

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 605**

51 Int. Cl.:

**A22B 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08150478 .9**

96 Fecha de presentación: **22.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2055191**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.05.2009**

54 Título: **Método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de corral usando baja presión atmosférica controlada**

30 Prioridad:  
**05.11.2007 US 935219**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.05.2012**

73 Titular/es:  
**BRUNO CATTARUZZI  
VIA IV NOVEMBRE 34  
25010 SAN ZENO NAVIGLIO, (BRES, IT y  
HOLLIS CHEEK**

72 Inventor/es:  
**Cattaruzzi, Bruno y  
Cheek, Hollis**

74 Agente/Representante:  
**Linage González, Rafael**

ES 2 381 605 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de corral usando baja presión atmosférica controlada

5 La presente descripción se refiere de manera general a un método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de corral, y más particularmente a un método para aturdir y sacrificar aves de corral usando un sistema de baja presión atmosférica. Se conoce un método de la técnica anterior a partir del documento EP-A-1609365. En particular, se colocan las aves en una cámara sellada y se reduce la presión en la cámara a una velocidad continua hasta una presión de descompresión objetivo y se mantiene a la presión de descompresión durante un periodo de tiempo hasta que las aves de corral alcanzan un estado de muerte. El sacrificio a baja presión atmosférica es más compasivo que las técnicas de sacrificio tradicionales y da como resultado una excelente calidad de carne.

15 En la industria del procesamiento de aves de corral, las aves de corral tales como gallinas, pollos, pavos y similares, se procesan en mataderos para dar productos destinados al consumo humano. Antes de que las aves puedan procesarse, en primer lugar deben aturdirse y luego sacrificarse. El aturdimiento de las aves puede conseguirse, por ejemplo, exponiendo las aves brevemente a una tensión eléctrica o colocando las aves de corral en una sala que contiene un gas de aturdimiento. El aturdimiento, o bien por medio de una tensión eléctrica o bien de alguna otra manera, deja a las aves inconscientes o semiconscientes, de modo que las aves no lucharán por liberarse durante el procesamiento adicional y no estarán conscientes en el momento de la muerte. Una vez que están aturridas, las aves de corral normalmente se sacrifican cortándoles el cuello, de modo que las aves de corral sangrarán hasta morir. Alternativamente, las aves de corral pueden exponerse de nuevo a una tensión eléctrica, y electrocutarse.

25 En la actualidad, la mayoría de las aves se aturden mediante choque eléctrico. Este método generalmente es fiable y seguro. Sin embargo, antes del aturdimiento, las patas de las aves se colocan en grilletes forzándolas a permanecer en una posición cabeza abajo cuando se aturden. Esta posición eleva la corticosterona en sangre, una hormona integral para el bienestar general de las aves, indicando niveles de estrés aumentados. Además, las aves pueden luchar antes de ser sometidas a choque, lo que puede dar como resultado alas rotas y otro daño a las aves de corral, reduciendo de ese modo el valor de la carne obtenida de las aves de corral, y aumentando también el grado de sufrimiento de las aves.

30 El aturdimiento por gas normalmente implica la introducción de gases tales como dióxido de carbono más otros gases, incluyendo argón, nitrógeno y oxígeno en una cámara cerrada. Sin embargo, el uso de estos gases puede ser peligroso para los seres humanos, puede requerir tiempos de exposición excesivamente prolongados, y con frecuencia da como resultado convulsiones tónicoclónicas generalizadas en las aves, lo que sugiere un dolor extremo. Además, en el caso de parada de la planta durante el proceso de aturdimiento por gas, las aves en la cámara no pueden retirarse hasta que se escapen de manera segura los gases, y cualquier ave que aún no esté muerta puede revivir y sufrirá un gran estrés.

40 También se han realizado intentos para aturdir o sacrificar animales usando cambios de presión. Por ejemplo, la patente estadounidense n.º 4.829.635 de Tonnie da a conocer un método para aturdir animales tales como cerdos antes del sacrificio. Se encierra al animal en una cámara que, en primer lugar, se evacua hasta una presión intermedia que está muy por debajo de la presión atmosférica, hasta que el animal pierde la conciencia pero no los reflejos. Entonces, la cámara se evacua de nuevo hasta una presión baja muy por debajo de la presión intermedia, y se mantiene la baja presión hasta que el animal está sin reflejos, pero permanece la función cardíaca.

45 La patente estadounidense n.º 2.588.770 de Sadler da a conocer un aparato y método para aturdir o sacrificar animales. El procedimiento implica una caída de la presión de dos etapas, en primer lugar, hasta una presión suficientemente baja para provocar adormecimiento o inconsciencia, y luego hasta una presión de aire inferior que es suficiente para matar.

50 Sin embargo, ninguno de los métodos usados en la técnica anterior tienen en consideración el comportamiento, la fisiología o las características hormonales del animal, o los efectos de niveles de presión particulares y el tiempo de disminución de la presión sobre el carácter compasivo del procedimiento de aturdimiento/sacrificio o los efectos de estas variables sobre la calidad de la carne. Por tanto, hay una necesidad de un método más compasivo de aturdimiento y sacrificio de animales, y en particular aves de corral, que también de como resultado una excelente calidad de carne.

60 La presente descripción se refiere de manera general a un método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de corral, y más particularmente a un método para aturdir y sacrificar aves de corral usando un sistema de baja presión atmosférica. En particular, se colocan las aves en una cámara sellada y se reduce la presión en la cámara a una velocidad continua hasta una presión de descompresión objetivo y se mantiene a la presión de descompresión hasta que se obtiene un estado de muerte. El sacrificio a baja presión atmosférica descrito en el presente documento es más compasivo que las técnicas de sacrificio tradicionales, y da como resultado una excelente calidad de carne.

65 Por tanto, la presente descripción se refiere a un método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de

corral según la reivindicación 1.

Otros objetivos y características de esta invención en parte serán evidentes y en parte se indicarán a continuación en el presente documento, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

5 la figura 1A es un electrocardiograma de tipo II de un pollo sacrificado usando el método descrito en el ejemplo 3; y  
la figura 1B es un electroencefalograma de un pollo sacrificado usando el método descrito en el ejemplo 3.

10 La presente invención se refiere de manera general a un método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de corral, y más particularmente a un método para aturdir y sacrificar aves de corral usando un sistema de baja presión atmosférica. En particular, se colocan las aves en una cámara sellada y se reduce la presión en la cámara a una velocidad continua hasta una presión de descompresión objetivo y se mantiene a la presión de descompresión hasta que se obtiene un estado de muerte. El sacrificio a baja presión atmosférica descrito en el presente  
15 documento es más compasivo que las técnicas de sacrificio tradicionales, y da como resultado una excelente calidad de carne.

Ahora se ha descubierto que las aves de corral pueden aturdirse y sacrificarse usando un sistema de baja presión atmosférica (LAPS). El sistema descrito en el presente documento es más compasivo que las técnicas de aturdimiento/sacrificio conocidas anteriormente, tales como métodos de aturdimiento eléctrico seguido por  
20 desangrado, aturdimiento/sacrificio por gas o de sacrificio por presión intentados previamente.

En particular, el método comprende encerrar las aves de corral en una cámara sellada, someter a descompresión la cámara a una velocidad continua hasta una presión de descompresión que es inferior a la presión atmosférica normal a la que las aves de corral están acostumbradas a vivir, y mantener la presión de descompresión hasta que  
25 las aves de corral alcanzan un estado de muerte. Ventajosamente, este método da como resultado que las aves experimentan una reducción de aproximadamente el 90% o más en la actividad de las ondas cerebrales antes de fibrilación cardíaca, ataxia y muerte. Como resultado, las aves quedan inconscientes y, a diferencia de otras técnicas de aturdimiento/sacrificio tradicionales, no son conscientes de su muerte inminente. En consecuencia, las aves experimentan menos estrés y lucha durante el proceso de sacrificio. Adicionalmente, los métodos de baja presión atmosférica descritos en el presente documento son un medio rápido y eficaz para aturdir/sacrificar aves de corral. En particular, las aves de corral alcanzan normalmente un estado de muerte en el plazo de aproximadamente tres minutos o menos tras encerrarse en la cámara sellada.

Más particularmente, la descompresión crea un vacío en la cámara sellada, que fuerza al oxígeno a salir de los pulmones de las aves, aplastando simultáneamente ambos pulmones. Al comienzo de la pérdida de conciencia, las aves experimentan ataxia, es decir, pérdida de la postura (LOP), lo que da como resultado que las aves de corral no pueden mantener una posición de pie, y no tienen tensión en el cuello. Con la ataxia, las aves muestran una convulsión tónica, con alas extendidas y las puntas de las alas cruzadas en los extremos distales. Debido a que las  
40 aves han quedado inconscientes (es decir, aproximadamente el 90% o más de la actividad de las ondas cerebrales del ave ha cesado) antes de la ataxia, las aves no son conscientes de su muerte inminente y no sufren durante las convulsiones.

Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, se cree que durante la ataxia, las células obtienen su energía a través del proceso de metabolismo anaerobio. Debido a que las neuronas sólo tienen una reserva mínima de glicógeno, el propio cerebro no puede realizar mucho metabolismo anaerobio. Además, la tasa metabólica de las neuronas es mucho mayor que otros tejidos y, como resultado, la glucosa se metaboliza continuamente y el almacenamiento simplemente no se produce. Adicionalmente, el almacenamiento de oxígeno en las neuronas es muy mínimo. Por tanto, la mayoría de la actividad neuronal depende del suministro segundo a segundo de glucosa y oxígeno a partir de la sangre. El cese repentino del flujo sanguíneo al cerebro o la rápida disminución repentina de oxígeno en sangre que resulta del vacío creado con la descompresión da como resultado inconsciencia en las aves.

Tal como se observó anteriormente, antes de la descompresión, las aves se encierran en una cámara sellada. Cualquier cámara de descompresión adecuada conocida en la técnica o disponible comercialmente puede usarse  
55 para realizar los métodos descritos en el presente documento, tales como los descritos en la patente estadounidense n.º 2.588.770 y 3.548.447. Un ejemplo de una cámara de descompresión adecuada se describe en la sección de métodos de prueba de los ejemplos. En un aspecto particular, una cámara adecuada es la cámara descrita en la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2006/0009142 A1.

La presión de descompresión objetivo necesaria para conseguir un aturdimiento/sacrificio compasivo puede variar dependiendo de una variedad de factores, tales como el tipo de ave de corral, el tiempo que tarda en alcanzar la presión de descompresión (denominado en el presente documento "transcurso de tiempo"), el periodo de tiempo que se mantiene la presión de descompresión (denominado en el presente documento "tiempo de mantenimiento"), y la altitud a la que se produce el aturdimiento/sacrificio. Normalmente, sin embargo, la presión de descompresión será de desde aproximadamente 71 kPa (21 inHg) hasta aproximadamente 91 kPa (27 inHg), más normalmente desde  
65 aproximadamente 81 kPa (24 inHg) hasta aproximadamente 85 kPa (25 inHg,) y más normalmente será de

aproximadamente 85 kPa (25 inHg).

5 Debe entenderse que a menos que se indique lo contrario, se facilitan valores de presión en el presente documento en kPa de presión manométrica a vacío. Por tanto, 85 kPa (25 inHg), tal como se hace referencia en el presente documento, será una presión absoluta de aproximadamente 17 kPa (4,92 inHg) (suponiendo una presión atmosférica de 101 kPa (29,92 inHg), o una presión absoluta de aproximadamente 16,599 kPa. Adicionalmente, para fines de la presente descripción, los valores de presión facilitados en el presente documento se refieren a presiones según se miden a nivel medio del mar. Ha de entenderse, sin embargo, que las presiones pueden variar ligeramente dependiendo de la altitud a la que se miden. Como tales, se pretende que las presiones facilitadas en el presente documento abarquen las presiones correspondientes según se miden a diferentes altitudes.

15 Alternativamente, el grado de descompresión puede expresarse como porcentaje de la presión atmosférica a la que viven normalmente las aves de corral presente en la cámara de descompresión tras la descompresión. Por ejemplo, si la presión atmosférica es de 101 kPa (29,92 inHg), una presión de descompresión de 85 kPa (25 inHg) de presión manométrica será el 16,44% de la atmosférica. Preferiblemente, la presión de descompresión es de desde aproximadamente el 10% hasta aproximadamente el 30% de la atmosférica, y más preferiblemente es de desde aproximadamente el 16% hasta aproximadamente el 20% de la atmosférica.

20 Preferiblemente, la presión en la cámara se reduce a una velocidad continua hasta la presión de descompresión. Tal como se usa en el presente documento, "velocidad continua" significa que la velocidad de caída de presión es general y sustancialmente ininterrumpida y constante; es decir, la velocidad de caída de presión es generalmente una extracción de presión en línea recta sin fases de presión individuales significativas.

25 Además de la presión de descompresión, el tiempo que tarda en alcanzar la presión de descompresión deseada (es decir, el transcurso de tiempo) puede afectar a la calidad del sacrificio. Por ejemplo, descompresiones rápidas (es decir, transcurros de tiempo cortos) pueden dar como resultado que algunas aves revivan antes de su muerte, mientras que descompresiones más lentas (es decir, transcurros de tiempo largos) pueden dar como resultado más batimiento de las alas, daño de las alas, periodos más largos de conciencia, y más conciencia del entorno y dolor antes de la muerte. Normalmente, sin embargo, el transcurso de tiempo es de desde aproximadamente 30 segundos hasta aproximadamente 120 segundos, más preferiblemente desde aproximadamente 50 segundos hasta aproximadamente 75 segundos, y más preferiblemente es de aproximadamente 60 segundos.

35 Debe reconocerse que los transcurros de tiempo proporcionados en el presente documento son para aturdimiento/sacrificios realizados a nivel medio del mar. Sin embargo, el transcurso de tiempo puede variar dependiendo de la altitud a la que está realizándose el sacrificio. Por ejemplo, el tiempo que tarda en alcanzar la presión de descompresión objetivo será algo más corto con el aumento de la altitud. En general, el ajuste de la altitud para el transcurso de tiempo puede calcularse restando un segundo del transcurso de tiempo por cada aumento de mil pies de altitud.

40 Una vez que se alcanza la presión de descompresión objetivo, la presión de descompresión se mantiene preferiblemente durante un periodo de tiempo (es decir, el tiempo de mantenimiento) hasta que las aves de corral alcanzan un estado de muerte. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "estado de muerte" pretende hacer referencia al punto en el que todos los signos vitales de las aves de corral cesan, y hay una falta de respuesta a estímulos que producen respuestas predecibles. Manteniendo la presión de descompresión durante un periodo de tiempo, puede mejorarse la calidad de la carne de las aves sacrificadas. Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, se cree que manteniendo la presión de descompresión durante un periodo de tiempo, se reduce la concentración de oxígeno en los tejidos y la sangre de las aves. Como resultado, el pH del tejido se estabiliza, y muchos de los acontecimientos metabólicos que se producen normalmente durante el periodo post-mortem se eliminan y/o se reducen. Por consiguiente, el color, la humedad y la ternura de la carne obtenida de las aves sacrificadas son excelentes y pueden tener ventajas sobre carne obtenida a través de otras técnicas de sacrificio que someten a las aves a entornos estresantes.

55 Preferiblemente, el tiempo de mantenimiento es de al menos aproximadamente 15 segundos, más preferiblemente es de desde aproximadamente 15 segundos hasta aproximadamente 60 segundos, y más preferiblemente es de aproximadamente 30 segundos. Pueden usarse tiempos de mantenimiento de más de 60 segundos y están dentro del alcance de la presente descripción, pero no se requieren para conseguir un aturdimiento/sacrificio compasivo que produzca una buena calidad de carne. Adicionalmente, aunque generalmente no se prefieren tiempos de mantenimiento de menos de 15 segundos, están dentro del alcance de la presente descripción.

60 Tal como se observó anteriormente, el sistema de baja presión atmosférica descrito en el presente documento da como resultado ventajosamente un sacrificio más compasivo en comparación con métodos de sacrificio disponibles actualmente, tales como aturdimiento eléctrico seguido por desangrado y aturdimiento/sacrificio por gas. En particular, la disminución de la presión deja a las aves inconscientes antes de la fibrilación cardíaca y aparición de ataxia. Se ha demostrado previamente que en promedio, se produce un electroencefalograma (EEG) de línea plana a una reducción de aproximadamente el 90% en la señal, y que a este punto, se ha perdido la conciencia. Véase, Raj, *et al.*, "Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of broiler

chickens during exposure to gas mixtures”, Br. Poult. Sci., 1998, vol. 39, págs. 686-695 y Raj, *et al.*, “Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of hens during stunning in argon-induced anoxia”, 1992, Br. Vet. J., Vol. 147, págs. 322-330. Por tanto, posterior al punto en el que cesa aproximadamente el 90% o más de la actividad de las ondas cerebrales de las aves de corral, las aves quedan inconscientes y no son conscientes del estrés fisiológico o del entorno, y por tanto, no reconocen su inminente muerte.

Normalmente, el cese de aproximadamente el 90% o más de la actividad de las ondas cerebrales se consigue tras la descompresión hasta una presión de desde aproximadamente 61 kPa (18 inHg) hasta aproximadamente 75 kPa (22 inHg), y más normalmente a aproximadamente 68 kPa (20 inHg). Normalmente, estas presiones se alcanzan después de aproximadamente 20 segundos a aproximadamente 50 segundos de descompresión, más normalmente después de aproximadamente 31 segundos a aproximadamente 33 segundos de descompresión, y más normalmente después de aproximadamente 32 segundos de descompresión. Debe entenderse que el tiempo tras el inicio de la descompresión que tarda en alcanzar una pérdida de la actividad de las ondas cerebrales del 90% o más puede variar dependiendo de la presión de descompresión objetivo y/o transcurso de tiempo. Por ejemplo, el tiempo hasta la inconsciencia será más rápido para un método que usa una presión de descompresión objetivo de 88 kPa (26 inHg) y un transcurso de tiempo de 60 segundos, de lo que será para un método que usa una presión de descompresión objetivo de 85 kPa (25 inHg) y un transcurso de tiempo de 60 segundos. De la misma manera, el tiempo hasta la inconsciencia será más rápido para método que usa una presión de descompresión objetivo de 85 kPa (25 inHg) y un transcurso de tiempo de 55 segundos de lo que será para un método que usa una presión de descompresión objetivo de 85 kPa (25 inHg) y un transcurso de tiempo de 60 segundos.

Tras la pérdida de la conciencia, las aves experimentarán fibrilación cardiaca completa, es decir, fibrilación tanto de las aurículas como de los ventrículos poco después, indicando que la muerte es inminente. Normalmente, se consigue la fibrilación cardiaca completa de aproximadamente 23 segundos a aproximadamente 53 segundos tras el inicio de la descompresión, más normalmente de aproximadamente 34 segundos a aproximadamente 36 segundos tras el inicio de la descompresión, y de manera más normal aproximadamente 35 segundos tras el inicio de la descompresión, y de 1 a 4 segundos tras conseguirse una pérdida de la actividad de las ondas cerebrales del 90% o más. Como se comentó anteriormente para conseguir una pérdida de la actividad de las ondas cerebrales del 90% o más, debe entenderse que el tiempo tras el inicio de la descompresión que tarda en conseguir la fibrilación completa puede variar dependiendo de la presión de descompresión objetivo y/o el transcurso de tiempo.

Tras la fibrilación cardiaca, las aves experimentarán ataxia, es decir, pérdida de la postura (LOP). En particular, con la ataxia, las aves no pueden mantener una posición de pie, y pierden toda la tensión en el cuello. Durante la ataxia, las aves muestran una convulsión tónica, con las alas extendidas y las puntas de las alas cruzadas en los extremos distales. La ataxia se produce normalmente en el plazo de aproximadamente 90 segundos o menos tras el inicio de la descompresión, más normalmente de aproximadamente 20 segundos a aproximadamente 50 segundos tras el inicio de la descompresión, más normalmente de aproximadamente 30 segundos a aproximadamente 40 segundos tras el inicio de la descompresión, más normalmente de aproximadamente 37 segundos a aproximadamente 39 segundos tras el inicio de la descompresión, y de manera más normal aproximadamente 38 segundos tras el inicio de la descompresión, y de 1 a 4 segundos tras la fibrilación cardiaca completa. Como se comentó anteriormente para conseguir una pérdida de la actividad de las ondas cerebrales del 90% o más y fibrilación cardiaca completa, debe entenderse que el tiempo tras el inicio de la descompresión que tarda en alcanzar la ataxia puede variar dependiendo de la presión de descompresión objetivo y/o transcurso de tiempo.

Tal como se observó anteriormente, el aturdimiento y sacrificio de aves de corral usando el método de baja presión atmosférica descrito en el presente documento es ventajosamente más compasivo que las técnicas de sacrificio conocidas actualmente, tales como aturdimiento eléctrico seguido por desangrado. Por ejemplo, se ha descubierto que el nivel de corticosterona en sangre de las aves tras el sacrificio usando los métodos descritos en el presente documento no está significativamente elevado en comparación con el nivel de corticosterona en sangre de las aves antes del sacrificio. Adicionalmente, las aves sacrificadas usando los métodos descritos en el presente documento tienen un nivel de corticosterona en sangre inferior al de las aves sacrificadas usando una técnica de aturdimiento eléctrico/sacrificio. En particular, se ha encontrado que la corticosterona, que es la hormona de estrés principal en aves de corral y se produce en las aves en respuesta al estrés y al miedo, está presente en niveles significativamente inferiores en aves sacrificadas usando el método descrito en el presente documento, en comparación con aves aturdidas eléctricamente/sacrificadas. Específicamente, se cree que dado que las aves quedan rápidamente inconscientes durante la descompresión, no son conscientes de su muerte inminente y por tanto no experimentan miedo y dolor al grado de las aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico, que normalmente implica poner grilletes a las aves y colgarlas cabeza abajo antes de su muerte.

Preferiblemente, el nivel de corticosterona en sangre tras la retirada de la cámara de descompresión sellada de las aves sacrificadas usando los métodos descritos en el presente documento será no más de aproximadamente un 5% superior al nivel de corticosterona en sangre de las aves antes del sacrificio. En una realización particularmente preferida, el nivel de corticosterona en sangre tras la retirada de la cámara de descompresión sellada de aves sacrificadas usando los métodos descritos en el presente documento será aproximadamente igual (es decir, aproximadamente un 0% superior) al nivel de corticosterona en sangre de las aves antes del sacrificio.

Normalmente, las aves sacrificadas usando los métodos descritos en el presente documento tendrán un nivel de corticosterona en sangre tras la retirada de la cámara de descompresión sellada de desde aproximadamente 565 pg/ml hasta aproximadamente 945 pg/ml. Por el contrario, las aves sacrificadas usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado tendrán normalmente un nivel de corticosterona en sangre tras desangrarse de desde

5 aproximadamente 1336 pg/ml hasta aproximadamente 1948 pg/ml. Debe entenderse que los niveles de corticosterona en sangre pueden variar ligeramente, dependiendo de la presión de descompresión objetivo, el transcurso de tiempo y el tiempo de mantenimiento utilizados. Generalmente, sin embargo, cuanto mayor sea el nivel de corticosterona, menos compasiva será la técnica de sacrificio.

10 Tal como se observó anteriormente, el aturdimiento y sacrificio de aves de corral usando los métodos de baja presión atmosférica descritos en el presente documento dan como resultado ventajosamente aves que presentan una excelente calidad de carne con ventajas potenciales en comparación con las aves sacrificadas usando otros métodos, tales como aturdimiento eléctrico seguido por desangrado. Uno de los requisitos de calidad para la carne

15 de aves de corral que es importante para los consumidores es la ternura. La ternura es una característica de los productos cárnicos que se determina sustancialmente por el tiempo tras la muerte de un animal en el que se retira la carne de los huesos. Este tiempo se denomina, en la práctica, el tiempo de deshuesado post-mortem. En términos generales, cuando los tiempos de deshuesado post-mortem son cortos, es decir, el deshuesado se produce poco después de la muerte del ave sacrificada, la carne normalmente es dura, lo que se produce porque el animal sacrificado experimenta rigor mortis.

20 Más particularmente, poco después de la muerte de un animal, todavía está presente (almacenada) una determinada cantidad de energía en sus músculos. Si un músculo se corta del esqueleto antes de que se establezca el rigor mortis, entonces el músculo se contraerá mucho bajo la influencia de esta energía residual todavía presente en el músculo y el músculo se pondrá rígido. Como resultado de esta rigidez del músculo, una pieza de carne tendrá

25 escasa ternura. Sin embargo, siempre que un músculo permanezca conectado al esqueleto de las aves de corral, no es posible que el músculo se contraiga sin restricciones.

Por tanto, en un esfuerzo por evitar el endurecimiento de la carne, es una práctica común en la industria de las aves de corral dejar madurar las canales de las aves durante de 6 a 24 horas en refrigeradores antes del deshuesado. Sin embargo, este procedimiento no es cien por ciento eficaz, y los costes de almacenamiento pueden ser costosos. Además, retrasar el proceso de deshuesado puede afectar otros factores de calidad, tales como color del producto, el grado de la unión de la humedad en el producto y la textura de la superficie del producto.

30 El método de sacrificio a baja presión atmosférica descrito en el presente documento evita ventajosamente muchos de estos inconvenientes. En particular, el método de sacrificio a baja presión atmosférica reduce la cantidad de oxígeno presente en los tejidos de modo que el proceso de rigor parece acortarse. Por consiguiente, puede reducirse la necesidad de la maduración de las canales, requerido para otros métodos de sacrificio.

40 Un método objetivo para medir la ternura es la medición de la "fuerza de corte" o valor de corte de la carne. El valor de corte puede medirse, por ejemplo, con un instrumento Warner-Bratzler, en cuyo caso puede usarse una herramienta en forma de V para medir la fuerza que es necesaria para cortar en rebanadas o cortar una pieza de carne. Generalmente, valores de corte de la carne de más de 4,6 kg se consideran no tiernos, según se mide mediante la cantidad de fuerza que se necesita para que el dispositivo de corte Warner-Bratzler corte a través de una tira de 1 x 1 x 2 cm de pechuga de pollo, en paralelo a las fibras musculares. Ventajosamente, las aves

45 sacrificadas usando el método de baja presión atmosférica de la presente descripción mostrarán valores de corte de carne a las 2 horas tras el deshuesado por debajo de este patrón de ternura. Estudios rigurosamente controlados han revelado una diferencia numérica en la ternura entre aves aturdidas eléctricamente/sacrificadas y aves sacrificadas a baja presión atmosférica, tal como se ilustra en el ejemplo 10 y la tabla 5. Adicionalmente, en un estudio realizado usando una cámara de tamaño industrial se descubrió que las aves sacrificadas usando los

50 métodos de baja presión atmosférica descritos en el presente documento tendrán normalmente desde aproximadamente el 12% hasta aproximadamente el 25%, más normalmente desde aproximadamente el 24% hasta aproximadamente el 25% menos de valor de corte de carne a las 2 horas tras el sacrificio de lo que tendrán las aves sacrificadas mediante técnicas de aturdimiento eléctrico/desangrado tradicionales.

55 Otra indicación de mejora de la calidad del producto cárnico es el pH, que puede usarse como una medida del comienzo del rigor. El suministro de energía presente en el músculo tras el sacrificio está presente predominantemente en forma de glicógeno, que, por medio de productos intermedios tales como glucosa, se convierte finalmente en ácido láctico en el músculo tras la muerte del ave. A medida que se acumula el ácido láctico, el pH en los músculos disminuirá, y se iniciará el rigor. Adicionalmente a medida que el pH disminuye y se acerca al

60 punto isoeléctrico, la capacidad de retención de agua de la carne, es decir, la capacidad de la carne para contener su agua, tal como durante el procesamiento, puede verse afectada.

Por tanto, es preferible que el pH de la carne disminuya sólo hasta de aproximadamente 5,8 a aproximadamente 6,2 tras el sacrificio, desde un pH antes del sacrificio inicial de aproximadamente 7,0. Cuando la carne de las aves de corral disminuye por debajo de un pH de aproximadamente 5,8, la capacidad de retención de agua de la carne comienza a disminuir, y el color de la carne puede volverse un color pálido no deseado. Aunque un estudio realizado

que compara el pH de la carne a las 24 horas tras el sacrificio en aves aturridas eléctricamente y aves aturridas usando el método de baja presión atmosférica descrito en el presente documento no halló diferencias significativas en el pH de la carne a las 24 horas tras el sacrificio, las aves aturridas usando los métodos de baja presión atmosférica tuvieron un porcentaje superior de carne de pechuga que era más oscura que las aves aturridas eléctricamente. Una comparación del pH y el color entre la carne obtenida de aves sacrificadas usando un método de baja presión atmosférica descrito en el presente documento y aturdimiento eléctrico/sacrificio se expone en el ejemplo 10.

Tal como se observó anteriormente, el método de baja presión atmosférica descrito en el presente documento reduce la cantidad de oxígeno presente en los tejidos en el momento del sacrificio hasta el punto en que puede acortarse el proceso de rigor. Adicionalmente, tal como se comentó previamente, reduciendo la cantidad de oxígeno presente en los tejidos y la sangre del ave contribuye a la pérdida rápida de la conciencia en las aves sacrificadas usando el método de baja presión atmosférica.

La presencia de oxígeno puede medirse en cuanto a la presión parcial de oxígeno ( $pO_2$ ) en sangre tras el sacrificio. Preferiblemente, la  $pO_2$  para aves sacrificadas usando los métodos dados a conocer en el presente documento será de desde aproximadamente 19 hasta aproximadamente 27, y será más normalmente de aproximadamente 23, según se mide tras la retirada de las aves de la cámara de descompresión sellada. En comparación, las aves sacrificadas usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado normalmente tendrán un nivel de  $pO_2$  mucho más alto.

Adicionalmente, las aves sacrificadas usando los métodos descritos en el presente documento tienen normalmente un nivel de GAP inferior (razón de cationes en sangre con respecto a aniones), una presión parcial de dióxido de carbono inferior ( $pCO_2$ ), y un nivel de ión cloruro en sangre inferior tras el sacrificio que las aves sacrificadas usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado.

Normalmente, el nivel de GAP en sangre para aves no estresadas es de aproximadamente 14. Se realizó una comparación de los niveles de GAP en sangre para aves sacrificadas usando los métodos dados a conocer en el presente documento y aves sacrificadas usando una técnica de aturdimiento eléctrico/sacrificio tal como se describe en el ejemplo 6. Los resultados de esta comparación indicaron que normalmente el nivel de GAP en sangre para aves sacrificadas usando el método de baja presión atmosférica es relativamente neutro, normalmente de desde aproximadamente -3,0 hasta aproximadamente 3,0, y más normalmente será de aproximadamente 0,01. Por el contrario, los niveles de GAP en sangre para aves sacrificadas usando los métodos de aturdimiento eléctrico/sacrificio serán normalmente de aproximadamente  $30,8 \pm 3$ . Los niveles de GAP elevados en aves aturridas eléctricamente/sacrificadas sugieren fuertemente que las aves pueden detectar la tensión eléctrica usada para realizar el sacrificio, y provoca algún nivel de dolor y malestar. Adicionalmente, el aumento significativo de GAP en aves aturridas eléctricamente/sacrificadas es indicativo de un gran desequilibrio en sangre, con niveles de aniones elevados (por ejemplo,  $HCO_3^-$  y  $Cl^-$ ). Un desequilibrio de niveles de humedad y electrolitos a nivel celular puede dar como resultado una pérdida de humedad en la carne, ya que la carne intenta alcanzar niveles de equilibrio. Por el contrario, las aves sacrificadas usando los métodos de baja presión atmosférica descritos en el presente documento contenían niveles de aniones inferiores cercanos al equilibrio. Como resultado, la carne de aves sacrificadas usando los métodos de baja presión atmosférica retendrá más humedad y tendrá un aumento de la ternura de la carne en comparación con la carne de aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico/sacrificio.

Se realizó una comparación de los niveles de  $pCO_2$  para aves sacrificadas usando los métodos dados a conocer en el presente documento y para aves sacrificadas usando una técnica de aturdimiento eléctrico/sacrificio tal como se describe en el ejemplo 6. Los resultados indicaron que el nivel de  $pCO_2$ , que es una medida de la presencia de dióxido de carbono en sangre tras el sacrificio, para aves sacrificadas usando los métodos dados a conocer en el presente documento será desde aproximadamente 42 hasta aproximadamente 48, y más normalmente será de aproximadamente 45. Por el contrario, el nivel de  $pCO_2$  para aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico/sacrificio será normalmente de aproximadamente  $56,4 \pm 2,6$ . Los niveles de  $pCO_2$  inferiores en aves sacrificadas usando baja presión atmosférica son indicativos de niveles de  $HCO_3^-$  inferiores, que tal como se observó anteriormente, pueden afectar a los niveles de humedad de la carne. Como resultado, la carne de aves sacrificadas usando los métodos de baja presión atmosférica retendrá más humedad y tendrá un aumento de la ternura de la carne en comparación con la carne de aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico/sacrificio.

Se realizó una comparación de los niveles de ión cloruro en sangre de aves sacrificadas usando los métodos dados a conocer en el presente documento y de aves sacrificadas usando una técnica de aturdimiento eléctrico/sacrificio tal como se describe en el ejemplo 6. Los resultados indicaron que el nivel de ión cloruro en sangre para aves sacrificadas usando los métodos dados a conocer en el presente documento será de desde aproximadamente 125 meq/l hasta aproximadamente 131 meq/l, y más normalmente será de aproximadamente 128 meq/l. Por el contrario, los niveles de ión cloruro en sangre para aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico/sacrificio serán de aproximadamente  $148 \pm 2$ .

Los niveles de ión cloruro en sangre son un subproducto de la contracción muscular. Niveles inferiores de ión cloruro

presentes en la sangre tras el sacrificio indican que se produjeron menos actividades contráctiles antes de la muerte, mientras que niveles de ión cloruro superiores indican que se produjeron más actividades contráctiles antes de la muerte. Como tales, los niveles de ión cloruro en la sangre de aves de corral sacrificadas pueden usarse para evaluar el grado de contracción muscular, y por tanto el grado de lucha, que se produce durante el sacrificio.

5 Adicionalmente, bajos niveles de ión cloruro en la sangre indican que los iones cloruro se mantienen en el músculo, en vez de liberarse en la sangre. La presencia de ión cloruro en el músculo afecta a la capacidad del músculo de retener agua, y reduce los efectos negativos del rigor sobre la calidad de la carne. Tal como puede observarse a partir de los resultados obtenidos en el ejemplo 6, las aves sacrificadas usando baja presión atmosférica tuvieron niveles inferiores de ión cloruro en la sangre tras el sacrificio que las aves sacrificadas con electricidad, indicando  
10 que las aves sacrificadas usando baja presión atmosférica no lucharon tanto durante el sacrificio, y la carne de aves sacrificadas usando los métodos de baja presión atmosférica retendrá más humedad y tendrá un aumento de la ternura de la carne en comparación con la carne de las aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico/sacrificio.

15 Una comparación de diversos parámetros fisiológicos de aves sacrificadas usando baja presión atmosférica y aves sacrificadas usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado puede hallarse en el ejemplo 6.

Los métodos de la presente descripción pueden adaptarse para su uso en cualquier tipo de aves de corral incluyendo, pero sin limitarse a, pollos, pavos, codorniz, ganso, patos, ratites y combinaciones de las mismas. En  
20 una realización preferida, el ave de corral es pollo.

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos que son meramente para el fin de ilustración y no deben considerarse limitativos del alcance de la descripción o de la manera en la que puede ponerse en práctica.

## 25 Ejemplos

### Métodos de prueba

30 Cámara de descompresión: la cámara de descompresión usada en los ejemplos 1 a 4 comprendía un recipiente cilíndrico (LVC1820FP75-VIA, LACO Technologies, Salt Lake City, UT) que tenía un volumen de 83,3 l conectado directamente a una bomba de vacío giratoria (DS302, Varian, Inc., Palo Alto, CA) con una velocidad de flujo de 16,9 m<sup>3</sup>/h. Se equipó el recipiente con una tapa acrílica translúcida para observación. Se usó un sistema de control y adquisición de datos basado en PC (USB-1208FS, Measurement Computing Corp., Norton, MA) para monitorizar la presión del tanque y controlar el funcionamiento de la bomba. Se midió la presión del tanque con un transductor de  
35 presión basado en un indicador de tensión (PX-603, Omega Engineering, Inc., Stamford, CN), y se controló el flujo de aire con válvulas de bola accionadas manualmente.

La cámara de descompresión usada en los ejemplos 5 a 10 comprendía una cámara de tamaño comercial que mide 2,1 m (7 pies) de diámetro y 3 m (10 pies) de longitud y que tiene un volumen de 6,3 m<sup>3</sup> (400 pies cúbico). Se equipó  
40 la cámara con un lecho de rodillos por gravedad, que permitió la inserción y recuperación de una jaula de transporte de aves de corral convencional. Las puertas de la cámara se diseñaron y se construyeron para facilitar el cierre y el sellado en cada extremo de la cámara. Se consiguió baja presión atmosférica por medio de una serie de válvulas de mariposa nominales de vacío empleadas para la aplicación y liberación de vacío y usando tres bombas de vacío de tipo aleta (Becker, Modelo U4.630, Becker Gump Corp., Cuyahoga Falls, OH). Cada bomba de vacío tiene un  
45 funcionamiento nominal de 6,3 m<sup>3</sup> (400 pies cúbicos) por minuto.

Presiones: a menos que se indique lo contrario, los niveles de presión facilitados en los siguientes ejemplos son en presión absoluta (en kPa), con la presión manométrica correspondiente en inHg facilitada en paréntesis.

### 50 Ejemplo 1: nivel de presión

En este ejemplo, se determinó el efecto de someter a los pollos a niveles de presión variables. Para comenzar, se dividieron en seis grupos 48 pollos tipo broiler comerciales de 63 días de edad. Se sometieron individualmente las aves de cada grupo a niveles de presión de o bien 70,9 kPa (8,9 inHg de presión manométrica), 60,8 kPa  
55 (11,89 inHg de presión manométrica), 50,7 kPa (14,89 inHg de presión manométrica), 40,5 kPa (17,92 inHg de presión manométrica), 30,4 kPa (20,91 inHg de presión manométrica), o bien 20,3 kPa (23,9 inHg de presión manométrica), usando la cámara de descompresión descrita en la sección de métodos de prueba, a lo largo de un transcurso de tiempo de 37 segundos. Una vez que se obtuvo la presión objetivo, se mantuvo la presión durante dos minutos, y se observó la aparición de ataxia. Se determinó que se ha producido la ataxia si las aves experimentaron  
60 una pérdida de la postura (LOP), que da como resultado la incapacidad para mantener una posición de pie y ausencia de tensión en el cuello, al nivel de presión sometido a prueba.

Para aves sometidas a niveles de presión de 70,9 kPa (8,9 inHg de presión manométrica), 60,8 kPa (11,89 inHg de presión manométrica), 50,7 kPa (14,89 inHg de presión manométrica), y 40,5 kPa (17,92 inHg de presión manométrica), no se observó ataxia. Para aves sometidas a niveles de presión de 30,4 kPa (20,91 inHg de presión manométrica) o 20,3 kPa (23,9 inHg de presión manométrica), se observó pérdida de postura en todas las aves

5 sometidas a prueba. Hubo una tasa de mortalidad del 100% para aves sometidas al nivel de presión de 20,3 kPa (23,9 inHg de presión manométrica), una tasa de mortalidad del 62,5% para aves sometidas al nivel de presión de 30,4 kPa (20,91 inHg de presión manométrica), y una tasa de mortalidad del 0% para aves sometidas a los niveles de presión de 40,5 kPa (17,92 inHg de presión manométrica), 50,7 kPa (14,89 inHg de presión manométrica), 60,8 kPa (11,89 inHg de presión manométrica) y 70,9 kPa (8,9 inHg de presión manométrica).

Ejemplo 2: tiempo hasta la pérdida de la postura

10 En este ejemplo, se determinó el tiempo hasta la pérdida de la postura (LOP) para aves sometidas a niveles de presión variables. Se dividieron en siete grupos 56 pollos de tipo broiler comerciales a los 63 días de edad, con 8 aves por grupo. Se sometieron individualmente aves de cada grupo a niveles de presión que oscilaban entre 20,30 kPa (23,9 inHg de presión manométrica) y 35,52 kPa (19,37 inHg de presión manométrica) usando la cámara de descompresión descrita en la sección de métodos de prueba, y un transcurso de tiempo de 37 segundos. Una vez que se obtuvo la presión de prueba, se mantuvo la presión durante 2 minutos, y se determinó el tiempo que tardaron las aves en experimentar una pérdida de la postura. Los resultados se facilitan en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1\*

Presión absoluta en kPa (inHg de presión manométrica)	LOP (%)	Tiempo hasta LOP (segundos)	Mortalidad (%)	Tiempo hasta la muerte (segundos)
20,30 (23,9)	100	34,5 ± 0,7 <sup>a</sup>	100	79,1 ± 1,6 <sup>d</sup>
22,80 (23,16)	100	34,9 ± 1,0 <sup>a</sup>	100	85,5 ± 1,5 <sup>d</sup>
25,30 (22,42)	100	34,1 ± 1,3 <sup>a</sup>	100	83,4 ± 3,8 <sup>d</sup>
27,90 (21,29)	100	34,6 ± 1,6 <sup>a</sup>	100	128,4 ± 8,3 <sup>c</sup>
30,40 (20,91)	100	38,1 ± 2,3 <sup>ab</sup>	62,5	142,8 ± 8,7 <sup>e</sup>
32,92 (20,17)	75	48,5 ± 4,7 <sup>c</sup>	12,5	--
35,52 (19,37)	75	50,0 ± 6,4 <sup>bc</sup>	12,5	--

\* Los resultados expuestos en la tabla 1 son los valores medios para cada grupo de presión ± el error estándar de la media.

-- El tiempo hasta la muerte no se determinó para estos parámetros de presión debido a la baja incidencia de mortalidad.

20 a-e Las medias con superíndices que no son comunes difieren significativamente (p<0,05).

25 Tal como puede observarse a partir de estos resultados, el tiempo hasta la LOP para las cuatro presiones más bajas fue muy similar, oscilando entre 34,1 y 34,9 segundos. El tiempo hasta la muerte aumentó con el aumento de la presión atmosférica y osciló entre 79,1 y 142,8 segundos.

Los datos de supervivencia de este experimento se ajustaron a la siguiente ecuación, y se usó análisis de regresión no lineal para determinar la relación dosis-respuesta entre la presión atmosférica y la respuesta de las aves:

30  $Y = a/[1 + (x/x_0)^b]$

en la que:

Y = probabilidad de supervivencia

35 a = probabilidad máxima asintótica

x = pendiente de transición (1/kPa)

40 x<sub>0</sub> = punto medio de transición (kPa)

La ecuación dio como resultado los siguientes coeficientes: a = 93,3672 (p ≤ 0,0001), b=21,1147 (p ≤ 0,0117), y x<sub>0</sub>=29,8918 (p ≤ 0,0001), con un error estándar de 4,2. Usando la ecuación, se determinó que la presión que da como resultado una mortalidad del 99% era un máximo de 24,1 kPa (22,77 inHg de presión manométrica). Se usó el tiempo hasta la pérdida de la postura promedio para las cuatro presiones más bajas (es decir, 34,5 segundos) como punto de referencia para estimar la presión a la que se produce la pérdida de la conciencia, y la presión promedio tras 34,5 segundos de evacuación fue de 21,1 kPa (23,67 inHg de presión manométrica) con un error estándar de 0,8.

Ejemplo 3: carácter compasivo del sacrificio

50 En este ejemplo, se observó la actividad de las ondas cerebrales de las aves sacrificadas usando baja presión

atmosférica.

Para comenzar, se fijaron electrodos a la piel de 56 pollos de tipo broiler de modo que pudo registrarse un electrocardiograma (ECG) de tipo II basado en el triángulo de Einthoven. Se fijaron electrodos adicionales a la piel que recubre el cráneo en la base de la cresta del ave para registrar la actividad eléctrica del cerebro como un electroencefalograma (EEG). Se conectaron los electrodos a un telémetro que envió ondas de radio a un receptor que estaba físicamente conectado a un sistema de adquisición de datos en PC.

Se colocaron las aves de una en una en la cámara de descompresión descrita en la sección de métodos de prueba, y se redujo la presión hasta 21,4 kPa (23,57 inHg de presión manométrica) a lo largo de un transcurso de tiempo de 37 segundos. Se mantuvo la baja presión durante 50 segundos (tiempo de mantenimiento).

En promedio, se produjo una reducción del 90% en la señal del EEG en el plazo de 32 segundos tras comenzar la descompresión y alcanzar una presión de 21,4 kPa (23,57 inHg de presión manométrica). En el plazo de 35 segundos, los corazones de las aves mostraron fibrilación completa tanto de las aurículas como de los ventrículos. A los 37 segundos tras comenzar la descompresión y lograr la presión de 21,4 kPa (23,57 inHg de presión manométrica), se registró la pérdida de la postura. Las figuras 1A y 1B muestran el ECG y EEG de un pollo que se expuso a 21,4 kPa (23,57 inHg de presión manométrica) en una cámara de una única ave.

Adicionalmente, se observó que las aves experimentaron una convulsión tónica, con las alas extendidas y las puntas de las alas que cruzan en sus extremos distales, tras la pérdida de la postura. Normalmente, se produjeron de una a tres convulsiones, sin producirse convulsiones sostenidas.

Tal como puede observarse a partir de estos resultados, las aves experimentaron una reducción del 90% en la actividad de las ondas cerebrales antes de la fibrilación y pérdida de la postura, indicando que las aves estaban inconscientes en el momento de la fibrilación y pérdida de la postura, y no eran conscientes de su muerte inminente.

#### Ejemplo 4: causa de la muerte

En este ejemplo, se determinó la causa de la muerte de las aves sometidas a sacrificio a baja presión atmosférica. Se recogieron muestras de tejido de las aves sacrificadas del ejemplo 3 del cerebro, cerebelo, timo, pectoral mayor, bíceps crurales, páncreas, pared del duodeno, pared del colon, bazo, testículos, ovarios, bolsa de Fabricio, corazón (miocardio del ventrículo izquierdo), hígado, y los pulmones derecho e izquierdo. A medida que se recogió cada tejido, se colocó en formalina tamponada neutra al 10% y se suministró al laboratorio de histopatología en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Estatal de Mississippi. Se tiñeron secciones de parafina y se evaluaron microscópicamente por un histopatólogo aviar acreditado por un consejo. El informe de patología indicó que la causa de la muerte para cada ave sacrificada por la baja presión atmosférica, tal como se describió en el ejemplo 3, se debió al aplastamiento simultáneo de ambos pulmones.

#### Ejemplo 5: nivel de corticosterona

Se evaluó el nivel de corticosterona, la hormona de estrés en aves, para pollos sacrificados usando baja presión atmosférica, y para pollos sacrificados usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado.

Para comenzar, se tomó una muestra de sangre de 300 pollos de tipo broiler comerciales de 54 días de edad antes del sacrificio. Se dividieron las aves en dos grupos. Se sacrificaron 150 aves usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado, usando el método tal como se describe en Thaxton, J.P., *et al.*, "Corticosterone in commercial broilers", J. Appl. Poult. Res., 2005, Vol. 14, págs. 745-749, y se tomó una segunda muestra de sangre durante el desangrado. Se sacrificó el segundo grupo de 150 aves usando el método de baja presión atmosférica. En particular, se colocaron individualmente las aves en la cámara de descompresión descrita en la sección de métodos de prueba, y se redujo la presión hasta 16,599 kPa (25 inHg de presión manométrica) a lo largo de 60 a 65 segundos (transcurso de tiempo), y se mantuvo la baja presión durante 30 segundos (tiempo de mantenimiento). Se tomó una muestra de sangre de las aves inmediatamente tras la retirada de las aves de la cámara de descompresión.

Se evaluaron las muestras de sangre de cada grupo para determinar la presencia de corticosterona usando un ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA). Se determinó que los niveles de corticosterona circulante medios  $\pm$  EEM (error estándar de la media) en las aves sacrificadas usando el método de baja presión eran de  $755 \pm 190$  pg/ml, mientras que el nivel en las aves aturdidas eléctricamente/sacrificadas era de  $1642 \pm 306$  pg/ml.

Tal como puede observarse a partir de estos resultados, las aves sacrificadas usando el método de aturdimiento eléctrico tenían niveles de corticosterona mucho mayores que los de las aves sacrificadas usando el método de baja presión. Estos resultados indican claramente que el sacrificio a baja presión de pollos de tipo broiler es un método más compasivo de sacrificio de pollos de tipo broiler que el aturdimiento eléctrico seguido por desangrado.

#### Ejemplo 6: parámetros fisiológicos

En este ejemplo, se compararon diversos parámetros fisiológicos de aves sacrificadas usando baja presión atmosférica con parámetros fisiológicos de aves sacrificadas usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado.

- 5 Se evaluaron las muestras de sangre tras el sacrificio tomadas en el ejemplo 5 para aves sacrificadas usando baja presión atmosférica y para aves sacrificadas mediante aturdimiento eléctrico seguido por desangrado usando un analizador de gasometría ABL (disponible de Radiometer A/S) para determinar niveles de sodio ( $\text{Na}^+$ ) en plasma y de GAP (razón de cationes en sangre con respecto a aniones), presión parcial de dióxido de carbono ( $\text{pCO}_2$ ), presión parcial de oxígeno ( $\text{pO}_2$ ), niveles de ión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), niveles de ión bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), niveles de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), niveles de potasio ( $\text{K}^+$ ), niveles de hematocrito (Hct), niveles de hemoglobina (Hgb) en sangre y pH. Los resultados se muestran en la tabla 2 a continuación.

Parámetro	Sacrificio a baja presión atmosférica	Sacrificio con aturdimiento eléctrico
$\text{pCO}_2$	$45,3 \pm 2,7$	$56,4 \pm 2,6^*$
$\text{pO}_2$	$23,1 \pm 3,7$	$78,6 \pm 3,5^*$
$\text{HCO}_3^-$ (meq/l)	$20,5 \pm 0,6$	$24,9 \pm 0,6$
$\text{Na}^+$ (meq/l)	$140 \pm 1^*$	$134 \pm 1$
$\text{K}^+$ (meq/l)	$5,6 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,1$
$\text{Ca}^{++}$ (meq/l)	$2,6 \pm 0,04$	$2,6 \pm 0,04$
$\text{Cl}^-$ (meq/l)	$128 \pm 3$	$148 \pm 2^*$
GAP	$0,01 \pm 3,1$	$30,8 \pm 3^*$
Hct (%)	$22,1 \pm 0,7$	$20,5 \pm 0,7$
Hgb (g/dl)	$7,05 \pm 0,22$	$6,54 \pm 0,22$
pH	$7,31 \pm 0,02$	$7,27 \pm 0,02$

\* Media  $\pm$  EEM se diferencia en  $P \leq 0,05$  de la media correspondiente.

- 15 Tal como puede observarse a partir de estos resultados, se elevó el sodio en plasma para las aves sacrificadas a baja presión atmosférica en comparación con las aves con aturdimiento eléctrico/sacrificadas, mientras que se redujeron el GAP, la presión parcial de  $\text{CO}_2$ , la presión parcial de  $\text{O}_2$  y el ion cloruro en las aves sacrificadas a baja presión en comparación con la aves aturridas eléctricamente/sacrificadas. Los parámetros restantes no fueron estadísticamente diferentes en las aves sacrificadas a baja presión y las aves sacrificadas con aturdimiento eléctrico.

20

#### Ejemplo 7: carácter compasivo del sacrificio

En este ejemplo, se evaluó el grado de lucha del ave durante el sacrificio a baja presión atmosférica y sacrificio con aturdimiento eléctrico determinando la incidencia de alas rotas durante el sacrificio.

25

- Para comenzar, se sacrificaron pollos de tipo broiler a los 52 ó 59 días de edad o bien mediante aturdimiento eléctrico seguido por desangrado (800 aves), tal como se describió en el ejemplo 5, o bien mediante sacrificio a baja presión atmosférica (800 aves). En particular, se colocaron 200 de las aves sacrificadas usando sacrificio a baja presión atmosférica en 10 jaulas, con 20 aves por jaula, y se colocaron 600 de las aves en dos jaulas que contenían 300 aves por jaula. Las jaulas que contenían las aves se colocaron individualmente en la cámara de descompresión descrita en la sección de métodos de prueba, y se redujo la presión hasta 16,599 kPa (25 inHg de presión manométrica) a lo largo de 67 segundos (transcurso de tiempo), y se mantuvo la baja presión durante 30 segundos (tiempo de mantenimiento). Tras el sacrificio, se evaluaron las aves en cada grupo para determinar la incidencia de alas rotas. Se determinó que la incidencia de alas rotas para aves aturridas eléctricamente era del 0,14%, y para aves sacrificadas usando baja presión atmosférica era del 0,12%. La incidencia de las alas rotas para las aves aturridas/sacrificadas a baja presión atmosférica fue insignificante, dado que las alas se dañaron tras la muerte, y por tanto no era una indicación del carácter compasivo del sacrificio.

30

#### Ejemplo 8: comportamiento del ave durante el sacrificio

40

El comportamiento de las aves durante el sacrificio puede usarse para evaluar la calidad del procedimiento de aturdimiento y sacrificio. En este ejemplo, se evaluó el comportamiento de las aves sacrificadas usando baja presión atmosférica.

- 45 Se montó una cámara de vídeo de circuito cerrado (Obserview modelo VC-74-D, Obserview, LLD., Taipei, Taiwán) dentro de una cámara de descompresión tal como se describió en la sección de métodos de prueba, y se enfocó en

un corral que alojaba 18 pollos de tipo broiler que se habían cargado en una jaula para transporte de aves vivas convencional. Se colocó la jaula en la cámara de descompresión, se activó la cámara a medida que se inició la descompresión, y se monitorizó la alimentación de señal de vídeo para la duración del tratamiento. Las aves se sometieron a uno de ocho tratamientos diferentes, con 18 aves por grupo de tratamiento, y se observó el comportamiento de las aves durante el sacrificio.

Tratamientos 1 a 3: extracción de presión en línea recta (es decir, transcurso de tiempo continuo) desde la presión a nivel medio del mar hasta una presión de 85 kPa (25 inHg) de presión manométrica a lo largo de 181 segundos, 95 segundos, y 65 segundos, respectivamente, seguido por un tiempo de mantenimiento de 30 segundos antes de equilibrar la cámara hasta condiciones atmosféricas.

Tratamientos 4 a 8: extracción de presión en línea recta desde la presión a nivel medio del mar hasta una presión de 64 kPa, 68 kPa, 64 kPa, 64 kPa o 75 kPa (19 inHg de presión manométrica, 20 inHg de presión manométrica, 19 inHg de presión manométrica, 19 inHg de presión manométrica o 22 inHg de presión manométrica), respectivamente, a lo largo de un periodo de transcurros de tiempo variables, seguido por un tiempo de mantenimiento de o bien 0 segundos (tratamientos 4-5), 15 segundos (tratamientos 6 y 8), o bien 30 segundos (tratamiento 7), luego una segunda extracción de presión hasta 25 inHg seguido por otro tiempo de mantenimiento de 30 segundos antes de equilibrar la cámara hasta condiciones atmosféricas.

La menor cantidad de actividad de las aves observada durante la extracción de presión y los periodos de mantenimiento posteriores se produjo durante el tratamiento 3, indicando que el tratamiento 3 dio como resultado la muerte más compasiva. Para el tratamiento 3, en promedio, sólo 2 aves mostraron batimiento de las alas como parte del proceso de muerte; las otras aves simplemente se echaron y murieron tranquilamente. El tiempo de batimiento promedio para un ave que batió las alas fue de 4 a 5 segundos.

Se realizó una segunda observación del comportamiento de las aves durante el sacrificio a baja presión atmosférica a 85 kPa (25 inHg) usando los ocho grupos de tratamiento diferentes, con 18 aves por grupo de tratamiento. Los resultados para cada grupo de tratamiento se facilitan en la tabla 3.

Tabla 3

Tratamiento	Condiciones de tratamiento*	Comportamiento (segundos) <sup>1</sup>					Puntuación subjetiva <sup>2</sup>	Puntuación calculada <sup>3</sup>
		Tiempo hasta 85 kPa	De pie	LOP	Comienzo de WF	Actividad cesa		
1	0-25, 1 bomba	181	56	58	99	138	3,5	532
2	0-25, 2 bombas	95	27	48	57	105	2,75	332
3	0-25, 3 bombas	65	65	20	37	43	1	230
4	0-19, 3 bombas; 19-25, 2 bombas	78	33	30	41	78	2,52	260
5	0-20, 3 bombas; 20-25, 2 bombas	80	33	40	52	79	2,51	284
6	0-19, 3 bombas; mantenimiento de 15 s; 19-25, 3 bombas	77	37	45	56	78	4	293
7	0-19, 3 bombas; mantenimiento de 30 s; 19-25, 3 bombas	93	47	47	76	97	4	360
8	0-22, 3 bombas; mantenimiento de 15 s; 22-25, 3 bombas	81	40	40	48	80	4	289

<sup>1</sup>Tiempo hasta 85 kPa (25 inHg) = tiempo (segundos) requerido para someter a descompresión hasta 85 kPa (25 inHg); De pie = tiempo (segundos) cuando el primer ave se pone de pie o muestra irritación a medida que avanza la descompresión; LOP = tiempo (segundos) cuando se produce la primera pérdida de la postura; comienzo de WF = tiempo (segundos) cuando comienza un batimiento de las alas generalizado; actividad cesa = tiempo (segundos) cuando cesan todos los movimientos, indicando la muerte.

<sup>2</sup>Puntuación subjetiva = puntuación de comportamiento subjetiva basada en el siguiente esquema siendo 1 el más compasivo y siendo 4 el menos compasivo: 1 = menos del 40% de las aves muestran batimiento de las alas y el tiempo de batimiento total es de 10 segundos o menos y no se producen vocalizaciones; 2 = al menos el 50% de las aves muestran batimiento de las alas, la duración del batimiento es de 10 segundos o menos, y no se producen vocalizaciones; 3 = el setenta por ciento de las aves muestra batimiento de las alas, la duración del batimiento es de entre 15 y 30 segundos con periodos intermitentes de cese de batimiento seguido por batimiento adicional, y se producen vocalizaciones; y 4 = todas las aves muestran batimiento de las alas violento y convulsiones prolongadas y se producen vocalizaciones extremas.

<sup>3</sup>Puntuación calculada = puntuación calculada como el tiempo hasta 85 kPa (25 inHg) + de pie + LOP + comienzo de WF + actividad cesa.

\*\*"Bomba" se refiere al número de bombas de igual tamaño usadas para reducir la presión en la cámara de descompresión hasta la presión indicada.

- 5 Las observaciones generales del sacrificio en las diversas condiciones de tratamiento fueron tal como sigue. Al inicio de la descompresión, la mayoría de las aves estaban en una posición sentada. Algunas de las aves se pusieron de pie tan pronto como comenzó a salir aire de la cámara. En el plazo de pocos segundos, algunas aves mostraron una o más sacudidas de la cabeza, defecaron, levantaron sus plumas de contorno; todas las aves se volvieron atáxicas, y luego perdieron el equilibrio de la postura y se recostaron sobre el suelo de la jaula, tendiéndose o bien de lado o
- 10 bien hacia arriba. En esta fase, comenzó el batimiento de las alas en algunas aves acompañado por un gemido gutural, bajo, en todos los tratamientos, excepto el tratamiento 3. Debe observarse que el gemido no se consideró una vocalización para fines de determinar la puntuación de sacrificio subjetiva.

- 15 Tal como puede observarse a partir de estos resultados, el tratamiento 3 dio como resultado una puntuación de sacrificio subjetiva de 1,00, indicando que este tratamiento era el más compasivo. Los tratamientos 4-8, todos los cuales implicaron una disminución de la presión en dos etapas, tuvieron todos puntuaciones de sacrificio subjetivas de más de 2,5, siendo todas las puntuaciones para los tratamientos 6-8 de 4,00, indicando que estos tratamientos eran los menos compasivos y menos compasivos que el tratamiento 3.

#### 20 Ejemplo 9: rendimientos de procesamiento

En este ejemplo, se compararon las diferencias en los rendimientos de procesamiento de aves sacrificadas usando baja presión atmosférica y aves sacrificadas usando aturdimiento eléctrico seguido por desangrado.

- 25 Se sacrificaron pollos de tipo broiler de 52 a 59 días de edad usando o bien baja presión atmosférica, tal como se describió en el ejemplo 7, o bien mediante aturdimiento eléctrico seguido por desangrado, tal como se describe en Thaxton, J.P., *et al.*, "Corticosterone in Commercial Broilers", J. Appl. Poult. Res., 2005, vol. 14, págs. 745-749, y se determinaron los rendimientos de procesamiento promedio para cada método de sacrificio. Cada grupo contenía 75
- 30 aves macho y 75 aves hembra. Los resultados se exponen la tabla 4

Tabla 4

Parámetro	Sacrificio a baja presión atmosférica	Aturdimiento eléctrico/sacrificio
<b>Peso corporal (kg)</b>		
Macho	3,75891	3,75937
Hembra	2,99370	2,97647
M/F promedio*	3,37608	3,28491
<b>Rendimiento de carne blanca (%)</b>		
Machos	22,210	22,240
Hembras	22,390	22,270
M/F promedio*	22,300	22,250
<b>Rendimiento de machos (%)</b>		
Mitad delantera	44,910	45,870
Alas	8,340	8,370
Piel	2,830	2,990
Pechuga	18,410	18,510
Partes tiernas	3,800	3,730
<b>Rendimiento de hembras (%)</b>		
Mitad delantera	46,230	47,080
Alas	8,220	8,440
Piel	3,530	3,600
Pechuga	18,270	18,200
Partes tiernas	4,120	4,070

\*M/F promedio es el valor promedio para todos los pollos de tipo broiler sometidos a prueba, incluyendo aves machos y hembras.

Tal como puede observarse a partir de estos resultados, el peso corporal promedio y el % de rendimiento para aves sacrificadas usando sacrificio a baja presión atmosférica es comparable con los valores obtenidos para las aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico/sacrificio. Como tales, el sacrificio a baja presión atmosférica no afecta de manera adversa a estos parámetros de procesamiento.

Ejemplo 10: calidad de la carne

En este ejemplo, se comparó la calidad de la carne obtenida de aves sacrificadas usando baja presión atmosférica con la calidad de la carne obtenida de aves sacrificadas usando técnicas de aturdimiento eléctrico.

Se sacrificaron trescientos pollos de tipo broiler de 52 a 59 días de edad usando o bien baja presión atmosférica (150 aves), tal como se describió en el ejemplo 7, o bien mediante aturdimiento eléctrico seguido por desangrado (150 aves), tal como se describe en Thaxton, J.P., *et al.*, "Corticosterone in Commercial Broilers", J. Appl. Poult. Res., 2005, vol. 14, págs. 745-749. Se determinó la calidad de la carne de las aves sacrificadas usando cada técnica usando un cromámetro Warner-Bratzler. Se determinaron las mediciones del color colocando un cromámetro en tres ubicaciones idénticas sobre cada pecho. Se calculó el promedio de los resultados para cada grupo y se exponen en la tabla 5.

Tabla 5

Medición	Sacrificio a baja presión atmosférica	Aturdimiento eléctrico/sacrificio
pH a los 15 minutos	6,03 <sup>b</sup>	6,48 <sup>a</sup>
% pH a los 15 min. <6,0	51	0
pH a las 24 horas	5,87 <sup>b</sup>	5,79 <sup>a</sup>
<b>Parte de hueso con color<sup>2</sup></b>		
Claridad (CIE L *)	56,5 <sup>a</sup>	58,2 <sup>b</sup>
Enrojecimiento (CIE a*)	1,87 <sup>a</sup>	1,19 <sup>b</sup>
Amarilleamiento (CIE b*)	9,3 <sup>a</sup>	9,94 <sup>a</sup>
<b>Parte de la piel con color<sup>2</sup></b>		
Claridad (CIE L*)	58,6 <sup>a</sup>	60,2 <sup>a</sup>
Enrojecimiento (CIE a*)	1,06 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>
Amarilleamiento (CIE b*)	7,1 <sup>a</sup>	8,64 <sup>a</sup>
Pérdida al cocinar (%)	24,9 <sup>a</sup>	25,3 <sup>a</sup>
<b>Valor de corte</b>		
Deshuesado a los 45 minutos	3,90 kg	4,04 kg
Deshuesado a las 2 horas	3,04 kg	4,04 kg
Deshuesado a las 4 horas	2,88 kg	3,35 kg
<b>% de valor de corte &gt; 4,6 kg<sup>1</sup></b>		
Deshuesado a los 45 minutos	27,3	30
Deshuesado a las 2 horas	0	36,4
Deshuesado a las 4 horas	0	8,333

<sup>a,b</sup>Los mismos superíndices dentro de una fila indican que no hay diferencia estadística (p < 0,05)

<sup>1</sup>Se ha notificado mayor que 4,6 kg como una muestra no tierna en la bibliografía, pero esta medición no es un valor límite claro para determinar si una muestra es tierna o no

<sup>2</sup>CIEL, CIE a, y CIE b son mediciones de claridad, enrojecimiento y amarilleamiento, respectivamente. Valores superiores indican grados superiores de claridad, enrojecimiento y amarilleamiento.

\*No hay diferencia en el pH o el color entre los tiempos de deshuesado.

Tal como puede observarse a partir de estos resultados, hubo una tendencia para el aumento de la ternura usando el sacrificio a baja presión atmosférica cuando en comparación con la técnica de aturdimiento eléctrico, especialmente para la carne deshuesada a las 2 horas y 4 horas tras el sacrificio. Sin embargo, no hubo ninguna diferencia estadística entre los tratamientos al nivel de 0,05, lo que probablemente se debe a la variación natural de la pechuga y al pequeño tamaño de la muestra. Adicionalmente, el pH de la carne en el grupo de

aturdimiento/sacrificio a baja presión atmosférica fue superior a las 24 horas tras el sacrificio que la carne en el grupo de aturdimiento eléctrico/sacrificio, sugiriendo una mejor calidad de la carne.

- 5 En vista de lo anterior, se observará que se consiguen los diversos objetivos de la descripción. Dado que pueden realizarse diversos cambios en los métodos descritos anteriormente sin apartarse del alcance de la descripción, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior se interprete como ilustrativa y no en un sentido limitativo.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para aturdir y sacrificar de manera compasiva aves de corral, comprendiendo el método:

5 encerrar las aves de corral en una cámara sellada;

someter a descompresión la cámara a una velocidad continua hasta una presión de descompresión de desde aproximadamente 71 kPa de presión manométrica hasta aproximadamente 91 kPa de presión manométrica según se mide a nivel medio del mar a lo largo de un transcurso de tiempo de desde aproximadamente 30 segundos hasta aproximadamente 120 segundos; y

10 mantener la presión de descompresión durante desde aproximadamente 15 segundos hasta aproximadamente 60 segundos, de modo que las aves de corral alcancen un estado de muerte,

15 en el que aproximadamente el 90% o más de la actividad de las ondas cerebrales de las aves de corral cesa antes de que las aves de corral experimenten fibrilación cardíaca completa.

20 2. Método según la reivindicación 1, en el que la presión de descompresión es de desde aproximadamente 81 kPa de presión manométrica hasta aproximadamente 85 kPa de presión manométrica según se mide a nivel medio del mar.

3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la presión de descompresión es de aproximadamente 85 kPa presión manométrica.

25 4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transcurso de tiempo es de aproximadamente 60 segundos.

30 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se mantiene la presión de descompresión durante aproximadamente 30 segundos.

6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aves de corral experimentan ataxia en aproximadamente 90 segundos o menos tras el inicio de la descompresión.

35 7. Método según la reivindicación 6, en el que las aves de corral experimentan ataxia tras la descompresión durante desde aproximadamente 30 segundos hasta aproximadamente 40 segundos.

8. Método según la reivindicación 7, en el que las aves de corral experimentan ataxia tras la descompresión durante aproximadamente 38 segundos.

40 9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se consigue el cese del 90% o más de la actividad de las ondas cerebrales tras la descompresión durante desde aproximadamente 20 segundos hasta aproximadamente 50 segundos.

45 10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se consigue fibrilación cardíaca completa tras la descompresión durante desde aproximadamente 23 segundos hasta aproximadamente 53 segundos.

50 11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aves de corral se seleccionan del grupo que consiste en pollos, pavos, codornices, gansos, patos, ratites y combinaciones de las mismas.

12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aves de corral tienen un nivel de corticosterona en sangre tras alcanzar el estado de muerte que no está significativamente elevado, es decir, no superior al 5%, en comparación con un nivel de corticosterona en sangre de las aves de corral antes del sacrificio.

55 13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aves de corral tienen un nivel de corticosterona en sangre tras alcanzar el estado de muerte de desde aproximadamente 565 pg/ml hasta aproximadamente 945 pg/ml.

60 14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sangre de las aves de corral tiene un nivel de GAP de desde aproximadamente -3,0 hasta aproximadamente 3,0 tras alcanzar el estado de muerte.

15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aves de corral alcanzan un estado de muerte en el plazo de aproximadamente tres minutos o menos tras encerrarse en la cámara sellada.

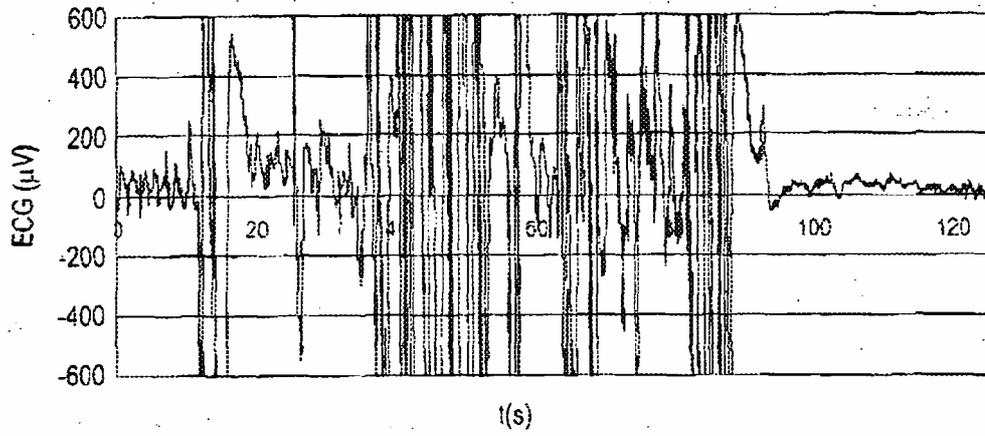


FIG. 1A

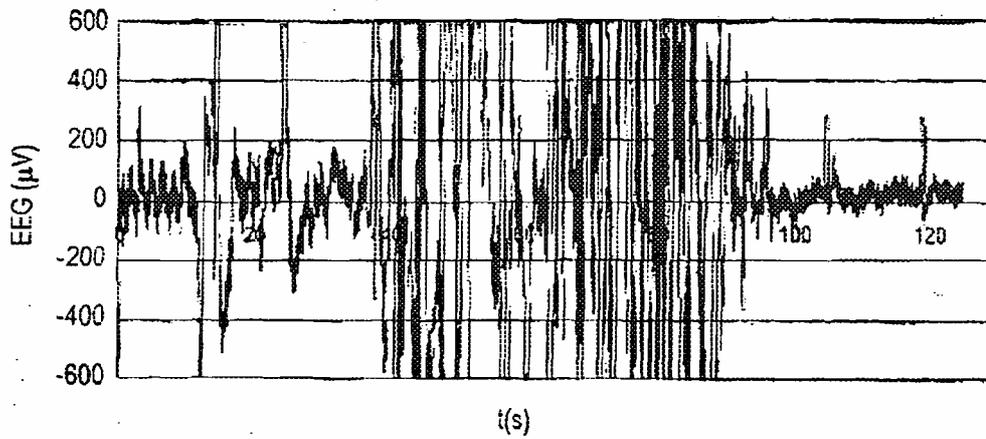


FIG. 1B