C con una altura sobre el nivel del mar de 100- 200 m y una humedad relativa media anual de 83% (Reyes, 2018).

Procedimiento experimental

La incubación se realizó en un equipo de carga única o simple bajo un régimen de incubación promedio de 35.83 °C de temperatura y 60% de humedad. Se trabajaron un total de 155274 huevos de gallinas camperas agrupándose en 21 sacas y 54972 huevos de gallinas semirrústicas agrupándose en 14 sacas , los cuales fueron debidamente identificados, tallados y pesados, este último proceder se realizó nuevamente durante los días en que se llevaron a cabo los controles biológicos (6, 11 y

19 días de incubación) para Incubación artificial (Sardá, 2009), determinándose la pérdida de peso; para cumplimentar esta actividad utilizamos un pie de Rey y una balanza de huevos, ambos certificados por el Centro Estatal de Normalización (CEN). También se consultó el libro registro de la Planta de Incubación para determinar los indicadores de incubabilidad de estas aves.

Para el control de la pérdida de peso se marcaron 30 huevos por bandeja y fueron pesados en los momentos de revisión. A los 18 días se procedió al pase de los huevos aptos para la nacedora acostándose estos en la bandeja. Los huevos del control del peso se colocaron en cajas metálicas con una capacidad máxima de 7 huevos, los cuales se ubicaron homogéneamente según el peso. A los 21 días de incubación se procedió a sacar los pollitos pesándose los del control, realizando su clasificación en pollitos de primera o de segunda, separándose estos últimos.

La revisión de los huevos se realizó en los días 6, 11 y 19 con un ovoscopio, detectándose y marcando los huevos claros, los anillos de sangre, los embriones muertos, los alantoides abiertos y cerrados y la cabeza en cámara de aire, llevándose estos datos al modelo de control biológico utilizado en la planta de incubación. Se recopilaron los valores correspondientes al comportamiento de los indicadores de incubación de los genotipos semirústico y campero referidos al número de:

- Huevos incubados
- Huevos claros
- Huevos de desechos.
- Huevos pasados a la nacedora.
- Total de nacidos.
- No nacidos.

La calidad del proceso se determinó a través del porcentaje de pollitos de primera y pollitos de segunda de ambos genotipos.

Diseño experimental

El procesamiento primario de los datos se realizó mediante el tabulador electrónico Excel (Office 2010) y las valoraciones estadísticas se llevaron a cabo mediante el paquete computarizado InfoStat 2012. Para las variables largo, ancho, peso y pérdida del peso se utilizó la estadística descriptiva, determinándose la media, valores mínimos y máximos.

Valoración económica

Se realizó un análisis de la eficiencia general de la entidad tomando como base los principales indicadores económicos y productivos relacionándolos para así obtener las utilidades de los meses de julio a noviembre, estos indicadores se obtuvieron consultando los libros de registros económicos de la unidad y se utilizó la siguiente fórmula económica:

$$\text{INGRESOS} - \text{GASTOS} = \text{UTILIDAD}$$

Resultados y discusión:

Tabla 2. Tamaño y peso de los huevos de gallinas semirústicas y camperas.

Rasgos	Semirústicas			Camperas		
	Media	Min	Máx	Media	Min	Máx
Largo (mm)	54	49,5	60	56	51	61
Ancho (mm)	38	35	45	40	35	43,5
Peso (g)	55	45	68	58,5	48	70
Pérdida de peso(g)	5	1	10	6	1,5	11,5

Leyenda: Min: Mínimo; Máx: Máximo

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del largo, ancho, peso y pérdida total de peso de los huevos de gallinas camperas y semirústicas en la incubación evaluada, en las semirústicas el largo oscilo entre 49,5mm y 60mm, con una media de 54mm, el ancho tuvo como valores entre 35mm y 45mm, con una media de 38mm, mientras el peso al inicio de la incubación osciló entre 45g y 68g, con una media de 55g, Arce et al.(2011) plantean que en las aves semirústicas, el largo oscila entre 51 y 62 mm con una media de 56,4 mm, el ancho desde 38 a 48 mm y la media de 40,7 mm, por su parte el peso al inicio de la incubación osciló entre 49 y 72 g con una media de 58,1 g.

Callejo, (2007) planteó que las aves cercanas a culminar su vida productiva con regularidad producen huevos que sobrepasan su tamaño habitual, lo que puede dificultar la incubación dado que se alarga el período de incubación, aumenta el riesgo de deshidratación, porque suelen tener la cáscara más delgada de lo normal con una mayor conductividad a los gases, por su parte otros autores plantean que el tamaño del huevo está determinado por factores como la herencia, anormalidades en el tamaño y la forma (Deeming, 2005).

La pérdida de peso en los huevos incubados fue de 5g lo que representa un 9%, este resultado queda por debajo de lo planteado por Sardá, (2005) quien expresa que la pérdida de peso total oscila entre 11 y 13 % respecto al peso inicial del huevo, perdiendo diariamente 0,5 a 0,6 % en la primera etapa del desarrollo embrionario y de 0,7 a 0,9 % en la segunda etapa; sin embargo, Smith, (2009) plantea que para una buena incubación la pérdida de peso debe alcanzar el 12 % aunque hay otros autores que fijan este parámetro entre los 13-18 % (Anónimo, 2010). Sin embargo, coincide con Arce et al. (2011) plantean que en las aves Semirústicas la pérdida de peso oscila entre 1g y 11g.

En las camperas el largo osciló entre 51 mm y 61 mm, con una media de 56mm, el ancho se encuentra entre 35 mm y 43,5 mm, con una media de 40mm, el peso de inicio de incubación oscilo con los valores de 48g a 70g, con una media de 58,5g, López et al. (1997), plantean que los huevos destinados a la incubación deben tener un peso comprendido entre 52 g y 65 g, aspecto que difiere de los resultados obtenidos en este trabajo, ya que en la unidad se incuban huevos por debajo o por encima del rango óptimo, es de señalar que los valores altos de peso del huevo obtenidos están correlacionados con el peso corporal de esta gallina que aunque puede ser considerada buena ponedora, es un ave pesada. Willemsen et al. (2008), refieren la existencia de correlación positiva entre el tamaño del huevo y el peso del pollito recién nacido, no ocurriendo así con la longitud del pollito. Arce et al. (2011) plantean que en las aves camperas el largo oscilo entre 52 y 63 mm con una media de 57,41 mm, el ancho desde 37 a 44,5 mm y la media de 41,1 mm, por su parte el peso al inicio de la incubación osciló entre 50 y 72 g con una media de 60,7 g.

Por lo tanto, es probable que el desarrollo embrionario en los huevos de menor tamaño esté más restringido por el limitado espacio que existe dentro del huevo mismo en comparación con los de mayor tamaño ya que el tamaño del embrión puede verse limitado por el espacio dentro del huevo, la alta porosidad y la baja utilización del oxígeno puede ser el mayor factor limitante en el desarrollo embrionario (Mc Loughlin y Vous, 2002).

La pérdida de peso en los huevos incubados fue de 6g representando el 11%, este

resultado no concuerda con Bruzual et al. (2000) los cuales refieren que las mejores incubabilidades son obtenidas cuando los huevos de pollo pierden 12 % del peso fresco al tiempo que el embrión pica el cascarón y la incubabilidad decrece cuando los huevos pierden menos del 10% o más del 15 % de su peso fresco.

Se aprecian diferencias significativas en cuanto a la longitud, ancho y peso de los huevos camperos y semirrústicos, siendo estos últimos más pequeños, estos resultados no coinciden con lo obtenido por Arce et al. (2009), quienes en un análisis realizado a una muestra de huevos incubados de ambos tipos de aves obtuvieron un mayor tamaño y diámetro en semirrústicas que en camperas.

Alfaro, (2015) plantea que la longitud del pollo debe ser de 20 a 22.5 cm, el peso del pollo del 70 a 72% del peso del huevo y el peso vitelo 5,5% del peso del pollo.

La temperatura es el factor más importante que interviene en la incubación artificial ya que este influye en el tamaño del huevo, al aumentar la temperatura ambiental el tamaño del huevo disminuye, observándose un descenso más pronunciado en el peso de los huevos bajo aumentos graduales (Fernández et al., 2019).

Tabla 3. Comportamiento de la fertilidad, incubabilidad y la eclosionabilidad.

Tratamiento	Fertilidad	Incubabilidad	Eclosionabilidad	SIG	EE
Semirrústicas	90,45	82,30	74,09	P<0,001	0,46
Camperas	90,57	82,97	75,75	P<0,001	0,34

Según Proaño y Fernando, (2017) el porcentaje de incubabilidad representa la culminación del proceso de incubación, es decir la capacidad del huevo para eclosionar, el porcentaje de fertilidad representa la aptitud de unión del espermatozoide y el óvulo, mientras de ambos se deriva el porcentaje de eclosionabilidad; como muestra la tabla 3 no hubo diferencias significativas en el comportamiento de las variables fertilidad, incubabilidad y eclosionabilidad, pero numéricamente fue superior para las gallinas

camperas.

Para ejecutar este proceso, los huevos aptos para la incubación se colocaron en la incubadora de carga simple cuya temperatura se reguló eficientemente, del primero al decimocuarto día de incubación se mantuvo a $37,8^{\circ}$ C y del decimoquinto al vigésimo primero se disminuyó a $37,2^{\circ}$ C; Peebles, (2001) y Dudgeon, (2010) proponen una temperatura de $37,8^{\circ}$ C del primer día hasta el decimotercero, otra de $37,2^{\circ}$ C del decimocuarto día al vigésimo, y una de $36,8^{\circ}$ C el día vigésimo primero finalizando la incubación.

Nuestros resultados para la incubabilidad se corresponden con los parámetros señalados por Glatz, (2010) cuya oscilación debe estar entre el 80 y el 90 por ciento para las líneas híbridas teniendo como factores de variación la raza y la edad de la parvada reproductora.

Por otra parte, la humedad relativa tuvo una gran variabilidad durante el período de incubación, pasando por distintos valores como 54, 56, 60 y 62 %, valores enmarcados dentro de los límites entre 40 y 70 % con niveles óptimos de 61 % y 50 % reportados por Bruzual et al. (2000) como las humedades relativas que aseguran una incubabilidad superior.

Se ha podido comprobar que una humedad excesivamente baja provoca una alta evaporación y trae como consecuencia una disminución de la transferencia de calcio de la cáscara al embrión y retardo de la eclosión, mientras que una humedad alta acelera la eclosión y los pollitos nacen muy mojados. La humedad ideal es aquella que fluctúa entre el 60 y el 65 % (SOCPA, 2013).

Al final de la incubación la humedad juega un papel de primer orden en la eclosión de los pollitos por su influencia en el reblandecimiento de las membranas de las fáfarras, la situación microbiológica del gabinete de nacimiento y de los pollitos recién nacidos, así como su calidad en sentido general (Revidatti et al., 2005).

Por otra parte, la fertilidad hace referencia al número de huevos embrionados en relación al número de huevos colocados en la incubadora. Quedando por debajo nuestros resultados con los de Quiles y Hevia, (2004) quienes exponen en sus

resultados una fertilidad del 93,4% y una incubabilidad del 88%, resultados que además pueden estar relacionados con su patrimonio genético.

Los resultados positivos que obtuvieron pueden estar dados por la edad de las reproductoras ya que según se ha sugerido que a medida que la edad de la gallina avanza estas se tornan más eficientes en depositar todos los nutrientes esenciales para el crecimiento del embrión (Yuño et al., 2009).

En las razas ligeras se acostumbra a colocar de 7 a 8 gallos por cada 100 gallinas, mientras que esta proporción puede variar con las características y el comportamiento de los animales, pudiendo, por tanto, reducirse o elevarse. Ese aspecto es muy importante, pues tanto un defecto como un exceso de machos repercute negativamente sobre la fertilidad (Fernández et al., 2019).

Alfaro, (2015) afirma que el porcentaje de huevos incubables debe ser de un 97% del total de la parvada, los huevos eclosionados de 90 a 93% siempre que las reproductoras tengan de 28 a 64 semanas de edad y un 86% de nacimientos promedio.

La influencia de la forma de los huevos sobre la incubabilidad también ha sido demostrada por diferentes autores y se determinó cerca de un 20 % de diferencia entre los tipos de huevos que resultaron ser los mejores y los peores (Fernández et al., 2019).

La fertilidad, la incubabilidad y la eclosionabilidad puede verse afectada por muchas causas, López et al.(1997), destacan como las de mayor impacto, la fertilidad del huevo, el almacenamiento (largas estadías sin climatización, no recomendándose incubar huevos con una edad superior a 7 días), el transporte (pocas condiciones y lejos de horas frescas, un calentamiento puede desencadenar nuevamente la multiplicación celular y mantenerla de forma ordenada en el proceso de formación embrionaria lo cual pueden producir efectos negativos tales como el acortamiento del período de incubación, mortalidad embrionaria, lesiones en la cabeza, cerebro y ojos, embriones con vísceras fuera, pollitos nacidos con menor tamaño y más baja viabilidad, persistencia del saco vitelino), así como la tecnología de incubación que pueden ser obsoletas y que no cumplen con los parámetros establecidos (altas y bajas

temperaturas, estas últimas pueden provocar otros efectos negativos tales como, alargamiento del período de incubación, mortalidad embrionaria y embriones vivos dentro del huevo que no logran eclosionar).

Tabla 4. Porcentaje de los indicadores de incubación.

Tratamiento	HIC	HC	HD	PN	Total	NN
Semirústicas	99,41	8,44	0,58	89,69	73,73	15,81
Camperas	99,57	9,00	0,36	90,12	75,38	15,60
SIG	P<0,001	P<0,001	P<0,009	P<0,001	P<0,001	P<0,001
EE	0,06	0,23	0,11	0,37	0,74	0,46

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos en porcentaje de los indicadores del proceso de incubación, no se registran diferencias significativas entre los genotipos estudiados, dichos resultados son inferiores a los parámetros para este proceso señalados por Sardá, (2004) se exceptúan los pollitos de segunda con mejores valores, así como los huevos rotos en el caso del genotipo campero.

Coincidimos con los criterios de Sardá y Vidal, (2015) que si se pretende obtener altos porcentajes de pollitos nacidos es necesario alcanzar al menos un 92 % de huevos transferidos a nacedoras.

Cruz, (2010) en su estudio acerca de la conservación del huevo fértil en la provincia de Pinar del Río obtuvo valores de 8,40 y 9,27 % para huevos claros y de desecho respectivamente, pasados a la nacedora entre 90,7 y 91,6%, para un total de nacidos de 78,9 a 84,9 y no nacidos de 5,3 a 12,62%, resultados que se acercan a los encontrados en nuestro trabajo.

Tabla 5. Calidad de pollitos nacidos entre aves semirústicas y camperas.

Indicadores de calidad	% en aves camperos	% en aves semirrústicas	EE	SIG
Pollitos de primera	73,57	71,97	0,74	P<0,001
Pollitos de segunda	2,37	2,70	0,05	P<0,001

En la tabla 5 se muestran los resultados en cuanto a la calidad en las incubaciones entre camperas y semirrústicas teniendo como valor el porcentaje de pollitos de primera para las semirrústicas de un 73,57 % mientras que los de segunda un 2,37 %, en cuanto a las camperas los resultados obtenidos fueron de un 71,97 % y de segunda 2,70 %, presentando diferencia significativa en los pollos de primera.

Estos resultados no coinciden con lo planteado por Arce et al. (2009) durante un análisis realizado a dos crianzas donde obtuvieron por cientos de pollitos de primera entre 96,8 y 96,9 en gallinas camperas y semirrústicas respectivamente en el 2005 y 97,5 y 98,3 % en el 2008.

Las condiciones de almacenamiento óptimas de los huevos fértiles para la incubación son de gran importancia para obtener pollitos de primera calidad (Falcón y Sosa, 2008)

Alfaro, (2015) afirma que los factores cualitativos observados y palpados el primer día de nacidos son: plumón seco, limpio y libre de contaminación, calidad de ombligo, limpieza de pico, volumen de abdomen, habilidad para pararse, vivacidad, vitalidad, ojos claros y brillosos.

Valoración económica

Tabla 6. Análisis de la eficiencia general de la entidad.

Gastos por HR	Gastos por salario	Otros gastos	Ingresos	Utilidad
155 587,22	20 175	10 886	522 951,538	336 303,318

Como se puede apreciar en la tabla 6, los gastos se refieren a los activos que se han usado o consumido en la actividad para obtener los ingresos, entre los principales gastos se encuentran los gastos ocasionados por la compra de los huevos a un precio de 0,74\$, que para ambos genotipos en los meses de julio a noviembre alcanzó un valor de 155587,22\$, los gastos por salarios para un total de 16 trabajadores alcanzaron un valor de 20175\$ y los otros gastos los generan la transportación, la electricidad, insumos de mantenimiento y medicamentos para un valor total de 10886\$.

Los ingresos representan los recursos que recibe la entidad por la venta de productos en este caso los pollos de primera que fueron un total de 152530 con un precio de venta de 1,85\$ y 4\$ semirústicos y camperos respectivamente otorgando unos ingresos a la unidad de 522951,538\$.

La relación entre los ingresos y gastos en la unidad es positiva por lo que genera una utilidad de 336303,318\$, demostrando de esta forma que es rentable. Cabe señalar que al ser mayor el número de pollos de primera se genera más utilidad de ahí la importancia de verificar los indicadores que se pueden estar afectando y a su vez propiciando un mayor número de pollos de segunda lo que significa pérdidas para la unidad.

Conclusiones

Se aprecian diferencias significativas en cuanto al largo, ancho y peso de los huevos, siendo los semirrústicos de menor tamaño y peso; el comportamiento de las variables fertilidad, incubabilidad y eclosionabilidad, así como los indicadores de incubación y de calidad fueron ligeramente superiores en las aves camperas, con valores inferiores al promedio para ambos genotipos.

Recomendaciones

Mitigar los factores que puedan estar influyendo en los bajos porcentajes de nacimientos de pollitos de primera aumentando así los ingresos obtenidos en la unidad.

Referencias

Alfaro, J. (2015). *Indicadores alcanzados en condiciones normales de: calidad de huevo, medio ambiente y óptimo proceso*. Disponible en <https://www.engomix.com/avicultura/foros/indicadores-proceso-incubacion-t14192/>

Anónimo. (2010). Pérdida de peso: control y manejo. Disponible en: URL: www.incubadoras.es/nocionesdeincubacion/perdidadepesocontrol.

Araya, J. y Chacón, D. (2011). *Diagnóstico para la implementación de una granja de investigación en el módulo avícola de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno* (tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

Arce, M. A., Le Thi, D., Morales, T., Camacho, M., Avello, E., Peña, F. y Tandron, E. (2011). Comparación de indicadores de incubación artificial entre huevos de gallinas camperas y semirústicas en la provincia de Villa Clara, Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(12), 1-8. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Arce, M.A.; Morales, T.; Camacho, C.; Avello, E.; Peña, F.; Tandrón, E.; Cupull, R. 2009a." *Comportamiento reproductivo de las aves Camperas y Semirústicas en la granja universidad. Crianza 2007- 2008*". Agrocentro [CD- Ed. Feijoó ISBN 978-959-250-424-0]. Memorias IV Conferencia Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad. UCLV, Santa Clara.

Arce, M.A.; Morales, T.; Camacho, C.; Avello, E.; Peña, F.; Tandrón, E.; Cupull, R. 2009b." *Comportamiento de la incubabilidad de aves Semirústicas y Camperas en la planta universidad. Crianza 2005*". Agrocentro [CD- Ed. Feijoó ISBN 978-959-250-424-0]. Memorias IV Conferencia Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad. UCLV, Santa Clara.

Barrios, R., Soca, M. y Vale, A. (2012). Comportamiento de la incubabilidad y fertilidad, de tres líneas de gallinas semirústicas. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(4), 1-9. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Bruzual, J.J, Peak, S.D y Peebles, E.D. 2000. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chick from young breeder flocks. *Poultry Science*. 79(6):827-830.

- Castilla, E. y Mendoza, J. (2014) *Diseño y construcción de un prototipo de Incubadora avícola basada en el análisis fenomenológico del equipo* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Zaragoza, México.
- Callejo, A. (2007). Manejo del huevo fértil antes de la incubación. Disponible en: URL:http://ocw.upm.es/produccionanimal/produccionavicola/contenidos/TEMA_7._INCUBACION/7-1-manejo-del-huevo-fertil-antes-de-la-incubacion/view
- CDN de la SOCPA (2013). *Cría familiar de aves, aspectos prácticos*. Habana, Cuba: Pueblo y Educación
- Cordovés, D. (2015). *Elaboración de Estrategias Integrales para la crianza de las gallinas semirústicas en la Granja Avícola Luis Turcios Lima* (tesis de pregrado). Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
- Córdova, F. (2013) *Funcionamiento de un sistema integral en aves semirústicas reproductoras* (tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Cobb-Vantress Incorporated (2013) *Guía de Manejo de la Incubadora*. Recuperado de <http://www.cobb-vantress.com>
- Cruz, G. (2010) *Consideración sobre conservación del huevo fértil*. Empresa Avícola P. del Río. V congreso de avicultura.
- Deeming, D., 2005. *Yolk sac, body dimensions and hatching quality of ducklings, chicks and poults*. Br. Poult. Sci. 40: 560-564.
- Dudgeon, J. (2010). *Breeder Male Management – Important management points to ensure high levels of fertility and hatchability*. <http://www.ict.udg.co.cu>.
- Glatz, P. (2010) *Alojamiento y manejo de las aves de corral en los países en desarrollo*. Pig and Poultry Production Institute.
- Falcón, A y Sosa, R. (2008) *Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento de los huevos fértiles sobre el nacimiento de pollitos de primera*. *Revista cubana de ciencia avícola*. 34(1)13-18.

- Fernández, E., Batista, D., Leal, A., Lozano, J. y Ungo, M. (2019) Apuntes sobre calidad y producción de huevos en reproductores pesados. Recuperado de <http://Monografias.com>
- INCUBATRICE BOROTTO. (2014). Manual informativo para la incubación artificial de huevos. Recuperado de <http://WWW.BOROTTO.COM>
- Villa, J. y García, J. (2006). Guía de manejo del reproductor campero. Disponible en viiacan@ceniai.infu.cu
- Peebles, E.D; Doyle, S.M; Zumwalt, C.D; Gerad, P.D; Latour, M.A, Boyle, C.R; Smith, T.W. (2001). Breeder age influences embryogenesis in broiler hatching eggs. Poultry Science. 80(6):272-277.
- Proaño, V. y Fernando, M. (2017) *Evaluación de parámetros de incubabilidad en huevos fértiles broiler de tres casas comerciales utilizando una incubadora comercial portátil*. (Tesis de pregrado) Universidad católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Sardá, R. (2005). Incubación artificial. La Habana. Ed. Instituto de Investigaciones Avícolas.
- Sardá, R. (2004) El control zoológico en la incubación artificial. Conferencia porcentaje de la incubación.
- Sardá, R. (octubre de 2009) Valoración de la calidad, la incubación y el desarrollo embrionario en huevos de gallinas. En A. Fernández (Presidencia), Seguridad Alimentaria: Garantía de futuro. Conferencia llevada a cabo en el XXI Congreso Latinoamericano de Agricultura, La Habana, Cuba.
- Sardá, R. y Vidal, A. (2015) Evaluación de cinco campañas de trabajo en la planta de incubación IIA. Recuperado de <http://www.engormix.com>
- Smith, T. (2009) Procedimiento para la incubación artificial de huevos. Disponible en: URL:<http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/agroindustria/incubacionhueos.htm>

- García, J. (2016) *Aplicación de la energía solar térmica en una incubadora comercial de perdiz roja y supervisión de la actividad biológica mediante sensores inteligentes* (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Quiles, A. y Hevia, M.L. (2004) Incubación del huevo de avestruz. En: <http://www.portalveterinaria.com>.
- López, G.; Pérez, R.; Pinillo, Magalys. (1997) Manual de teoría, cría y explotación de aves. La Habana. Ed. ENPES. Tomo (II): 3- 195.
- McLoughlin, L y Vous, R. M. (2002) Efecto del tamaño del huevo en el crecimiento prenatal y postnatal de pollitos de engorde. Tomado de Selecciones de la Literatura Avícola Extranjera. Boletín N° 3. IIA. Ciudad de la Habana.
- Revidatti, F; Rafart, J. F; Terraes, J. C; Fernandez, R. J; Sandoval, G. L; Asiain, M. V; Sindik, M. M. (2005) Rendimiento reproductivo en cruzamientos entre razas tradicionales de aves productoras de huevo y carne. Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad de Buenos Aires. <http://www.scielo.org.ar/scielo>.
- Reyes, M. (2018) *Comportamiento estacional de la categoría vacas vacías en la UBPC Manuel Fajardo*. (Tesis de pregrado). Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
- Tullett, S. (2010) Investigación de las prácticas de incubación. Disponible en www.aviagen.com
- Willemsen, H.N.; Everaert, A.; Witters, L.; De Smit, M.; Debonne, F.; Verschuere, P.; Garain, D.; Berckmans, E.; Decuypere, V.; Bruggeman, A. (2008) Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of posthatch performance. *Poult. Sci.*, 87: 2358-2366.
- Yuño, Marcela; Bakker, María; Malacalza, F. (2009) Reproductores pesados Cobb 500: Metodologías sencillas para evaluar eficiencia de producción en granjas y plantas de incubación. <http://www.avesyporcinos.com>