

Tema 6 INCUBACION

PLANTA DE INCUBACION

En la medida en que las nuevas tecnologías se incorporan a las máquinas de incubar, el diseño y construcción de la planta de incubación cobra mayor importancia.

Las máquinas incubadoras de alta tecnología requieren de mayor precisión en el manejo de las condiciones ambientales en las salas, y por esto las hace más sensibles a los errores del diseño y construcción de la planta.

MARCO LEGAL

En Argentina, la localización y construcción de una Planta de Incubación debe dar cuenta de los requisitos establecidos por la legislación vigente a nivel municipal, provincial y nacional.

A nivel nacional podemos destacar:

Inscripción en el RENAVI

El RENAVI es el Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas creado por medio de la Resolución Nº 79 en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (Boletín Oficial 1/7/2002).

Este Registro tiene la finalidad de disponer de datos relativos a la población avícola, necesarios desde el punto de vista estadístico y económico.

La información a obtener permitirá mantener actualizada la estadística sobre las existencias de aves reproductoras, así como también la cantidad de huevos incubados, para proyectar la evolución económica del sector en el corto y mediano plazo.

El conocimiento de la dinámica de la población avícola permitirá predecir la producción a futuro y el ritmo de crecimiento de acuerdo con las posibilidades del sector productor y la demanda de productos avícolas.

La inscripción en el RENAVI es de carácter obligatorio y gratuito.

PLANTAS DE INCUBACION - Distribución por Aptitud Línea Genética / Actividad

Aptitud Línea Genética	Actividad	Cantidad
Pesadas	Incubación Parrilleros	62
	Incubación Padres	8
Livianas	Incubación Comerciales	9
	Incubación Padres	3
Pesadas y Livianas	Incubación Comerciales/Parrilleros	7
Pesadas y Patos	Incubación Comerciales/Parrilleros	1
Pesadas, Livianas y Pavos	Incubación Padres y Comerc./Parr.	1
Total		91

Datos RENAVI 2019 (Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas-MAGyP)

SENASA

Para la habilitación y funcionamiento la Planta de incubación deberá reunir los requisitos establecidos en la Resolución 1699/2019 del SENASA. Entre los más significativos podemos mencionar:

ARTÍCULO 16.- Distancias mínimas de instalación. A fin de preservar las medidas de bioseguridad, se establecen las siguientes distancias mínimas que se deben respetar para la instalación de nuevos establecimientos avícolas:

Inciso d) Las plantas de incubación deben instalarse respetando las siguientes distancias mínimas:

Apartado I: DIEZ MIL (10.000) metros de granjas avícolas de reproducción de abuelas o bisabuelas.

Apartado II: CINCO MIL (5.000) metros de granjas avícolas de reproducción de padres.

Apartado III: UN MIL (1.000) metros de granjas avícolas de producción de carne o huevos para consumo, de otras plantas de incubación y de plantas de faena de aves y/o subproductos y ovoproductos.

Inciso e) Las plantas de incubación de huevos fértiles de reproductores padres, pollos para carne o gallinas de postura comercial u otras aves, pueden instalarse dentro del mismo predio de la granja de los progenitores abuelos o padres de la misma empresa sin tener en cuenta lo establecido en el inciso d) del presente artículo, siempre y cuando sean provistas únicamente por huevos fértiles de ese establecimiento.

ARTÍCULO 18.- Requisitos especiales para las instalaciones en plantas de incubación. Las plantas de incubación deben cumplir con los siguientes requisitos de infraestructura:

Inciso a) Estar construidas con materiales que permitan la higiene y desinfección para un adecuado control sanitario.

Inciso b) Contar con las siguientes áreas de trabajo, determinando una zona sucia (ZS) y zona limpia (ZL):

Apartado I: Vestuario (ZS)

Apartado II: Duchas y sanitarios para el personal de trabajo (ZL).

Apartado III: Sala de recepción y almacenamiento de huevos (ZL).

Apartado IV: Sala de incubación (ZL).

Apartado V: Sala de nacedoras (ZL).

Apartado VI: Sala de selección, vacunación, sexado y expedición de aves (ZL).

Apartado VII: Sala para manipulación de vacunas (ZL).

Apartado VIII: Sistemas HatchBrood (opcional - ZL)

Inciso c) Contar con instalaciones para lavado y desinfección del equipamiento y vehículos, acción certificada por el Veterinario Acreditado en Sanidad Aviar.

Inciso d) Contar con un horno pirolítico u otro medio de eliminación de residuos que no produzca contaminaciones ambientales, ni afecten la salud humana o animal y se encuentren en concordancia con las normas nacionales, provinciales y municipales correspondientes. Los residuos de la planta podrán ser transportados en un vehículo

adecuado; que no pierda su contenido; a una planta de subproductos, habilitada y autorizada por el SENASA o bien a un destino autorizado por las autoridades municipales.

Inciso e) Estar destinada a la incubación de huevos fértiles de una misma especie y finalidad zootécnica.



Localización de la planta

Además de las exigencias legales, en el emplazamiento de la planta de Incubación se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Lugar: Si bien debe estar separada al menos 1000 m de cualquier granja, en lo posible debe ubicarse dentro de un radio no superior a los 30 km de las granjas de reproductoras que suministran los huevos fértiles.

Facilidad de acceso: Debido al elevado tránsito tanto de insumos, productos, como de personal, es conveniente tener buenas comunicaciones. No obstante, con la finalidad de evitar contaminaciones es aconsejable un mínimo de 50 m de distancia desde la ruta hasta la planta.

Suministro de agua: Los requerimientos de agua de una planta son elevados y estos se han de garantizar, tanto en calidad como en cantidad.

Suministro eléctrico: Además de disponer de un suministro fiable y garantizado por la compañía de electricidad, debemos contar con un grupo electrógeno capaz de suplir los requisitos de la planta en el momento que falle el suministro general.

Además de los factores señalados, hay que tener en cuenta la *altitud* a la que se encuentra la Planta de Incubar; debido a que la incubabilidad de los huevos se ve disminuida conforme se incrementa la altitud.

En la práctica este problema se resume en que por debajo de 600-800 metros la diferencia de incubación es bastante pequeña, pero por encima de 1000 metros de altitud, no es aconsejable la instalación de plantas de incubar.

Hay que señalar, que los principales factores que hacen disminuir los nacimientos en altitud son:

- Disminución de la concentración de O₂.
- Variaciones en la concentración de CO₂

Diseño y construcción

La eficacia productiva de la planta de incubación está muy condicionada entre otros factores por el diseño de la misma. Cuando hablamos de diseño, fundamentalmente nos referimos a la distribución de los diferentes componentes de la misma que deben responder a dos premisas fundamentales:

- Bioseguridad: Sobre todo a partir de dos hechos:
 1. Flujo de materiales, productos y personas. Evitando el tránsito desde zonas sucias hacia zonas limpias.
 2. Ventilación. Evitando que haya flujo de aire desde zonas más sucias hacia zonas más limpias.
- Eficacia: Nos interesa que los trabajos se realicen al mínimo costo posible, para lo cual hay que evitar la repetición de trabajos, los trabajos manuales, los transportes o acarreos largos etc.

Dependencias

Una planta de incubación está conformada por una serie de dependencias con finalidades diferentes. De acuerdo con esta clasificación, tenemos:

- Dependencias específicas
- Dependencias de administración
- Dependencias de servicio

Las dependencias específicas, son aquellas destinadas a albergar huevos o pollos:

- Sala de clasificación
- Cuarto de fumigación
- Cuarto de conservación
- Sala de preincubación
- Sala de incubadoras
- Sala de nacedoras
- Sala de manejo y expedición pollitos

Es condición necesaria en estas salas el mantenimiento de una temperatura y humedad propia para cada una de ellas, así como un sentido determinado de la ventilación.

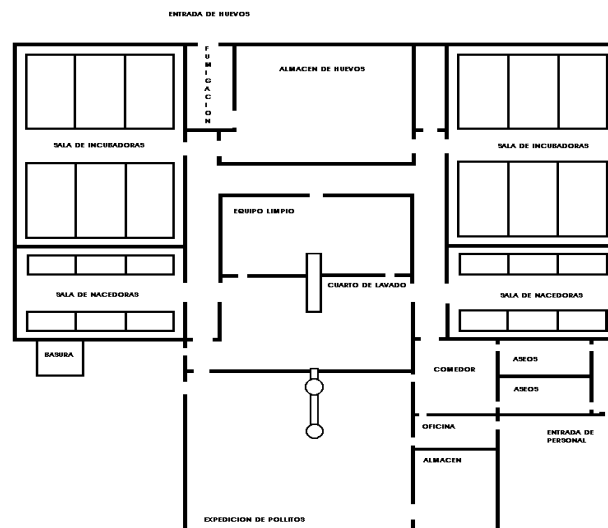
Tan importante como la ventilación, es la presión del aire en cada sala, el principio que intentamos mantener es el de zonas limpias y zonas sucias. Se consideran zonas limpias todas aquellas en las que se ve involucrado el huevo como tal; las zonas sucias empiezan a partir del nacimiento del pollito (diseminación de gérmenes) y culminan en el cuarto de lavado de bandejas.

Modelos de plantas de incubación

Estos se pueden clasificar en:

- **Modelos en "T":** En este tipo de distribuciones, se dispone de dos salas de incubadoras y dos de nacedoras como mínimo. Estas dependencias, se encuentran en las "alas" de la T que constituye el edificio, pareadas dos a dos, es decir una sala de incubar con una de nacedoras. En el eje central se dispone de todo lo necesario para el huevo así como los elementos de limpieza y sala de pollitos, es decir los elementos comunes a ambos lados de la T.
- **Modelos en "L":** Básicamente se trata de modelos muy parecidos al anterior con la salvedad de que faltarían los elementos de una de las alas de la T, es frecuente encontrar este modelo cuando se diseña una planta que en el futuro se piensa duplicar de capacidad; en este caso resultaría muy sencillo hacerlo añadiendo las incubadoras y las nacedoras que faltan para completar el conjunto.
- **Modelos Longitudinales:** En estos diseños, nos encontramos con la disposición de salas correlativa a su grado de limpieza, empezando por el almacén de huevos, sala de incubar, sala de nacimientos y sala de expediciones; en algún lugar del extremo más sucio de la sala se encuentran las salas de limpieza

ESQUEMA DE UNA INCUBADORA CON DISEÑO EN "T"



Aprovisionamiento de agua y energía

Uno de los aspectos que más complejidad adquiere en las plantas de incubación son los circuitos de agua. Se debería contar con:

- Circuito de agua a temperatura normal.
- Circuito de agua caliente.
- Circuito de agua refrigerada.
- Circuitos especiales, de aguas descalcificadas, desionizadas, etc.

Se usa agua a temperatura normal en la limpieza, la humidificación de salas y máquinas y para uso del personal.

El circuito de agua caliente es el menos específico siendo de uso sanitario y para calefacción en algunos casos.

El agua enfriada (10-12°C), se utiliza en la refrigeración de las máquinas, para lo cual es necesario instalar el equipo de enfriamiento y líneas de circuito independientes. La refrigeración de las máquinas es en circuito cerrado, por lo que esta agua no se pierde y se recupera.

El uso de boquillas nebulizadoras en el interior de las máquinas como sistema de humidificación tanto incubadoras, como nacedoras, lleva a la necesidad de usar circuitos de agua tratada (generalmente descalcificada). Esto es debido al paso fino que presentan este tipo de boquillas, siendo necesario utilizar un tipo de agua que no genere problemas de taponamientos. En ocasiones se trata toda el agua de la planta incubadora, pero en otras, por motivos de costo, solo se hace con aquella en la que es imprescindible.

En general se exige que la calidad del agua, tanto física, como microbiológica, cumpla con las condiciones de potabilidad para consumo humano. Aunque el agua utilizada en algunos puntos de la planta no necesitaría de este requisito, es una buena medida de seguridad tener garantizada la potabilidad de toda el agua que entra en el sistema.

El suministro energético es fundamental para el funcionamiento de las máquinas, así como fuente de energía de calefacción y ventilación. Por este motivo se debe valorar la fiabilidad (pocos cortes de energía) y la calidad del servicio (mantenimiento del voltaje suministrado dentro de un margen de variación corto). Además, siempre será necesario disponer de un generador eléctrico.

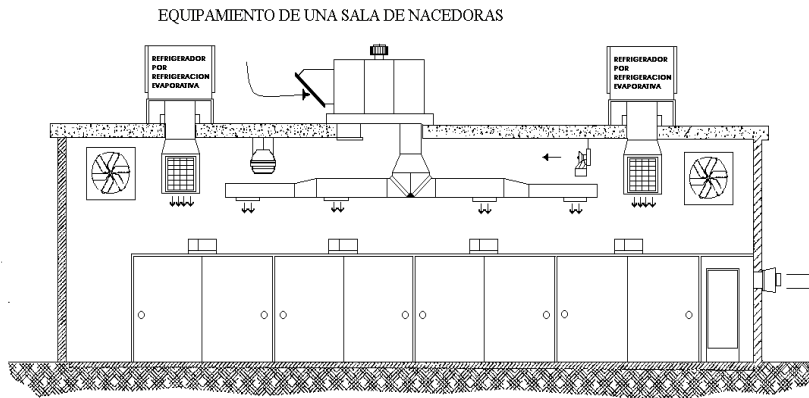
Equipo de ventilación

La planta de incubación cuenta con sistemas de ventilación forzada, necesarios para el acondicionamiento del ambiente, que faciliten el correcto funcionamiento de las máquinas de incubar.

Las necesidades de ventilación están determinadas por los siguientes principios:

- ***Suministro de Oxígeno.*** El consumo de Oxígeno en el interior de las plantas de incubar está dado por:
 - Número de huevos en almacenamiento.
 - Número de huevos cargados y días de incubación de los mismos.
 - Número de huevos en nacedoras y días en las máquinas de los mismos.
 - Número de pollos en sala de expediciones.
 - Número de Personas presentes en las salas.
- ***Eliminación de CO₂.*** Los adecuados niveles ambientales de CO₂, regulan la tasa de intercambio gaseoso entre el embrión y el ambiente.
- ***Humedad relativa.*** En el interior de las máquinas de incubar, es necesario mantener un determinado grado de humedad (55-65 %). Para poder garantizar que estos parámetros se cumplan, es necesario utilizar en ocasiones toda la capacidad de ventilación (en este caso, tanto se empleará para disminuir la HR como para aumentarla, en función de las condiciones particulares de cada momento).
- ***Regulación de Temperatura.*** El proceso global de Incubación presenta un balance energético positivo (se genera calor), este calor es transmitido al medio y hace subir la temperatura. Un aumento descontrolado de la temperatura de las salas puede

llevar a que los huevos aborten, o se produzcan alteraciones en la incubación de los mismos. Por este motivo, es necesario que se refrigere la sala de incubar. Uno de los sistemas más económicos para garantizar la refrigeración es a través de la ventilación de la planta, inyectando aire a una temperatura inferior del aire que extraemos.



No es posible utilizar la ventilación natural en una planta de Incubación, esto llevaría a dificultades en el control ambiental y al incremento en el consumo de las máquinas, así como una excesiva variabilidad de los parámetros de incubación en el interior de las mismas.

El correcto diseño y funcionamiento de los sistemas de ventilación, constituye una ayuda eficaz para el control y aislamiento microbiológico de las salas. Un mal diseño, puede ser un perfecto vehículo de gérmenes de una sala a otra.

Para la ventilación de las salas se instalan turbinas que generan una presión positiva de aire, que es conducida por conductos hasta las diferentes salas de la planta. Cada sala dispone de salidas de aire de flujo controlado. En algunas de ellas será necesario instalar extractores para regular la presión interior del aire.

Otra alternativa es instalar equipos de ventilación más pequeños en cada sala, que nos permitan el control del ambiente en forma independiente de cada una de las partes de la planta.

Como orientación podemos calcular que las necesidades de Oxígeno para 10.000 huevos se cifran en 3,5 Kg diarios y a su vez, estos 10.000 huevos producirían de 2,8 a 4 Kg de CO₂ /día, 4 Kg/día de agua y 5.045 kcal/día.

En la Tabla se muestran las necesidades de renovación de aire en m³/min para 1.000 huevos o 1.000 pollitos en función de la temperatura exterior:

T° Exterior	Cuarto de Conservación	Sala de Incubación	Sala de Nacimiento	Sala de Expedición
-12 °C	0,06	0,20	0,43	0,86
4,4°C	0,06	0,23	0,48	1,14
21,1°C	0,06	0,28	0,57	1,42

37,8°C	0,06	0,34	0,71	1,70
--------	------	------	------	------

La temperatura es el principal factor que condiciona el nivel de ventilación de una sala de incubar.

Respecto a los valores de Humedad relativa necesarios en cada sala tenemos:

DEPENDENCIA	VALOR DE HUMEDAD RELATIVA
Sala de almacenaje	75 %
Sala de Incubadoras	45-55 %
Sala de Nacedoras	50-60 %
Sala de Expediciones	60-70 %
Lavadero	60-75 %
Pasillos	65-70 %

Las recomendaciones de presión de aire para cada sala son:

DEPENDENCIA	PRESION
almacenaje de huevos	10 % Positivo
Sala Incubadoras	0 presión equilibrada
Sala de Nacedoras	5 % Presión negativa
Sala de Expediciones	10 % Presión negativa
Almacén bandejas limpias	10 % Positivo
Pasillos	10 % Negativo
Cuarto de Lavado	10 % Negativo

Siguiendo estas recomendaciones vamos a garantizar que las corrientes de aire interiores de la planta cumplan las normas de bioseguridad necesarias para garantizar un pollito sano.

Existe cierta tendencia a hiperventilar las salas de incubar, debido a que es la forma más barata de mantener la temperatura interior dentro de los márgenes correctos de funcionamiento. Sin embargo, es importante tener en cuenta la sensibilidad que presenta el proceso de incubación a la concentración de CO₂.

El huevo durante la incubación elimina CO₂ hacia el medio, haciendo que aumente la concentración del mismo. Valores de la concentración de CO₂ superiores al 0,5 % en el

aire interior de la máquina de incubar van a generar pérdidas por mortalidad embrionaria.

Equipo de refrigeración

Las máquinas y los propios huevos producen calor que se elimina dentro de las salas. Por lo que será necesario refrigerarlas para mantener en su interior una temperatura adecuada a los márgenes de trabajo correctos de las máquinas.

Los sistemas de refrigeración son básicamente tres:

- *Incrementar el volumen de ventilación:* cuando la T° exterior sea inferior a la interior y otros parámetros, como humedad, y concentración de CO₂ lo permitan.
- *Aire acondicionado:* La refrigeración por intercambio térmico entre el medio y la máquina de compresión de gases es un sistema eficaz y compatible económicamente debido a la alta concentración de huevos por metro cuadrado
- *Refrigeración evaporativa:* En este caso aprovechamos el intercambio de energía que se produce en el aire, cuando existe un gradiente de humedad relativa y/o de temperatura, para disminuir la temperatura del interior de la sala. Es un sistema muy utilizado desde hace mucho tiempo.

Equipo de calefacción

Es uno de los sistemas menos relevantes en el conjunto de equipos de las salas de incubar. A pesar de ello, es necesario contar con un sistema de calefacción que nos permita mantener lo constantes las temperaturas de las diferentes dependencias.

En general los valores de temperatura se deben mantener entre 24 y 27°C en las diferentes salas.

Existen excepciones, como es el cuarto de conservación de huevos, o cuando están en funcionamiento el cuarto de precalentamiento o la sala de transferencia que deben mantener temperaturas especiales y diferentes a las mencionadas.

Básicamente, la calefacción se logra mediante el uso de radiadores de agua caliente o por turbinas de aire caliente.

Desechos de la planta de incubar

Los desechos líquidos de una planta incubadora deben ser depurados antes de ser vertidos al ambiente.

En cuanto a los residuos sólidos, estos están formados en su mayor parte por:

- Cáscaras de huevos.
- Huevos (enteros) no nacidos (infértiles+abortados).
- Pollitos muertos y de desecho.

El destino de estos desperdicios puede ser:

- Subproducto en fábrica de alimento para animales.
- Digestor
- Incineración

Hasta aquí se ha hecho una breve descripción de las distintas salas que componen la planta de incubación. Debemos resaltar la importancia de las condiciones ambientales

específicas que cada una de ellas requiere para el adecuado funcionamiento de las máquinas incubadoras y nacedoras. Dar cuenta de estos requerimientos asegura la viabilidad de los embriones y pollitos, así como el bienestar del personal de la planta.

Maquinas Incubadoras

En la industria avícola existen diferentes sistemas de incubación que utilizan maquinas denominadas Incubadoras. En su mayoría son gabinetes de formas cuadradas o rectangulares, de dimensiones y capacidades variables. Sus paredes están aisladas y en su interior presentan sistemas para el mantenimiento de las condiciones de incubación (temperatura, humedad, ventilación, posición y volteo del huevo). Los huevos permanecen aquí hasta el día 18-19 para luego pasar a otras maquinas denominadas nacedoras.

Las maquinas incubadoras se pueden clasificar de acuerdo a la posición del huevo en las bandejas que los contienen. Así tenemos las horizontales y las verticales. En las horizontales los huevos van apoyados en la bandeja a lo largo de su eje mayor, son las más antiguas y de uso en pequeñas escalas. Las verticales utilizan bandejas alveoladas donde los huevos se colocan en posición vertical con el polo romo hacia arriba (cámara de aire) y son las utilizadas en la industria avícola.

Las maquinas incubadoras verticales pueden clasificarse en dos grandes grupos, Incubadoras de etapa múltiple o multi cargas, e Incubadoras de etapa única o de estadio único, en función de las edades de los embriones en desarrollo.

Cada uno de los diferentes equipos presenta ventajas y desventajas, en donde la elección del equipo depende del nivel tecnológico de la operación.



Sistemas de Etapa Múltiple o Multi Cargas:

Son sistemas en los que se incuban 3 o 6 edades embrionarias al mismo tiempo en una misma máquina. Se inician cargando en forma parcial 1 o 2 veces por semana diferentes lotes de huevos hasta completar la carga. Al día 19 se retira la primera carga para llevarla

a nacedoras y se recarga con un nuevo lote de huevos. Esto se repite sucesivamente de manera que esta máquina funciona en forma ininterrumpida. Esto hace que al incubar huevos con diferentes edades embrionarias tengamos que trabajar con temperatura y humedad fijas, las cuales se establecen para el promedio de edad embrionaria que tenemos en la máquina (10,5 días)

Estos equipos podemos dividirlos en 3 grupos:

- *Estantería fija
- *Carros y ventilación central,
- *Carros en túnel con ventilación laminar.

Sistemas con Estantería Fija:

La máquina es un gabinete que cuenta con un pasillo central y un sistema de estantería fijas a los laterales, las cuales se encuentran conectadas al sistema de volteo. En estos estantes se cargan las bandejas con huevos, distribuidos en forma preestablecida según edad del embrión, de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Las bandejas deben estar correctamente identificadas o numeradas y ordenadas, por ejemplo, del 1 al 6 y ubicadas en columnas pares e impares.

El sistema de ventilación tiene un patrón en sentido vertical a través de ventiladores ubicados en el techo del pasillo central.

Es un sistema relativamente fácil de manejar que tolera un poco mejor los errores cometidos, además su sistema de enfriamiento por medio de enfriadores (chiller) no es tan dependiente de la ventilación.

El sistema de estanterías fijas requiere mayor mano de obra, ya que tanto al cargar como al transferir se deben traspalear los huevos desde un carrito situado en el pasillo central hacia la posición que corresponde en ese momento.

También tiene la desventaja de que es un sistema muy difícil de limpiar tanto por el tiempo como la mano de obra que se debe invertir, lo que hace que no tenga una limpieza frecuente, manteniendo siempre una carga bacteriana mayor a las de los otros sistemas.

Otra desventaja es la de presentar mayores posibilidades de equivocarse al momento de la transferencia, donde por una confusión en el número de posición de la bandeja a transferir, llevaremos huevos que no tienen la edad para nacer, con la consecuente muerte embrionaria y al mismo tiempo la contaminación de la incubadora por los que nacerán allí en lugar de ir a la nacedora.



Sistemas con Carros y Ventilación Central:

En estas máquinas se utilizan carros con estanterías que soporten las bandejas y cuentan con un sistema que permite el movimiento de volteo.

En los sistemas de carga múltiple con carros, cada carro de huevos o juego de carros representa un grupo de huevos de la misma edad.

Otro nombre utilizado es el de “cargas por bloque”. La distribución de las distintas edades en el interior de la máquina no es tan homogénea como en el caso de los modelos de estanterías fijas.

Estos modelos resultan más cómodos al momento de embandejar o manipular huevos durante cargas y transferencias. La ventaja radica en que no es necesario embandejar huevos con el operario ubicado al interior de la máquina incubadora.

Algunos modelos de carga múltiple con carros pueden tener un pasillo central de acceso a la máquina y los carros se ubican hacia los laterales. Otros modelos no tienen pasillo central y cuentan con puertas frente a cada carro. Estos últimos vienen equipados con grandes ventiladores de aspas planas que giran por medio de correas y poleas.

Los modelos de incubadoras que carecen de pasillo central de acceso a la unidad, ahorran espacio al momento de calcular las dimensiones de la sala en que estarán ubicadas, pero dificultan el examen visual de los huevos con fines de ovoscopia, el monitoreo del desarrollo de la cámara de aire o la remoción de huevos contaminados.

En cuanto a higiene y limpieza, las incubadoras de carga múltiple con carros, ofrecen una opción intermedia. Es posible efectuar una limpieza total y frecuente en los espacios vacíos que dejan los carros evacuados al momento de transferirlos a la nacedora.

Es posible el ahorro de mano de obra y manipulación del huevo si los sistemas de carga por bloque utilizan un mismo juego de carros, diseñado tanto para el transporte del huevo desde la granja de reproductores a la planta incubadora, como para la carga y permanencia del huevo en máquinas incubadoras.



Sistemas de Carritos tipo Túnel de Ventilación Laminar:

En estos sistemas la máquina es un gabinete rectangular como un pasillo, donde tanto la carga como la ventilación se realiza en forma de túnel, por lo que tienen la entrada en un extremo y salida por el otro.

Tienen la ventaja de facilitar la carga y descarga, requiriendo menor mano de obra, además de la imposibilidad de cometer un error durante el proceso.

Los carros tienen piso y techo sólido y sus laterales están cerrados por pared por un lado y una cortina de policarbonato por el otro. Los lados anterior y posterior están enfrentados con los huecos de las otras cargas. La ventilación laminar tipo túnel tienen dos grandes beneficios, por un lado, proporciona diferentes temperaturas a lo largo de la máquina, es tal vez la máquina que más se asemeja a la carga única ya que provee diferentes temperaturas que van de acuerdo a la edad embrionaria. Por otro lado, se aprovecha todo el calor producido en la etapa exotérmica de los embriones, que por recirculación calienta a los embriones endotérmicos, por lo que más del 70% de las necesidades de calor están proporcionadas por los mismos embriones, haciéndola el sistema más económico operativamente.

El sistema de enfriamiento está dado solamente por la ventilación y por las boquillas aspersoras, por lo que al no contar con un sistema de enfriamiento por agua fría lo hace más dependiente de la ventilación. Al tener tanto un pasillo de entrada como de uno de salida, la sala de nacedoras requiere de mayor superficie construida. Como los demás sistemas de incubación de etapa múltiple con carros, cuenta con mayor facilidad de limpieza. Cualquier material contaminante queda en el carro, el cual se lavará y desinfectará cada 18 días haciendo que el sistema sea el de menor carga bacteriana, produciendo un pollito de mayor calidad.



Incubadoras de Etapa Única

Podemos definir a los sistemas de etapa única como aquellos en donde todos los huevos son cargados y transferidos al mismo tiempo y con una interrupción de la operación entre carga y carga. Aquí también se utilizan carros con soportes para bandejas con sistema pivotante para el volteo.

La incubación en etapa única es la que mejor respuesta da al manejo de las necesidades fisiológicas del embrión en formación, ya que estos sistemas además de estar diseñados para cubrir las demandas genéticas y tecnológicas de la industria avícola actual, son los sistemas en los cuales los departamentos de investigación y desarrollo están dando más énfasis para mejorar su tecnología.

Son muchas las ventajas que ofrecen los sistemas de incubación sobre los tradicionales sistemas de cargas múltiples, dentro de las principales tenemos:

Flexibilidad:

Al cargar toda la máquina en un mismo momento, nos da la posibilidad de poder establecer el día y la hora de carga, por lo que el operario no tiene que apegarse estrictamente a un horario predeterminado para la carga como en las de edades múltiples.

Al no depender de los otros embriones en desarrollo para mejorar las condiciones ambientales, ante una disminución en la producción, se pueden manejar cargas parciales sin afectar el rendimiento de la máquina.

En el caso de tener que disminuir la producción simplemente se las apaga.

Mayor bioseguridad:

Al descargarse totalmente cada 19 días, nos da por un lado la posibilidad de poder limpiarla y desinfectarla en su totalidad antes de una nueva carga, con lo que el riesgo de un incremento en la carga bacteriana que además es acumulativo sea nulo, y por otro lado al tener solamente embriones de la misma edad evitamos la posibilidad de una contaminación cruzada proveniente por lo general de embriones con más días de desarrollo.

Mejor control ambiental de acuerdo al tipo de huevo a cargar:

Esta es la ventaja más importante que ofrecen los sistemas de carga única y lo que marca la diferencia en la productividad, no solo al incubar huevos procedentes de estirpes de alta conformación. Esto se debe a que mientras los sistemas multi cargas controlan los parámetros de incubación (Temperatura, Humedad y CO₂) en base a requerimiento promedios, los sistemas de etapa única lo hacen en función a requerimientos específicos. Esto es posible ya que al incubar solamente huevos de la misma edad embrionaria y tener sensores que pueden controlar cada uno de los parámetros de forma independiente, se pueden utilizar perfiles que mantengan las necesidades ambientales específicas del embrión a través de todo su desarrollo embrionario.

Actualmente, la industria avícola se está moviendo hacia la incubación de carga única, por ser un proceso de incubación más flexible, con más bioseguridad, menos mano de obra y donde se puede mantener más fácilmente un ambiente ideal.

El concepto de “Embrio-respuesta”

La incubación por carga única se destaca gracias a un principio totalmente diferente a la incubación tradicional. Este principio se llama “Embrio-respuesta” o respuesta embrionaria.

En el proceso de incubación tradicional, los parámetros de control son:

- Temperatura ambiental o temperatura de la máquina
- Humedad dentro de la incubadora
- Ventilación.

En el proceso de incubación por embrio-respuesta, los parámetros de control pasan a tener una conexión directa con el embrión en desarrollo:

- Temperatura ambiental → Temperatura de la cáscara de huevo.

- Humedad → Pérdida de peso del huevo.
- Ventilación → Nivel de CO₂ dentro de la incubadora.

Control de la temperatura de la cascara del huevo

Este sistema permite un control efectivo de la temperatura del embrión a lo largo del proceso de incubación. A través de la medición constante y on-line de la temperatura de la cáscara de huevo, los sistemas de control de la máquina ajustan constantemente la temperatura del ambiente, proporcionando el ambiente ideal para el desarrollo embrionario.

El método de pérdida de peso no-lineal del huevo

Al inicio de un ciclo de incubación, la humedad relativa de un huevo es prácticamente del 100%. La pérdida de agua a través de la cáscara de huevo, permite al embrión crear una cámara interna de aire, que usa para la respiración pulmonar después del picaje interno.

La reducción del contenido de agua conlleva una pérdida de peso. Dentro de una incubadora, la tasa de pérdida de peso puede ser controlada a través del nivel de humedad.

Para generar un ambiente favorable para el desarrollo embrionario, aparte de controlar la humedad ambiental, se puede también pesar, a intervalos regulares, la masa de huevos. Esto permite formarse una idea correcta de la pérdida de peso real en cada momento durante el proceso de incubación. Así las incubadoras pueden ajustar constantemente la humedad ambiental para proporcionar el ambiente ideal para el desarrollo embrionario.

Control de los niveles de CO₂

Para reproducir el ambiente ideal requerido por el embrión durante la incubación, las tasas de intercambio de gases deben ser controladas por diferencias de presión parciales experimentadas por el huevo. Se pueden generar niveles de CO₂ relativamente altos durante la fase inicial de la incubación (periodo endotérmico) para crear las presiones parciales exigidas, simulando así las acciones de la gallina madre.

Similarmente, durante la fase exotérmica, los niveles de CO₂ deberán mantenerse relativamente bajos.

Para poder mantener este ambiente favorable para el desarrollo embrionario, un dispositivo de medición de CO₂ permite conocer, en cada momento del proceso, los niveles de CO₂ en el entorno de los huevos. A través de la medición on-line de los niveles de CO₂ en el ambiente de la incubadora, los sistemas de control de la máquina ajustan constantemente la tasa de renovación de aire, proporcionado así el ambiente ideal para el desarrollo embrionario.

FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Sistemas de ventilación

La ventilación en el interior de las máquinas puede considerarse desde dos puntos de vista:

- *Intercambiar el aire interior con el exterior:* para evitar las concentraciones elevadas de CO₂ y el déficit de O₂, así como ayudar a la regulación de la humedad relativa y de la temperatura interior de la máquina.
- *Mover el aire en el interior de la máquina:* de esta manera, se garantiza que las condiciones ambientales de incubación de cada uno de los huevos sean iguales. Por otro lado, los huevos desprenden calor a partir del 7° día de incubación, este calor debe ser "retirado" de su entorno, para evitar que la temperatura del embrión suba por encima de la fisiológica, provocando su muerte.

Asegurar el primero de los dos puntos expuestos anteriormente a nivel de diseño de máquinas es bastante sencillo y no resulta complicado efectuarlo correctamente cuando las máquinas están trabajando, si las condiciones de la sala de incubar son normales. Efectuar un correcto movimiento del aire en el interior de la máquina, resulta ciertamente mucho más complicado y además los errores que se cometen, al ser de diseño, son permanentes. La ventilación no es un parámetro independiente dentro del proceso de incubación, dependen fundamentalmente de:

- De la temperatura de la máquina
- De la temperatura del embrión
- De la pérdida de H₂O por parte del huevo
- Del propio huevo (masa de huevo).

Sistemas de refrigeración

La mayor parte del tiempo que dura la incubación de un huevo, es necesario refrigerarlo, para de esta manera eliminar el calor metabólico producido por el embrión.

La refrigeración debe actuar rápidamente, pues un aumento de la temperatura en el interior del huevo puede matar al embrión, por lo tanto, la forma más rápida de enfriar la incubadora, es refrigerando el aire de ventilación de los huevos.

La forma de refrigerar el aire que se mueve alrededor de los huevos es mediante radiadores de agua, normalmente esta agua está enfriada a temperaturas de 10-20°C. Cuando en el interior de una máquina de incubar se produce una elevación de la temperatura por encima de lo normal, los automatismos incrementan el intercambio de aire entre el interior y el exterior de la misma, de tal forma que se extrae el aire con una temperatura por encima de 37,5°C, e introducimos aire a temperatura ambiente, que en el peor de los casos estará alrededor de 30°C (normalmente la temperatura de las salas de incubar se mantiene en unos 24°C). Puede ocurrir, que este incremento en el intercambio de aire, no sea suficiente para disminuir el exceso de temperatura sufrido por la máquina y que incluso, no sea conveniente continuar con esa ventilación tan elevada. En ese caso se ponen en marcha los mecanismos de refrigeración interior, de forma, que el aire es pasado por los circuitos de agua fresca, donde se produce el intercambio térmico, entre el tubo (normalmente de cobre) y el aire.

Es conveniente, que antes de que se hiperventile la máquina, se accionen los mecanismos de refrigeración por agua ya que la hiperventilación tendrá efectos secundarios sobre la incubación, especialmente si no se puede garantizar la humedad relativa de este aire.

Sistemas de calefacción

Cuando la temperatura interna es relativamente baja es necesario el aporte extra de calor por parte de los sistemas de calefacción.

Los elementos calefactores en el interior de la máquina de incubar son especialmente importantes en el momento posterior a la carga y en las incubadoras de carga única.

Prácticamente la mayoría de las máquinas de incubar presentes en el mercado, generan esta calefacción con resistencias eléctricas, (entre 500 y 1500 W por elemento calefactor) ocasionalmente se puede generar el calor con una fuente externa, ya sea eléctrica, a gas o a gasoil, esta fuente calienta agua que pasa por un circuito de cañerías dentro de la máquina.

Sistemas de volteo

Ya hemos visto, que el fundamento de la máquina puede basarse en un sistema de bastidores o de carros. El sistema de volteo también se adapta a estos sistemas, de tal forma, que en los sistemas de carros todo el sistema de volteo (bastidores) se encuentra en los carros y en los sistemas de estantes o bastidores, estos están fijados en el interior de la incubadora.

El accionamiento del volteo se produce por:

- *Sistema mecánico:* A partir de un motor, una serie de palancas transmiten la fuerza hasta los bastidores.
- *Sistema neumático:* Es un compresor el que genera la presión de aire suficiente para que cuando el mecanismo abre los conductos, la presión del aire hace girar los bastidores.
- *Sistema mixto:* Partiendo de un sistema neumático se llega a un pistón, que hace que ya de forma mecánica se mueva una barra que acciona el mecanismo de todos los carros a la vez.

Sistemas de control

Los parámetros que deben ser monitoreados en una máquina de incubar cuando la misma está trabajando de forma normal son:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Ventilación
- Volteo

El control de temperatura y humedad relativa lo podemos realizar mediante termostatos o mediante sonda electrónica.

Maquinas nacedoras

Características

La máquina nacedora presenta características constructivas semejantes a la incubadora con la diferencia que solo se carga con huevos de una misma edad de incubación. Presenta bandejas o carros con canastos donde son transferidos los huevos en posición horizontal y sin movimientos de volteo. Estas máquinas trabajan con rangos de los factores de incubación diferentes a la incubadora .

Como norma general hay que disminuir en un grado la temperatura cuando pasamos los huevos de las incubadoras a las nacedoras. Así tenemos que será normal trabajar con temperaturas comprendidas entre 36.6 y 37.2 °C.

La humedad tiene que elevarse ligeramente 5-10 % por encima de la que existía en la incubadora, de manera que trabajaremos con una humedad del 65 % al inicio del periodo de nacimiento, para ir subiendo si es necesario hasta el 70 o 75 %.

Uno de los factores que más influyen en la viabilidad de los pollitos a los 7 días de vida, es el control de la humedad en la nacedora. No se trata de un tema fácil de llevar a cabo con éxito, puesto que, si bien es cierto que necesitamos una humedad relativa elevada, también lo es que el pollo "sufre estrés" en esas condiciones (36,5°C y 75 % de humedad relativa).

La necesidad de esa elevada humedad es fácilmente comprensible si pensamos, que el pollito para eclosionar tiene que lograr romper la cáscara y girar por completo dentro del huevo; si la humedad es baja se observará inflamación de los corvejones por el esfuerzo extra que necesitan hacer para nacer.



Funcionamiento de las nacedoras

Sistemas de humidificación

La mayor parte de los fabricantes de máquinas de incubar han adoptado alguno de los siguientes sistemas para generar la humedad de las máquinas:

- ***Discos humidificadores:*** Se trata de un conjunto de discos unidos por un eje, que son movidos por un motor y que se sumergen hasta la mitad de su diámetro en

un recipiente con agua, el aire que se mueve en el interior de la máquina, se encarga de vaporizar el agua.

- *Nebulizadores*: Son boquillas suministradoras de agua nebulizada, puede tratarse de boquillas de alta presión o de baja presión, en este último caso, se suele instalar también un circuito de aire comprimido, que apoya al sistema para generar una mejor nebulización.
- *Vaporizadores*: En estos sistemas, el agua es calentada por electrodos hasta 100°C y liberada al ambiente como vapor de agua, es el sistema más reciente.
- *Otros*: Un sistema muy empleado en las máquinas con cierta antigüedad es el goteo de agua sobre un tejido absorbente, a partir del cual, luego será liberado en el ambiente de la máquina por el paso de la corriente de aire.

En los modelos más modernos generalmente se instalan los sistemas de nebulizadores o los vaporizadores.

Sistemas de ventilación

La ventilación de las máquinas nacedoras, que siempre tiene que ser dinámica, se basa en los siguientes aparatos:

- Turbinas.
- Ventilador unido al eje del motor
- Ventilador con motor excéntrico (poleas)

En el estudio de las máquinas nacedoras, este aspecto (tipo de ventilador) tiene más importancia que en las máquinas de incubar, debido a que la limpieza de las mismas debe realizarse después de cada nacimiento y a fondo, por ello, es necesario instalar los sistemas de forma que estas labores se vean facilitadas.

No debemos olvidar la gran importancia que tiene durante el nacimiento de los pollitos una ventilación que mantenga la calidad de aire, para unos animales cuyo aparato respiratorio empieza a funcionar y todavía es inmaduro.

El volumen mínimo de ventilación (aire fresco que entra desde el exterior al interior de la máquina) debe ser de 0,3 m³ de aire por 1.000 huevos y por minuto. Como es lógico el aire que se remueve en el interior de la máquina es mucho mayor.

Este aire que entra junto con el que se proyecta del interior de la máquina debe ser debidamente acondicionados antes de lanzarlo sobre los huevos (o los pollos si ya han nacido).

Es importante para la calidad posterior de los pollitos, que el plumón que se desprende al ambiente sea rápidamente extraído fuera de la máquina nacedora, de esta forma vamos a evitar que los pollitos lo inhalen, con el consiguiente riesgo para el sistema respiratorio.