Monitorización de las condiciones ambientales en los vehículos de transporte de pollitos de un día de vida

M. YERPES[*1], R. SALES[2], I. HERNÁNDEZ[2] y X. MANTECA[1]

[1] Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193, Bellaterra, Cerdanyola del Vallès, Barcelona [2] Laboratorio Ceva Salud Animal, Avenida Diagonal 609-615, 08028, Barcelona.
***Autor corresponsal:** marta.yerpes@e-campus.uab.cat

ABSTRACT The aim of this study was to perform an initial evaluation of the transport microclimate that one day old chicks are exposed to. To this purpouse, a total of 19 commercial trips were monitored between May and June 2017, in which two sensor equipments were installed in two trucks of a poultry company located in Spain. Each of the equipment consisted of 27 temperature sensors (T) and relative humidity (HR) and a CO_2 sensor. The conditions presented by the trucks were different, the most notable being the reference temperature for thermostats, which in truck 1 was 27ºC while that of truck 2 was 25ºC. Truck 2 had higher and more variable temperature records compared to its reference temperature, while truck 1 had an average temperature very similar to the reference temperature of its vehicle. Regarding to the three zones in which the truck loading zone was divided, for the two trucks the highest temperatures were found in the zone close to the tractor cab, while the highest HR readings were located in the zone close to the gates. The correlation between T and HR was negative and statistically significant (P = 0.0000). The trip, the zone and the truck were factors that had a statistically significant effect on the T and HR (all P <0.05). Finally, for the CO_2 variable, only records of 10 trips of truck 1 were obtained. In this case, the observed trend within the truck indicated that the highest levels were recorded during loading in the hatchery and at stops. The highest and fluctuating CO2 averages were recorded before 2:00 p.m. and lower levels were observed starting at 7:00 p.m. In addition, three factors had a statistically significant impact (P <0.0000) on CO_2 values: movement, trip and travel. Based on the results, it can be suggested that the microclimate to which the chicks are exposed during transport is very variable and heterogeneous, so in the same truck and trip there can be points with very different climatic conditions depending on time, zone, and movement.

Keywords: transport; thermal stress; animal welfare; broiler

RESUMEN El objetivo de este estudio fue realizar una primera evaluación del microclima al que se ven expuestos los pollitos de un día de vida durante el transporte. Para ello, se monitorizaron un total de 19 viajes realizados en condiciones comerciales, entre los meses de mayo y junio de 2017, en los cuales se instalaron dos equipos de sondas en dos camiones de una empresa avícola ubicada en España. Cada uno de los equipos constaba de 27 sondas de temperatura (Tª) y humedad relativa (HR) y una sonda de CO_2. Las condiciones que presentaron los camiones fueron distintas, siendo la más destacable la Tª de referencia para los termostatos, que en el camión 1 fue de 27ºC mientras que la del camión 2 fue de 25ºC. El camión 2 tuvo registros de temperaturas superiores y más variables en

comparación a su Tª de referencia, mientras que el camión 1 obtuvo una Tª media muy similar a la Tª de referencia de su vehículo. En relación a las tres zonas en las que se dividió la zona de carga del camión, para los dos camiones las temperaturas más elevadas se encontraron en la zona cercana a la cabina tractora, mientras que las lecturas de HR más altas se localizaron en la zona cercana a las puertas. La correlación entre Tª y HR fue negativa y estadísticamente significativa (*P* = 0,0000). El viaje, la zona y el camión fueron factores que tuvieron un efecto estadísticamente significativo en la Tª y HR (todos los *P* < 0,05). Finalmente, para la variable CO_2 solo se obtuvieron registros de 10 viajes del camión 1. En este caso, la tendencia observada dentro del camión indicó que los niveles más elevados se registraron durante la carga en la sala de incubación y en las paradas. Las medias de CO_2 más altas y fluctuantes se registraron antes de las 14:00 horas y los niveles más bajos se observaron a partir de las 19:00 horas. Además, tres factores tuvieron un impacto estadísticamente significativo (*P* < 0,0000) sobre los valores de CO_2: el movimiento, el tiempo y el viaje. En base a los resultados, se puede sugerir que el microclima al que se ven expuestos los pollitos durante el transporte es muy variable y heterogéneo, de modo que en un mismo camión y viaje se pueden encontrar puntos con condiciones climáticas muy distintas dependientes del tiempo, la zona y el movimiento.

Palabras clave: transporte; estrés térmico; bienestar animal; broiler

Introducción

El transporte de los pollitos de un día de vida desde la sala de incubación hasta la granja juega un papel de vital importancia en el posterior desempeño de los pollos (Mitchell, 2009; Jacobs *et al*., 2016; Decuypere *et al*., 2001; Valros *et al*., 2008). De hecho, el transporte de animales vivos se considera la mayor fuente de estrés y reduce el bienestar de los animales (Mitchell, 2009).

Cuando los pollitos son sacados de la nacedora dejan atrás el clima ideal controlado, dónde se encuentran en condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa y ventilación. Para pasar a una sala de expedición y posteriormente a un transporte en el cual son sometidos a climas muy distintos y poco controlados (Ross Breeders, 2014).

Los llamados "pollitos de un día de vida" pueden, en realidad, tener más de 3 días de vida, porque el tiempo de la ventana de nacimiento entre el primer y último pollito nacido dentro de un mismo lote puede ser de 24 a 48 horas (Bautil *et al*., 2014). La legislación europea estipula que estos pollitos de un día de vida pueden ser transportados en un máximo de 24 horas dentro de las 72 horas después de nacer, y no pueden ser privados de agua y comida más de 72 horas (Reglamento CE Nº 1/2005). Esta privación se ha demostrado que afecta de manera negativa a los parámetros productivos (Decuypere *et al*., 2001).

De hecho, el transporte, el tipo de vehículo, la estación del año, la duración y/o distancia del viaje y el número de descargas durante cada viaje, son algunos de los factores a tener en cuenta, ya que pueden variar considerablemente, produciendo inestabilidades en las condiciones ambientales dentro del camión que podrían provocar deshidratación, estrés y bajas (Chou *et al*., 2004). Un estudio de Bergoug et al. (2013b) explica que la duración del transporte afecta de manera negativa al peso corporal hasta que los pollitos alcanzan los 21 días de edad, pero, sin embargo, la mortalidad no se ve afectada. Otros estudios más recientes reafirman este hecho, añadiendo que la duración del transporte afecta también de manera negativa al peso del vitelo, pero no a la calidad del pollito (Jacobs et al., 2016; Jacobs *et al.,* 2017).

Muchos otros factores también pueden contribuir al estrés del transporte como son el manejo, las vibraciones, las restricciones de espacio, el ruido y los contaminantes (Mitchell and Kettlewell, 1998; Mitchell *et al*., 2000). Por lo tanto, si el transporte desde las incubadoras a las granjas destino no es adecuado, la mayor parte del trabajo y tiempo invertido en obtener un pollito de calidad en sala de incubación se puede ver comprometido (Ross Breeders, 2014).

Debe tenerse en cuenta que se sabe muy poco acerca de las condiciones óptimas para el transporte de pollitos. El bienestar o estrés durante el transporte post-nacimiento y las correspondientes respuestas fisiológicas debido al microclima al que se ven expuestos, rara vez se han estudiado (Mitchell, 2009; Oviedo-Rondón *et al*., 2009).

Las experiencias comerciales actuales indican que es importante evitar altas temperaturas y mantener una ventilación adecuada durante el transporte de los pollitos para reducir la mortalidad en la primera semana de vida y obtener mejores resultados en el rendimiento (Oviedo-Rondón *et al*., 2009).

Algunos de los mayores problemas del transporte de pollitos en camiones con sistemas de refrigeración están relacionados con la heterogeneidad térmica dentro de los remolques de carga y la circulación inadecuada del aire (Quinn y Baker, 1997; Nazareno *et al*. 2015a, 2015b), resultando en posibles pérdidas económicas.

El microclima ideal para el transporte de pollitos de un día de vida varía porque dentro del remolque del camión existen dos ambientes distintos. Uno para el interior de las cajas y otro para la zona exterior (remolque), ambos tienen ciertas peculiaridades relacionadas con la temperatura y la humedad relativa (Nazareno *et al*., 2016).

En este sentido, son varias las recomendaciones que podemos encontrar en la literatura. Para el ambiente del remolque existen varias referencias. Por un lado, Meijerhof (1997) y Weeks y Nicol (2000) sugieren un rango de temperatura de 24 – 26ºC, sin realizar alusión a la humedad relativa. Mientras que Marques (1994) recomienda temperaturas entre 22 – 31ºC y una humedad relativa del 50%. Por último, la empresa de genética Ross (Ross Breeders, 2014) indica temperaturas de 22 – 28ºC y una humedad mínima del 50%.

Sin embargo, para el ambiente dentro de las cajas Nazareno et al. (2015a, 2015b) aconsejan un rango de temperaturas de 32 – 35ºC y una humedad relativa del 50 – 60%. Por otro lado, algunas empresas de genética (Ross Breeders, 2014) difieren recomendando un rango de temperaturas de 30 – 35ºC y una humedad relativa del 70 – 80%.

Actualmente, todavía no se conoce el gradiente térmico entre los dos ambientes existentes en el remolque y, por lo tanto, sus posibles efectos sobre las respuestas fisiológicas de los animales. El mantenimiento de la temperatura corporal en los pollitos se ve muy influenciando por las condiciones del microclima en el que se encuentran (Yahav *et al*., 2009; Nascimento *et al*., 2014).

Debido al desconocimiento actual de los parámetros en los cuales son transportados los pollitos de un día de vida, el objetivo de este estudio fue realizar una primera evaluación del microclima al que se ven expuestos durante el transporte.

Material y métodos

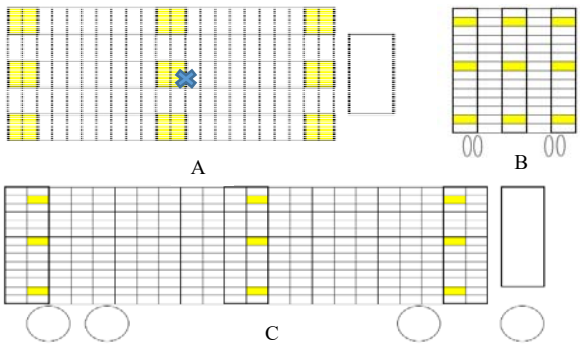

Figura 1. Distribución de las sondas dentro del camión, carga vista desde arriba (A), carga vista desde la zona trasera (B) y carga vista en lateral (C). La equis azul indica la posición de la sonda de CO2.

En este estudio se monitorizaron un total de 19 viajes realizados en condiciones comerciales entre los meses de mayo y junio de 2017. Para ello se instalaron dos equipos de sondas en dos camiones de una empresa avícola ubicada en España.

Cada uno de los equipos consta de un data logger, 27 sondas de temperatura y humedad relativa (HR) y una sonda de CO_2. La distribución de las sondas en los camiones fue la misma en todos los viajes. Las sondas de Tª/HR se repartieron en tres zonas dentro del camión: zona 1 (más cercana a la cabeza tractora del camión), zona 2 (coincidiendo con la línea central de

la carga) y zona 3 (más cercana a las puertas de descarga). Dentro de cada una de las tres zonas, en tres de los cinco carros que forman la hilera, se instalaron las sondas a tres alturas: altura 1 (arriba), altura 2 (medio) y altura 3 (bajo), siempre descartando la caja más alta y la más baja dentro del carro.

Por último, la sonda de CO_2, se ubicó en el centro de las cargas en la altura 3 (*Figura 1*). Las condiciones que presentaron los camiones fueron distintas; el camión 1 estaba equipado con 3 equipos de refrigeración, una capacidad de carga mayor y una temperatura de referencia para los termostatos de 27ºC, mientras que el camión 2 estaba provisto con 2 equipos de refrigeración, una capacidad de carga menor que el camión 1 y una temperatura de referencia para los termostatos de 25ºC.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se tuvieron en cuenta: temperatura, HR, CO_2, camión (1 o 2), viaje, movimiento (camión parado o en marcha, y tipo de parada), tiempo (hora), zona dentro del camión y altura. Para la variable CO_2 solo se obtuvieron registros de 10 viajes del camión 1.

Los datos se analizaron con el software estadístico libre R® 3.3.3. Diferentes pruebas ANOVA con uno o varios factores fueron utilizadas, así como el t-test para la comparación de medias. Se ha empleado una matriz de correlación y también un modelo lineal (función lm) para estudiar la relación y el efecto de las diferentes variables: temperatura (ºC), humedad relativa (%), CO_2 (ppm) y las posiciones dentro del remolque (zonas y alturas) de manera conjunta. Para todas las pruebas estadísticas, se consideró un nivel de significación del 5%.

Resultados y discusión

El camión 2 tuvo registros de temperaturas superiores y más variables (29,17 ± 2,24ºC) en comparación a su Tª de referencia (25ºC). En cambio, el camión 1 obtuvo una Tª media (27,81 ± 1,82ºC) muy similar a la Tª de referencia (27ºC) de su vehículo. En relación a las tres zonas mencionadas dentro del remolque, para los dos camiones las temperaturas más elevadas se encontraron en la zona 1. En cambio, las lecturas de HR más altas se localizaron en la zona 3 (*Tabla 1*). Las diferencias entre las 3 zonas fueron estadísticamente significativas (P = 0,0000) (*Figura 2*).

Tabla 1. Media (±DE) de las temperaturas (ºC) y HR (%) registradas en los dos camiones para todos los viajes clasificadas según zona dentro de camión.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Temperatura (°C)	29.50 ± 1.59	28.17 ± 1.85	26.89 ± 1.8
HR (%)	45.61 ± 5.21	47.73 ± 6.56	50.32 ± 8.61

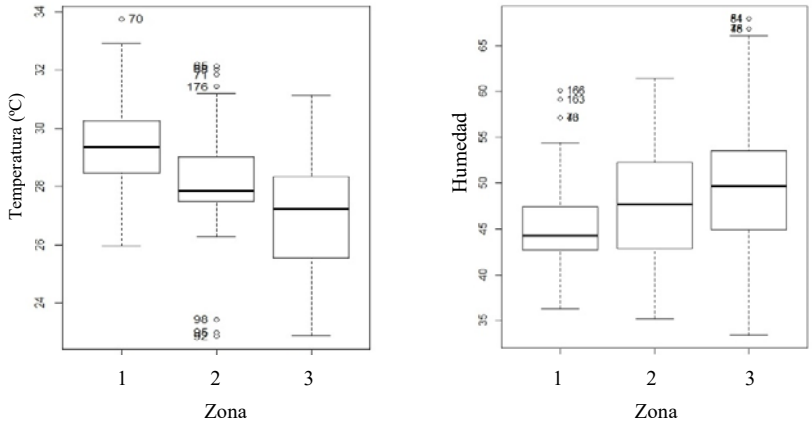

Figura 2. Distribución de los registros de temperatura (ºC) y humedad relativa (%) de todos los viajes distribuidos en las tres zonas.

Se detectó una tendencia marcada en los dos camiones, disminuyendo la temperatura desde la zona 1 hasta la zona 3 mientras que la HR se comportaba de manera contraria. En relación a la altura, tanto para Tª como para HR, no hubo diferencias estadísticamente significativas (todos los P >0,05), obteniendo medias muestrales muy similares para las tres alturas (*Tabla 2*).

Tabla 2. Media (±DE) de las temperaturas y HR registradas en los dos camiones para todos los viajes clasificadas según alturas en el carro.

	Altura 3	Altura 2	Altura 3
Temperatura (°C)	28.08 ± 2.11	28.37 ± 1.98	28.16 ± 2.06
HR (%)	48.06 ± 7.17	47.23 ± 7.17	48.29 ± 7.16

La correlación entre Tª y HR fue negativa (r = - 0.55) y estadísticamente significativa (P = 0,0000). Es decir, cuando la temperatura aumentaba, la HR disminuía y viceversa. El viaje, la zona y el camión fueron factores que tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la Tª y HR (todos los P < 0,05).

Para la variable CO_2, el patrón observado dentro del camión indica que los niveles más elevados se registraron durante la carga en la sala de incubación y en las paradas. Las medias de CO_2 más altas y fluctuantes se registraron antes de las 14:00 horas; en cambio los niveles más bajos se observaron a partir de las 19:00 horas (*Figura 3*).

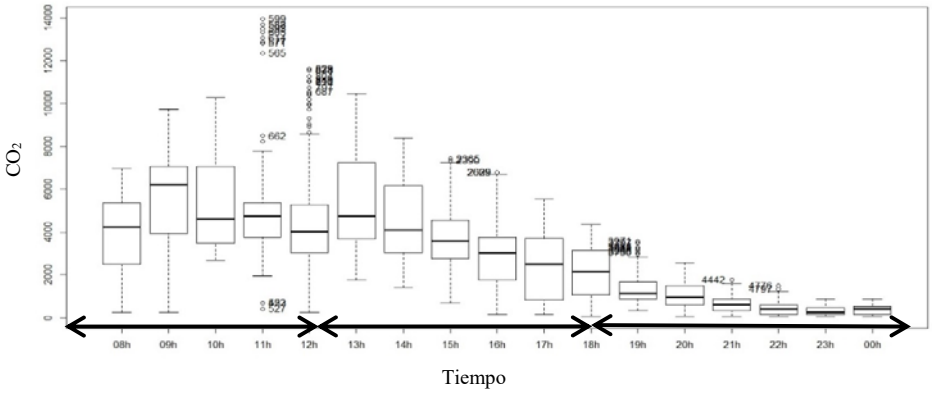

Figura 3. Distribución de los registros de CO_2 (ppm) según el tiempo a lo largo de las 24 horas para el total de los viajes (n=10).

Cabe destacar que se detectaron dos horas, las 9:00 y las 13:00, con unos niveles de CO_2 muy altos dentro de todo el periodo de transporte. En términos de homogeneidad, la mayor parte de los viajes tuvieron niveles de CO_2 similares; solo el viaje 3 mostró niveles de variabilidad de CO_2 muy altos (*Figura 4*). Además, tres factores tuvieron un impacto estadísticamente significativo (P <0,0000) sobre los valores de CO_2: el movimiento, el tiempo y el viaje.

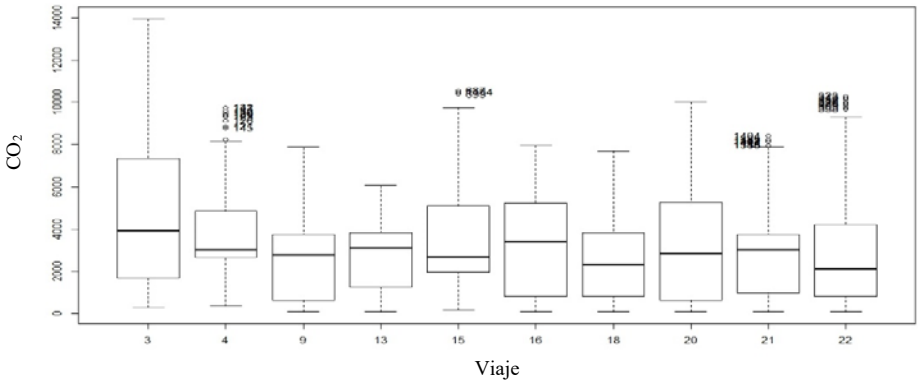

Figura 4. Distribución de los registros de CO_2 (ppm) según el viaje (n=10).

Las medias de temperatura y humedad relativa obtenidas en el seguimiento de los 19 viajes estarían dentro de las recomendaciones bibliográficas, a excepción de la zona más cercana a la cabeza tractora del camión. Esto coincidiría con el estudio realizado por Nazareno et al. (2015a) en el que indican que las peores regiones del remolque para el transporte de pollitos se localizaron en la parte delantera (zona 1) y parte central (zona 2).

En este estudio se pudo observar que el microclima al que se ven expuestos los pollitos durante el transporte es muy variable y heterogéneo, tanto que dentro de un mismo camión y viaje se pueden encontrar puntos con condiciones climáticas muy distintas dependientes del tiempo, la zona y el movimiento. Esta observación coincidiría con lo expuesto por Quinn et al. (1998) en su estudio, donde explicaron que las condiciones ambientales dentro de los camiones fueron muy heterogéneas para todas las descargas. Además, sugerían que la distribución de pollos muertos en el camión no se da al azar; más bien refleja la variación de la ventilación y las áreas de confort. Otro estudio más reciente también confirma que, tanto para temperatura como para humedad relativa, dentro del camión existe un microclima muy variable (Barbosa Filho *et al*., 2014).

Según Nazareno et al. (2015a) la razón para esta heterogeneidad térmica dentro del remolque, a lo largo de la carga, es la influencia de la circulación del aire (sistema de ventilación ineficiente), causando un amplio rango de temperatura, humedad relativa y entalpia especifica.

Otro factor que podría influir es la producción metabólica de calor que desprenden los pollitos durante el transporte. Este calor puede crear gradientes térmicos entre las distintas zonas del camión; estos gradientes pueden verse acentuados por el sistema de ventilación y renovación de aire resultando, a su vez, en una distribución heterogénea de las temperaturas y humedades a lo largo del interior del remolque.

Según el Real Decreto 692/2010, en el cual se establecen las normas mínimas para la protección de los pollos destinados a la producción de carne, la concentración de dióxido de carbono (CO_2) no debería superar las 3.000 ppm medidas al nivel de las cabezas de los pollos. En este estudio, las lecturas más altas se encontraron alrededor de las 10.000 ppm antes de realizar ninguna descarga De hecho, las lecturas más elevadas se dieron en el momento de carga de los pollitos. En la *Tabla 3* se puede observar la media de CO_2

para todos los viajes antes de realizar la primera descarga. Cabe destacar que la cantidad de pollos no siempre fue la misma; de ahí las diferencias en las medias según viaje. En todo caso, a pesar de tener muchos viajes de media carga, se puede observar que el único viaje que se acercó a este límite permitido en granja es el nº13.

Tabla 3. Media (±DE) de los valores de CO2 (ppm) registrados por cada viaje hasta la primera descarga.

Viaje	3	4	9	13	15	16	18	20	21	22
Media	7.915,52	6.424,23	4.165,27	3.685,16	5.941,38	5.886,22	4.175,79	6.302,22	4.510,78	5.092.90
DE	2.250,07	2.221,03	2.243,37	753,58	2.544,93	1.492,69	1.359,23	1.619,63	1.615,87	1.594,30

Por otra parte, los niveles más elevados de CO_2 fueron detectados durante la mañana y el mediodía. Esto fue así porque, en la mayoría de viajes, en este periodo del día todavía no se había realizado la primera descarga. Por el contrario, para estos mismos viajes, al llegar la tarde, el camión se encontraba vacío o con una cantidad menor de pollitos, por lo que era de esperar que los niveles más bajos se detectaran cuando el camión estaba vacío o casi sin carga.

El CO_2 es una variable de interés muy importante de la que, hasta el momento, se sabe muy poco. En la literatura consultada no hay ningún estudio en el que se haya tenido en cuenta esta variable. Solo en algunos manuales se pueden encontrar referencias que van de las 500 ppm hasta 1.500 ppm como referencia en el transporte, por lo que, son necesarios más estudios con el fin de caracterizar el microclima predominante durante el transporte, la naturaleza de los regímenes de ventilación y las consecuencias para los pollitos. Solo de esta manera se podrán desarrollar estrategias para mejorar las condiciones de transporte y el bienestar animal.

Bibliografía

BARBOSA FILHO, J.A.D., QUEIROZ, M.L.V., BRASIL, D.D.F., VIEIRA F.M.C., and SILVA, I.J.O. (2014) Transport of broilers: load microclimate during Brazilian summer. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering* **34** (3): 405–412. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162014000300003

BAUTIL, A., BUYSE, J., and EVERAERT, N. (2004) Interactions between spread of hatch and delayed feed access with emphasis on the intestinal lipase activity. MSc Diss. KU Leuven, Leuven. 2014.

BERGOUG, H., GUINEBRETIERE, M., TONG, Q., ROULSTON, N., ROMANINI, C. E. B., EXADAKTYLOS, V., MCGONNELL, I. M., DEMERS, T. G. M., VERHELST, R., BAHR, C., BERCKMANS, and ETERRADOSSI, N. (2013a) Effect of pre-incubation and incubation conditions on hatchability, hatch time and hatch window, and effect of posthatch handling on chick quality at placement. *World's Poultry Science Journal* **69**: 313–314.

BERGOUG, H., GUINEBRETIERE, M., TONG, Q., ROULSTON, N., ROMANINI, C. E. B., EXADAKTYLOS, V., BERCKMANS, D., GARAIN, P., DEMMERS, T. G. M., MCGONNELL, I. M., BAHR, C., BUREL, C., ETERRADOSSI, N., and MICHEL, V. (2013b) Effect of transportation duration of 1-day-old chicks on postplacement production performances and pododermatitis of broilers up to slaughter age. *Poultry Science* **92**: 3300–3309.

CHOU, C. C., JIANG, D. D., and HUNG, Y. P. (2014) Risk factors for cumulative mortality in broiler chicken flocks in the first week of life in Taiwan. *British Poultry Science* **45**(5): 573–77.

DECUYPERE, E., TONA, K., BRUGGEMAN, V., and BAMELIS, F. (2001) The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. *World's Poultry Science Journal* **57**: 127-138.

JACOBS, L., DELEZIE, E., DUCHATEAU, L., GOETHALS, K., AMPE, B., LAMBRECHT, E., GELLYNCK, X., and TUYTTENS, F.A.M. (2016) Effect of post-hatch transportation duration and parental age on broiler chicken quality, welfare, and productivity. *Poultry Science* **95**(9): 1973-1979.

JACOBS, L., DELEZIE, E., DUCHATEAU, L., GOETHALS, K., AMPE, BUYSE, J., and TUYTTENS, F.A.M. (2017) Impact of transportation duration on stress responses in day-old chicks from young and old breeders. *Research in Veterinary Science* **112**: 172-176.

MARQUES, D. (1994) **Fundamentos básicos de incubação industrial**. 2nd Edition, São Paulo, Brasil, (ed.) Casp S/A Indústria e Comércio, 1994. Pp. 120-132.

MEIJERHOF, R. (1997) The importance of egg and chick transportation. *World Poultry* **13**(11): 17-18.

MITCHELL, M. A., and KETTLEWELL, P. J. (1998) Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: Solutions not problems!. *Poultry Science* **77**: 1803-1814.

MITCHELL, M. A., CARLISLE, A. J., HUNTER, R. R., and KETTLEWELL, P. J. (2000) The responses of birds to transportation. In: *Proceedings of the World Poultry Congress,* pp. 1-14. Montreal, Canada, 22nd-24th August 2000.

MITCHELL, M.A. (2009) Chick transport and welfare." *Avian Biology Research* **2**(1-2): 99-105. http://dx.doi.org/10.3184/175815509X431894

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S., PEREIRA, D. F., and NEVES, D. P. (2014) Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte**.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **18**(6): 658–663. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662014000600014&script=sci_arttext

NAZARENO, A. C., SILVA, I. J. O., VIEIRA, F. M. C., and SANTOS, R. F. S. (2015a) One day-old chicks transport: Assessment of thermal profile in a tropical region. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **19**: 663-667.

NAZARENO, A. C., SILVA, I. J. O., VIEIRA, F. M. C., and SANTOS, R. F. S., 2015b. "Temperature mapping of trucks transporting fertile eggs and day-old chicks: Efficiency and/or acclimatization?" *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19: 134–139.

NAZARENO, A. C., SILVA, I. J. O., and FERNANDES, D. P. B. (2016) Prediction of mean surface temperature of broiler chicks and load microclimate during transport. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering* **36**(4): 593-603. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n4p593-603/2016

OVIEDO-RONDÓN, E. O., WINELAND, M.J., SMALL, J., CUTCHIN, H., MCELROY, A., BARRI, A., and MARTIN, S. (2009) Effect of incubation temperatures and chick transportation conditions on bone development and leg health. *Journal of Applied Poultry Research* **18**(4): 671–78.

QUINN, A. D., and BAKER, C. J. (1997) An investigation of the ventilation of a day-old chick transport vehicle. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* **67**: 305-311.

QUINN, A. D., KETTLEWELL, P.J., MITCHELL, M.A., and KNOWLES, T. (1998) Air movement and the thermal microclimates observed in poultry lairages. *British Poultry Science* **39**(4): 469-476.

REGLAMENTO (CE) 1/2005 del Consejo, de 22 de diciembre de 2004, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2005-80006

ROSS BREEDERS (2014). Chick Management. Ross Broiler Management Handbook. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf

VALROS, A., VUORENMAA, R., and JANCZAK, A. M. (2008) Effect of simulated long transport on behavioural characteristics in two strains of laying hen chicks." *Applied Animal Behaviour Science* **109**: 58-67.

WEEKS, C., and NICOL, C. (2000) Poultry handling and transport. In: *Livestock Hanling and Transport*, 2nd Edition, Grandin, T.(ed.), CAB International, Wallingford, 2000. pp.363-384

YAHAV, S., SHINDER, D., RUZAL, M., GILOH, M., and PIESTUM, Y. (2009) Controlling body temperature—the opportunities for highly productive domestic fowl. In: CISNEROS, A.B.; GIONS, B. L. (Ed). *Body temperature regulation*. New York: Nova Science, 2009. pp.65–98.