

Documento técnico

Por qué la incubación de una fase va a
imponerse poco a poco

Jamesway, enero de 2015.

Por qué la incubación de una fase va a imponerse poco a poco

Contenido

1. Introducción	3
2. Historia de los sistemas de incubación avícola.....	3
2.1. De principios del siglo XX a la década de 1950: incubación de una fase	3
2.2. De mediados de la década de 1950 a la de 1990: incubación multifases	3
2.3. De la década de 1990 al día de hoy: incubación multifases y de fase única	4
3. Fase única contra multifases: una comparación	5
3.1. Funcionamiento y manejo del sistema	5
3.1.1. Carga y descarga	5
3.1.2. Planificación y organización de la producción	5
3.1.3. Control de los parámetros de incubación	5
3.1.4. Limpieza, desinfección y mantenimiento	7
3.2. Diferencias de producción	7
3.2.1. Incubabilidad y viabilidad	8
3.2.2. Peso, tasa de crecimiento y conversión alimenticia	8
3.2.3. Uniformidad de la incubación y eficiencia de los nacimientos	9
3.2.4. Recuperación de la inversión	10
3.2.5. Conclusión	10
4. Obstáculos que evitan que las plantas incubadoras hagan la transición	10
5. Evolución en sistemas de una fase para facilitar la transición	11
6. Conclusión	11

Descargo de responsabilidad

Aunque esta publicación se ha preparado con mucho cuidado, Jamesway y otros contribuyentes no proporcionan garantía alguna con respecto al contenido y no serán responsables de ningún daño directo, inherente o resultante que pudiera darse por el uso de la información o de los datos aquí contenidos.

Derechos reservados© Jamesway.

Se autoriza la reproducción, siempre y cuando el material esté íntegro y se reconozca a la fuente.

1. Introducción

En la década de 1990, volvieron a surgir las incubadoras de una fase en la industria avícola como una alternativa prometedora al amplio uso de los sistemas multifases. Los fabricantes de incubadoras que ofrecían sistemas de una sola fase alentaban a las plantas incubadoras a hacer la transición a la fase única para poder aumentar la productividad y la rentabilidad. Sin embargo, la mayoría de los fabricantes de incubadoras siguen ofreciendo todavía ambas soluciones, ya que varían las preferencias de los clientes. De hecho, según Agri Statsⁱ, una considerable mayoría de la industria avícola de Norteamérica aún usa sistemas multifases y pretende continuar con lo mismo, a pesar de los beneficios que se ha informado que tienen los sistemas de una fase, tales como las tasas de nacimientos, reducción de la ventana de eclosión y las mejoras en la calidad del pollito después del nacimiento.

Este documento técnico analiza las diferencias entre los sistemas multifases y los de una sola fase, además de brindar información precisa de las ventajas y desventajas de ambos sistemas. Ponemos el dilema de la fase única con el multifases en una perspectiva histórica y analizamos las razones conocidas para que las plantas incubadoras escojan una u otra tecnología. Además, destacamos las recientes tendencias en el diseño de incubadoras de una fase que están destinadas a promover la transición. Nuestra conclusión es que la fase única va gradualmente a imponerse, en la medida en que los fabricantes de incubadoras logren facilitar el proceso de transición.

2. Historia de los sistemas de incubación avícola

2.1. De principios del siglo XX a la década de 1950: incubación de una fase

Aunque en la década de 1990 se presentó la incubación de una fase a la industria avícola como una tecnología novedosa, la técnica no era precisamente nueva. De hecho, la incubación de una fase era de uso común antes de la década de 1950 y mucho antes del advenimiento de los sistemas multifases, tal y como los conocemos hoy en díaⁱⁱ. En los inicios de la industrialización avícola, parecía que la incubación de una fase era el método más simple. Significaba cargar la máquina por completo con lotes de huevos fértiles frescos y regular con cuidado la temperatura y la humedad a lo largo de los 18 días del periodo de incubación.

Sin embargo, estas primeras máquinas de fase única de principios a mediados del siglo XX no eran tan eficientes como uno podría esperar. Estaban reguladas por termostatos de mercurio o por medios mecánicos de manejo de la temperatura. La mayoría de ellas utilizaban calor eléctrico (que en aquella época era muy ineficiente) y eran más bien caras en su funcionamiento.

Los costos operativos eran especialmente altos en las etapas iniciales del ciclo de incubación, cuando la incubadora tenía que calentarse para que se desarrollaran los embriones (fase endotérmica). En contraste, tenía que enfriarse la máquina en las últimas etapas del ciclo, cuando los pollitos en desarrollo producen calor en exceso (fase exotérmica).

2.2. De mediados de la década de 1950 a la de 1990: incubación multifases

Los sistemas multifases representaron un paso adelante en muchos sentidos. La idea de los sistemas multifases provino del inventor y escritor estadounidense Milo Hastings (1884-1957), quien a principios del siglo XX previó una "incubadora de un millón de huevos" y reflexionó sobre el desafío de mantener la temperatura y humedad correctas en una máquina tan grande de ese tipoⁱⁱⁱ.



Una de sus innovaciones fue la de cargar y descargar sus máquinas varias veces durante el ciclo de incubación de tres semanas, con la experimentación de varios esquemas. Esto significó que la incubadora siempre tendría tanto huevos que requerían calor, como huevos que lo producían. Hastings construyó varios prototipos de incubadoras a gran escala, pero ninguna tuvo éxito comercial.

No obstante, sus ideas se retomaron en la década de 1950, cuando la industria avícola se enfrentaba a una demanda de carne de aves que aumentaba rápidamente. En esa época, las máquinas de una sola fase más grandes tenían una capacidad de alrededor de 10,000 huevos^{iv}. El concepto de Hastings ofrecía la posibilidad de hacer incubadoras con una capacidad por encima de los 50,000^v mientras que al mismo tiempo se mantenía controlado el consumo de energía.

Los avances tecnológicos permitieron también que los fabricantes de incubadoras controlaran de manera más cuidadosa los valores de temperatura y humedad, además de simplificar el funcionamiento de la máquina, de ahí que haya habido un importantísimo avance comercial a gran escala de estos sistemas a finales de la década de 1950.

2.3. De la década de 1990 al día de hoy: incubación multifases y de fase única

A finales de la década de 1980, la búsqueda continua por mejorar el desempeño y los mayores avances tecnológicos resultaron en un renovado interés en la técnica de fase única. De hecho, las amplias investigaciones mejoraron de forma espectacular nuestro conocimiento del proceso de incubación y de los parámetros ambientales óptimos para cada estirpe, de acuerdo con las necesidades de los embriones en cada etapa del ciclo de desarrollo.

Debido a que los sistemas multifases siempre tienen huevos en diferentes fases de desarrollo, debe "promediarse" el ambiente de la incubadora (como la temperatura, humedad y nivel de CO₂). A este respecto, la técnica de fase única claramente ofrece más oportunidades para optimizar el ambiente, que se facilita aún más con los avances en calefacción y enfriamiento eficientes en el uso de la energía, así como en electrónica, instrumentación y control, y sistemas digitales.

Como resultado, entraron al mercado los sistemas de fase única a gran escala en la década de 1990 y ganaron una buena participación en el mercado. Sin embargo, la técnica multifases sigue siendo atractiva para avicultores y gerentes de plantas incubadoras. En la actualidad se usan ambas técnicas.

3. Fase única contra multifases: una comparación

3.1. Funcionamiento y manejo del sistema

Debido al hecho de que los sistemas de fase única y los multifases tienen cargas fundamentalmente diferentes (homogéneas contra heterogéneas), deben manejarse de una forma completamente diferente.

3.1.1. Carga y descarga

Las incubadoras multifases por lo general se cargan y descargan dos veces a la semana, en función del esquema que se tenga^{vi}. Aunque se sacan de la incubadora los huevos listos para la eclosión, se mete en la máquina un número igual de huevos fértiles frescos. Esto se logra con el intercambio de bandejas (máquinas de carros fijos) o de carros completos; esto último implica mover los carros restantes hacia adelante en el proceso. Sin embargo, en las incubadoras de fase única, el primer día se cargan todos los huevos y se descargan el día 18.

3.1.2. Planificación y organización de la producción

Los diferentes esquemas de carga y descarga presentan un profundo impacto en la planificación de la producción de toda la planta incubadora, y por lo tanto en las responsabilidades diarias del gerente de la planta. Al tiempo que los sistemas de una fase cuentan con un ciclo de producción largo de 18 días, los multifases producen huevos listos para eclosionar y reciben huevos fértiles dos veces a la semana. Esto significa que los sistemas multifases por lo general requieren una programación más intensiva de actividades, como el proceso de suministro de huevos y el de nacimientos. Además, los sistemas multifases requieren de darle más seguimiento y de vigilar la administración para cumplir con las reglamentaciones de inocuidad alimentaria.

3.1.3. Control de los parámetros de incubación

Cada tipo de sistema tiene una forma completamente diferente de controlar los parámetros de incubación.

3.1.3.1. Control del ambiente en los sistemas multifases

El control ambiental en los sistemas **multifases** se fundamenta en parte en un intercambio natural de temperatura entre los huevos que requieren calor (primeras etapas del desarrollo o fase endotérmica) y los que lo producen (última etapa del desarrollo o fase exotérmica). Durante todo el ciclo, la máquina está controlada (calentada, enfriada y ventilada) de tal manera, que los huevos de la primera fase se calientan a aproximadamente 37.7 °C (100 °F)^{vii}, mientras que se evita que la temperatura de los huevos de la última fase suba por arriba de 38.33 °C (101 °F), para evitar la mortalidad embrionaria tardía.

Esto implica, entre otras cosas, que haya aire que fluya a través de la máquina, de los huevos de última fase a los frescos, con la finalidad de mantener una distribución uniforme de la temperatura. No obstante, son inevitables las diferencias de temperatura del huevo de hasta 2 °C (en función del tipo de estirpes). Esto puede llevar a diferencias importantes en el desarrollo del embrión y a un aumento en la tasa de mortalidad.

Mientras tanto, se mantienen dentro de límites aceptables los parámetros de composición del aire, como la humedad y la concentración de CO₂, en todos los huevos. Por ejemplo: la humedad relativa en las incubadoras multifases se establece a un promedio indicativo de entre 58 % y 60 %, en función de las normas. La ventilación es constante en una gama de entre 0.07 a 0.11 m³/minuto/1,000 huevos (2.5 y 4.0 pies³/minuto/1,000 huevos), según el fabricante), para que el volumen del CO₂ no exceda el 0.4 % y se mantengan las temperaturas adecuadas del aire. Dicho de otra forma, el ambiente de incubación en los sistemas multifases es un compromiso, pues debe tratar simultáneamente **las necesidades de cada una de las diversas fases del desarrollo embrionario** presente en la máquina.

Es importante hacer notar también que el control ambiental en los sistemas multifases **se altera durante cada actividad de carga y descarga**, además de que no es posible la limpieza profunda en una de estas incubadoras, a menos que se apague y se vacíe por completo. Como resultado, hay una mayor riesgo de contaminación (véase también el punto 3.1.4 más adelante). Es más, el típico mecanismo de intercambio de temperatura en los sistemas multifases presenta sus desventajas con respecto a la higiene y a la inocuidad alimentaria. De hecho, los huevos en la etapa avanzada del desarrollo no sólo producen calor, sino que también son una fuente de microorganismos, como los hongos y las bacterias. Estos microorganismos pueden contaminar los huevos recién puestos, además de que pueden contribuir a disminuir el desempeño y a una mayor mortalidad del embrión o pollito.

3.1.3.2. Control del ambiente en los sistemas de una fase

El ambiente en los sistemas **de una fase** está controlado de tal manera, que la temperatura, humedad y nivel de CO₂ **siempre están perfectamente adaptados a las necesidades del embrión en una fase dada del desarrollo embrionario**.

Se define un perfil de temperatura del huevo para todo el ciclo, por ejemplo, 37.7 °C (100 °F) durante los primeros dos días, luego 37.5 °C (99.5 °F) hasta el día 12 y luego disminuye gradualmente en 0.1 °C al día hasta la eclosión. El equipo de calefacción/enfriamiento está controlado para seguir de forma exacta dicho perfil, en algunos casos apoyado por un conjunto de sensores colocados entre los huevos. Se requiere de calefacción en las primeras etapas del ciclo, mientras que el enfriamiento es necesario en las últimas etapas del mismo ciclo. En cada instante, se mantiene una temperatura uniforme dentro de la máquina.

Además, la humedad de la incubadora varía a lo largo del ciclo. Por ejemplo, en los sistemas de fase única de Jamesway, el regulador de tiro se cierra en la primera parte del ciclo de incubación, lo que resulta en niveles altos de humedad (70-75 %), pero también en una distribución muy estable y uniforme de la temperatura. En la segunda parte del ciclo (una vez que funciona el corazón y la circulación sanguínea se hace cargo), los niveles de humedad de la incubadora pueden caer hasta un 20 a 30 %, para garantizar la pérdida de agua necesaria del embrión. Además, los niveles de CO₂ varían a lo largo de todo el ciclo, con base en estudios^{viii} que indican el efecto positivo de las mayores concentraciones de CO₂ durante la incubación.

La única desventaja grande de los sistemas de fase única es el **mayor costo de energía** debido a que la incubadora debe calentarse durante las etapas iniciales de la incubación. Sin embargo, los sistemas de recuperación de calor y de ahorros de energía ayudan también a minimizar este costo.

3.1.3.3. Facilidad de monitoreo y control

El monitoreo y el control es un proceso altamente sofisticado tanto en los sistemas multifases como en los de una sola fase. Sin embargo, hay una diferencia fundamental en el día a día del funcionamiento.

Los sistemas de fase única solamente necesitan de intervención al terminar el ciclo e iniciar uno nuevo. Las manipulaciones que se tienen que hacer en ese momento son bastante sencillas: detener el proceso de incubación, transferir todos los huevos a la nacedora, limpiar la máquina, cargarla de huevos frescos y reiniciar el proceso normal de incubación. Durante el ciclo, el sistema anda prácticamente en modo automático, con base en los perfiles y parámetros definidos en el arranque. Bajo circunstancias normales, no se necesita meter la mano.

Los sistemas multifases necesitan de intervención manual al menos cada semana y las manipulaciones que se le tienen que hacer son un poco más complejas y proclives a errores. Entre estas se incluyen interrumpir el proceso de incubación, transferir parte de los huevos a la nacedora, mover carros de huevos hacia adelante en el proceso, limpiar parte de la incubadora, realizar actividades básicas de organización en áreas accesibles y reanudar el proceso de incubación. Esto significa que los sistemas multifases dependen mucho más de que los operadores estén familiarizados con ellos y que cumplan de forma estricta con los procedimientos operativos. En consecuencia, se podría necesitar de más gente para hacer funcionar el sistema y podría ser más intenso el programa de capacitación requerido.

3.1.4. Limpieza, desinfección y mantenimiento

La organización de la limpieza y desinfección son fundamentalmente diferentes entre las incubadoras de una fase y las multifases. Las máquinas de una fase se limpian y desinfectan por completo después de la descarga cada dieciocho días. Asimismo, se pueden programar fácilmente las actividades de mantenimiento para que se realicen al final del ciclo.

Esto no es factible con las máquinas multifases, ya que rara vez se vacían por completo. Por lo tanto, los sistemas multifases requieren de programas de limpieza y mantenimiento específicos. Por ejemplo, se han desarrollado varias estrategias de limpieza y mantenimiento en las plantas incubadoras multifases de Jamesway. Algunas plantas incubadoras limpian con aspiradora una vez a la semana en la entrada y salida, y debajo de los carros de la máquina de túnel de Jamesway, y llevan a cabo un programa integral de limpieza y mantenimiento quizás una vez al año, durante tiempos muertos de producción.

Otras plantas incubadoras Jamesway han establecido rutinas en las que suben la temperatura de la sala en el pasillo, quitan temporalmente los carros de la incubadora para que se queden en el pasillo mientras un equipo limpia y desinfecta la máquina. Otra posibilidad es colocar temporalmente los carros en la salida de otras máquinas durante las actividades de limpieza y mantenimiento. Es importante hacer notar que no es posible esta clase de procedimientos con las máquinas de carros fijos. Estas máquinas por lo general son muy difíciles de limpiar y normalmente requieren de que se apaguen por completo para limpieza y mantenimiento.

3.2. Diferencias de producción

Aunque es muy difícil comparar la productividad de los sistemas multifases actuales o heredados con los de una fase de nueva generación, se han realizado varios estudios y pruebas de referencia para

evaluar las diferencias de producción entre ambos sistemas. En los siguientes párrafos, resumimos los resultados de estos estudios y pruebas de referencia.

3.2.1. Incubabilidad y viabilidad

Las tasas de incubabilidad por lo general son más altas en los sistemas de una fase en comparación con los multifases. Un análisis integral de los resultados de nacimientos de parvadas idénticas incubadas en las máquinas Jamesway de una fase o multifases^{ix} mostró las siguientes diferencias.

	Fase única	Multifases	Beneficio de la fase única
Incubabilidad	86.60 %	84.01 %	2.59 %
Nacimiento de los huevos fértiles	93.78 %	90.98 %	2.80 %
Pollitos de 1ª clase	85.92 %	83.23 %	2.69 %

Las tasas más altas de incubabilidad en la incubación de una fase se atribuyen a la distribución más uniforme de la temperatura y al control más preciso de la misma y del nivel de CO₂, que se puede regular para cumplir con los requerimientos del embrión en cada etapa del desarrollo. Los puntos de referencia entre máquinas de diferentes fabricantes mostraron resultados similares.

Las tasas de viabilidad por lo general son también más altas en la incubación de una fase. El análisis antes mencionado comparó también las tasas de mortalidad de la primera semana y los resultados del engorde, con las siguientes diferencias.

	Fase única	Multifases	Beneficio de la fase única
Mortalidad a los 7 días	0.770 %	0.945 %	0.175 %
Viabilidad	95.79 %	94.20 %	1.59%

3.2.2. Peso, tasa de crecimiento y conversión alimenticia

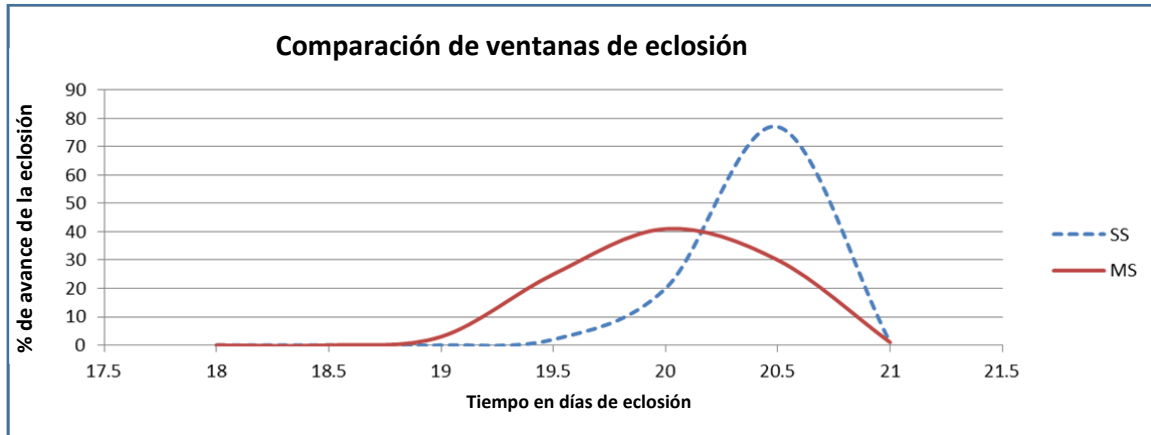
Se dan las mismas diferencias en el peso promedio de los pollitos recién nacidos, lo cual confirma la observación de que los pollitos de una fase son por lo general más sanos. Esto se confirma aún más con los datos que muestra el peso promedio de los pollos en el momento del procesamiento.

	Fase única	Multifases	Beneficio de la fase única
Promedio del peso del pollito	44.84 g	43.63 g	1.21 g
Peso promedio del pollo	6.05 lb / 2.74 kg	5.92 lb / 2.69 kg	0.13 lb / 0.59 kg
Ganancia diaria promedio	59.9 g/día	59.1 g/día	0.8 g/día

Desde un punto de vista económico, esto significa que la fase única ofrece una menor conversión alimenticia (1.894 contra 1.951) y por lo tanto, más carne.

3.2.3. Uniformidad de la incubación y eficiencia de los nacimientos

El control ambiental preciso de los sistemas de fase única conlleva también a una incubación más uniforme de los huevos, lo cual resulta en una ventana de eclosión más corta. Aunque el nacimiento de un lote de huevos incubados en un multifases por lo general dura alrededor de 50 horas, se puede reducir de forma importante en el caso de la incubación de fase única.



3.2.4. Recuperación de la inversión

Jamesway calcula que el cambio de multifases a fase única significa un aumento de la productividad de entre el 3 y el 5 %, en función de la antigüedad y tipo de máquinas multifases. El siguiente cuadro resume qué podría significar esto para la planta incubadora promedio de EUA, **en el supuesto de un aumento del 4.18 %^x** en nacimientos y peso al mercado.

Planta incubadora promedio de EUA con un suministro de 1,000,000 de huevos a la semana	
4.18 x 1,000,000	41,800 más aves a la semana que van al mercado
41,800 x 2.72 kg (6 lb) (peso promedio del ave)	113.86 toneladas (250,800 lb) más de carne comercializada a la semana
250,800 x 0.95 (US\$ por libra)	\$238,260 más de ingresos a la semana
238,260 x 0.10 (10 % de utilidades)	\$23,826 más de ingresos a la semana
23,826 x 52 (semanas al año)	\$1,238,952 más de ingresos al año

Una inversión en un equipo nuevo de una fase para esta planta incubadora se calcula en alrededor de \$3,000,000. Esto significaría una recuperación de la inversión en menos de tres años, excepto por los posibles gastos extras de hacer la transición (véase también el punto 4 más adelante).

3.2.5. Conclusión

Las incubadoras de una sola fase por lo general superan a los sistemas multifases en muchos aspectos. Aunque en general consumen más energía, claramente producen más pollitos y más sanos, lo que al final conduce a más carne de pollo vendible.

4. Obstáculos que evitan que las plantas incubadoras hagan la transición

A pesar de las obvias ventajas de la técnica de incubación de una fase, en la actualidad muchas plantas incubadoras de todo el mundo siguen favoreciendo a la incubación multifases. Esto se debe a varias razones:

- **Tasas bajas de sustitución:** el equipo de la planta incubadora, si se mantiene adecuadamente, dura mucho tiempo. La vida útil productiva típica de una incubadora es de alrededor de 30 a 40 años y a veces llega a los 50. Los posibles aumentos en la productividad del 3 al 5 % es probable que no aceleren la sustitución.
- **Inversiones extras:** la sustitución de las instalaciones de una incubadora con un nuevo sistema (a menudo de otro fabricante) no sólo significaría invertir en la nueva máquina, sino en también en construcción. De hecho, es muy probable que la nueva máquina tenga un espacio de utilización completamente diferente que el sistema anterior. Además, con regularidad el cambio a otra máquina significa también cambiar a otro tipo de bandejas de huevos, lo cual requiere de la inversión en equipo nuevo auxiliar, carros y equipo de manejo. Es por esta razón que muchas plantas incubadoras deciden invertir en sistemas de reemplazo hechos por el mismo

fabricante y que empleen la misma tecnología, en lugar de cambiar de proveedor y hacer la transición a la fase única. Se calcula que una nueva planta incubadora completa, con todo y construcción y equipo auxiliar, es una inversión cinco veces tan grande como el costo solamente de un equipo nuevo de incubadora.

- **Cambios en la organización:** realizar la transición hacia la fase única significa reorganizar las operaciones. Aunque esto se vea como una oportunidad para hacer más eficiente a la organización, hay bastantes plantas incubadoras que se rehúsan a cambiar, en especial cuando otras entidades de la organización se ven impactadas por la decisión (suministro de huevos, disponibilidad de un grupo de personal capacitado, etc.). Además, quizás la eficiencia de la organización no sea una preocupación importante en países con bajo costo de mano de obra.

5. Evolución en sistemas de una fase para facilitar la transición

Los grandes costos de inversión y las consideraciones organizacionales tienden a evitar que las plantas incubadoras hagan la transición a la moderna incubación de una fase, incluso cuando el equipo actual haya llegado ya al final de su vida útil. Desafortunadamente, esto puede llevar a tomar decisiones de inversiones demasiado conservadoras, que priven a la organización de los beneficios de calidad y productividad de estos nuevos sistemas durante años, y de hecho, décadas. Es por eso que los fabricantes de incubadoras de una sola fase cada vez se centran más en facilitar dicha transición.

Entre las nuevas soluciones, se encuentran:

- **Espacio de utilización comparable:** los fabricantes de incubadoras desarrollan sistemas de una fase con el mismo espacio físico de utilización que los sistemas multifases heredados, ya sean de su propia marca o de la competencia. Por ejemplo, recientemente Jamesway lanzó su incubadora P105 de una sola fase. Esta máquina mide 3.66 x 6.71 m (12' x 22'), lo cual corresponde al espacio de utilización de la del sistema multifases del competidor Chickmaster, con variación de 1 pulgada. Por lo tanto, es perfectamente posible el cambio de la Chickmaster MS a la Jamesway P105, sin tener que cambiar la infraestructura de la edificación.
- **Equipo comparable:** los fabricantes de incubadoras desarrollan sistemas de una sola fase que aceptan bandejas de huevos y carros de las máquinas multifases heredadas de la competencia. Por ejemplo, la incubadora P105 de Jamesway acepta las bandejas de Chickmaster de 54 y 165 huevos, además de las de 84 de Jamesway.

Es evidente que estos nuevos desarrollos están dirigidos a mercados que actualmente tiene las máquinas multifases heredadas que es probable que terminen su vida útil en el término de diez o quince años a partir de ahora. Se espera que los fabricantes de incubadoras que se dirigen a estos mercados vayan a tener cada vez más éxito, en especial cuando ofrecen también apoyo y servicios excelentes para estas nuevas máquinas, tales como las rutinas de una instalación rápida, fácil acceso a repuestos y programas de capacitación de la transición^{xi}.

6. Conclusión

Hoy en día, la mayoría de las plantas incubadoras todavía funciona con equipo multifases, pues es el sistema de preferencia de un número bastante grande de avicultores y gerentes de incubadoras, a pesar de la mejor rentabilidad y obvias ventajas que brinda la segunda generación de sistemas de una sola fase a la operación. Las incubadoras de una sola fase son más fáciles de operar, tienen

menores requerimientos de mano de obra, por lo general presentan tasas de incubabilidad y viabilidad más altas y al final producen más carne.

La transición de multifases a una sola fase se ve claramente obstaculizada por los altos costos del cambio de tecnología. Sin embargo, cada vez más los fabricantes de incubadoras facilitan la transición al ofrecer sistemas de una sola fase que se ajustan al espacio de utilización de los sistemas multifases heredados y aceptan las bandejas y carros de huevos. Aunque esto no quiere decir que sea el fin de los sistemas multifases a corto plazo, sin duda permite que los de fase única dominen poco a poco, conforme los fabricantes de incubadoras logren facilitar el proceso de transición.

ⁱ Agri Stats Inc., www.agristats.com

ⁱⁱ De hecho, la historia de la incubación artificial data del antiguo Egipto, véase CEVA Sante Animale, Artificial Incubation of Poultry Eggs – 3,000 years of history, http://www.thepoultrysite.com/focus/contents/ceva/OnlineBulletins/ob_2005/Article-No2-Sept05.pdf

ⁱⁱⁱ Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Milo_Hastings

^{iv} La máquina Jamesway 1080 fue una de las incubadoras de primera generación de una sola fase más grandes del mercado, con una capacidad de 10,800 huevos. Se patentó en 1952.

^v En 1964, Jamesway patentó una máquina multifases con una capacidad de 77,740 huevos.

^{vi} La carga y descarga dependen del número de máquinas y de la producción. Las plantas incubadoras pequeñas se las arreglan con nacimientos dos veces a la semana, mientras que las grandes lo hacen hasta 6 veces a la semana. En algunos casos, el factor limitante puede ser el tamaño de las salas de procesamiento, que quizás no se hayan ampliado al añadir máquinas.

^{vii} CEVA Sante Animale, Hatchery Expertise Online, Multiple stage / Single stage systems of incubation – advantages and drawbacks.

(http://www.thepoultrysite.com/focus/contents/ceva/OnlineBulletins/ob_2009/Article-No22-Jan09.pdf)

^{viii} Laurentiu Cârlea, Vasile Miclea, Marius Zahan, Study on the Influence of Carbon Dioxide on Embryonic Development in Chickens, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Animal Science and Biotechnologies (<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/5260>).

^{ix} El análisis se basa en datos completos de nacimientos entre el 1 de marzo y el 30 de junio de 2009 en granjas con incubadoras de una fase o multifases del fabricante Jamesway. Estos resultados se han confirmado mediante estudios de referencia y análisis a pequeña escala más recientes.

^x Con base en el punto de referencia antes mencionado de 2.59 % más nacimientos y 1.59 % más viabilidad.

^{xi} Por ejemplo, Jamesway hace mucho énfasis en la calidad de su servicio en la campaña de la máquina P105 de una sola fase.