



# INCUBACIÓN CIRCADIANA: LA NUEVA GENERACION DE LA TECNOLOGIA DE INCUBACION DE ETAPA UNICA

**Autor:** Dr. Marleen Boerjan.  
Director de Investigación y desarrollo de Pas Reform  
Publicado en International Hatchery Practice

La producción de la avicultura moderna requiere aves que crezcan uniforme y eficientemente, lo cual significa que la mayoría de la nutrición de las aves esta dirigida a la producción. Aves eficientes son resistentes a condiciones de estrés y ellas usan solo pequeñas cantidades de nutrientes para el mantenimiento de los sistemas fisiológicos básicos.

Los genetistas han introducido el concepto de robustez para describir esta eficiencia, "aves modernas" en términos más biológicos, así que hoy en día, la robustez también define una característica importante para la selección, relacionada a la salud y bienestar del animal.

La robustez es un criterio de salud que se origina en la vida embrionaria y se correlaciona con el crecimiento y la resistencia de los pollos individuales bajo diferentes condiciones de la granja.

Definimos un pollo de un día de edad

robusto como un pollo de primera calidad que presenta un crecimiento predecible y una producción bajo diferentes diseños de granjas y condiciones fluctuantes, tales como altas y bajas temperaturas. Lotes de un pollo robusto de un día de edad muestran baja mortalidad, necesitan menor medicación y tiene el potencial para un crecimiento óptimo incluso bajo condiciones adversas en la granja.

## Incubación circadiana.

Para soportar el desarrollo del pollo de un día de edad, Pas Reform ha introducido la incubación circadiana como un desarrollo natural y progresivo de la incubación de etapa única. La incubación circadiana esta basada en observaciones que el "entrenamiento" embrionario – o la impresión de las funciones del cuerpo – estimula la robustez sobre la granja.

Esta "impresión" es lograda mediante la exposición del embrión a condiciones ambientales durante periodos críticos de

la maduración de los sistemas de control fisiológicos – y ha mostrado ser el causante de alteraciones prolongadas en el programa epigenético perinatal de las funciones del cuerpo.

En la avicultura, el sistema fisiológico mas entendido es la maduración de la termorregulación y su dependencia a temperaturas de incubadora. Estudios muestran que embriones expuestos a cortos periodos de calor o frio desarrollan una mejor capacidad para controlar la temperatura del cuerpo durante periodos de calor o frio en la granja.

Consecuentemente, estas aves retienen mejor sus alimentos para el crecimiento- y usan mucho menos para el mantenimiento de las funciones del cuerpo.

La incubación circadiana es un protocolo de estado único que incluye estimulación periódica, mediante el incremento de la temperatura durante ciertos periodos sensibles de desarrollo embrionario. El

**Tabla 1. Estimulación de temperatura: huevos (337) expuestos por dos horas diarias a 38.5° C durante los últimos 4 días de incubación (días 18-21) (Tzchentke B. y Halle I. (2009). Influencia de la estimulación de la temperatura durante los últimos 4 días de incubación sobre la razón secundaria sexual y la performance tardía en pollos broilers machos y hembras (Br. Poultry Sci.). 50 (5): 634-640.**

	Todos (machos + hembras) eclosión de huevos fértiles (%)	Machos: ganancia de peso g/broiler/día 1-35	Macho: Peso corporal final (35 d)	Machos: Índice de conversión alimenticia (1-35 d.)
Incubadora control	94.6	62.2 ± 2.9	2270±203	1.50±0.04
Estimulación de la temperatura	97.0*	64.6*±2.0	2336*±191	1.47*±0.02

\*(P < 0.05)

termino circadiano literalmente significa "cerca de un día", ya que deriva del latín ("Circa" = cerca y "Dies" = día).

Circadiana por lo tanto se refiere a ritmos biológicos diarios observados en la mayoría de organismos, tales como el ritmo día-noche en la temperatura del cuerpo. El ritmo biológico, también llamado el reloj circadiano o biológico, son esenciales para la regulación del ritmo metabólico diario y otras funciones fisiológicas. En contraste a la naturaleza, los embriones nacidos en una incubadora convencional no están expuestos a un ritmo diario. Esto cambia cuando la técnica de incubación circadiana es implementada.

### Desarrollo del embrión.

Para entender la robustez de un pollo de un día de edad, necesitamos primero entender el desarrollo y maduración de los sistemas fisiológicos en el embrión. El desarrollo embrionario comprende un numero de interacciones fisiológicas complejas entre células y grupos de células, mejor entendido mediante la simple observación del desarrollo que toma lugar en diferentes fases.

- La primera fase de desarrollo es llamada Fase de Diferenciación. Esta fase es cuando las diferentes estructuras

embrionarias y organos prematuros son determinados y diferenciados.

- La segunda fase – Fase de Crecimiento es llamada así porque es cuando los diferentes órganos y tejidos crecen hasta su tamaño y estructura final. No solo los órganos desarrollan su forma final, también adquieren la capacidad para funcionar fisiológicamente, a pesar de que a este punto no están aun integrados en un sistema de control fisiológico.
- La tercera y fase final del desarrollo embrionario es conocida como Fase de Maduración, caracterizada por la maduración de las funciones fisiológicas y el desarrollo de sistemas fisiológicos integrados y de control endocrino.

El desarrollo embrionario es un proceso continuo. Cada fase embrionaria se sobrepone, mientras que el embrión se mueve gradualmente desde un estado embrionario hacia uno de eclosión.

La performance post natal normal solamente es posible cuando la maduración funcional de los órganos y una fina sintonía de los circuitos fisiológicos integrados se han llevado a cabo durante los días finales de la incubación.

Un buen ejemplo de un "circuito fisiológico integrado" es el sistema termorregulador, el cual controla la temperatura del cuerpo en el ultimo estadio del embrión y el pollo.

Los órganos involucrados en la termorregulación – tal como el hipotálamo, la glándula pituitaria y tiroides – desarrollan y crecen durante el periodo medio, o fase de crecimiento, de la incubación.

La maduración final del sistema termorregulador, sin embargo, ocurre

durante los últimos días de la fase de maduración en el embrión y los primeros días luego de la eclosión.

### Expresión diferencial de genes

Para entender mejor la ruta para lograr un pollo robusto de un día de edad que pueda enfrentar con condiciones variables en la granja, necesitamos mirar a un nivel menor que el desarrollo embrionario: El de la interacción célula-célula y de la expresión diferencial de genes.

Cada fase del desarrollo embrionario descrita anteriormente es reconocida por interacciones celulares específicas y la expresión diferencial de genes.

Como el embrión desarrolla luego de la fertilización, el numero de células se incrementa – y estas células se diferencian y adoptan las características de su ultimo destino definido.

Algunas células crecen para formar tejido muscular, mientras que otras se hacen parte del esqueleto.

La diferenciación de las células es resultados de la expresión diferencial de genes: células musculares expresan genes para proteínas contractivas, mientras que células del hueso producen proteínas que pueden unir calcio, por ejemplo.

Esta expresión diferencial de genes es el fundamento de las 3 fases del desarrollo embrionario- y la activación diferencial de genes ha formado un punto clave para la investigación y publicación en el campo de la biología del desarrollo.

Ahora se entiende generalmente que variaciones pequeñas en el ambiente de las células embrionarias inducirá variaciones en la expresión de los genes. Embriones derivados de los mismos padres, teniendo el mismo potencial genético básico heredado, desarrollan a diferentes fenotipos cuando se exponen a diferentes agentes inductores ambientales: los agentes que preparan y adaptan al embrión para enfrentar a condiciones variantes luego del nacimiento.

Un termino frecuente mente usado para explicar la interacción embrión – ambiente es la adaptación epigenética: El estudio de cómo cambios en el patrón de expresión de genes mediada por el ambiente puede causar variaciones en el fenotipo.

La discusión de hoy en día sobre el origen



embrionario de la salud humana y la falla en el corazón en la vida madura, por ejemplo, se refiere a efectos epigenéticos durante el desarrollo embrionario y fetal del bebe.

### Adaptación Epigenética

En la investigación avícola la idea de que el embrión puede ser climatizado a ciertas condiciones para una mejor performance durante su vida esta siendo cada vez mas aceptada.

El punto de partida mejor estudiado para la adaptación epigenética es la exposición del embrión a breves periodos de temperatura baja o alta.

Periodos críticos, cuando el embrión es propenso a adaptación térmica a sido encontrado durante la fase temprana del desarrollo, cuando la diferenciación de estructuras específicas esta siendo inducida- y nuevamente en la fase tardía de desarrollo cuando los órganos y sistemas fisiológicos maduran.

Una manipulación térmica de 4 días durante la fase de diferenciación a mostrado influenciar en la proliferación de células de tipo muscular en embriones de pavo, para subsecuentemente y positivamente afectar el desarrollo muscular luego del nacimiento.

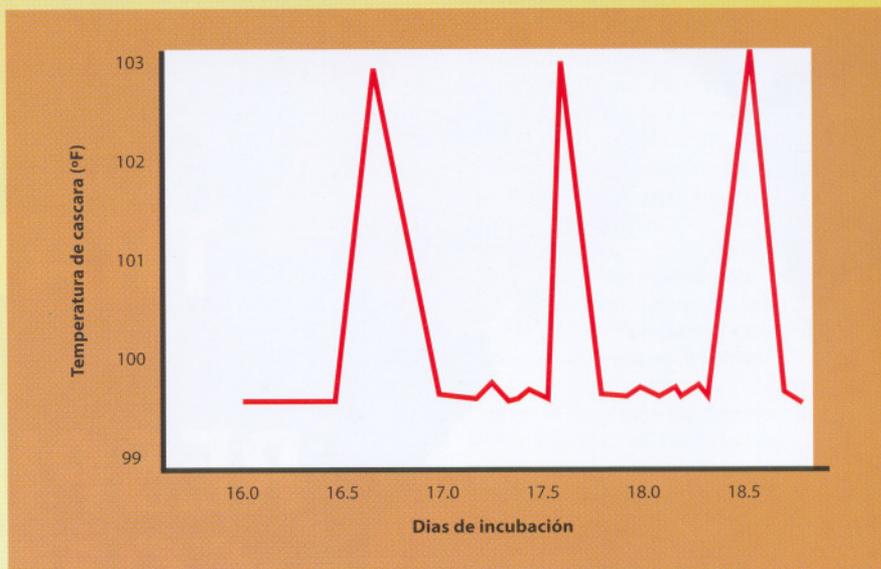
En el pollo cortos periodos de incremento de temperatura de 4 a 7 días embrionarios promueve actividad y movimiento embrionario, promoviendo el crecimiento de músculo y piernas en el embrión.

Embriones broilers pueden ser condicionados térmicamente durante sus días finales de incubación, tal como alcanzar una tolerancia al desafío por calor a una edad temprana en la granja, de tal manera que altera el crecimiento post natal.

Cortos periodos de exposición a frío (60 minutos a 15°C) a los 18 y 19 días de desarrollo embrionarios presentan una mejor performance a los 38 días de edad.

La adaptación continua ocurre cuando la manipulación térmica periódica es aplicada durante el ultimo periodo de la fase de maduración, cuando los circuitos

Figura 1. Estimulación de temperatura en una incubadora de etapa única modular, adaptada para permitir el principio de incubación circadiana. El periodo de acondicionamiento térmico de tres horas fue aplicado por incremento de puntos fijos de temperatura de 98° F a 100.6° F por tres horas en los días 16.5, 17.5 y 18.5. Las temperaturas de la cascara del huevo fueron medidas automáticamente por las medias de los termistores de contacto.



integrados para el sistema termostático están mejor desarrollados- y por lo tanto una mayor respuesta al "entrenamiento".

La manipulación térmica durante esta ultima fase en la nacedora y la incubadora muestra un mejoramiento de 1.5% sobre el nacimiento, un 2.9% en el crecimiento de machos y una mejorada conversión alimenticia: todos indicadores de una robustez incrementada en pollos de un día de edad.

Mas investigaciones descifran fases embrionarias sensibles específicas y condiciones para hacer un mejor uso de la estimulación térmica en incubadoras comerciales para inducir una mejor robustez en pollos de galpones de diferentes edades y razas comerciales.

Por el momento, resultados científicos prometedores ratifican desde ya el desarrollo e introducción de la incubación circadiana.

### De Etapa Única a la Circadiana

Si el gol de la incubación moderna es producir pollos de un día de edad robustos, el sistema de etapa múltiple no cumple el grado de control requerido y la incubación de etapa única requiere más desarrollo.

Incubadoras de etapa única pueden ser ajustadas por supuesto y establecerse de tal manera que condiciones climáticas se ajusten con las necesidades de los

embriones modernos, para mejorar la calidad y uniformidad del pollo de un día de edad.

Hoy en día, la asunción básica para el diseño de programas de incubación de etapa única es que ocurra un desarrollo embrionario óptimo bajo condiciones constantes, sin fluctuación.

Sin embargo, la idea que el embrión puede ser adaptado a ciertos factores de estrés (por ejemplo, alta o baja temperatura) para mejorar la robustez y permitir mejorar la performance mas tarde en vida está ganando aceptación significativa. En el sector avícola, donde el crecimiento sustancial esta indicada por las siguientes dos o tres décadas.

La incubación circadiana señala un puente importante para reunir las demandas de la siguiente generación y oportunidades en la crianza comercial.

La mayoría de investigaciones sobre condiciones termales han sido realizadas bajo condiciones experimentales controladas, en pequeñas incubadoras. En colaboración con una Granja de broilers comerciales y el Centro de Investigación de la Universidad de Wageningen, Pas Reform ha emprendido pruebas sobre una escala comercial con 4 lotes de 35, 42, 48 y 56 semanas respectivamente.

En cada experimento, huevos Ross 308



de tres diferentes distribuidores fueron incubados en una incubadora de etapa única modular, adaptada para permitir el principio con una capacidad de 115, 200 huevos. Para cada lote de huevos, un periodo de condición térmica de tres horas fue aplicado por incremento de puntos de temperatura desde 36.7° C (98° F) hasta 38.1° C (100.6° C) por tres horas en los días 16.5, 17.5 y 18.5 en la incubadora.

En los cuatro experimentos, la temperatura de la cascara de huevo se elevó inmediatamente luego de elevar de incrementar el punto fijado.

Al final del periodo de condiciones termicas, el promedio de la temperatura de la cascara del huevo fue medida a 39.8 – 40.1° C (103.6 – 104.2° F).

En cada día del experimento, la temperatura de la cascara retornó a la normal y fue comparada con las temperaturas de las cascara de los huevos en la incubadora controla las hora y media luego de completar el periodo de termo-acondicionamiento, mediante el retorno de los puntos fijados a la temperatura normal (36.7° C/98° F).

Cada lote demostró influencia positiva en los resultados del nacimiento, como resultado del condicionamiento térmico. Una tendencia positiva clara sobre la performance se observó, con un mejoramiento de 1 – 2 puntos en los radios de conversión alimenticia.

Estudios posteriores mejoraran los protocolos del condicionamiento térmico en la práctica para diferentes razas comerciales o edad de los galpones.

Por esta razón, Pas Reform ha iniciado un proyecto de investigación en colaboración con Dr. B. Tzschentke del Instituto de Biología, Grupo de Trabajo de Adaptación Perinatal en la Universidad Humboldt de Berlín y el Dr. I. Halle del Instituto Friedrich-Loeffler, Instituto de Investigación Federal para la Salud Animal, Braunschweig.

Sabemos, sin embargo, que el acondicionamiento térmico es solo beneficioso cuando es aplicado de una manera clara y controlada, por duración y puntos de tiempos específicos.

Un programa de incubación circadiana puede ser aplicada únicamente en práctica comercial, si el sistema de incubación de la incubadora de etapa única contiene secciones individuales controladas para un control climático preciso y (por lo tanto)

emite temperatura de cascara de huevo homogéneo.

El sistema debe además estar equipado con suficientes mecanismos de calentamiento y enfriado para emitir cortos estímulos de calor y frío altamente precisos para la incubación de embriones que resulten en pollos de un día de edad uniformemente robustos.

Usada correctamente, la incubación circadiana abre la puerta a la dirección de una crianza hacia la producción de pollos de un día de edad uniforme y altamente robusta que continuará hasta emitir una performance mejorada y robusta a nivel de la granja.

### Conclusiones

El último logro del manejo de la crianza moderna es producir pollos de un día de edad uniformes y robustos.

La robustez es un criterio de salud que se origina en el estadio de vida embrionaria del pollo y se correlaciona directamente con la performance y la resistencia de pollos individuales bajo diferentes condiciones de campo.

La robustez requiere un punto de partida de incubación específicos durante los llamados periodos críticos, por ejemplo la estimulación por calor o frío, para imprimir fisiológicamente al embrión de tal manera que el pollo prospere en su ambiente de granja.

Acondicionamientos térmicos de corta duración usando la incubación circadiana mejora los resultados de nacimiento y produce efectos de larga duración, con 1 – 2% de incremento en peso corporal final y 1 2 puntos mejor en el índice de conversión alimenticia.

Lotes de pollos de un día de edad uniformes y robustos mejoran la uniformidad a la edad de sacrificio y por lo tanto mejoran la eficiencia y performance a través de toda la cadena de producción.

Sin embargo, para respaldar el uso de la incubación circadiana, la incubadora debe proveer un control climático preciso, para promover uniformidad de temperaturas ajustadas.

Cada huevo debe recibir un flujo consistente de aire acondicionado para un óptimo acondicionamiento térmico ■



Especialistas en  
Pigmentos Naturales



### ■ avelut®

Pigmento avícola por excelencia, hecho a base de extractos saponificados de flor de Marigold (*Tagetes erecta*). Elaborado con la más moderna tecnología en cuanto a procesos en su tipo se refiere, logrando altos niveles de saponificación y los mejores porcentajes de Trans-Luteína.

avelut® es efectivo por su alto grado de digestibilidad. Debido a que sus ingredientes principales son xantofilas; avelut® tiene la virtud de ser un pigmento totalmente atóxico y de origen natural.

Con avelut®, el avicultor conseguirá los mejores y más firme tonos dorados en la piel de pollo y tonos naranjas en la yema de huevo.

### Presentación

Pigmento saponificado líquido de Flor de Marigold en presentaciones de 20 y 200 kilos con 15 gramos/kilo de concentración.



...Garantizamos  
lo que  
vendemos.

Producido y Distribuido por:

**SEAGRO S.A.C.**

Bajo Licencia ® Pigmentos Vegetales  
del Centro S.A. de C.V.

Telefax: 043-294422 Nextel: 833\*5680

e-mail: seagroperu@seagroperu.com.pe

http://www.seagroperu.com.pe