INFLUENCIA DEL PROCESADO-BIENESTAR SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE DEL BROILER

Mr. Steve Wotton y Ms. Lindsay Wilkins
Universidad de Bristol/UK.

Influencia del procesado-bienestar sobre la calidad de la canal y la carne del broiler

Steve Wotton y Lindsay Wilkins
AWTraining, University of Bristol - School of Veterinary Science
Langford - Bristol BS40 5DU

El contenido del título de esta presentación constituye un tema que podría cubrir fácilmente el día entero de esta conferencia; tal es la envergadura y el número de operaciones que comprende el procesado primario en un matadero de aves, máxime cuando se considera en términos de las consecuencias potenciales que comportan para el bienestar de las aves y sobre la calidad del producto resultante. Por supuesto que hay buenas razones morales y éticas por las que debemos estar preocupados por los aspectos del bienestar animal. Sin embargo, por la naturaleza de la industria avícola, dado el enorme número de aves implicadas, es difícil atender al bienestar de las aves de forma individual, sino se presta una especial consideración a las consecuencias de las distintas operaciones involucradas. Si se puede demostrar que existe una relación entre bienestar y calidad subsiguiente, existe un beneficio inmediato y obvio en la promoción de buenas prácticas de bienestar animal. Para definir la calidad es necesario tener en cuenta un amplio rango de características del producto, pero nosotros la definiremos en base a los siguientes atributos: apariencia (especialmente daños por máquinas), higiene, calidad del magro, rendimiento y porcentaje de segundas de naturaleza hemorrágica. Todas estas características son importantes pero por limitaciones de tiempo, esta presentación se centrará en la calidad de la canal y de la carne.

Los mataderos que se orienten hacia los problemas relacionados con un bienestar animal deficiente se verán recompensados por mejoras en la calidad del producto. Por tanto, el bienestar animal no es tan sólo un tema a tener en cuenta "si te importa"o "eres sensible". Incluso sino importa, es imposible alcanzar los altos niveles de calidad requeridos por un mercado global creciente, sino se tiene en cuenta el bienestar de las aves. Hasta hace poco, todos los aspectos del bienestar animal podían ser ignorados, porqué no influían de forma significativa sobre el negocio. En la actualidad el eslabón perdido que representaban los altos niveles de bienestar

animal, está aumentando el valor añadido de la industria de la producción avícola en todo el mundo.

La producción avícola se caracteriza por una serie de procedimientos de control cuyo objetivo es asegurar que las aves alcancen el peso/edad de sacrificio en condiciones óptimas, pero a menudo, en este punto, el control del proceso productivo se pierde. Allí donde la falta de control da lugar a deficiencias en el bienestar animal, con consecuencias potenciales sobre la calidad final de producto, es imposible rectificar la situación mas adelante: si entra mala calidad, sale mala calidad. Al final de la vida productiva, los animales se exponen a una secuencia de procesos, que son complejos y prolongados. Implica la retirada de su entorno productivo, limitaciones de espacio dentro del sistema de transporte, transporte, tiempo de reposo en el matadero y finalmente, desplazamiento hasta el punto de aturdido y sacrificio. Mientras que, en general, se habrán tomado muchas precauciones para asegurar que los animales destinados a la producción de carne se críen de forma que se puedan presentar en condiciones óptimas, los sucesos que conducen hasta ell punto de sacrificio, es muy improbable que añadan valor al animal vivo o en canal. La esencia de una buena práctica implica llevar a cabo controles sobre toda la secuencia de procesos que comprende el procesado primario, para limitar el daño infligido en los animales vivos y en su calidad subsiguiente. (Cuadro nº 1).

La carga, transporte y descarga en matadero son procesos de difícil control, y como principio general, todos los sistemas de transporte imponen un abanico de desafíos, que se añadirán a aquellos impuestos por la preparación de la carga; por ejemplo la retirada de agua y pienso, y el propio proceso de captura de los animales. Una serie de esquemas de aseguramiento de la calidad incluyen instrucciones muy detalladas para realizar el proceso de captura de las aves, que pretenden controlar y así proteger el bienestar de las aves durante este proceso. Sin embargo, incluso si se siguen al pie de la letra estas prácticas prescritas, se incurre en estrés y lesiones que ocasionan daños en los animales. Dado que en la mayoría de los casos, las condiciones de transporte son peores a las deseables, tiene sentido intentar minimizar el tiempo dedicado al transporte. Una consecuencia tangible de un transporte largo es una aumento en la incidencia de la Mortalidad Durante el Transporte (MDT). En la

industria avícola ha habido una tendencia a la reducción de los tiempos de transporte, mediante la limitación del radio de distancia a las granjas proveedoras del matadero. Sin embargo, después de la descarga de los módulos en la planta de procesado, las condiciones internas dentro del módulo de transporte no son mucho mejores y de hecho, la ventilación reducida puede incluso empeorar el ambiente. Un control cuidadoso de los horarios puede ser altamente beneficioso para reducir el nivel de MDT.

Esta aves muertas representan una pérdida completa de valor económico, y por supuesto es indiscutible que el bienestar individual de las aves ha sido severamente comprometido. Si se consideran las causas de esta mortalidad, es evidente que la mayoría de las canales habrían sido adecuadas para el consumo humano. Se ha determinado que las causas principales de la MDT se deben a fallos cardíacos congestivos y por los traumatismos infligidos durante la captura de las aves en la granja (Gregory y Austin, 1992).

Cuadro nº 1. Causas probables de las segundas en mataderos de pollos.

Defecto	**Causa**
Defectos de Calidad de la Canal:	
- Puntas de Alas Rojas.	Aleteo Ante-mortem. Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido. Sangre residual por un desangrado deficiente. Sobresalto pre-aturdido. Desplumado mecánico.
- Pigostilos rojos.	Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido.
- Bases de la plumas rojas.	Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido. Desplumado mecánico.
- Venas de las alas hiperémicas.	Sangre residual por un desangrado deficiente.
- Hemorragias en venas de alas y dorso	Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido. Desplumadoras moviendo sangre al exterior de venas rotas.

Defectos de Calidad de la Carne:

- Hemorragias en pechuga.	Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido. Fuerza de contracción por espasmo muscular.
- Hemorragias en Muslos.	Presión por proceso de captura y/o colgado. Posición de las patas durante el colgado. Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido.
- Fracturas óseas.	Elevado amperaje de la corriente eléctrica de aturdido. Alta presión de desplumado. Fuerza de contracción por espasmo muscular.
- Manchas de sangre en el fileteado.	Sangre residual por un desangrado deficiente.

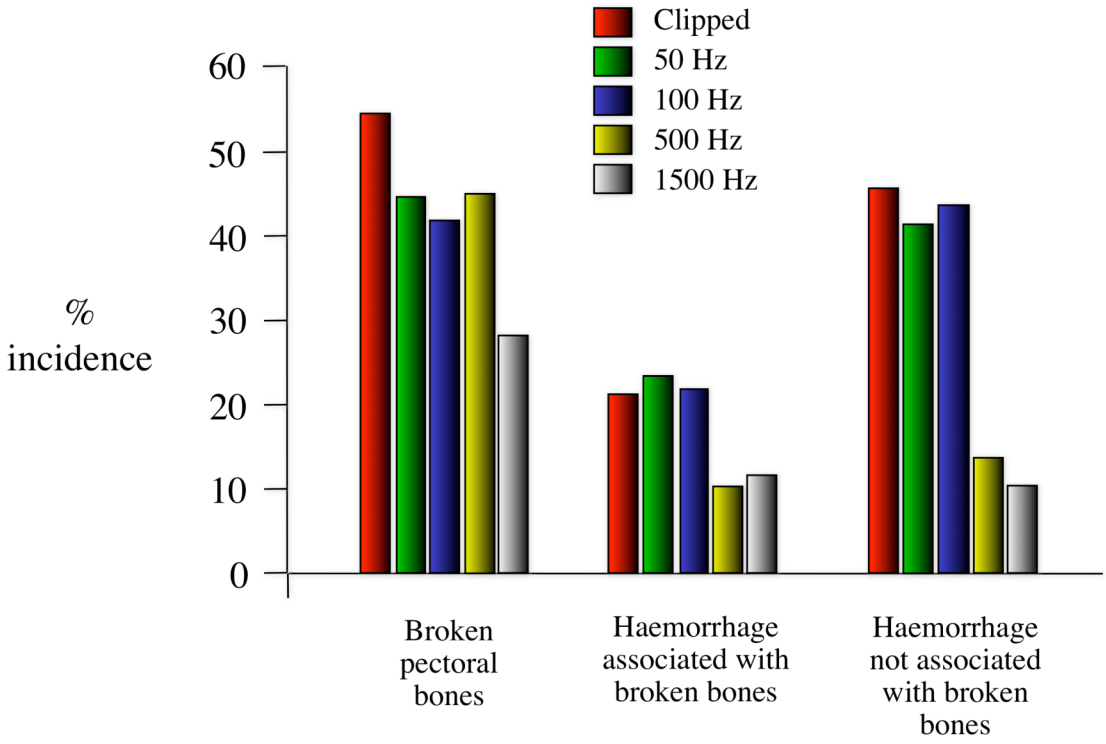
(Wotton y Wilkins, 2004)

El aturdido eléctrico es el método más común empleado por la industria avícola para conseguir aves inconscientes de forma inmediata antes de proceder al sacrificio, tal como exige la legislación (WASK 1995). Las aves son aturdidas eléctricamente mediante el paso de corriente a través del encéfalo, que a su vez se consigue mediante el paso de la corriente a través del cuerpo entero del ave, entre el baño de agua y el rail de la cadena de sacrificio conectado a tierra.. La última parte de este proceso es el más crítico desde el punto de vista de la calidad. Para proteger el bienestar del ave es necesario que circule a través de cada ave una cantidad de corriente eléctrica suficiente como para asegurar un aturdido efectivo, pero dado que los baños de agua utilizan un voltaje fijo, la corriente real que recibe cada ave viene determinada por la resistencia individual de cada circuito paralelo en un baño de agua con muchas aves (Wotton and Wilkins, 2004).

Está claro que se puede proteger el bienestar de cada ave mediante un voltaje en el baño de agua por encima del que sería necesario para dar lugar a un flujo de corriente eléctrica medio de acuerdo con las recomendaciones incluidas en el Anejo 1 del Borrador de la Regulación del Consejo sobre la Protección de los Animales en el momento del Sacrificio, 2008.

Sin embargo, los flujos de corriente por el cuerpo en exceso ocasionan perjuicios en la canal, fundamentalmente debidos a una estimulación muscular directa, proporcional al nivel de corriente eléctrica recibido. Por esta razón, a menudo existe la tendencia a disminuir el aspecto de bienestar para proteger la calidad de la canal, mediante una disminución del voltaje aplicado. Con todo, se puede disminuir la variación del flujo de corriente entre las aves en el baño de agua común minimizando la variabilidad de su resistencia. Esta situación reduciría la probabilidad de que las aves reciban un flujo de corriente insuficiente y que, por tanto, salgan de este proceso poco aturdidas por una lado y con un elevado perjuicio en la canal por otro. Además, utilizando combinaciones de frecuencias de formas de onda, que tienen características diferentes al voltaje principal (Corriente Alterna sinusoidal a 50Hz de frecuencia), algunos de los efectos negativos del aturdido eléctrico sobre la calidad de la canal subsiguiente también pueden ser minimizados. Esto es particularmente cierto cuando se utilizan altas frecuencias de formas de onda (Gráfico nº 1). Así, en términos generales, al aumentar la frecuencia de las formas de onda disminuye la fuerza de contracción causada por la estimulación muscular directa, que a su vez da lugar a una disminución de fracturas óseas y de hemorragias musculares.

Gráfico nº 1. Influencia de la frecuencia del aturdidor del baño de agua sobre la incidencia de fracturas óseas y de hemorragias en pechuga en broilers.



(Gregory et al, 1991)

Finalmente, el problema de la variabilidad del flujo de corriente eléctrica entre las aves podría ser resuelto mediante el desarrollo comercial de una unidad de aturdido que trabajara con un control de corriente constante de modo que compensara automáticamente la variación de la resistencia entre aves (Sparrey et al, 1993).

Debido a los claros beneficios asociados con el uso de altas frecuencias de formas de onda, una buena parte de la industria avícola ha abandonado la forma de frecuencia convencional a base de Corriente Alterna (CA) sinusoidal de 50 Hz de frecuencia, porqué la falta de control conduce a serios perjuicios en la canal. Sin embargo, investigaciones recientes se han fijado en si las altas frecuencias y el uso de diferentes formas de onda se ajustan a la ley en términos de "inmediatez", dónde tanto la Directiva del Consejo (1993), como las regulaciones WASK (1995) definen el aturdido en relación al animal como cualquier proceso que causa la inmediata pérdida de consciencia que se prolonga hasta la muerte. Raj et al (2006a,b,c) estudiaron las intensidades de corriente mínimas (mA) (Cuadros nº 2 y 3) mediante una fuente de

corriente de voltaje variable/intensidad constante y utilizando los siguientes criterios para determinar un aturdido efectivo de las aves en el laboratorio:

- Valorar subjetivamente el Electroencefalograma (EEG) en cuanto a la presencia de actividad "poli-picos" (polyspike)
- Medir objetivamente el EEG (contenido total de potencia) pre-aturdido vs post-"poli-picos".
- Aturdido efectivo si la magnitud del "poli-pico" es ≤10% del valor pre-aturdido.

Utilizando estos criterios Raj et al (2006a) mostraron que las frecuencias sinusoides de CA por encima de 800 Hz son ineficaces; incapaces de producir un estado inmediato de inconsciencia (≤1 segundo post aplicación, ver Cuadro nº 2), y que al aumentar progresivamente la frecuencia de 50 a 800 Hz necesitaron niveles crecientes de intensidad de corriente para producir un aturdido inmediato.

Cuadro nº 2. Intensidad de corriente mínima para conseguir un aturdido efectivo mediante Corriente Alterna Sinusoidal (Raj et al, 2006a)

Frecuencia (Hz)	**Corriente Mínima Recomendada (mA por ave)**
Hasta to 200	100
201 a 600	150
601 a 800	200
801 o más *	No recomendada

* el uso de frcuencias sinusoidales de CA de 800 Hz o más no debe ser utilizada porqué incluso un corte ventral en cuello no es capaz de prevenir una recuperación de la consciencia en los pollos antes de la muerte producida por desangrado.

Raj et al (2006b,c) también han investigado la influencia de formas de onda de corriente continua (CC) pulsátiles sobre la aparición de inconsciencia inmediata (≤1 segundo post-aplicación, ver Cuadro nº 3)

Cuadro nº 3 Intensidad de corriente mínima para conseguir un aturdido efectivo mediante CC pulsátil con ratio de espacio de marco de 50:50.

Frecuencia (Hz)	**Intensidad de Corriente (mA por ave)**
Hasta 200	200
201 a 600	No recomendada
601 a 800	No recomendada
801 o más	No recomendada

Los resultados para CC pulsátil sugieren que la anchura mínima de cada impulso debe ser un 30% del ciclo de la corriente eléctrica, pero en esta situación un pico de intensidad de corriente de 400 mA es la intensidad mínima recomendada para un aturdido inmediato. Con todo Raj et al (2006c) desaconsejan el uso de CC pulsátil en el baño de agua de aturdido de las aves por ser menos efectiva que la onda senusoisal de la CA.

En este sentido, en nuestra Universidad se han realizado dos proyectos MSc (Máster) para estudiar la influencia de la CA sinusoidal hasta 800 Hz sobre diversos aspectos de la calidad de la canal y de la carne (Magallon, 2005 & Barker, 2006). Hasta ese momento se creía que aumentando la frecuencia de la onda aplicada daría lugar a un menor porcentaje de segundas (Gregory et al, 1991) y que aumentando la intensidad de la corriente, aumentaría el nivel de segundas (Gregory y Wilkins, 1989). Basándonos en los resultados de estos recientes estudios comparativos de bienestar/calidad con elevadas frecuencias de CA, se halló que 600Hz CA/150mA/ave era la recomendación óptima (Barker, 2006). Todavía no se ha realizado el estudio equivalente con CC pulsátil (50:50) hasta un máximo de intensidad recomendada de 200 mA. Con todo, incluso esta combinación es muy improbable que alcance los niveles de calidad conseguidos con elevadas frecuencias de CA.

Todos los resultados anteriores (Raj et al, 2006a,b,c) fueron determinados mediante la aplicación de corriente eléctrica durante 1 segundo en un baño de agua experimental y sugieren que una elevada frecuencia de CA y una CC pulsátil son ineficaces para dar lugar a un aturdido inmediato (menos de 1 segundo) en los pollos.

En principio esta conclusión parece indicar que la aplicación rutinaria de formas de onda de elevada frecuencia con las intensidades de corriente utilizadas habitualmente es inaceptable. Sin embargo, lo que no está claro es si el efecto directo de voltajes cambiantes sobre las membranas neuronales interrumpen inmediatamente la función neuronal durante la aplicación de corriente en un baño de agua, si se ha alcanzado o no el umbral para la generación de actividad "poli-pico". Esta posibilidad necesita ser estudiada.

Hasta que los fabricantes de equipo no comercialicen un aturdidor multi-ave en baño de agua de intensidad de corriente constante, es muy importante calibrar los parámetros eléctricos utilizados para aturdir a las aves. La CA de baja frecuencia (50 Hz), tal como se muestra en el Gráfico nº 2 se calibra en términos de Valor Eficaz (VE, valor cuadrático medio), que es equivalente al efecto de calentamiento de un voltaje de CA comparado con un voltaje a CC y puede ser igualado al área bajo la curva de la forma de onda. Cuando se aplica una CC pulsátil, el área bajo la curva pude ser reducida de forma significativa cuando se compara con una CA de oscilación pico a pico similar.

Gráfico nº 2. Forma de onda sinusoidal

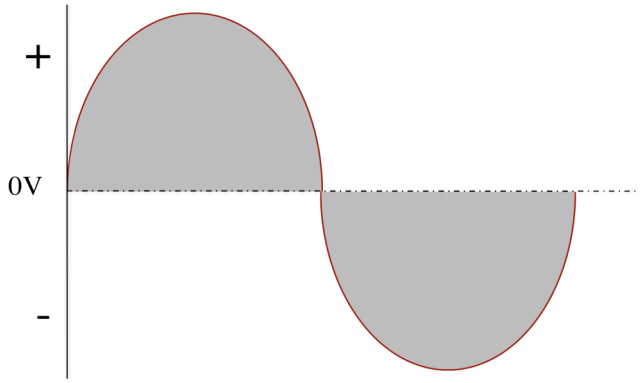
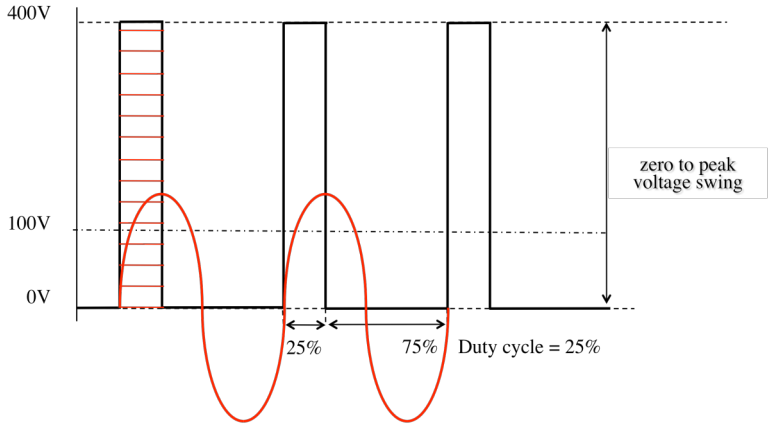


Gráfico nº 3. Forma de onda de CC pulsátil comparada con una CA sinusoidal de voltaje de VE similar.



El voltaje de VE (Gráfico nº 3) = 100 voltios, es decir 0.25 x (0 – oscilación entre picos de voltaje). El área bajo la curva se reduce pero la oscilación de cero a pico es aumentada y es unipolar. Además, la forma de onda de CC pulsátil mostrada en el Gráfico nº3 tiene un ciclo de trabajo del 30%, es decir la duración del pulso es 0.6 ms (30% de la forma de onda completa) y por tanto la forma de onda es desconectada durante 1.4 ms. En comparación, el ciclo de trabajo de la CA sinusoidal (Gráfico nº 2) es del 100% porqué la forma de onda cruza el voltaje 0 de forma momentánea y por tanto el valor del VE verdadero para una CC pulsátil será significativamente inferior al de una CA. En conclusión el VE verdadero, por si solo es un dato insuficiente para calibrar formas de onda de CC pulsátiles. En este caso se requiere

1. El ciclo de trabajo.
2. El voltaje de VE verdadero.
3. La intensidad del VE verdadero.

Nota: El voltaje pico se puede calcular a partir de 1 y 2.

Wotton (2000) demostró que se puede diseñar y construir un aparato registrador de intensidad de corriente lo suficientemente robusto, como para aguantar los rigores del corto trayecto a lo largo de la línea de procesado, a través del aturdidor de baño de agua.

El proceso primario final que puede tener un impacto significativo sobre el bienestar de las aves es, por supuesto, el sacrificio propiamente dicho, que habitualmente se lleva a cabo mediante el corte automático en cuello. De modo particular, cuando se han utilizado formas de onda de elevada frecuencia para inducir el aturdido, es fundamental que este proceso se lleve a cabo de forma adecuada. Desgraciadamente, en muchos casos, esto no es así. La legislación es clara en cuanto a los vasos sanguíneos que deben ser cortados, pero allí donde las aves no han muerto durante el proceso de aturdimiento, el corte de sólo una arteria carótida, probablemente es inadecuado. Al igual que sucede con otros procesos, existe también una relación entre buenas prácticas de bienestar animal y la aparición de menos segundas en la canal final, que nosotros sugerimos que requiere el corte de todos los tejidos blandos del cuello. La investigación sobre bienestar (Raj y otros, 2006a,b,c) sugiere que el aturdimiento eléctrico de pollos mediante baño de agua con un mínimo de VE de CA de 100 mA por ave utilizando 100 ó 200 Hz ó, 150 mA por ave utilizando 201 a 600 Hz ó, 200 mA por ave utilizando 601 a 800 Hz ó, CC pulsátil (50:50) de 200 mA por ave utilizando 200 Hz, sería adecuado para asegurar el bienestar del ave en condiciones comerciales, siempre que ambas carótidas sean cortadas en el momento del sacrificio. Hay que recordar que estos valores son recomendaciones mínimas y se deben adaptar a la variación de intensidad de corriente que existe ave a ave en los aturdidores eléctricos de baño de agua utilizados en la práctica, y la industria debería favorecer el desarrollo comercial de un aturdidor multi-ave de baño de agua de intensidad constante.

Gráfico nº 4. Influencia del sangrado sobre distintas situaciones de segundas en matadero.

Proportion of birds downgraded (%)	Dead birds		Live birds
	Not bled	Good bleed	Good bleed
Wing haemorrhage	57	11	2
Red wing tips	85	21	2
Red feather tract	52	1	1
Red pygostyles	19	1	0

(adaptado de Gregory y Wilkins, 1989)

La influencia del inicio de la parada cardiaca y del corte ventral del cuello (buen sangrado) o un mal sangrado (sin sangrado) fue mostrada por Gregory y Wilkins (1989). Todas las aves recibieron la misma intensidad de corriente (control de intensidad de corriente constante) a 50 Hz de una CA sinusoidal que dio lugar a dos tercios de aves aturdido a muerte y un tercio de aves de aturdido a aturdido. Las aves que estaban vivas después del aturdimiento recibieron un corte ventral completo de las dos arterias carótidas, y la mitad de las aves que murieron en el aturdidor recibieron el mismo corte completo ventral y las restantes no fueron sangradas (Gráfico nº 4). Estos autores demostraron un aumento significativo tanto de hemorragias en ala como de puntas de alas rojas en las aves que murieron en el aturdidor (poco movimiento post sangrado para ayudar a la pérdida de sangre), mientras que las bases de las plumas rojas y los pigostilos rojos reflejaban la eficacia del corte del cuello.

Raj et al, (2006c) mostraron que cuando los broilers fueron sangrados utilizando un corte en cuello ventral cortando ambas arterias carótidas, el tiempo medio al comienzo de menos del 10% de la potencia pre-aturdidor en el EEG (bandas de frecuencia 2-30 Hz) fue de 15.5 ±2.07 s, que fue significativamente más corto que

el procedimiento de corte en cuello unilateral (37.6 ±14.33 s). Estos resultados refuerzan los obtenidos previamente por Gregory y Wotton (1986), quienes indicaron que cuando se utilizan formas de onda aturdido a aturdido en aturdidores de baño de agua, es fundamental el corte de ambas arterias carótidas durante el corte del cuello, para prevenir que las aves recuperen la consciencia durante el sangrado.

Debido en parte a los problemas inherentes a la dificultad de controlar el proceso eléctrico, se ha contemplado el desarrollo de sistemas de sacrificio de las aves en base a gases, análogos a las unidades de CO_2 utilizadas en el sacrificio de cerdos en todo el mundo. Tales sistemas tienen ventajas importantes en cuestión de bienestar animal, puesto que eliminan todo el manejo del ave viva después de la captura en granja, y así se previene el estrés y daño asociado al colgado e inversión, así como la posibilidad de que las aves reciban una intensidad de aturdimiento insuficiente o pierdan el aturdimiento. Las ventajas comerciales son igualmente grandes en el sentido de que la calidad de la canal procesada se ve mejorada en comparación con las canales procedentes de aves que han sido procesadas por el método convencional.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Department for Environment Food and Rural Affairs por financiar la mayor parte de este trabajo.

Bibliografía:

AGL Consultancy Ltd. www.aglconsultancy.com

Barker, R. 2006 The Effect of Waterbath Stunning Current, Frequency and Waveform on Carcass and Meat Quality in Broilers. MSc Dissertation. University of Bristol.

Council Directive 93/119/EC of 22 December 1993 on the protection of animals at the time of slaughter or killing.

Draft Council Regulation on the Protection of Animals at the time of Killing, 2008. http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/slaughter/proposal_en.pdf

Gregory, N.G. and Austin, S.D. 1992. Causes of trauma in broilers arriving dead at poultry-processing plants. The Veterinary record. Vol:131 iss:22 pp:501 -503.

Gregory, N.G. and Wilkins, L.J. 1989. Effect of stunning current on carcass quality in chickens. Veterinary Record 124, 530-532.

Gregory, N.G. and Wilkins, L.J. 1989. Effect of ventricular fibrillation at stunning and ineffective bleeding on carcass quality defects in broiler chickens. British Poultry Science. 30: 825-829.

Gregory, N.G., Wilkins, L.J. and Wotton, S.B. 1991. Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. British Veterinary Journal. 147, 71-77.

Gregory, N.G. and Wotton, S.B. 1986. Effect of slaughter on the spontaneous and evoked activity of the brain. British Poultry Science. 27, 195-205.

Magallon, S. 2005 Evaluation of the effect of changing the waterbath stunning current from pulsed DC at 500 Hz to sinusoidal AC at 200 Hz, on carcass and meat quality in broilers. MSc Dissertation. University of Bristol.

Raj, A.B.M. O'Callaghan, M. and Knowles, T.G. 2006a. The effects of amount and frequency of alternating current used in water bath stunning and of slaughter methods on electroencephalograms in broilers. Animal Welfare. 15. 7-18.

Raj, A.B.M. O'Callaghan, M. and Hughes, S.I. 2006b. The effects of amount and frequency of pulsed direct current used in water bath stunning and of slaughter methods on electroencephalograms in broilers. Animal Welfare. 15. 19-24.

Raj, A.B.M. O'Callaghan, M. and Hughes, S.I. 2006c. The effects of pulse width of a direct current used in water bath stunning and of slaughter methods on spontaneous electroencephalograms in broilers. Animal Welfare. 15. 25-30.

Sparrey, J.M., Kettlewell, P.J., Paice, M.E.R. and Whetlor, W.C. 1993. Development of a constant current waterbath stunner for poultry processing. *Journal of Agricultural Engineering Research* 56, 267-274.

The Welfare of Animals (Slaughter or Killing) Regulations. 1995 *Statutory Instrument No. 731* (London HMSO).

Wotton S.B. and Wilkins, L.J. 2004. Primary Processing of Poultry. In Measuring and Auditing Broiler Welfare. Edited by C.A. Weeks and A. Butterworth. CABI. 161-180.

Wotton, S.B. 2000. The development of a Poultry Stun Monitor for the measurement of current flow in poultry waterbath stunners. MSc Thesis, University of Bristol