

Humane Slaughter Association

Aturdimiento eléctrico de animales de carne roja

Esta es una versión descargable en PDF de la guía online. Como tal, algunas de sus características no están presentes, incluidas grabaciones de vídeo y enlaces a páginas web. Puede acceder a la versión online en www.hsa.org.uk

Introducción

Cada año se crían miles de millones de animales en todo el mundo para consumo humano. Para que sea considerado humanitario, el sacrificio de estos animales se debe realizar de un modo que evite todo dolor o sufrimiento innecesarios. Se han desarrollado varios sistemas para facilitar la matanza o el sacrificio humanitarios de ganado. El principio básico de estos métodos es aturdir al animal de tal modo que quede inconsciente e insensible al dolor; este estado debería durar hasta la muerte del animal.

El aturdimiento eléctrico, también conocido como electronarcosis, se desarrolló originalmente en Francia y Alemania a finales de los años veinte del siglo XX, para su uso en bovinos, ovejas, cerdos, terneros y caballos. El método implica el aturdimiento de los animales mediante electricidad; se les causa la muerte por desangrado (cortando los vasos sanguíneos principales entre el corazón y el cerebro), o por electrocución (aplicando una carga eléctrica para detener el corazón). Incluso en las primeras fases de desarrollo, los experimentos desarrollados determinaron la corriente óptima para aturdir a los animales el tiempo suficiente para permitir aplicar el desangrado sin que recuperaran el conocimiento. A principios de los años treinta, se desarrollaron en los Estados Unidos de América sistemas de aturdimiento eléctrico de alta producción. El aturdimiento eléctrico se hizo más común en Europa en los años cincuenta y en la actualidad se utiliza en todo el mundo.



El equipo moderno controla el voltaje, la frecuencia, la onda y la duración de la corriente eléctrica que se suministra para aturdir a los animales. Hay sistemas disponibles que también supervisan la operación para registrar y mostrar los parámetros

eléctricos con los que se aturden al animal. A pesar de la creciente complejidad del equipo de aturdimiento eléctrico, aún es responsabilidad del operario asegurarse de que se aturde y se sacrifica a todos los animales de un modo humanitario. Un equipamiento eléctrico con un mal mantenimiento o usado incorrectamente puede provocar un sufrimiento evitable para el animal y también puede comprometer la seguridad del operario.

Estas notas de guía explican la teoría, la práctica y el uso de la electricidad para aturdir y sacrificar a los animales. Proporcionan la información técnica esencial para supervisores de mataderos, cirujanos veterinarios, inspectores de higiene cárnica e ingenieros de mantenimiento. Ayudan al equipo gestor en la selección de equipo, proporcionan a los operarios información de contexto para ayudarles a desempeñar su trabajo de modo competente y seguro. Describen fallos y condiciones que pueden impedir el correcto funcionamiento del equipo y explican cómo rectificar los problemas más habituales.

La información práctica que se presenta en esta guía pretende ser clara e instructiva. Sin embargo, algunos de los procedimientos de aturdimiento y sacrificio descritos son difíciles de demostrar eficaz o plenamente excepto en la práctica. Cualquier persona que desee realizar estos procedimientos también debería buscar formación práctica con un operario experimentado. En muchos países (por ejemplo en los estados miembros de la UE), la ley requiere formación y certificación.

Puntos importantes sobre esta guía

Esta guía pretende instruir a los operarios en el uso adecuado y humanitario del equipo de aturdimiento eléctrico para el sacrificio y matanza de animales de carne roja. Sin embargo, cualquier persona que desee realizar procedimientos de aturdimiento y sacrificio también debería buscar formación práctica con un operario experimentado. En muchos países (por ejemplo en los estados miembros de la UE), la ley requiere formación y certificación.

Con el fin de salvaguardar el bienestar de los animales que van a ser sacrificados, es necesario que la guía sea exhaustiva y esté ilustrada. Como tal, algunas personas pueden encontrar las descripciones y los gráficos sobrecogedores. No siga leyendo si cree que el contenido le va a afectar negativamente.

El equipo de aturdimiento eléctrico es potencialmente letal. Le aconsejamos que lea la sección de **Seguridad** de estas notas con especial detenimiento. Si tiene alguna duda sobre cualquier aspecto del funcionamiento del equipo de aturdimiento eléctrico, debería consultar al fabricante. La Humane Slaughter Association (HSA) no admitirá bajo ninguna circunstancia responsabilidad alguna por el modo de uso del equipo de aturdimiento eléctrico, posibles pérdidas, daños, lesiones o muertes provocados de ese modo, puesto que depende de circunstancias totalmente ajenas al control de la HSA.

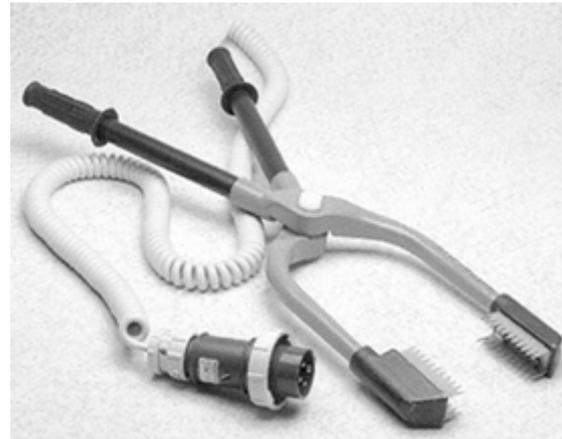
Si desea información sobre el aturdimiento eléctrico de aves de corral, la HSA ha elaborado una guía online titulada "**Sacrificio práctico de aves de corral: Una guía para pequeños agricultores y productores a pequeña escala**" que contiene una sección sobre aturdimiento eléctrico.

La HSA tiene el objetivo de proporcionar información actualizada y precisa. Si tiene alguna sugerencia para mejorar cualquiera de los materiales incluidos en esta guía, háganoslo saber en info@hsa.org.uk o mediante los datos de contacto que figuran en la **página web de la HSA**.

También hay una **versión impresa de esta guía** (publicada en 2005) que puede adquirir al costo de 5 libras esterlinas (incluidos gastos de envío).

Electricidad

El principio del aturdimiento eléctrico es transmitir la corriente suficiente a través del cerebro para interrumpir su actividad normal, de modo que el animal quede inmediatamente inconsciente e incapaz de sentir dolor. Cuando se aplican los electrodos a la cabeza, la cantidad de corriente que fluye dependerá de la diferencia de voltaje entre los electrodos y la resistencia eléctrica del animal. Esta sección explica algunos principios eléctricos básicos y cómo se aplican a los animales.



Corriente, voltaje y resistencia

El flujo de electricidad por un objeto, como un cable, se conoce como corriente (I). Se mide en amperios (A); si la corriente es muy pequeña entonces se describe en mili amperios (mA), 1000 mA = 1A. La fuerza conductora (presión eléctrica) tras el flujo de una corriente se conoce como voltaje y se mide en voltios (V) (también se puede referir al voltaje como la diferencia potencial o fuerza electromotora). La propiedad de un material que limita el flujo de corriente se conoce como resistencia (R), la unidad de resistencia es el ohmio (Ω). La denominación más correcta de la resistencia a una corriente alterna es impedancia pero, en esta aplicación, consideraremos que resistencia e impedancia son equivalentes.

La relación entre corriente, voltaje y resistencia se expresa por la ley de Ohm. Determina que la corriente que fluye en un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito, siempre que la temperatura se mantenga constante.

$$\text{Ley de Ohm:} \quad \text{Corriente (I)} = \text{Voltaje (V)} / \text{Resistencia (R)}$$

Para incrementar el flujo de corriente en un circuito, se debe elevar el voltaje o reducir la resistencia.

En la Figura 1a se muestra un circuito eléctrico simple. El flujo de electricidad a través del circuito se ilustra por analogía con el sistema de agua presurizada de la Figura 1b.

En el circuito eléctrico, el suministro de potencia genera una presión eléctrica (voltaje) equivalente a la bomba que genera presión de agua en la tubería; y la bombilla proporciona la resistencia del mismo modo que la restricción del sistema de agua. El amperímetro es equivalente al medidor de flujo y el voltímetro mide la diferencia de presión eléctrica a cada lado de la restricción en el sistema de agua. Se producirá una caída de voltaje debido a la energía que se emplea en transmitir la corriente por la bombilla, que tiene una resistencia mayor que la del cable en el circuito. Del mismo modo, la presión de agua en (A) será inferior a la de (B).

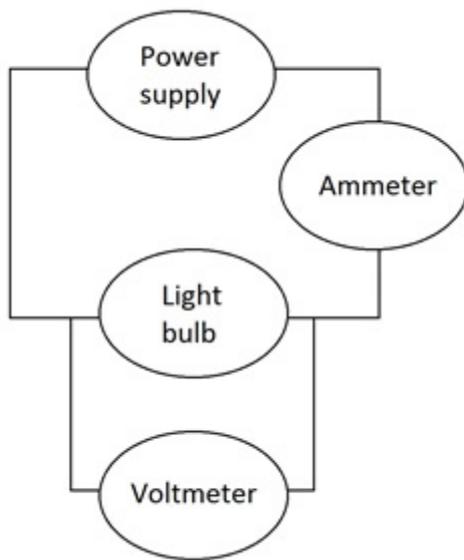


Figura 1a Circuito de corriente simple

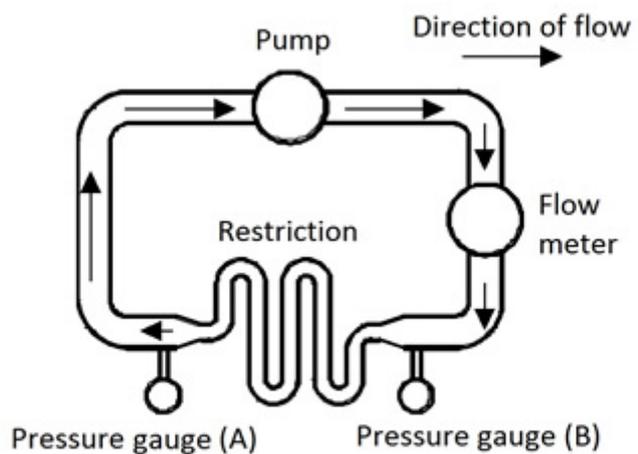


Figura 1b Sistema de agua presurizada

La resistencia global de un objeto depende de diversas propiedades incluida su longitud, área de sección transversal y tipo de material. Cuanto más largo sea el conductor, mayor será la resistencia; por ejemplo, un cable de dos metros ofrece el doble de resistencia que un cable de un metro de propiedades similares. Cuanto mayor sea la sección transversal de un conductor, menor será su resistencia; los tendidos de líneas aéreas tienen una resistencia mucho menor a una lámpara de flexo de la misma longitud. Diferentes materiales tienen también diferentes capacidades para conducir la electricidad. Los metales son muy buenos conductores pero materiales como cerámica o vidrio normalmente no conducen la electricidad en absoluto y se conocen como aislantes.

Los animales contienen una alta proporción de líquido que conducirá bien la electricidad; sin embargo, la piel, la grasa, el hueso y el pelo son malos conductores. La corriente eléctrica tomará el camino de menor resistencia a través del tejido animal, con el resultado de que solo una pequeña proporción de la corriente medida penetrará en el cerebro. Los animales con mucha lana, piel gruesa, capas de grasa o cráneos gruesos tendrán una elevada resistencia eléctrica. La Tabla 1 muestra cómo la relación entre corriente, voltaje y resistencia difiere cuando se aturde a una oveja con una condición física diferente. En este ejemplo, la corriente mínima requerida para un aturdimiento efectivo es un amperio.

Tabla 1 Ejemplos de la aplicación de la ley de Ohm al aturdir ovejas

	Condición del animal	
	Seco, gordo y con toda la lana	Húmedo, delgado y recién trasquilado
Voltaje aplicado (V)	200 V	200 V
Resistencia en la cabeza (R)	1000 Ω	150 Ω
Corriente (I = V/R)	0,2 A	1,3 A
Resultado	Aturdimiento no efectivo	Aturdimiento efectivo

Onda y frecuencia

Se puede generar corriente bien como corriente continua pulsada (CC) (Figura 2a), como desde una batería que se enciende y se apaga, que fluye en una dirección; o puede ser una corriente alterna (CA) (Figura 2b), procedente de la red de suministro o un generador, en la que la dirección del flujo de corriente cambia. La onda de una corriente describe la forma de un ciclo de la corriente.

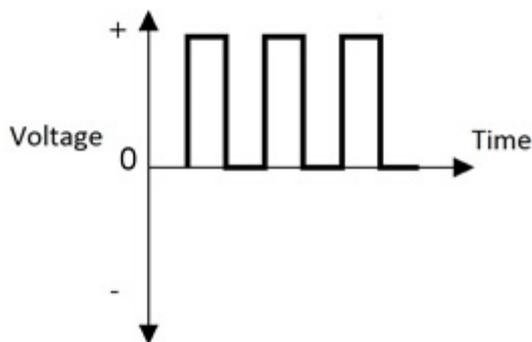


Figura 2a Corriente continua pulsada (CC) (tres ciclos)

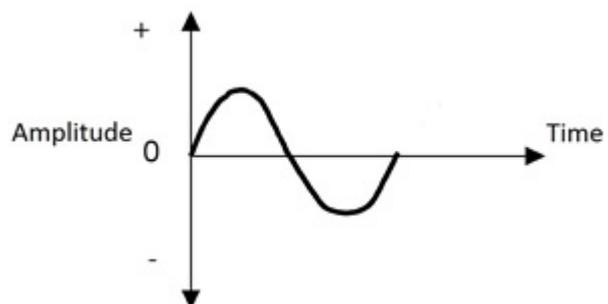


Figura 2b Corriente alterna (CA) (un ciclo)

La frecuencia de una corriente indica cuántas veces se repite un ciclo de la onda por segundo y se mide en hertzios (Hz). La corriente de red tiene una onda sinusoidal (Figura 2b) y una frecuencia de 50 Hz, es decir, se repite 50 veces por segundo. Las ondas de mayor frecuencia se repiten más veces por segundo; es decir, la frecuencia de la corriente en la Figura 3a es cuatro veces la frecuencia de la corriente de la Figura 3b.

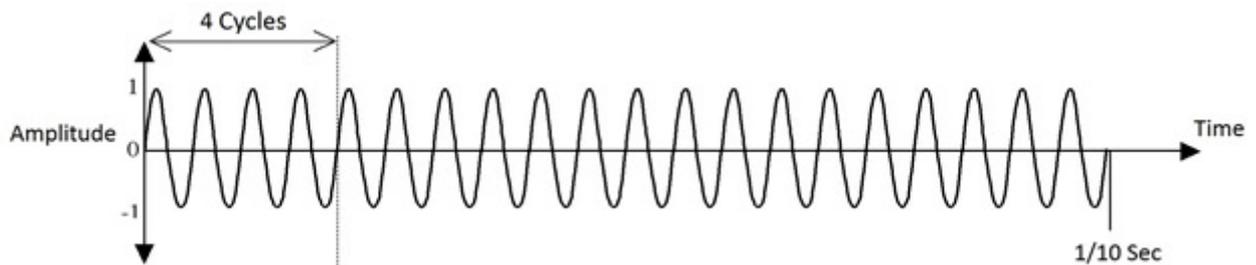


Figura 3a Ejemplo de frecuencia estándar de 200 Hz

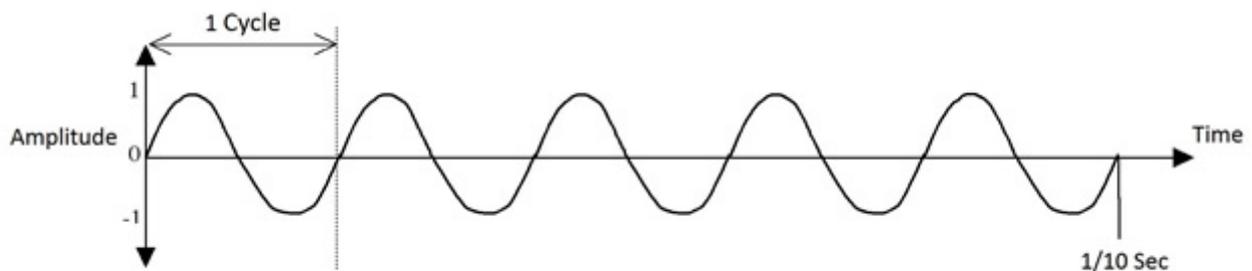


Figura 3a Ejemplo de frecuencia estándar de 50Hz

Calidad de la carne

La onda y la frecuencia del voltaje de suministro pueden alterar el efecto de la corriente eléctrica en los animales. En consecuencia, con frecuencia se culpa al aturdimiento eléctrico de problemas de calidad de la carne que causan una degradación de la carcasa. Como resultado, a veces se hacen ajustes en el equipo eléctrico que podrían comprometer el bienestar animal.

Los aturdidores más convencionales operan con la misma onda sinusoidal de 50 Hz que la corriente eléctrica general (Figura 3b). Sin embargo, las investigaciones han demostrado que la estimulación directa del músculo es responsable de las condiciones de degradación. Incrementar la frecuencia de la onda aplicada a 1500 Hz

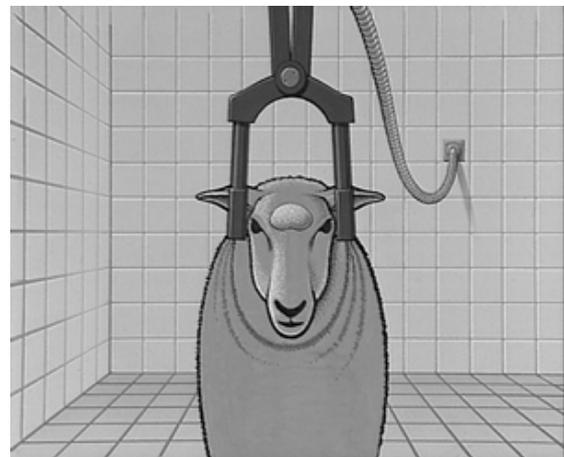


reduce significativamente el nivel de estimulación directa al músculo y los fabricantes han diseñado equipo que aplica corriente de alta frecuencia mediante una corriente de baja frecuencia. Las investigaciones también han mostrado que, a pesar de que la estimulación eléctrica de los músculos en el aturdimiento puede provocar salpicado de sangre, hematomas y huesos rotos, estas condiciones también dependen de otros factores como: la fuente, raza del animal, nutrición, cambios de temperatura previos al sacrificio, manejo antes del sacrificio y contacto interrumpido de los electrodos de aturdimiento. Todos estos factores pueden ser responsables de la frecuencia y la naturaleza arbitraria de la incidencia de degradación entre animales individuales. Todos ellos deben ser investigados minuciosamente antes de efectuar cambios de configuración en un aturdidor.

No se debe realizar ningún cambio en la configuración de un aturdidor que pudiera comprometer el bienestar animal con el objetivo de rectificar problemas de calidad de la carne.

Aturdimiento eléctrico

El aturdimiento con electricidad se conoce como electronarcosis y la matanza mediante electricidad se conoce como electrocución. La electronarcosis es un procedimiento totalmente reversible que detiene de inmediato el funcionamiento normal del cerebro durante un breve periodo de tiempo. La electrocución produce paro cardíaco, deteniendo el bombeo de sangre del corazón por el organismo y causando una muerte rápida; a menudo se conoce como aturdimiento-matanza. Esta sección describe lo que sucede a un animal durante la electronarcosis y la electrocución, detallando los parámetros requeridos para garantizar que cada aturdimiento es inmediato y efectivo.



Electronarcosis

Cuando se realiza un aturdimiento eléctrico de manera efectiva, el resultado es básicamente el mismo que un ataque epiléptico en un humano, conocido como un ataque epiléptico mayor, durante el que el cerebro se ve gravemente estimulado, el cuerpo muestra actividad tónica/clónica y hay una pérdida total de conciencia. Durante la primera fase (tónica), cuando la corriente fluye por el cerebro, el animal cae colapsado y deja de respirar, con las patas delanteras extendidas y rígidas y las patas traseras flexionadas hacia el cuerpo. En la segunda fase (clónica) el animal se relaja y comienza a dar patadas involuntarias con las cuatro patas. A medida que remite la actividad clónica, el animal pasa a la tercera fase (recuperación o agotamiento).

Se sabe que mientras un animal está en las dos primeras fases está inconsciente y, por tanto, es insensible al dolor. Sin embargo, el inicio de la tercera fase es una indicación de que el animal está comenzando a recuperarse y podría experimentar dolor. El primer signo de que un animal se está recuperando del efecto del aturdimiento es el regreso a una respiración rítmica normal. La respiración rítmica se puede determinar observando el movimiento del pecho con respiraciones espaciadas homogéneamente. Esto no se debería confundir con los jadeos aleatorios (respiración agónica), resultado de las contracciones musculares espasmódicas, que se pueden producir cuando el cerebro está muriendo. Durante estas contracciones aleatorias, también puede entrar aire a los pulmones haciendo que el animal haga ruidos involuntarios.

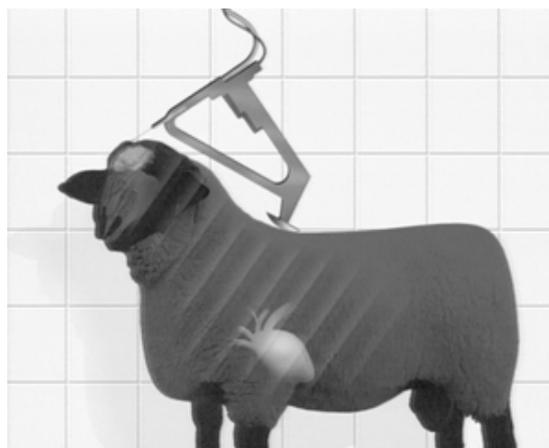
Fase	Síntomas físicos de una ataque epiléptico
Tónica	El animal cae colapsado y se pone rígido No hay respiración rítmica La cabeza se levanta Patas delanteras extendidas y patas traseras flexionadas hacia el cuerpo
Clónica	Relajación gradual de los músculos Movimientos de las patas o patadas involuntarias (pueden ser fuertes en ocasiones) Movimiento hacia abajo de los globos oculares Micción y/o defecación
Recuperación	Reanudación de una respiración rítmica normal Respuesta a estímulos dolorosos Visualmente consciente Trata de ponerse en pie

- La falta de actividad tónica obvia indica un aturdimiento pobre o ineficaz.
- El primer signo de recuperación de un aturdimiento eficaz es el regreso a una respiración rítmica normal.

Electrocución

El objetivo de la electrocución es matar al animal haciendo que su corazón no bombee sangre por el cuerpo (denominado paro cardíaco). Si esto sucede, el cerebro se verá privado de oxígeno y morirá rápidamente. Cuando se pasa una corriente eléctrica apropiada por el corazón, este entra en un estado conocido como fibrilación ventricular. Esto significa que las fibras de los músculos del corazón se contraen de un modo rápido no coordinado en lugar de hacerlo de un modo regular y coordinado; la circulación sanguínea se detiene y, si este estado persiste, la muerte sobreviene pronto.

Cuando se electrocuta a un animal, este se pone rígido con ligeros temblores corporales y después se relaja gradualmente. No debería haber más movimiento. La electrocución es dolorosa, por lo que es esencial que los animales estén aturdidos antes de proceder a la misma. En la práctica, esto se logra usando equipo que haga llegar la corriente en primer lugar al cerebro y después al cerebro y al corazón simultáneamente.



No se puede garantizar que todos los animales sufran paro cardíaco: si un animal muestra los signos de un aturdimiento limitado a la cabeza, como movimientos clónicos de las patas, entonces se debería desangrar de inmediato para impedir su recuperación. Del mismo modo, puede ser posible que el animal sufra un paro cardíaco sin estar bien aturdido. Los síntomas de este estado son muy difíciles de observar ya que el animal puede estar paralizado y morirá muy rápidamente, pero la presencia de movimiento ocular o reflejo corneal (reacción al tocar la superficie del ojo) son indicadores razonables. Si se produce esta situación, el animal debe volver a ser aturdido inmediatamente, se debe comprobar el equipo antes de volver a usarlo y se debe supervisar detenidamente la colocación de los electrodos.

Duración del aturdimiento

El objetivo de aturdir a un animal es insensibilizarlo al dolor hasta el momento de la muerte causada por desangrado o paro cardíaco. Por tanto, es importante conocer la duración de un aturdimiento eléctrico efectivo. Las fases tónica y clónica de un aturdimiento ya han sido descritas. La Tabla 2 da el tiempo en segundos que se espera que duren estas fases (estos tiempos van en relación a la aplicación de corrientes de aturdimiento mínimas recomendadas).

Tabla 2 Duración esperada de las fases tras un aturdimiento eléctrico limitado a la cabeza

Especie	Tónica	Clónica	Recuperación
Cerdos	10-20 seg.	15-45 seg.	30-60 seg.
Ovejas			
Cabras			
Ganado bovino	5-20 seg.	10-60 seg.	45-90 seg.
Terneros	8-14 seg.	8-28 seg.	40-70 seg.

También es importante conocer la duración del periodo de inconsciencia al calcular el intervalo máximo entre el aturdimiento y el desangrado, a fin de evitar el riesgo de que los animales recuperen la conciencia antes de morir por pérdida de sangre. La Tabla 3 enumera el plazo de tiempo medio en segundos hasta la pérdida de la función cerebral tras diversos métodos de desangrado. Cuando la muerte no sea inducida por paro cardíaco, todos los animales aturridos deben ser desangrados en el plazo de 15 segundos tras el aturdimiento. (N.B. Son tiempos medios, los tiempos reales de pérdida de la función cerebral pueden variar de estas cifras y ser mayores o menores).

Tabla 3 Tiempo medio de pérdida de la función cerebral tras diversos tipos de desangrado

Especie	Método	Tiempo (segundos)
Cerdos	Incisión en el pecho	18
Ovejas	Incisión en el pecho	4,5
	Ambas arterias carótidas y ambas venas yugulares (corte completo)	14
	Una arteria carótida y una vena yugular (medio corte)	70
Ganado bovino	Ambas arterias carótidas y ambas venas yugulares	55
Terneros	Incisión en el pecho	5
	Ambas arterias carótidas y ambas venas yugulares	17

No solo debe desangrarse a los animales sin dilación, sino que también se deben seguir los procedimientos correctos. El siguiente diagrama (Figura 4) muestra la variación de tiempos hasta la pérdida de la función cerebral dependiendo de la rapidez, la calidad y las técnicas de incisión. Por ejemplo, en las ovejas, si solo se corta una arteria carótida y una vena yugular (medio corte), después de ese tiempo, el animal entrará en la fase de recuperación y ya no será insensible al dolor. El diagrama también muestra la mayor probabilidad de que los cerdos vuelvan a estar conscientes antes de morir si se retrasa la inserción en el pecho para el corte. La sección de desangrado describe los procedimientos correctos para garantizar que se logran estos tiempos.

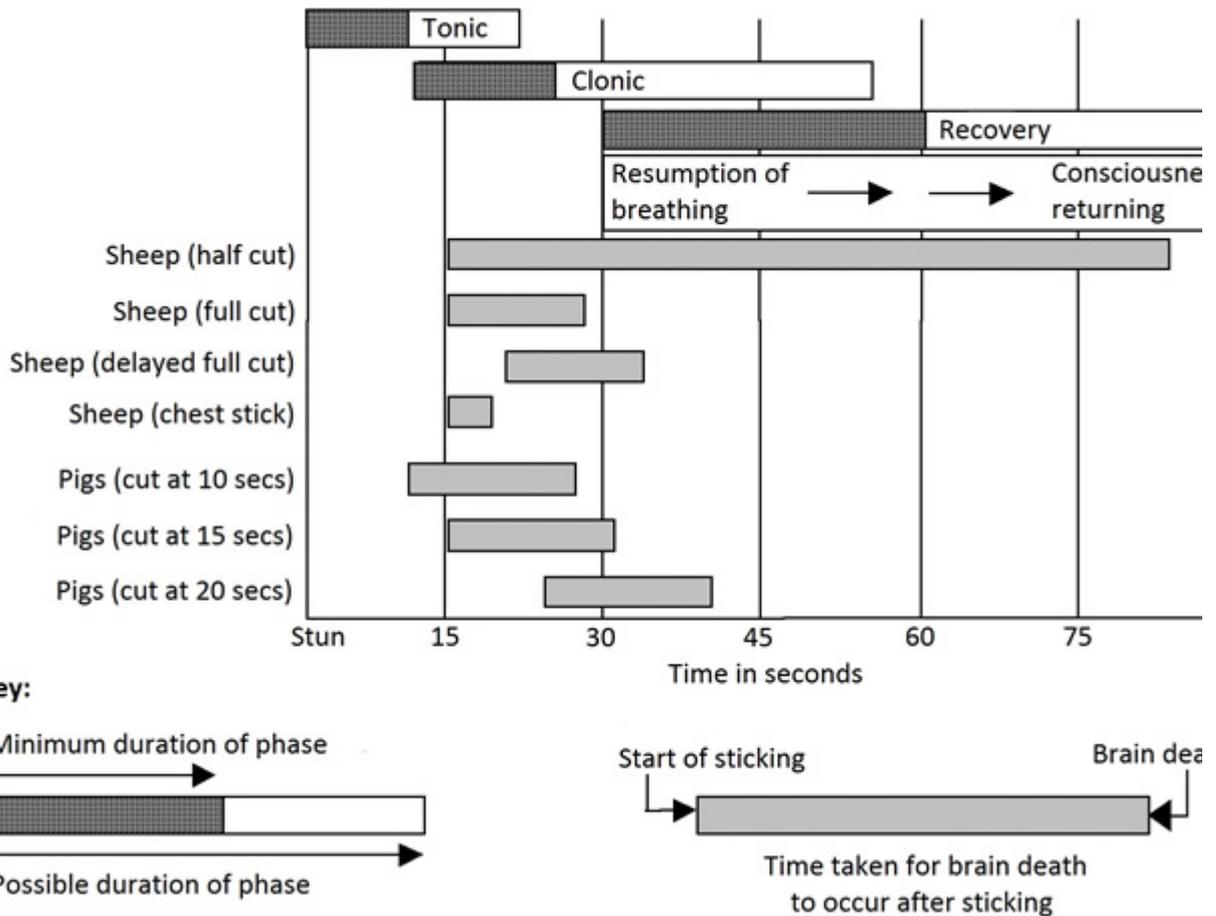


Figura 4 Relación entre las fase de la epilepsia y la importancia de un aturdimiento rápido y efectivo

Corrientes

A fin de aturdir o matar a un animal con electricidad, es necesario enviar suficiente corriente a través de cerebro, o a través del cerebro y el corazón respectivamente. Por tanto, la colocación precisa de los electrodos es de gran importancia. Sin embargo, asumiendo la colocación correcta de los electrodos, es la magnitud de la corriente lo que determina si se aturde o se mata al animal. La Tabla 4 muestra las corrientes recomendadas para un aturdimiento limitado a la cabeza y una matanza cabeza-tronco, con un voltaje de suministro de onda sinusoidal convencional de 50 Hz.

Tabla 4 Corrientes recomendadas para aturdir y matar animales

Especie	Corriente	
	Aturdir (Limitado a la cabeza)	Matar (Aplicada al corazón)
Ganado bovino	1,28 A	> 1,51 A
Terneros	1,25 A	1,25 A
Ovejas/Cabras	1,0 A	1,0 A
Corderos/Cabritos	1,0 A	1,0 A
Cerdos	1,3 A	1,3 A

Cuando se aplican correctamente, con los electrodos posicionados para cubrir el cerebro, estas corrientes aturdirán de inmediato. Con un entorno de funcionamiento normal se recomienda que la corriente se aplique durante al menos tres segundos. Si se va a practicar la electrocución, la frecuencia de la corriente no debería ser superior a 100 Hz porque, a medida que aumenta la frecuencia, es menos probable que se produzca fibrilación ventricular.

El equipo de aturdimiento moderno opera con salidas superiores a 200 V, pero algunos equipos automáticos en los que hay menor riesgo de que el operario entre en contacto con los electrodos, pueden funcionar con hasta 1000 V.

Nota: Los sistemas de aturdimiento eléctrico más antiguos, con salidas de 150 V o menos, no se consideran eficaces para producir un aturdimiento inmediato. La HSA recomienda retirar dicho equipo del servicio de inmediato y sustituirlo por sistemas de aturdimiento de alto voltaje modernos con salidas de 200 V o más.

Resistencia

Con la electronarcosis o la electrocución, la resistencia global al flujo de corriente se debe a dos factores: los tejidos del cuerpo y también el contacto entre los electrodos y la piel. Es importante mantener la resistencia lo más baja posible para maximizar el flujo de corriente. No es posible alterar la resistencia de los tejidos de un animal, pero sí es posible minimizar la resistencia de contacto aplicando electrodos en la posición correcta y manteniendo una presión constante durante la duración del aturdimiento.

Con mucha frecuencia hay una acumulación de grasa y suciedad en los electrodos, especialmente cuando hay una subida de temperatura localizada. Esta acumulación de grasa y suciedad ofrece una gran resistencia y hay que limpiarla con regularidad. Si no se limpian los electrodos, se producirá corrosión, lo que aumentará aún más la resistencia. Aunque la

resistencia disminuye una vez comienza a fluir la corriente, es la resistencia inicial lo que hay que contrarrestar para suministrar la corriente recomendada para producir un aturdimiento inmediato.

La Tabla 5 muestra la resistencia eléctrica típica de los animales durante el aturdimiento. Si los electrodos están limpios y reciben un buen mantenimiento, y los puntos de contacto se humedecen adecuadamente, la resistencia será la menor de la tabla. Sin embargo, si los electrodos están sucios y secos, la resistencia puede ser incluso mayor que la que recoge la tabla.

Tabla 5 Resistencia eléctrica aproximada de los animales a la corriente de aturdimiento

Especie	Posición de los electrodos	Resistencia (Ohmios)
Cerdos (aprox. 100 kg)	En la cabeza	150-350
Ovejas	En la cabeza, cobertura ligera de lana	150-400
	En la cabeza, cobertura gruesa de lana	150-1000
Ganado bovino	Nariz a cuello	130-230

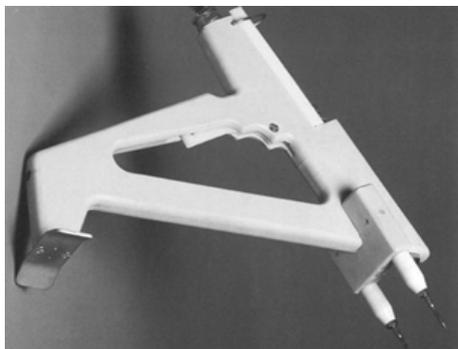
La Tabla 6 da ejemplos de corrientes que pueden fluir, calculadas según la ley de Ohm, y muestra si hay o no suficiente corriente para producir un aturdimiento efectivo. Es esencial que todo el equipo de aturdimiento eléctrico muestre el voltaje y la corriente que fluye durante cada ciclo de aturdimiento. Esta información debe estar visible para el operario.

Tabla 6 Ejemplos de cálculos de corriente con la ley de Ohm

Especie	Voltaje (V)	Resistencia (Ω)	Corriente (A)	¿Aturdimiento efectivo?
Cerdos (electrodos limpios)	250	150	1,6	Sí
Cerdos (electrodos sucios o desgastados)	250	350	0,7	No
Ovejas (lana corta y húmeda)	250	200	1,25	Sí
Ovejas (lana larga y seca)	250	1000	0,25	No

Equipo

El equipo eléctrico de aturdimiento y sacrificio se divide en tres categorías principales: limitado a la cabeza (aturdimiento), cabeza-espalda (aturdimiento-muerte) y cabeza-tronco (aturdimiento-muerte). Todos los sistemas incluyen una caja de control eléctrico que produce el suministro apropiado y un sistema de electrodos para transmitir la corriente al animal. En los sistemas de solo cabeza y cabeza-espalda normalmente se colocan los electrodos manualmente; en los sistemas cabeza-tronco se tienden a colocar de forma automatizada.



Aturdimiento limitado a la cabeza

El aturdimiento limitado a la cabeza se puede realizar en animales individuales dentro de un grupo en un corral, o en animales individuales en una cinta de inmovilización. Hay dos tipos básicos de tenazas para aturdimiento limitado a la cabeza: se tipo tijera o tenedor (Figuras 5 y 6). El punto de aplicación es el mismo en ambos casos pero el método de inmovilización puede ser diferente. El más utilizado son las tenazas de tipo tijera (Figura 5), que se pueden usar en corrales de aturdimiento en grupo o en cintas inmovilizadoras. Los brazos tienen habitualmente alrededor de 75 cm de longitud y un espacio máximo entre ellos de alrededor de 30 cm; los mangos pueden incorporar un interruptor. El diseño de los electrodos varía, pero generalmente es una fila paralela de dientes de metal o un electrodo de copa circular con uno o más puntas centrales. Los electrodos se conectan a bloques aislantes en los extremos de las tenazas.

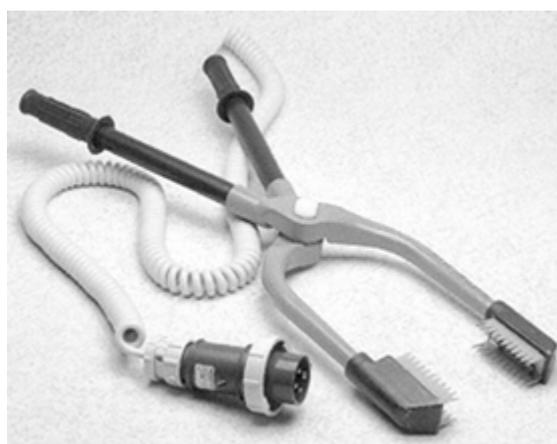


Figura 5 Tenazas de aturdimiento de tipo tijera



Figura 6 Tenazas de aturdimiento de tipo tenedor

Para permitir la colocación precisa y mantener el contacto, las tenazas de tipo tenedor (Figura 6) solo se debería usar al aturdir a animales sujetos en un inmovilizador. Normalmente los electrodos son más largos que los de las tenazas de tipo tijera para permitir la variación del tamaño de animales, y están conectados a un bloque único de brazos aislantes.

El equipo de control se debe proteger adecuadamente tanto de daños físicos como de daños producidos por agua. El modo más fácil de lograrlo es situar la caja de control lejos del área de aturdimiento e incisión. Si el cable que va de las tenazas de aturdimiento a la caja de control del aturdidor tiene el diámetro suficiente, no debería haber ninguna caída apreciable de nivel de corriente debido a la mayor resistencia causada por la longitud del cable. El operario debe ser capaz de ver los medidores que muestran la corriente y el voltaje así como poder escuchar y ver las señales audibles y visibles de advertencia si la duración del aturdimiento cae por debajo del nivel requerido. Es importante que el operario tenga acceso sin restricciones a los controles de parada de seguridad.

Los electrodos de aturdimiento limitado a la cabeza se deberían colocar de tal modo que cubran el cerebro lo más directamente posible. Colocar los electrodos en otro lugar implica que puede fluir más corriente por vías de menor resistencia y no enteramente por el cerebro, reduciendo con ello la efectividad del aturdimiento. Al usar tenazas de tipo tijera en ovejas y cerdos, la posición recomendada de las tenazas es en ambos lados de la cabeza entre el ojo y la oreja (Figuras 7,8 y 9). En la práctica, esta posición puede ser difícil de lograr en los cerdos debido a la forma de la cabeza; una alternativa es justo detrás de la orejas o diagonalmente debajo de una oreja a encima del ojo opuesto (Figuras 10 y 11). Cuando se trabaje con tenazas de tipo tenedor la posición es la misma, entre el ojo y la oreja a cada lado de la cabeza. En ambos sistemas, una vez se han aplicado los electrodos, se deben mantener en contacto constante con el animal para impedir la interrupción del flujo de corriente de aturdimiento, ya que esto puede producir un aturdimiento no efectivo y también puede incrementar el número de casos de daños en la carcasa.



Figura 7 Posición de los electrodos para



Figura 8 Posición de los electrodos para

ovejas (vista frontal)



Figura 9 Posición de los electrodos para cerdos

ovejas (vista lateral)



Figura 10 Posición alternativa de los electrodos para cerdos



Figura 11 Posición diagonal de los electrodos para cerdos

Aturdimiento-muerte cabeza-espalda

El aturdimiento-muerte cabeza-espalda se realiza mediante el paso de una corriente simultáneamente por el cerebro y por el corazón del animal. Para lograrlo, los sistemas de cabeza-espalda tienen electrodos sujetos en un equipo de mano (Figura 12) que el

matadero aplica y opera de forma manual. Para garantizar la colocación correcta de los electrodos y mantener el contacto, se debe realizar con animales inmovilizados.

La colocación correcta de ambos electrodos es muy importante para garantizar que la corriente fluye tanto a través del cerebro como del corazón (Figura 13). Con el animal inmovilizado, se debería colocar firmemente el electrodo posterior en medio de la espalda por encima del corazón (Figura 14). El electrodo frontal se debería colocar en la cabeza, nivelado con o por delante de los ojos (Figura 15). Si se instala un interruptor en el equipo de mano, solo se debería pulsar una vez los electrodos estén en posición. El electrodo posterior no se debería colocar muy atrás, ya que el electrodo frontal también estará en el lugar incorrecto y el animal no recibirá un aturdimiento adecuado. Los equipos de electrodos que combinan un pulverizador de agua ayudarán a reducir la resistencia de contacto y, por tanto, mejorarán el flujo de corriente. Además, reducirán la probabilidad de daños en la piel de las ovejas rebajando el efecto calor de la corriente en el punto de colocación del electrodo posterior.

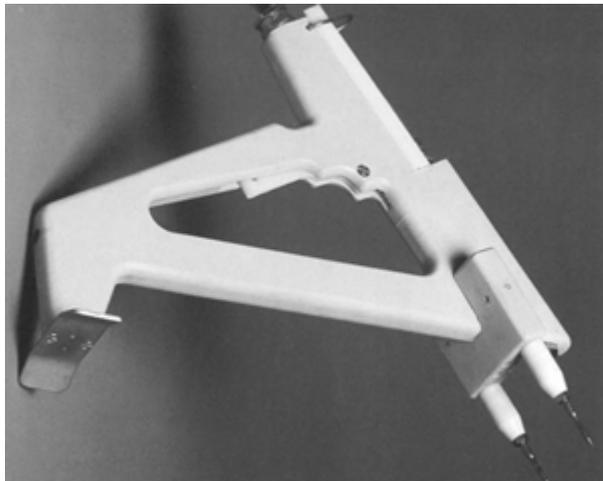


Figura 12 Aturdidor cabeza-espalda

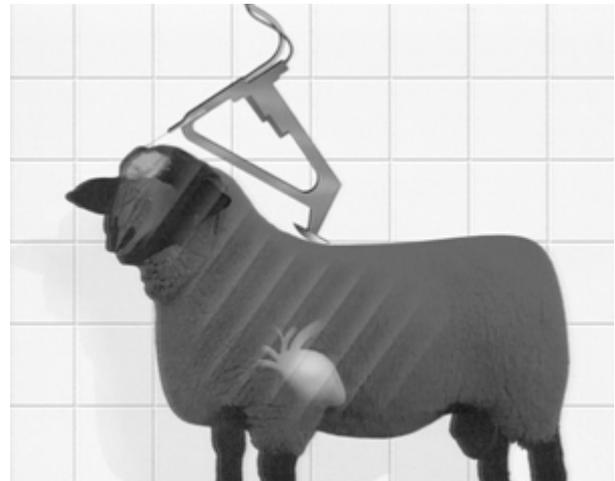


Figura 13 Posición correcta de los electrodos en cabeza-espalda



Figura 14 Posición correcta del electrodo posterior



Figura 15 Posición correcta del electrodo frontal

Aturdimiento-muerte cabeza-tronco

El diseño del equipo para el aturdimiento-muerte cabeza-tronco depende de la especie del animal al que se vaya a sacrificar y es, por lo general, semi automático o totalmente automático. Es importante asegurarse de que los animales estén correctamente posicionados en la máquina en relación a los electrodos y hacer ajustes para animales de diferentes tamaños. Se deben hacer comprobaciones regulares de que se han provocado tanto un aturdimiento efectivo como paro cardíaco. Todo el equipo de aturdimiento-muerte automático debe ser configurado exactamente siguiendo las instrucciones del fabricante y ambos electrodos y puntos de colocación deben estar limpios.

El equipo para cerdos coloca automáticamente un par de electrodos en la cabeza, justo por debajo de las orejas, para aturdir al animal. Entonces se coloca un tercer electrodo en el pecho del animal, para suministrar una segunda corriente que fibrilará el corazón y causará la muerte del animal.

El aturdimiento eléctrico de los bovinos se puede realizar usando tres fases en secuencia: una fase de tres segundos limitada a la cabeza para aturdir al animal seguida de una fase cardíaca de 15 segundos para inducir la fibrilación ventricular (paro cardíaco) y después una fase de descarga espinal de cuatro segundos para reducir las convulsiones clónicas. El equipo para bovinos debería inmovilizar al animal con un yugo, un elevador de barbilla y un empujador posterior a fin de colocar al animal para la colocación precisa de los electrodos (Figura 16). Entonces un electrodo se pondrá en contacto con la nariz y la corriente fluirá

desde la nariz hasta el yugo, aturdiendo al animal. Entonces se colocará un segundo electrodo en el pecho y otra corriente fluirá a través del cuerpo y detendrá el corazón. El tipo y la magnitud de la corriente que se suministra varía dependiendo del equipo utilizado. La tercera fase, nariz a lomo, que detiene los reflejos espinales, se utiliza para que el animal se quede inmóvil una vez liberado del inmovilizador.

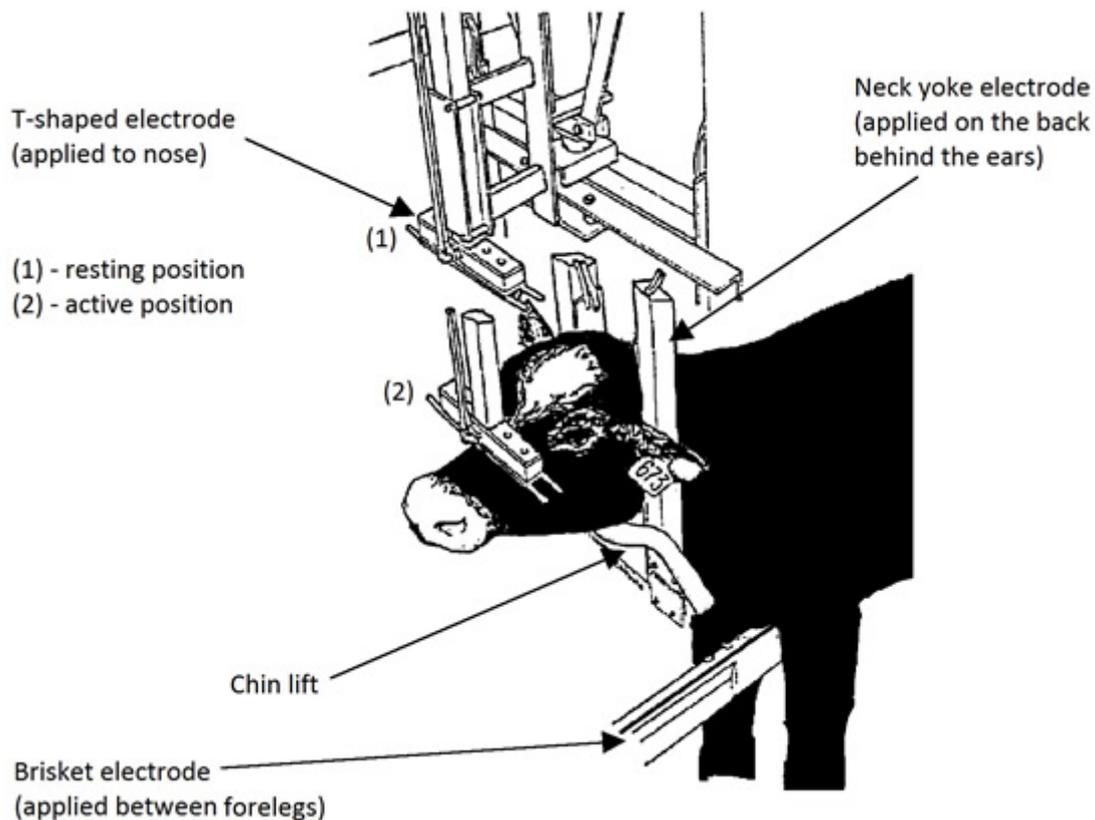
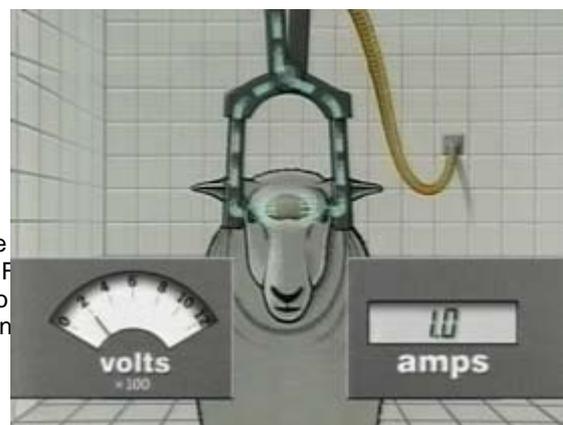


Figura 16 Equipo de aturdimiento muerte cabeza-tronco para bovinos

En un entorno comercial, el intervalo entre el aturdimiento y la incisión de los bovinos puede ser largo (hasta 60 segundos cuando haya que enganchar y levantar al animal aturdido antes del desangrado). Por tanto, es esencial que todo el personal pueda reconocer y diferenciar entre un aturdimiento eléctrico eficaz y no eficaz con subsiguiente paro cardíaco. Siempre debe haber disponible un aturdidor de perno cautivo de repuesto.

Dispositivos de control y monitores

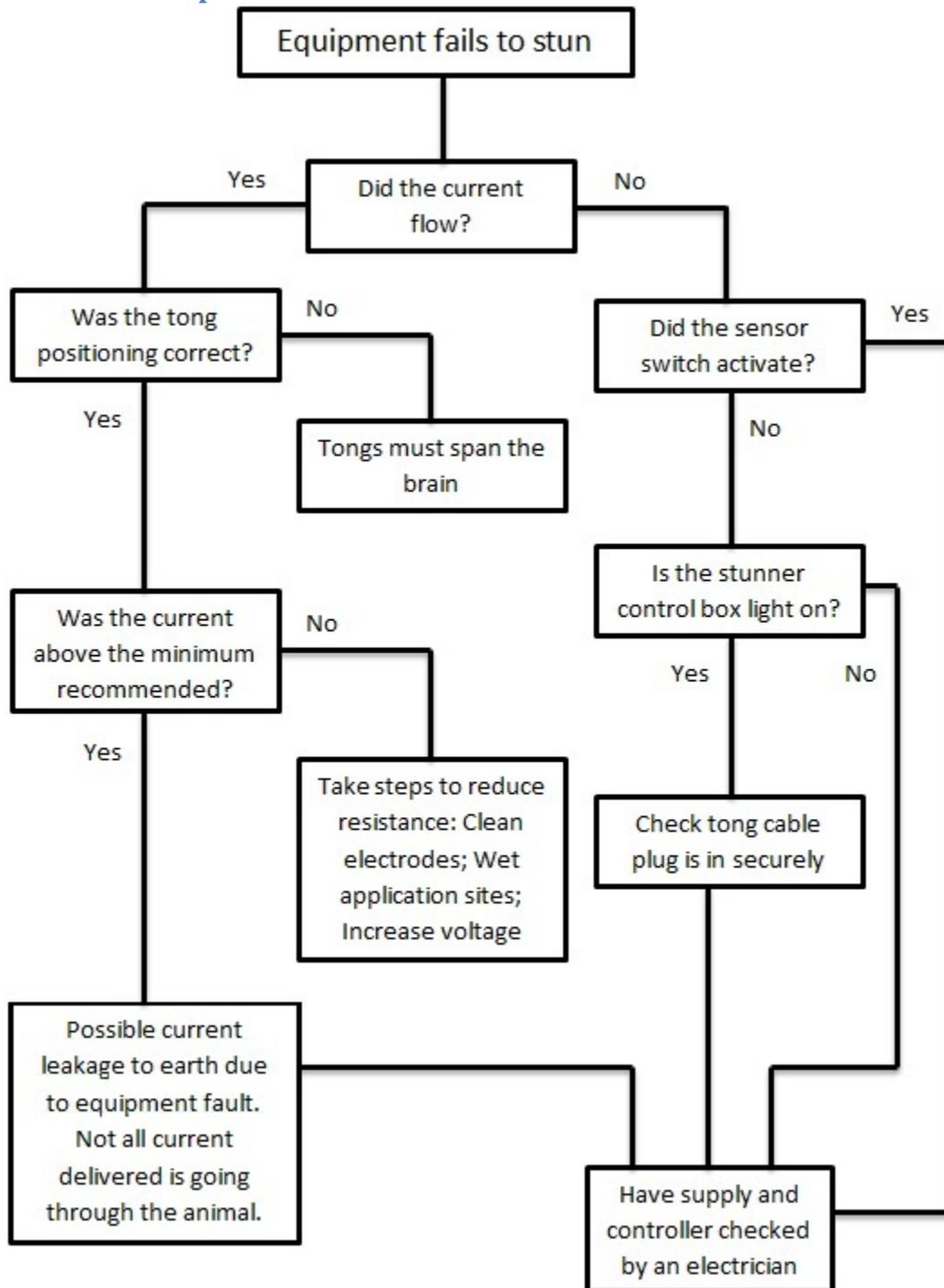
Copyright 2016. Modificada por última vez 2013. HSA, The Herts. AL4 8AN, Reino Unido Tel: +44 (0)1582 831919 F info@hsa.org.uk Página web: www.hsa.org.uk Registrado Incorporated Organ



Los controladores de aturdimiento cada vez son más sofisticados a medida que se investiga más sobre el efecto de las corrientes eléctricas en los animales. Van desde simples transformadores, que suministran una salida de voltaje fijo, hasta complejos sistemas eléctricos, que controlan el voltaje, la frecuencia, la onda y la duración de la aplicación.

Algunos sistemas proporcionan monitorización de la corriente, lo que permite que se registre y se revise el perfil de corriente de cada operación de aturdimiento. Algunos modelos incorporan interruptores sensores para impedir el flujo de corriente si la resistencia de la cabeza del animal es superior al nivel establecido. Todo el equipo de aturdimiento eléctrico debe incluir indicadores que muestren la corriente y el voltaje, así como señales auditivas y visuales para advertir al operario si la duración del aturdimiento cae por debajo del nivel requerido. Estos indicadores pueden estar independientes de la unidad de control pero deben ser visibles para el operario.

Resolución de problemas



Inmovilización

Los inmovilizadores están diseñados para retener a animales individuales y colocarlos de tal manera que los electrodos del aturdidor se puedan colocar fácilmente con precisión. Los animales inmovilizados se pueden aturdir con electrodos limitados a la cabeza, cabeza-espalda y cabeza-tronco. Con cualquier tipo de inmovilizador, si se aplican los electrodos manualmente, el operario debe poder estar en pie en una posición cómoda. Idealmente, la colocación de electrodos se debería realizar desde arriba en lugar de hacerlo desde el frente, para impedir que los animales se asusten.



Es más probable que se coloquen mal los electrodos si es difícil llegar a los animales, lo que aumentará la frecuencia de aturdimientos ineficaces. El uso de contrapesos con tenazas de aturdimiento manuales reducirá el cansancio del operario, que también podría ser un motivo para la incorrecta colocación de los electrodos. El operario debe tener un fácil acceso a los controles que detendrán el inmovilizador y liberarán al animal en caso de que surjan

problemas. Hay dos tipos de inmovilizadores: estáticos, en los que el animal entra caminando a una caja para su inmovilización, o cinta, que hace llegar de forma automática una fila continua de animales inmovilizados al operario.

Dispositivos de inmovilización estáticos

Los dispositivos de inmovilización estáticos se utilizan normalmente para animales de mayor tamaño como los cerdos o bovinos. A fin de alentar al animal a que entre caminando al inmovilizador, la puerta y el extremo del fondo no deberían ser sólidos, para que el animal pueda ver lo que hay delante. El inmovilizador debería estar bien iluminado para animar al animal a entrar, y el operario de aturdimiento debería estar fuera del campo de visión del animal. Se debería proveer una puerta de escape cerca de la entrada al inmovilizador para permitir que se retire un animal de la vía de acceso en caso de emergencia.

Cuando está en funcionamiento, el inmovilizador sujeta suavemente al animal por uno o los dos lados, o lo coloca con una combinación de yugo, inmovilizador estático de cabeza y empujador posterior. Si las puertas se operan de forma neumática, entonces los pistones deberían ser accionados fuera del área de manejo y los corrales donde están los animales para reducir los ruidos alarmantes, y se deben configurar de tal modo que se evite la presión excesiva sobre los animales.

Cintas inmovilizadoras

Las cintas inmovilizadoras están diseñadas para su uso con grupos grandes especialmente de ovejas y cerdos. Pueden presentar a los animales para aturdimiento limitado a la cabeza, cabeza-espalda o cabeza-tronco. Hay dos diseños comunes para cintas de inmovilización: bien dos cintas instaladas en una formación en V que agarran a los animales desde ambos lados y los llevan hasta el punto de aturdimiento, o una cinta estrecha única para sujetar el estómago del animal.

Se debe inmovilizar a los animales hasta formar una fila única antes de entrar a la cinta. El arriero debe también poder alcanzar la entrada de la cinta desde el lateral a fin de alentar a los animales a entrar en ella sin tener que inclinarse sobre los animales que esperan a entrar o tener que empujar a los animales por detrás. En caso de emergencia, los botones de parada deberían estar fáciles de alcanzar tanto para el arriero como para el operario de aturdimiento, y debe haber un procedimiento estipulado para retirar a los animales de la cinta en el caso de que se estropee.



Si se colocan los electrodos manualmente, la velocidad de la cinta debe ser tal que los animales vayan llegando al operario a un ritmo que permita la realización de un aturdimiento efectivo. Los cambios en la producción requerida de la planta no deberían comprometer de modo alguno el correcto aturdimiento de los animales.

Desangrado

Los animales se pueden recuperar plenamente de un aturdimiento limitado a la cabeza que no provoque paro cardíaco. Por tanto, se debe desangrar a los animales en los siguientes 15 segundos del aturdimiento para garantizar una muerte rápida. Incluso si la intención es matar al animal por paro cardíaco, es bueno practicar el desangrado inmediatamente por si el paro cardíaco no se produce. Un desangrado rápido y a tiempo es esencial tanto para el bienestar animal como para la calidad de la carne.

El desangrado implica el corte de las arterias carótidas y las venas yugulares o los vasos sanguíneos de los que surgen. Es importante cortar limpiamente todos los principales vasos sanguíneos (Figura 17) para garantizar que la pérdida de sangre sea rápida y profusa. Se ha demostrado que para todas las especies de carne roja, sea cual sea el tipo de aturdimiento eléctrico que se utilice, el método más efectivo de desangrado es el de incisión en el pecho, que corta todos los principales vasos sanguíneos cerca del corazón. Esto logra una pérdida inicial de sangre rápida y permite que se produzca antes la pérdida de función cerebral. La incisión siempre se debería realizar con un cuchillo afilado de al menos 12 cm de longitud.

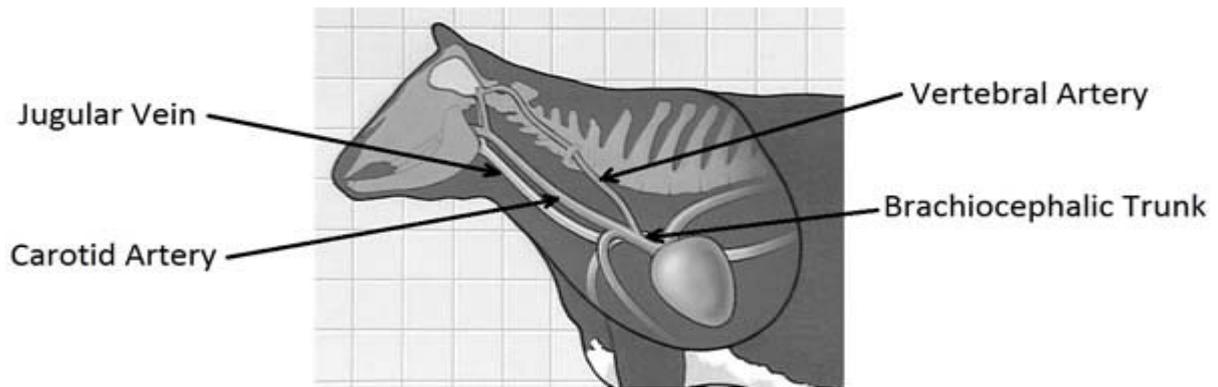


Figura 17 Suministro de sangre en animales de carne roja

Bovinos y terneros

En los bovinos y terneros, el suministro de sangre al cerebro se realiza a través de los principales vasos sanguíneos del cuello y también de la arteria vertebral. La arteria vertebral se encuentra por encima, muy cerca de la médula espinal. Seguirá suministrando sangre directamente al cerebro incluso si se cortan las arterias carótidas del cuello, siempre que el corazón tenga un funcionamiento mínimo.

Por tanto, es importante que la inserción en los bovinos se haga cerca del corazón, en el tronco braquiocefálico (ver **Figura 17**). La inserción se debería realizar mediante una incisión realizada con un cuchillo afilado en el surco de la yugular en la base del cuello, dirigiendo el cuchillo hacia la entrada del pecho para cortar los principales vasos sanguíneos que salen del corazón (Figura 18). En aras de una buena higiene, se deberían usar dos cuchillos, el primero para abrir la piel y el segundo para cortar los vasos sanguíneos.

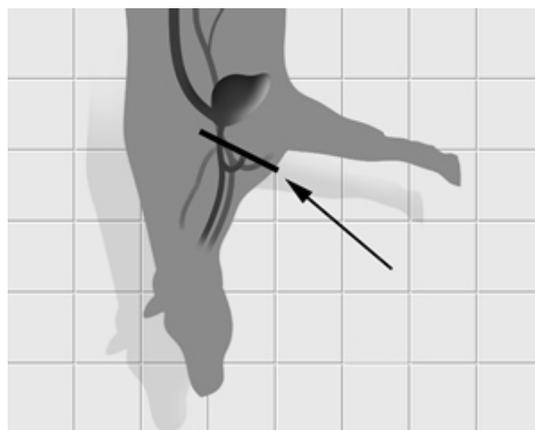


Figura 18 Bovinos y terneros

Cerdos

En los cerdos, se debe practicar la inserción en el corazón, en una posición muy similar a la de los bovinos, para garantizar un desangrado rápido. Se debe insertar el cuchillo en el medio del cuello en la depresión que se forma delante del esternón. Se debe levantar la piel con la punta del cuchillo aplicando una ligera presión y un movimiento de elevación. Cuando se haya hecho la penetración, se debe bajar el mango del cuchillo para que la cuchilla apunte hacia la cola del animal, y se debe empujar hacia arriba para cortar todos los principales vasos sanguíneos que salen del corazón (Figura 19). Es importante que la longitud de la incisión sea adecuada para permitir una pérdida de sangre rápida.

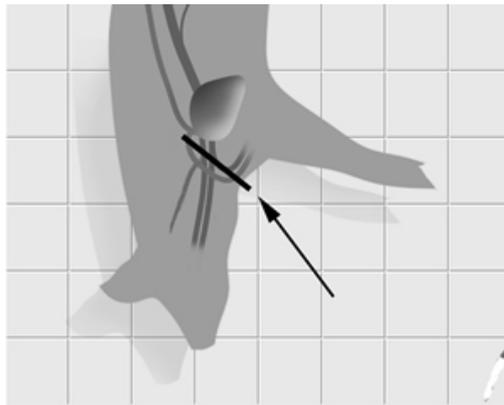


Figura 19 Cerdos

Ovejas y cabras

Para un desangrado rápido, se recomienda practicar la inserción en las ovejas y cabras cerca del corazón de un modo similar a los cerdos (Figura 20, posición 1). Como alternativa, se puede realizar la inserción haciendo un corte profundo transversal por la garganta cerca de la cabeza (Figura 20, posición 2) para cortar los cuatro principales vasos sanguíneos del cuello (Figura 21). Esto solo es aceptable en ovejas y cabras porque no hay suministro directo de sangre desde la arteria vertebral hasta el cerebro.

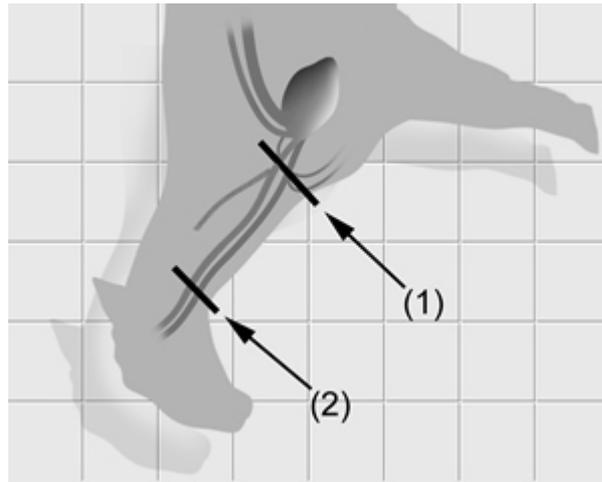


Figura 20 Ovejas y cabras

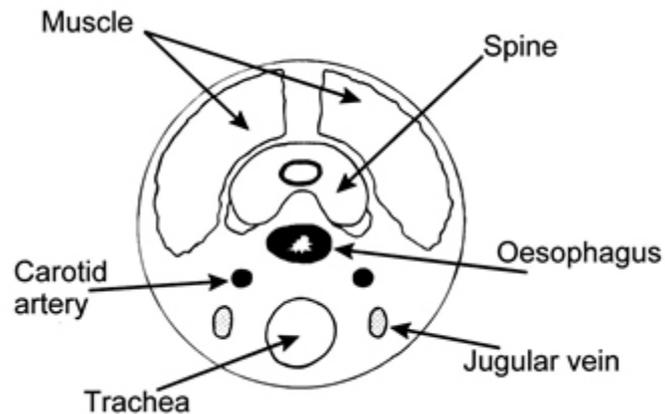


Figura 21 Corte transversal del cuello

Se debería desangrar a los animales lo antes posible tras el aturdimiento, idealmente durante la fase tónica. En esta fase el cuerpo está rígido, haciendo que la incisión sea más fácil y más segura. Cuando se aplique un corte transversal en la garganta, es esencial que se corten eficazmente ambas arterias carótidas y ambas venas yugulares.

Seguridad y mantenimiento

En la UE, los fabricantes de equipo de aturdimiento están obligados por ley a proporcionar instrucciones para el uso y el mantenimiento seguros y adecuados del equipo; siempre se deben seguir las instrucciones de los fabricantes.

Todo el equipo de aturdimiento eléctrico es potencialmente peligroso para el personal. Solo debería usar el equipo personal bien preparado y con la formación adecuada. Se debería cuidar con detenimiento en equipo, con revisiones y mantenimiento realizados por un electricista cualificado. Todo el equipo de aturdimiento eléctrico debería funcionar con el uso de un circuito aislado en el que la corriente fluya preferentemente entre dos electrodos; sin embargo, si una persona entra en contacto con los electrodos, hay riesgo de descarga eléctrica mortal.

Funcionamiento seguro

- Utilice interruptores o accionadores de seguridad para que la corriente fluya exclusivamente cuando el operario presione el interruptor.
- No ponga cinta en los interruptores para que los electrodos estén permanentemente con corriente.
- Disponga de un temporizador preconfigurado que regule la duración del flujo de corriente. Con algunos modelos de equipo, el voltaje vuelve a un nivel bajo entre cada episodio de aturdimiento. Este bajo voltaje se utiliza para detectar inmediatamente la resistencia entre los electrodos y, una vez detectada dentro de los límites preestablecidos, el aturdidor cambia al instante a un voltaje de aturdimiento más alto que se aplica durante la duración preconfigurada.
- Guarde la caja de control en un área separada que esté siempre seca.
- Informe a los operarios, mediante las luces de advertencia, del estado del equipo, por ejemplo, listo, aturdimiento en proceso, aturdimiento concluido, etc.

Limpeza y almacenamiento

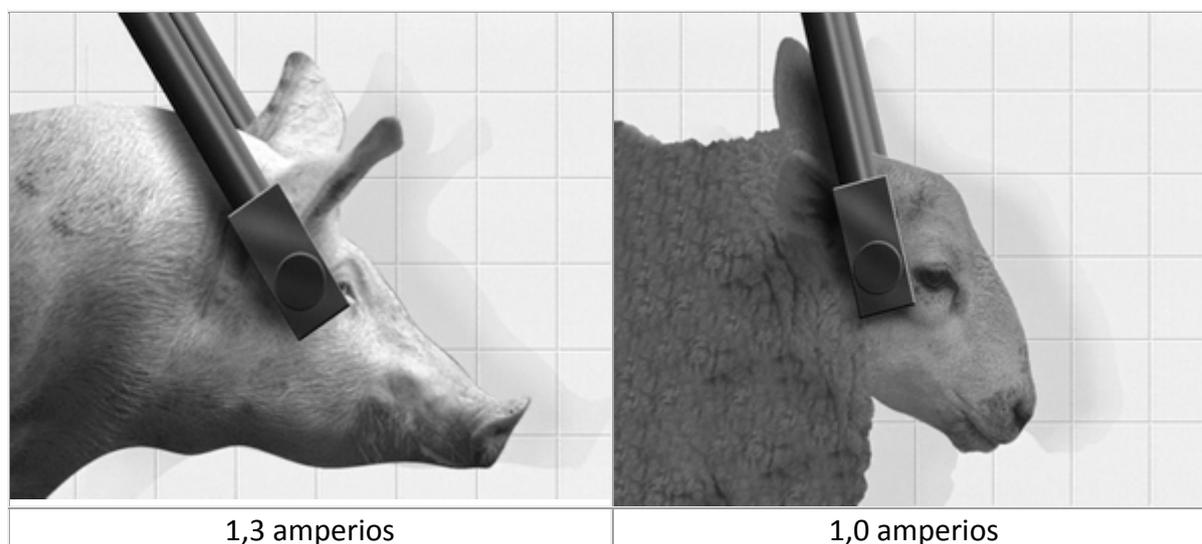
- Se deberían limpiar los electrodos con regularidad para garantizar que haya la mínima resistencia de contacto posible. Limpie con un cepillo de alambre, una rueda de alambre eléctrica o coloque los electrodos en una estación de limpieza después de cada 20-25 animales.
- Cuando no estén en uso, se deberían guardar las tenazas en un entorno seco con los electrodos protegidos de daños.
- Entre las operaciones de aturdimiento y/o mientras se llenan los corrales, las tenazas deberían estar en reposo en un soporte de pared o en una estación de limpieza.

Resumen

Aturdimiento limitado a la cabeza

Inspeccione y compruebe el equipo regularmente.

Tenga siempre a mano un aturdidor de perno cautivo de repuesto



Tiempo de aturdimiento no inferior a **3 segundos**

Fase	Duración	Signos visibles	Acción
Tónica	10 a 20 segundos	<ul style="list-style-type: none">• El cuerpo se pone rígido• No tiene respiración rítmica• Cabeza levantada• Patas traseras flexionadas hacia el cuerpo	<ul style="list-style-type: none">• Haga la incisión durante esta fase si es posible
Clónica	15 a 45 segundos	<ul style="list-style-type: none">• Movimientos de las patas o patadas	<ul style="list-style-type: none">• Haga la incisión inmediatamente

		involuntarias <ul style="list-style-type: none"> • Relajación 	
Recuperación	30 a 60 segundos	<ul style="list-style-type: none"> • Reanudación de una respiración rítmica normal • Responde a estímulos dolorosos • Visualmente consciente • Trata de ponerse en pie 	<ul style="list-style-type: none"> • Aturda con perno cautivo y haga la incisión inmediatamente

Haga la incisión en los **15 segundos** siguientes al aturdimiento

Tiempo medio hasta la pérdida irreversible de respuesta cerebral tras una incisión eficaz	
Cerdos: 18 segundos	Ovejas: 14 segundos