

## Incubación de Huevos en Altura

Steve Tullett, Consultor en Incubación para Aviagen

### Introducción

Una incubadora ubicada a 1500 metros (4921 pies) o más sobre el nivel del mar debe enfrentar algunos desafíos particulares. Al incubar huevos en altitudes elevadas se debe esperar un crecimiento más lento del embrión, períodos más largos de incubación y una menor incubabilidad. Estos problemas se podrían resolver construyendo una incubadora cuya presión atmosférica se pueda ajustar al nivel del mar. Es posible aplicar soluciones parciales (y más prácticas) mediante un buen control de la pérdida de peso del huevo y la adición de oxígeno a las incubadoras y a las nacedoras.

### ¿Qué aspectos son diferentes en altura?

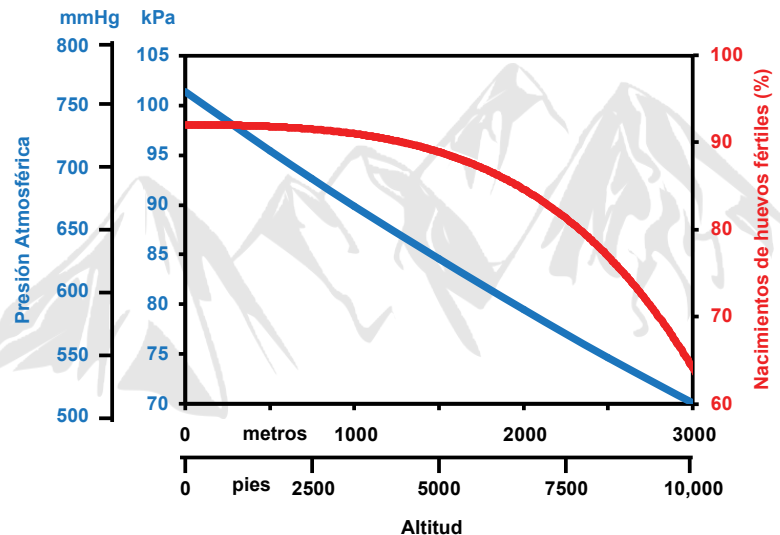
El aire siempre contiene aproximadamente un 21% de oxígeno, pero en alturas mayores (1500 m / 4921 pies o más sobre el nivel del mar) la presión del aire se reduce - en términos sencillos, hay menos aire. El que haya menos aire quiere decir que hay menos moléculas chocándose entre sí, de manera que todas las moléculas se mueven más rápidamente. Así, los gases pueden moverse a través de los poros del cascarón con más facilidad (ver la Tabla 1). Ésto sólo compensa parcialmente la escasez de oxígeno en las altitudes elevadas, pero causa que los huevos pierdan dióxido de carbono y agua más rápidamente que a nivel del mar. La pérdida adicional de dióxido de carbono no parece afectar al embrión.

**Tabla 1:** Los gases se mueven a través del cascarón más rápidamente en alturas mayores.

Altitud m (pies)	Porcentaje en el aumento de la velocidad a la que los gases cruzan el cascarón en comparación con el nivel del mar
0	-
500 (1640)	6
1000 (3281)	13
1500 (4921)	20
2000 (6562)	27
2500 (8202)	36
3000 (9842)	45

Por consiguiente, los principales problemas a los que se enfrentan los embriones de pollo cuando se incuban en altitudes elevadas son la reducción en el suministro de oxígeno y la deshidratación. Como resultado, la incubabilidad de los huevos fértiles disminuye en las altitudes elevadas (ver la **Figura 1**).

**Figura 1:** La presión atmosférica y la incubabilidad disminuyen a medida que la altitud aumenta.



### La primera prioridad – Asegurarse de que las pérdidas de peso del huevo sean las correctas

La primera prioridad al incubar huevos en altitudes elevadas es asegurar de que las disminuciones en el peso del huevo sean las adecuadas (ver el documento número 1 de la serie Cómo... sobre recomendaciones para una pérdida óptima en el peso del huevo). Dado que el agua penetra a través del cascarón más rápidamente en altitudes elevadas, esto implicaría un punto de ajuste de la humedad más alto en la incubadora. Comenzando con dos humedades de incubadoras comunes a nivel del mar, la **Tabla 2** muestra los puntos de ajuste de la humedad relativa que compensarían el aumento en la velocidad del movimiento de las moléculas de agua en alturas elevadas.

**Tabla 2:** Valores de la humedad relativa que producirán las mismas pérdidas de peso del huevo a diferentes altitudes.

Altitud m (pies)	Si se utiliza una HR de 50% a nivel del mar	Si se utiliza una HR de 53% a nivel del mar
0	50	53
500 (1640)	53	56
1000 (3281)	56	58
1500 (4921)	58	61
2000 (6562)	61	63
2500 (8202)	63	65
3000 (9842)	65	67

Sin embargo, existe evidencia de que los pollos reducen la porosidad de sus huevos al aumentar la altitud. Esto quiere decir que la altitud de la parvada reproductora relativa a la altitud de la incubadora puede tener influencia sobre el mejor punto de ajuste de la humedad (**Figura 3**). Por lo tanto, siempre la guía debe ser la pérdida real de peso del huevo en la incubadora, y se debe alterar el valor de la humedad para lograr las pérdidas óptimas.

### Ventilación y oxígeno

Es importante tratar de maximizar la disponibilidad de oxígeno para el embrión, pero evitar el exceso de ventilación en las incubadoras. El exceso de ventilación en las incubadoras representa un riesgo potencial porque normalmente el aire que entra es más frío y seco en las altitudes elevadas y puede resultar más difícil controlar los puntos de ajuste de temperatura y humedad.

Hasta los 1500 metros (4921 pies) de altitud sólo se deben observar pérdidas leves en la incubabilidad, especialmente si se controlan cuidadosamente las pérdidas de peso del huevo. En alturas superiores a 1500 metros (4921 pies) se deben esperar pérdidas en la incubabilidad. La adición de oxígeno a las incubadoras y nacedoras ayudará a aumentar la incubabilidad, pero puede que no sea una solución rentable.

La **Tabla 3** da algunas indicaciones sobre las concentraciones de oxígeno necesarias a varias alturas para reponer la disponibilidad de oxígeno para el embrión a valores de nivel del mar. En alturas superiores a 2000 metros (6562 pies), la adición del nivel de oxígeno requerido para lograr la presión de oxígeno a nivel del mar aumenta significativamente el riesgo de incendios. Desde el punto de vista de la seguridad, generalmente no se recomiendan niveles de oxígeno superiores a 25%.

En vez de agregar oxígeno puro, se pueden aumentar los niveles en el aire que entra utilizando un concentrador industrial de oxígeno (**Figura 2**). Éste funciona mediante la absorción preferencial de nitrógeno del aire presurizado, el cual luego se ventila al exterior cuando la presión se reduce. Utilizando esta tecnología en una altitud de 1900 metros (6234 pies), es posible aumentar la concentración de oxígeno del aire a 23%, lo cual producirá un aumento en los nacimientos de entre 3 y 5 % a un costo relativamente bajo.

**Figura 2:** Concentrador de oxígeno en una incubadora en Latinoamérica.



**Tabla 3:** Niveles de oxígeno que proporcionan el equivalente a la presión parcial de oxígeno exterior en diferentes altitudes. Por seguridad, generalmente no se recomiendan niveles de más de 25% de oxígeno.

Altitud m (pies)	Oxígeno %
0	20.95
500 (1640)	22.34
1000 (3281)	23.84
1500 (4921)	25.47
2000 (6562)	27.24
2500 (8202)	29.16
3000 (9842)	31.24

### Adaptación del cascarón en alturas

Existen muchas especies de aves que anidan exitosamente en altitudes superiores a los 4000 metros (13,123 pies). Una parte fundamental de este éxito parece ser la capacidad que tienen las aves para alterar la porosidad del cascarón. En altitudes más altas, los pollos parecen reducir la porosidad del cascarón con el fin de compensar la potencial pérdida excesiva de agua del huevo debido al movimiento más rápido de las moléculas de agua en las alturas elevadas.

Si la parvada reproductora no está a la misma altitud que la incubadora, la capacidad potencial de los pollos para alterar la porosidad del cascarón presenta algunas oportunidades, y también algunos desafíos (ver la **Figura 3**).

**Figura 3:** Traslado de los huevos a alturas mayores o menores.

La parvada reproductora se encuentra a una altitud más elevada que la incubadora  
Con la adaptación a la altitud, la porosidad del cascarón puede ser relativamente baja. Esto significaría que los puntos de ajuste de la humedad de la incubadora se deben reducir, dando la oportunidad de aumentar las tasas de ventilación

La parvada reproductora se encuentra a la misma altitud que la incubadora  
La porosidad del cascarón se puede adaptar a la altitud, dando la oportunidad de aumentar las tasas de ventilación y al mismo tiempo manteniendo una pérdida óptima en el peso del huevo, particularmente cuando hay humedad en el exterior.

La parvada reproductora se encuentra a una altitud más baja que la incubadora  
Será necesario aumentar el punto de ajuste de la humedad con el fin de controlar la pérdida de peso del huevo. Esto reduce la oportunidad de aumentar las tasas de ventilación.

## Conclusión

La incubación de huevos en altura (1500 m / 4921 pies o más sobre el nivel del mar) puede ser desafiante, pero con un mejor entendimiento de los principios involucrados se pueden encontrar soluciones prácticas para mejorar la incubabilidad y la calidad del pollito.