UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA

POTENCIAL ELÉCTRICO ÓPTIMO EN EL ATURDIMIENTO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LAMBAYEQUE.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR:

BACH. HERSILA HUANCAS VÁSQUEZ

LAMBAYEQUE - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA

POTENCIAL ELÉCTRICO ÓPTIMO EN EL ATURDIMIENTO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LAMBAYEQUE.

TESIS

Presentada como requisito
Para optar el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR:

BACH. HERSILA HUANCAS VÁSQUEZ

Lambayeque — Perú

2016

POTENCIAL ELÉCTRICO ÓPTIMO EN EL ATURDIMIENTO DE CUYES (Cavia Porcellus) EN LAMBAYEQUE

Presentada como requisito Para optar el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

BACH. HERSILA HUANCAS VÁSQUEZ

Aprobada por el siguiente jurado

Ing. MSc. Rafael Antonio Guerrero Delgado

Presidente

Ing. Rogelio Acosta Vidaurre

Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza

Vocal

Ing. MSc. Napoleón Corrales Rodríguez

Patrocinador

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi amada familia. A mis padres Bernardino y Marina además a mis hermanos y familiares que motivan mis deseos de superación constante, a los que están conmigo y a los que se fueron, por su compañía y amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme existir y por su bendición en cada etapa de mi vida.

A mis queridos padres, gracias por sus oraciones y preocupación permanente en mi proyecto de vida.

A mi asesor Ing. MsC. Napoleón Corrales Rodríguez, por la orientación, apoyo y tiempo brindado no solo a mí sino a cada uno de sus tesistas.

Al Ing. MsC. Jorge Guerrero Quijano, que fue uno de los señores del jurado, pero que hoy está en el cielo, gracias por su aporte en esta investigación.

A todos mis compañeros y amigos por compartir la mejor vivencia de la juventud.

PEDRO RUIZ GALLO
04 ABR 2016

INDICE

Contenido	Página
I. INTRODUCCION	7
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	8
2.1 Cavia porcellus	8
2.2 Bienestar animal	15
2.3 Aturdido eléctrico	17
2.4 Potencial eléctrico	26
III. MATERIAL Y METODOS	29
3.1 Lugar de Ejecución y Duración del Experimento	29
3.2 Tratamientos evaluados	29
3.3 Material y Equipo Experimental	30
3.3.1 Materiales	30
3.3.2 Instalaciones y Equipo	30
3.4 Metodología Experimental	30
3.4.1 Diseño de Contrastación de Hipótesis	30
3.4.2 Fabricación y aplicación del aturdidor eléctrico	31
3.4.3 Evaluación de la calidad de la carcasa	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	33
4.1 Peso vivo de cuyes al momento del aturdimiento	33
4.2 Tiempo de aturdido según zona de aplicación y voltaje	34
4.2.1. Análisis de los efectos principales Zona de aplicación y tiempo de aturdido	34
4.2.2 Análisis de la interacción de los efectos principales	36
4.2.3. Análisis organoléptico de la calidad de las carcasas	37
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1 CONCLUSIONES	38
5.2 RECOMENDACIONES	38
VI. RESUMEN	39
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA	40
VIII.ANEXOS	43
1. Análisis de varianza para Peso vivo (gr), utilizando SC ajustada para pruebas (SC tipo III)	43
2. Análisis de varianza para tiempo de aturdido ($\sqrt{x+1}$)	44
3. Fotografías del aturdidor eléctrico	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración esperada de las fases tras un aturdimiento limitado a la cabeza (segundos) 22

Tabla 2. Peso vivo de animales por tratamiento (g) 34

Tabla 3. Tiempo de aturdido según tratamiento (s). 34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de un centro de beneficio tecnificado 26

Figura 2. Sujeción del cuy 32

Figura 3. Aplicación parietal 32

Figura 4. Aplicación naso-frontal 32

I. INTRODUCCION

La creciente demanda de carne de cuyes para consumo en el mercado nacional e internacional requiere mejorar el proceso de beneficio para lograr carcasas de mejor calidad y buena presentación final del producto. En Lambayeque y gran parte del país se utilizan técnicas de aturdimiento como: 1) contusión del occipital, que consiste en coger al animal con una mano por la cabeza y otra mano en las patitas jalando fuertemente en sentidos opuestos hasta separar la cabeza del resto del cuerpo; 2) frotación nasal contra una pared de concreto, consiste en coger al animal por la cabeza y presionar la nariz contra la pared ocasionándole el desmayo; 3) golpear la cabeza del cuy contra el piso, consiste en coger las patitas del animal y golpear fuertemente su cabeza en el piso provocando la muerte del animal. En estas prácticas el sufrimiento animal es máximo por lo que urge la incorporación de técnicas como el aturdido eléctrico para reducir el sufrimiento animal, técnica conocida en otros países como Ecuador y México pero que no esta disponible en el mercado nacional y deseando fabricar un prototipo acorde con nuestra realidad nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál es el potencial eléctrico o voltaje y zona de aplicación apropiada para optimizar el tiempo de aplicación de aturdido eléctrico en cuyes?. La hipótesis planteada fue: El potencial eléctrico y zona de aplicación influyen en el tiempo de aplicación de aturdido eléctrico en cuyes (*Cavia porcellus*) en Lambayeque. Se plantearon los siguientes objetivos: a) Determinar el potencial eléctrico y zona de aplicación para optimizar el tiempo de aplicación de aturdido eléctrico de cuyes y b) Evaluar la influencia de los potenciales eléctricos evaluados en la carcasa de cuyes.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Cavia Porcellus L.

ALIAGA et al. (2009) clasifican el sistema óseo del cuy de la siguiente manera:

- Cabeza	
Cráneo	12 huesos
Cara	22 huesos
Huesos del oído	2 huesos
- Columna vertebral	
Región cervical	7 vertebras
Región dorsal	13 vertebras
Región lumbar	6 vertebras
Región sacra	4 vertebras
Región coccígea	5-6 vertebras
- Costillas	26 vertebras
- Esternón	6 vertebras
- Extremidades anteriores	74 a 122 huesos
- Extremidades posteriores	62 a 110 huesos
Total	239 a 336 huesos

Descripción de los huesos de la cabeza

Cráneo. Esta constituido, como en los demás mamíferos, por los siguientes huesos:

- **Occipital:** Ubicado en la parte posterior del cráneo, presenta las siguientes partes: un foramen magnum de forma circular, el cual se halla limitado en su parte inferior por dos cóndilos del occipital que se articulan con el atlas. La porción bacilar es pronunciada y tiene mayor desarrollo que el cuerpo del esfenoides, con el cual se articula hacia adelante. La porción escamosa situada en el foramen magnum, tiene una forma casi romboidal, con una protuberancia occipital externa, más o menos manifiesta en los adultos. Las porciones laterales rematan hacia abajo en la apófisis paramastoidea seguida del esfenoides.
- **Esfenoides:** Tiene a ambos lados agujeros rasgados; interiormente, la cara cerebral presenta un post esfenoides manifiesto. Los agujeros ópticos no se encuentran cubiertos por el borde libre del surco óptico como en otras especies, estos están visibles a ambos lados del eje central del cuerpo. En el esfenoides, a los lados del cuerpo y delante del foramen, se ubican los dos agujeros orbitales redondos. Las alas orbitarias son bastante desarrolladas.
- **Etmoides:** La lámina cribiforme no presenta una separación central, las masas laterales están bien desarrolladas y la lámina perpendicular solo es apreciable hacia delante: la cavidad nasal.
- **Interparietal:** Es visible únicamente en cuyes tiernos, en los que presenta en forma triangular. La base es posterior y se articulan hacia atrás con la parte superior de la porción escamosa del occipital; el vértice anterior converge a la sutura parietal por delante. La cara interna o cerebral es lisa. En los adultos, se aprecia este hueso sin las suturas articulares por su osificación.

- **Parietales:** En el cuy, este hueso par es bastante desarrollado, forma las dos terceras partes del techo de la bóveda craneana. En animales tiernos, se aprecia fácilmente la sutura interparietal; en el adulto, se hace imperceptible por la osificación progresiva.
- **Frontal:** Se caracteriza por presentar la forma de una estrella de cinco puntas, alargada en su eje vertical, con una depresión manifiesta en el borde superior de la órbita ocular. Este hueso par se encuentra recorrido por la sutura frontal en todo su eje mayor central.
- **Temporal:** La porción petrosa muestra una ampolla timpánica muy manifiesta, con aspecto parecido al de una pepa de naranja, y lateralmente, se puede apreciar el meato acústico externo. La porción escamosa es alargada hacia atrás, y se ensancha adelante para formar la órbita ocular. La apófisis cigomática del temporal en el cuy se proyecta hacia abajo para articularse con la apófisis cigomática del hueso malar.
- **Huesecillos del oído:** Se encuentran dentro de la bulla timpánica, en el oído medio; el yunque y el martillo están fuertemente unidos; por otra parte, por su tamaño pequeño, el estribo se desprende y se pierde con facilidad, por este motivo, es difícil de localizar en el esqueleto.

Cara. Está formada por los siguientes huesos:

- **Maxilar superior:** La apófisis palatina del maxilar superior adquiere poco desarrollo, se dispone en forma de "V" y a cada lado se encuentran los cuatro molares enclavados en sus respectivos alveolos dentarios. A un lado del

maxilar superior emergen las apófisis cigomáticas en forma de asas. Cada una de ellas se bifurca en dos ramas, una inferior y otra ascendente, las cuales bordean anteriormente al lagrimal. Las dos asas se unen hacia atrás articulándose con el hueso malar. Por delante, ambas asas forman una escotadura angular ubicada lateralmente en una depresión que se halla debajo de la órbita ocular.

- **Pre maxilar:** En la parte anterior del cuerpo del premaxilar se ubican los dos alveolos incisivos superiores que albergan a los mismos dientes, adoptando en conjunto el aspecto de un pico de águila característico de los roedores. Las apófisis palatinas son poco apreciables, mientras que las apófisis nasales se extienden a ambos lados de los huesos nasales, articulándose a la misma altura de estos con el frontal.

- **Apófisis palatina:** Es la porción horizontal que forma un borde delgado dispuesto en "V", presenta una espina nasal posterior ubicada en la extremidad de la sutura media, donde la porción perpendicular es más extensa.

- **Pterigoides:** Al igual que en otras especies solo se suscriben a dos delgadas láminas óseas.

- **Nasal:** Este hueso par, a diferencia de otros animales, es de menor longitud con relación al largo del frontal y parietal. Se extiende entre ambas apófisis nasales del premaxilar; ambos huesos nasales se encuentran unidos medialmente por la sutura nasal.

- **Lagrimal:** La cara de este hueso presenta una forma triangular, se sitúa detrás del borde que forma la rama ascendente de la apófisis cigomática del maxilar. La cara orbitaria presenta una fosa para el saco lagrimal, bastante manifiesta:
- **Malares o huesos cigomáticos:** Son de poco desarrollo y circunscritos a dos pequeñas láminas laterales que se encuentran entre las apófisis cigomáticas del maxilar superior y las apófisis cigomáticas del temporal.
- **Cornetes:** Los inferiores se ubican en la parte anterior de la cavidad nasal, y los superiores se disponen hacia atrás de la misma cavidad.
- **Vómer:** Se extiende posteriormente separando a las coanas en dos orificios, se aprecia la lámina anterior en forma de una ranura que aloja a la lámina perpendicular del esfenoides y al cartílago del tabique nasal.
- **Mandíbula o maxilar inferior:** Tiene forma de una espuela; el cuerpo se proyecta hacia adelante y hacia arriba en forma puntiaguda, dando cabida a los incisivos inferiores que adquieren un enorme desarrollo. La sínfisis mandibular es bastante manifiesta. La rama horizontal presenta los cuatro alveolos molares inferiores.
- **Hioides:** Con un cuerpo más o menos desarrollado, presenta la forma de una "Y" con las astas dirigidas hacia atrás. Cabe mencionar que no se aprecia un cambio de dentadura de leche a definitivos.

Citando a Cooper y Schiler (1975) los autores establecen que el sistema nervioso central es la unidad que controla todo el organismo y regula todas

las actividades del cuerpo. En el cuy, aquel está compuesto por el cerebro, el tallo del cerebro, el cerebelo y la medula espinal.

- **Cerebro:** El tamaño del cerebro del cuy adulto puede variar pero tiene un promedio de 4 cm; el largo aproximado de los hemisferios cerebrales es de 2.1 cm, y con un máximo de 2.25 cm de ancho. El cerebro es una estructura multilobulada, situada caudalmente en el lóbulo occipital y dorsalmente en la medula. En los adultos el cerebelo constituye el 15% del total del cerebro y mide aproximadamente 1.3 cm.

El encéfalo esta dorsalmente protegido por los huesos frontales, parietales, occipitales y temporales, que no corresponden a las porciones subyacentes del cerebro como en el hombre.

FLORES (1987) manifiesta que la corteza del cerebelo es la región del sistema nervioso central en dónde la correlación de la anatomía con la función se ha determinado con mayor precisión. Se ha demostrado que juega un papel muy importante en el control central para la organización del movimiento. En los cuyos (*Cavia porcellus* L.), parece ser que es más evidente, ya que en éste especie de mamíferos, el recién nacido es autosuficiente, pues desde que nacen, sus movimientos son precisos, lo que indica que desde entonces existe un nivel funcional desarrollado del sistema nervioso central. Además, nacen con los ojos abiertos, con dientes y pueden sobrevivir si la madre los abandona a las pocas horas del alumbramiento (ya que pueden ingerir alimentos sólidos).

NOVIO (2007) refiere que históricamente fue Descartes quien demostró de manera concluyente que el dolor era transmitido a través de los nervios periféricos hacia la medula, y por ella conducido a un centro especial del cerebro.

MOTA, et al. (2012) evaluaron el efecto del método de aturdimiento, sobre las variables críticas sanguíneas y su repercusión en las características físico-químicas de la carne de cobayo (Cavia porcellus). Ochenta cobayos de la raza Dunkin-Hartley fueron distribuidos en cuatro grupos experimentales: los cobayos de los grupos G1 (Hembras) y G2 (Machos) fueron aturdidos mediante desnucamiento, y los grupos G3 (Hembras) y G4 (Machos) por insensibilización eléctrica. Durante el desangrado midieron variables críticas sanguíneas para determinar cambios metabólicos, desequilibrio ácido-base e intercambio gaseoso sanguíneo (pH, pCO2, pO2, electrolitos, glucosa, lactato, hematocrito, tco2, HCO3, BE(B) SO2c y thbc). Una vez refrigeradas las canales por 24h a 2°C, evaluaron las características físico-químicas (pH, retención de agua, color y textura). Los machos aturdidos por insensibilización eléctrica presentaron una tendencia hacia la acidez (G2: 7,47 ± 0,03 vs G4: 7,32 ± 0,03) (P<0,05). La pCO2, fue diferente (P<0,05), entre grupos (G2: 35,00 ± 4,69 vs G4: 54,00 ± 5,04; G1: 34,00 ± 3,55 vs G3: 53,00 ± 16,68) observando valores más elevados para los aturdidos eléctricamente. En el lactato se encontraron diferencias estadísticas (P<0,05) entre G1: 18,00± 11,40 vs G3: 62,40 ± 12,03 y G2: 27,50 ± 5,80 vs G4: 76,20 ± 18,79, resultando valores más elevados para los aturdidos con el método eléctrico. El

pH de la carne fue menor (P<0,05) para machos desnucados (G1: 6,12 ± 0,09 vs G2: 5,95 ± 0,01). Para la retención de agua se aprecia un efecto combinado del sexo y método de aturdimiento (P<0,05) entre G1: 14,20 ± 0,57, G2: 13,75 ± 0,55 vs G4: 11,35 ± 1,50.

CRUZADO (2015) docente de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, especialista en anatomía de los animales domésticos, manifestó en la cabeza del cuy se encuentran los siguientes nervios: Nervio facial; nervio trigémino; rama palpebral de nervio aurículo palpebral (facial); rama auricular del nervio auricular (del nervio aurículo palpebral del facial); rama bucal dorsal del facial; rama bucal ventral del facial; nervio Mentoniano y nervio infraorbitario. Refirió que al recibir corriente eléctrica estos nervios son motores y sensitivos, llevan el impulso y el cerebro da una respuesta que el animal se va hacia atrás, y luego empieza a tener un ataque epiléptico y el cuerpo del cuy se endurece como resultado de la contracción muscular.

2.2. Bienestar animal

VASQUEZ (2004) recogiendo los decretos de la Comunidad Europea (CE) para el bienestar animal indica que todos los animales se sacrifican para la obtención de carne, pieles u otros productos, así como los sacrificados en el caso de lucha contra las epizootias deben ser aturdidos de forma que el animal entre en un estado de inconsciencia, que se prolongue hasta la muerte

por desangrado (Real Decreto 54/1995), con el fin de poder evitarle cualquier dolor o sufrimiento innecesario. Un buen sistema de aturdimiento debe cumplir varios requisitos:

1. Garantizar una inducción rápida de la inconsciencia sin causar dolor; y que esta se prolongue hasta la muerte del animal.
2. Minimizar los problemas de calidad del producto final.
3. Garantizar la seguridad del operador.

Una vez que son aturdidos, los animales deben ser sangrados, mientras permanecen aturdidos, a fin de evitarles sufrimientos innecesarios. El sangrado se efectuará de forma que sea rápido, profuso y completo, debiendo comenzar tan pronto como sea posible, y en cualquier caso antes de que el animal recobre la conciencia.

ANIL y AUSTIN (2003) indican que los animales deberían ser aturdidos antes del sacrificio a fin de volverlos inconscientes, y por tanto insensibles al dolor durante la matanza. Estos métodos de aturdimiento deberían:

- Volver al animal inconsciente de manera inmediata y el estado de inconciencia debería durar hasta la muerte;
- Ser verificables en su efectividad.

Los métodos de aturdimiento empleados actualmente incluyen: aturdimientos eléctrico, que puede ser aplicado solo en la cabeza o en la cabeza y el cuerpo, este último causa paro cardiaco, y por lo tanto produce la muerte del animal.

Los animales deberían desangrarse tan pronto como sea posible después del aturdimiento, especialmente si los métodos utilizados permiten la recuperación.

2.3 Aturdido eléctrico

VASQUEZ (2004) manifiesta que la corriente eléctrica se aplica mediante un aparato (tenazas o pinzas eléctricas) adaptado a cada especie animal. Tiene dos electrodos de forma diversa con hendiduras o asperezas, que deben ser humedecidas con agua o solución salina para facilitar el paso de la corriente eléctrica. Estos electrodos se aplican en las sienes del animal o zona temporal: la posición más adecuada es aquella que permite el paso de la corriente por los centros de sensibilidad al cerebro anterior. Además de las tenazas o pinzas propiamente dichas, el aparato posee un transformador para reducir el voltaje de la corriente eléctrica y un amperímetro que mide su intensidad. La magnitud del choque eléctrico depende del voltaje (no inferior a 70 voltios, más frecuentemente entre 90 y 150 voltios), del amperaje (no menos de 250 miliamperios) y del tiempo de aplicación (alrededor de 7 segundos para cerdos).

IGUALDAD ANIMAL (2012) presenta una descripción de las descargas eléctricas. El aturdimiento eléctrico o electro narcosis es el método de insensibilización utilizado en la especie ovina. Se considera que la insensibilidad causada por el electro narcosis es consecuencia de la inducción

de un ataque epiléptico. Los sistemas de aturdimiento eléctrico más utilizados son dos: el sistema sólo cabeza y el sistema cabeza-cuerpo. A su vez, éste último puede ser cabeza-corazón o cabeza-espalda.

En el sistema sólo cabeza se utiliza unas pinzas con dos electrodos que se aplican a ambos lados de la cabeza. Estos equipos inducen un estado de insensibilidad reversible que dura de 30 a 40 segundos. Esto obliga a desangrar el animal antes de transcurridos los 15 segundos tras el aturdimiento para que no pueda recuperar la sensibilidad antes de la muerte cerebral.

El sistema cabeza-cuerpo consiste en la aplicación de un tercer electrodo al nivel de la médula espinal en el tipo cabeza-espalda o en la zona de proyección del corazón en el tipo cabeza-corazón. La corriente pasa de los electrodos de la cabeza al tercer electrodo, llegando al corazón y a la médula espinal. En el aturdimiento tipo cabeza-espalda, si la distancia entre el tercer electrodo y los electrodos de la cabeza es muy corta, el corazón no será estimulado y no se producirá el paro cardiaco. Por el contrario, si la distancia es muy larga, no llegará la suficiente intensidad al cerebro, y se producirá un paro cardiaco doloroso antes de la aparición de la inconsciencia.

La intensidad de la corriente es el factor que determina la pérdida inmediata de la consciencia. Un amperaje inferior a lo establecido no producirá insensibilización en el animal, provocándole durante la aplicación una parálisis

generalizada dolorosa. Si la intensidad es demasiado elevada, habrá una estimulación muscular excesiva aumentando la incidencia de fracturas óseas, equimosis y hemorragias. Si el equipo es de bajo voltaje, el tiempo de aplicación debe aumentar de 3 a 7 segundos. Durante este tiempo el animal puede estar sujeto a una estimulación eléctrica dolorosa antes de que se inicie el estado epiléptico.

ANIL Y AUSTIN (2003) precisan que el equipo de aturdido eléctrico debe ser capaz de producir un aturdimiento efectivo para la especie y tamaño del animal y estar provisto de un amperímetro y una pantalla de voltímetro.

Los electrodos deben colocarse para que abarquen el cerebro y con suficiente voltaje (> 200 voltios) aplicado por más de 3 segundos para causar pérdida de conocimiento inmediata. Cuando se aplica suficiente corriente al cerebro, se produce un ataque epiléptico durante el cual el animal está inconsciente.

Las pinzas de aturdimiento sólo en la cabeza (cerdos, ovinos, caprinos y terneros) deben tener electrodos que contengan dos filas paralelas suficientemente afiladas para penetrar las capas exteriores de la piel y asegurar que los electrodos no resbalen después del contacto inicial, y por lo tanto mantengan la continuidad de la aplicación de la corriente.

PRINZ, S., et al. (2012) analizaron la eficacia del aturdimiento en pollos de engorde machos y hembras como respuesta a diferentes ondas, en tres niveles de voltaje constante. Las ondas requieren diferentes cantidades de

corriente para lograr un 90 por ciento de aturdido eficaz. Una corriente de aturdido mínima necesaria de 70, 90 y 130 mA podría establecerse para una onda senoidal de CA, CA rectangular y pulsos de CD, respectivamente. Demostraron que las ondas requieren diferente medida de corriente para lograr el 90 por ciento de aturdimiento en pollos. Los resultados con corriente alterna mostraron aturdimiento con muerte y hubo más aleteo, y las hembras recibieron una corriente significativamente menor que los machos para lograr el aturdido. La eficiencia del aturdido con pulsos bajos de CD puede deberse al corto tiempo de aturdido de cuatro segundos. Este efecto del aturdido con CD debe seguirse investigando. Muy pocas aves aturdidas con CA respiraron nuevamente después Del aturdido, lo cual indica un aturdimiento que las sacrificó. El aturdido con pulsos de CD mostró un efecto menor sobre la inducción a la muerte. El nivel de aleteo, que indica convulsiones y probables defectos de calidad en la carne, fue mayor con los tratamientos con CA.

HSA (2014) dice que cuando se realiza un aturdimiento eléctrico de manera efectiva, el resultado es básicamente el mismo que un ataque epiléptico en un humano, durante el cual 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). Cuando el 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.

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.

Tabla 1. Duración esperada de las fases tras un aturdimiento limitado a la cabeza (s)

Especie	Tónica	Clónica	Recuperación
Cerdos	10-20 s	15-45 s	30-60 s
Ovejas	10-20 s	15-45 s	30-60 s
Cabras	10-20 s	15-45 s	30-60 s
Bovino	5-20 s	10-60 s	45-90 s
Ternero	8-14 s	8-28 s	40-70s

CÓDIGO SANITARIO PARA LOS ANIMALES DOMÉSTICOS (2010) dice que el instrumento eléctrico se aplicará a los animales con arreglo a las siguientes recomendaciones:

- Los electrodos se diseñarán, fabricarán, mantendrán y limpiarán con regularidad para garantizar un flujo de corriente óptimo y conforme a las especificaciones de fabricación.
- Se colocarán de forma que la corriente ciña el cerebro. No se aplicarán jamás corrientes eléctricas que desvíen del cerebro, a menos que el animal haya sido aturdido previamente.
- No se aturdirá jamás a un animal aplicándole una sola corriente de pata a pata.
- Si se pretende provocar además un paro cardíaco, los electrodos deberán electrocutar el cerebro e inmediatamente después el corazón – siempre y

cuando se haya comprobado que el animal está debidamente aturdido – o electrocutar simultáneamente el corazón y el cerebro.

- El material de aturdimiento eléctrico no deberá utilizarse para guiar, desplazar, sujetar o inmovilizar a los animales, que no deberán recibir ninguna descarga antes de su aturdimiento o matanza.

- El material de aturdimiento eléctrico deberá ser sometido a prueba antes de aplicarlo a los animales, utilizando cuerpos de resistencia apropiados o cargas ficticias para verificar que la intensidad de la corriente es adecuada para aturdir a los animales.

- El aparato de aturdimiento eléctrico deberá tener incorporado un dispositivo de control que indique la tensión RMS (tensión efectiva) y la corriente RMS aplicada (corriente efectiva), y dichos dispositivos deberán ser calibrados con una regularidad al menos anual.

Pueden resultar útiles medidas como la eliminación del exceso de lana o la humidificación de la piel en el punto de contacto.

Los métodos, procedimientos o prácticas inaceptables por razones de bienestar animal son los siguientes:

1. Los métodos de sujeción por inmovilización mediante lesión, como la fractura de las patas, el corte del tendón de la pata y el corte de la medula ósea (con una puntilla o puñal, por ejemplo) provocan a los animales dolor agudo y estrés. Estos métodos son inaceptables con cualquier especie.

2. El empleo del método de aturdimiento eléctrico con una sola aplicación de pata a pata es ineficaz e inaceptable con cualquier especie.

3. El método de sacrificio que consiste en cortar el tronco cerebral por perforación de la órbita del ojo o de los huesos del cráneo sin aturdimiento previo es inaceptable con cualquier especie.

MARIÑO (2010), evaluó el efecto de diferentes descargas eléctricas (120, 130, 140 y 150 voltios) en el aturdimiento de cuyes, frente a un tratamiento control (contusión del occipital), que se aplicó a 100 animales machos, con pesos de 1000 a 1200 gramos, distribuidos en cinco tratamientos, diez repeticiones y dos réplicas de cincuenta cada una, bajo un diseño completamente al azar. Determinó que el tratamiento de 150 voltios fue el que requiere menor tiempo (6.5 segundos), Respecto a la presencia de sensibilidad ocular los tratamientos con 140 y 150 voltios presentaron la menor frecuencia. Además la utilización del aturdidor no produjo zonas hemorrágicas en las canales, en contraste con el testigo que a los 30 minutos del sacrificio presentó 3.05 y 3.3 cm^2, y a las 24 horas se observó 4.9 y 6.15 cm^2 en la primera y segunda replica respectivamente.

EL SITIO AVICOLA (2012) citando a WASK (1955) informa que el aturdimiento o insensibilización fue originalmente desarrollado como un método para inmovilizar a los animales, permitiendo así una forma más sencilla de manipulación de estos. Actualmente se utiliza no solo como método para inmovilizar a las aves, sino para provocarles un estado de inconsciencia y evitar

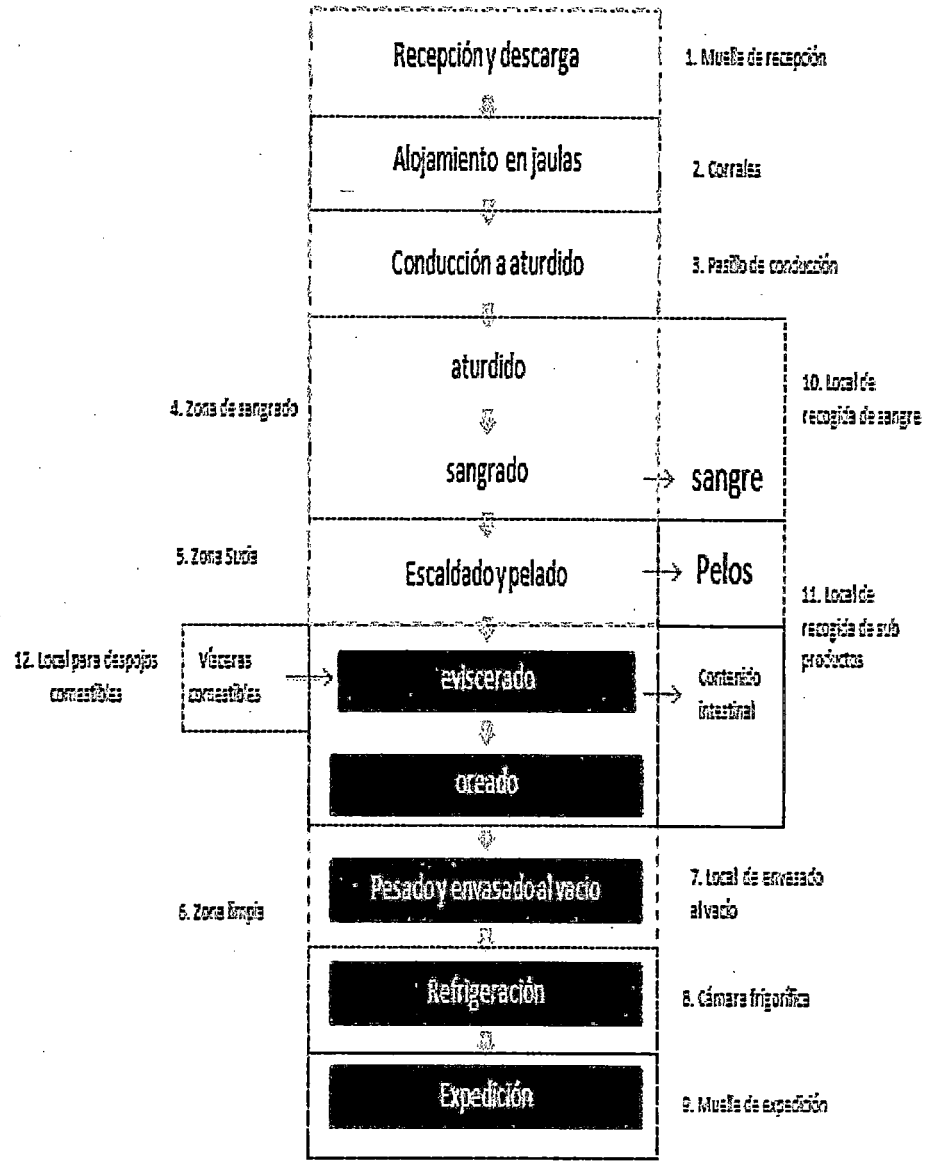
HEMEROTECA-U.N.P.B.G.

el dolor anterior a su muerte por desangrado. El equipo utiliza de 80 a 120 V y de 20 a 45 mili amperios (mA), dependiendo del tipo de ave a insensibilizar. La corriente debe ser suficiente para inducir un estado epiléptico. Esta corriente es usualmente menor que la que se requiere para causar fibrilación ventricular y subsecuentemente muerte por electrocución. La corriente puede ser suficiente para mantener inmóvil al animal pero no para causar insensibilidad al dolor.

SITIO AVICOLA (2012) citando a SAMS (2001), dice que la efectividad del aturdido eléctrico depende no solo de variables eléctricas (corriente, voltaje, frecuencia, duración), sino también de factores biológicos relacionados con el ave, (tamaño, peso, sexo y cubierta de plumas), así como el tiempo de recuperación y la presencia de defectos en la canal. Para mejorar la conducción de electricidad en el agua contenida en la tina se agrega 1% de Cloruro de sodio. Si se aplica un buen insensibilizado, el ave regresa a un estado normal después de 60 ó 75 segundos de haber sido aplicada la corriente para aturdirla. Comercialmente los cambios fisiológicos de un ave aturdida eléctricamente no pueden ser medidos, pero se puede observar la postura de las aves al salir del aturdido eléctrico para determinar si se aplicó correctamente el insensibilizado.

VANACLOCHA (2004), describe un flujograma adecuado de un centro de beneficio tecnificado, donde el aturdido es el eslabón entre el cuy vivo y el cuy beneficiado

Figura 1. Flujograma de un centro de beneficio tecnificado



Elaborado en base a López (2004)

2.4 Potencial eléctrico

MINISTERIO DE ENERGIA, INDUSTRIA Y TURISMO (2002) indican que la tensión, también llamada "diferencia de potencial" y más familiarmente

"voltaje" está relacionada con la capacidad de trabajo que puede realizar una carga eléctrica. Usando un símil hidráulico, sería la presión del agua, debida a una bomba o a una diferencia de nivel. La unidad se denomina Voltio (V) y, para tener unas referencias, cabe decir que una pila o batería tiene una tensión entre 1 voltio y unas decenas de voltios y la red de alimentación doméstica opera a 230/400 V.

La intensidad es la cantidad de electricidad "carga eléctrica" que circula a través de un conductor por unidad de tiempo. En hidráulica sería el caudal, los m^3 por segundo que pasan por una tubería. La unidad se llama Amperio (A)

La resistencia es la medida del grado de dificultad que ofrece un cuerpo para que la corriente eléctrica circule por él. En hidráulica sería equivalente a la dificultad de paso del agua por una tubería según su diámetro y su longitud. La unidad es el Ohmio (Ω) que se define como la resistencia que permite el paso de 1 A bajo una diferencia de potencial de 1 V. Las tres magnitudes no son independientes entre sí. Se considera que la resistencia no es una magnitud fundamental, sino que se calcula a partir de la tensión e intensidad mediante la conocida Ley de Ohm: R (Ω)= E(volt)/I(A)

Al igual que un grifo permite variar el caudal de agua que pasa por una tubería, también es posible que la resistencia eléctrica varíe de un cuerpo humano a otro, y dependa de las superficies de contacto, del estado de humedad de la piel y de otras circunstancias. Esto debe tenerse muy en cuenta al considerar las posibles consecuencias de una descarga eléctrica.

Sistema internacional de unidades

HELLIN (2004) manifiesta que Los nombres internacionales de algunas unidades de medida y símbolo son los siguientes: segundo (s), kilogramo (kg), voltio (V), minuto (min). Los símbolos de las unidades se escriben en caracteres redondos. No se deben poner en cursiva o negritas aunque el texto que los rodee vaya así escrito. Los símbolos de las unidades no se rematan con un punto, ya que no son abreviaturas, sino símbolos. Los símbolos no cambian en el plural y, por ello, no se les debe añadir una –s al final. Al describir una magnitud no se deben mezclar los nombres de unas unidades con los símbolos de otras; o bien se usan solo símbolos o bien los nombres completos.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución y Duración del Experimento

El estudio se realizó en la provincia de Lambayeque los días 20 y 27 de noviembre de 2015 en las instalaciones del Centro de Producción de Animales Menores de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque ubicado en el fundo Chacra vieja - El Cienago con coordenadas geográficas de 6°42'80"S, 79°54'56.77"W (Rojas, 2009).

3.2 .Tratamientos evaluados

Se establecieron seis tratamientos producto de la interacción de los niveles de los factores evaluados: a) Potencial eléctrico con 3 niveles de voltaje: 55, 130, 250 y b) zona de aplicación en la cabeza con 2 niveles: Zona naso-frontal y zona parietal:

T1: Aturdido con potencial eléctrico de 55 V en zona naso frontal.

T2: Aturdido con potencial eléctrico de 55 V en zona parietal.

T3: Aturdido con potencial eléctrico de 130 V en zona naso frontal.

T4: Aturdido con potencial eléctrico de 130 V en zona parietal.

T5: Aturdido con potencial eléctrico de 250 V en zona naso frontal.

T6: Aturdido con potencial eléctrico de 250 Ven zona parietal.

3.3 Material y Equipo Experimental

3.3.1 Materiales

- 48 cuyes (Cavia porcellus L.) machos de 3 meses de edad con pesos promedio de 800 g.

- Guantes de asbesto para sujeción de cuyes.

- Registro de pesos y tiempos.

3.3.2 Instalaciones y Equipo

- 1 Aturdidor portátil prediseñado y fabricado con 3 salidas de voltaje: 55, 130, 250 V.

- 1 Tabla de sujeción para aturdido de cuyes.

- 1 Balanza electrónica con capacidad hasta 20 kilos.

- 1 Cámara fotográfica

- 1 Cronometro digital

- 1 Computadora personal.

3.4 Metodología Experimental

3.4.1 Diseño de Contrastación de Hipótesis

La hipótesis alternativa planteada fue la siguiente:

La zona de aplicación y el potencial eléctrico influyen en el tiempo de aplicación de aturdido eléctrico de cuyes (Cavia porcellus) en Lambayeque.

Para evaluar estadísticamente la hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 3 x 2 con igual número de

repeticiones (8 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Tiempo de aplicación de aturdido electrico en la i-ésima zona de aplicación, j-ésimo potencial eléctrico del k-ésimo cuy.

μ = Media general.

A_i = Efecto de la i-ésima zona de aplicación.

B_j= Efecto del j-ésimo potencial eléctrico.

AB_{ij}= Efecto de la interacción de la i-esima zona de aplicación y j-ésimo potencial eléctrico.

ε_{ijk} = Error experimental en la i-ésima zona de aplicación del j-ésimo potencial eléctrico del k-ésimo cuy.

3.4.2 Fabricación y aplicación del aturdidor eléctrico

El aturdidor eléctrico se desarrolló en un establecimiento comercial de equipos electrónicos con sede en la ciudad de Chiclayo buscando facilidad de manipulación y transporte logrando un equipo de 40 cm de longitud, 8 cm de diámetro, provisto de dos electrodos en la parte anterior y un regulador de voltaje en la parte posterior del equipo. En la parte superior se colocó un dispositivo LED para indicar que el equipo se encuentra prendido (Anexo 3). La calibración final de las salidas de voltaje de 55 V, 130 V y 250

V, se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Electrónica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Las partes del aturdidor eléctrico son: Condensador, dispositivo 555, regulador de voltaje, circuito inversor, amplificador de voltaje, resistencia y terminales.

Para la aplicación se necesitan dos personas, una que fija al cuy provista de guantes de asbesto (figura 2) y la aplicación en la zona parietal consiste en colocar los electrodos en la cabeza del cuy a la altura de los parietales (figura 3) y la aplicación naso-frontal consiste en colocar un electrodo en la parte frontal de la cabeza y el segundo electrodo en la nariz del cuy (figura 4), procediendo a prender el equipo previamente regulado el voltaje de salida en el indicador.

Fig. 2. Sujeción del cuy

Fig. 3. Aplicación parietal

Fig. 4. Aplicación naso-frontal

3.4.3 Evaluación de la calidad de la carcasa

Guiados por la información presentada en Igualdad animal (2012) se evaluó visualmente la presencia de fracturas óseas, y hemorragias en la parte interna de los cuyes sacrificados y también se evaluó la presencia equimosis en la parte externa de 3 cuyes de cada tratamiento debidamente pelados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Peso vivo de cuyes al momento del aturdimiento

El análisis de regresión entre el peso vivo y el tiempo de aturdido demostró una correlación baja de 0.2 entre ambas características (Anexo 1). Esto significa que el tiempo de aturdido es independiente del peso vivo del animal.

El análisis de varianza demostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$). Por lo tanto el peso vivo no interviene en el tiempo de aturdido y zona de aplicación.

Al realizar una evaluación comparativa entre tratamientos a nivel del efecto principal zona de aplicación, se aprecia que el peso de los animales a los que se aplicó zona naso frontal (940.71 g) superó el peso de los animales que recibieron el aturdido eléctrico en zona parietal (912.42 g) en 3%.

En análisis comparativo a nivel del factor potencial eléctrico se aprecia que los animales que recibieron una descarga de 250 V presentaron mayor peso (936.25 gr) superando al peso de los que recibieron 55 V (927. 5 g) en 0.93% y en 2.26% al peso de los que recibieron 130 V (915 g).

A nivel de interacciones comparativamente se aprecia que los pesos de los animales que recibieron descarga naso- frontal con 250V (971.88 g) superó el peso de los que recibieron en la zona parietal con 130 V (875.63 g) en 9.9%.

Tabla 2. Peso vivo de animales por tratamiento (g)

Animal	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	772	1400	735	765	815	1075
2	1074	882	880	845	1180	780
3	984	864	805	910	915	825
4	924	1017	960	780	890	940
5	850	796	1215	805	885	815
6	903	839	1005	955	840	985
7	789	960	1140	800	1280	880
8	856	930	910	1145	970	905
Media	894,00 [a]	961,00 [a]	956,25 [a]	875,63 [a]	971,88 [a]	900,63 [a]

4.2. Tiempo de aturdido según zona de aplicación y voltaje

Los tiempos para lograr la insensibilidad del animal al momento de la aplicación del aturdidor eléctrico se muestran en la tabla 2.

Tabla 3. Tiempo de aturdido según tratamiento (s).

animal	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	42	56	14,74	35	13	28
2	52	32	8,12	13	11,5	25
3	28	27	12,22	15	8	17
4	30	20	12	21	8,12	16
5	21	23	14	23	9	18
6	19,8	15	20	25	12	30
7	32,8	18	11,89	18	10	25
8	26	16	9,78	21,3	14	23
Total	251,6	207	102,75	171,3	85,62	182
Media	31,450[c]	25,875[c]	12,843[ab]	21,412[bc]	10,702[a]	22,751[c]

4.2.1. Análisis de los efectos principales Zona de aplicación y tiempo de aturdido

Previamente a realizar el análisis de varianza se procedió a realizar la prueba de normalidad encontrando que ninguna de las informaciones presentaba

distribución normal por lo que se procedió a corregir la información con $\sqrt{x+1}$ reduciendo el coeficiente de variedad de la información a 16.3% brindando mayor confiabilidad a la información.

a. Zona de aplicación

El análisis de varianza (Anexo 2) demostró la existencia de diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) según la zona de aplicación del aturdidor eléctrico, y al aplicar la prueba de Tuckey el menor tiempo promedio para insensibilización se obtuvo con la aplicación naso-frontal (18.33 s), ubicándose dentro del rango de la fase tónica de cerdos, ovejas, cabras y bovino de 10-20 (HSA, 2014) y siendo 21.50% más rápido que el tiempo requerido con la aplicación parietal de 23.35 s.

b. Potencial eléctrico

El Análisis de Varianza (Anexo 2) reveló la existencia de diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre los niveles de potencial eléctrico utilizados para aturdir cuyes. Los resultados más rápidos se lograron con 250 V (16.73 s), siendo 2.3 % más eficiente que el tiempo requerido por 130 V (17.13 s), pero se halla por encima del tiempo de 6.5 s con 150 V reportado por Mariño (2010) en Ecuador y fue 41.6 % más eficiente que el tiempo requerido con 55 V (28.66 s), esta conducta refuerza el concepto de que la magnitud del choque eléctrico depende del voltaje y no debe ser inferior a 70 voltios, oscilando normalmente entre 90 y 150 voltios (Vásquez, 2004),

4.2.2. Análisis de la interacción de los efectos principales

De acuerdo al Análisis de Varianza (Anexo 2) si existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p<0.05$) y de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Tuckey el más eficiente fue la aplicación en zona naso-frontal con 250 V utilizando 10.70 s coincidiendo con Anil (2003) de que el voltaje debe ser mayor a 200 voltios con más de 3 segundos de aplicación pero esto no se cumple con 250 v aplicados en la zona parietal requiriendo 22.75 s ubicándose en el cuarto lugar de eficiencia en el aturdido eléctrico de cuyes. En segundo lugar se ubica la aplicación en zona naso frontal con 130 V demandando 12.84 s y la de mayor tiempo requerido para aturdir al animal fue la aplicación Naso frontal con 55 V requiriendo 31.45 s y la zona parietal con 55 V que demandó 25.88 s. Estas respuestas coinciden con lo manifestado por HSA (2014) de que los sistemas de aturdido eléctrico con salidas de 150 V o menores no son eficaces para producir un aturdimiento inmediato.

Las bajas respuestas del método por vía parietal podría deberse a que los electrodos del equipo diseñado para este estudio no penetran en las capas exteriores de la piel del cuy ya que las pinzas de aturdimiento para cerdos, ovinos, caprinos y terneros deben tener electrodos y estar suficientemente afilados para penetrar en la piel y asegurar que no resbalen después del contacto inicial y mantener la continuidad de la aplicación de corriente (Anil, 2003). La respuesta adecuada de la vía naso – frontal podría deberse a que los electrodos hacen contacto con la zona húmeda de la nariz y la porción del

cerebro no siendo necesaria la incisión dentro de la piel del cuy para garantizar la continuidad de fluido eléctrico en el cerebro y ocasionar el estado de inconciencia en cuyes. Esto se corresponde con la recomendación dada por el Código sanitario de animales domésticos (2010) para instrumentos eléctricos aplicados a animales domésticos de eliminar el exceso de lana o la humidificación de la piel en un punto de contacto

La justificación del presente estudio se basa en el aspecto científico-tecnológico por no existir un equipo de aturdido eléctrico para cuyes disponible en el mercado nacional; en el aspecto legal, porque hay leyes que establecen un adecuado sacrificio de los animales domésticos y en el aspecto económico, porque la cantidad de energía que consume este equipo afecta mínimamente los costos de producción.

4.2.3. Análisis organoléptico de la calidad de las carcasas

En ninguno de los tratamientos se observaron fracturas óseas, presencia de equimosis o hemorragias.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La mejor interacción de área de aplicación y potencial eléctrico para aturdimiento de cuyes en Lambayeque es zona naso-frontal con 250 voltios de salida.

En los tratamientos evaluados no se detectaron fracturas óseas, equimosis ni hemorragias en las carcasas.

5.2. RECOMENDACIONES

Evaluar los mismos potenciales eléctricos y zonas de aplicación con aturdido eléctrico en cuyes hembras.

Diseñar mecanismos de sujeción para aturdido de cuyes en serie con los parámetros hallados en el presente estudio.

Evaluar los mismos potenciales eléctricos y zonas de aplicación con aturdido eléctrico en niveles sanguíneos, acidez (PH), volumen de desangrado y otras características mas precisas.

VI. RESUMEN

Los días 30 de Octubre y 5 de Noviembre de 2015, en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se implementó un estudio experimental con seis tratamientos para establecer la mejor combinación de zona de aplicación y potencial eléctrico para optimizar la aplicación de aturdido eléctrico en cuyes machos para sacrificio en Lambayeque siendo T1: Aturdido con potencial eléctrico de 55 V en zona naso frontal; T2: Aturdido con potencial eléctrico de 55 V en zona parietal; T3: Aturdido con potencial eléctrico de 130 V en zona naso frontal; T4: Aturdido con potencial eléctrico de 130 V en zona parietal; T5: Aturdido con potencial eléctrico de 250 V en zona naso frontal y T6: Aturdido con potencial eléctrico de 250 V en zona parietal. El menor tiempo de insensibilización en cuyes machos en Lambayeque se logró aplicando el aturdidor en la zona naso-frontal con 250 V de descarga durante 10.7s. En ninguno de los tratamientos se observó presencia de fracturas óseas, equimosis ni hemorragias por acción del potencial eléctrico aplicado.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALIAGA, L.; MONCAYO, R.; RICO, E.; CAYCEDO, A. 2009. Producción de cuyes. Fondo Editorial UCSS. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima, Perú. 808 p.

ANIL, M., AUSTIN, A. (2003), "Buenas Practicas Para La Industria De La Carne", sección 7.En linea. Visitado el 12 de noviembre de 2015. Disponible en http://www.fao.org/3/a-y5454s/y5454s01.pdf

CÓDIGO SANITARIO PARA LOS ANIMALES DOMÉSTICOS. 2010. "Sacrificio de animales", cap. 7.5. En línea. Visitado 8 nov 2015. Disponible en http://medicinaveterinariaydezootecnia.bogota.unal.edu.co/fileadmin/FVMZ/Servicios/bioetica/Ref_normativos/4-Codigo_Sanitario_para_Animales_Terrestres-OEI.PDF

CRUZADO, F. 2015. Anatomía de la cabeza del cuy. Entrevista. Facultad Medicina Veterinaria Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.

EL SITIO AVICOLA. 2012. Calidad de la carne de pollo. En línea. Visitado 4 nov 2015. Disponible en http://www.elsitioavicola.com/articles/2268/calidad-de-la-carne-de-pollo

FLORES, G. 1987. Estructura de la corteza cerebral en cuyos (Cavia porcellus), recién nacidos y adultos. Estudio comparativo. Tesis. Facultad de Ciencias. Biología. Universidad de Guadalajara. En línea. Visitado el 15 de diciembre de 2015. Disponible en http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2347/Flores_Diaz_Gerardo_Jesus.pdf?sequence=1

HELLIN, J. El Sistema Internacional de unidades: aspectos prácticos para la escritura de textos en el ámbito de las ciencias de la salud. En línea. Visitado el 10 de diciembre de 2015. Disponible en http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/ecimed/sisintunidades%5B1%5D.pdf

HSA. 2014. Aturdimiento eléctrico de animales de carne roja. En línea. Visitado el 12 de noviembre de 2015. Disponible en

http://www.hsa.org.uk/downloads/publications/aturdimientoelectricodeanimaledecarneroja.pdf

IGUALDAD ANIMAL. 2012. Aturdimiento de ovejas y cabras. En línea. Visitado el 1 de Agosto de 2015. Disponible en http://www.granjasdeesclavos.com/contacto

MOTA, D.; TRUJILLO, M, BECERRIL, M. et al. 2012. efecto del método de sacrificio sobre variables críticas sanguíneas y consecuencias sobre la Bioquímica de la carne de cobayo (Cavia porcellus). En línea. Visitado el 12 de diciembre de 2015. Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34597/1/articulo7.pdf

MARIÑO, J. 2010. Aturdimiento eléctrico en cuyes. En línea. Visitado el 4 de noviembre de 2015. Disponible en http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/handle/123456789/1152/17T0993.pdf?sequence=1

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. 2002. Reglamento electrotécnico para baja tensión. En línea. Visitado el 12 de diciembre de 2015. Disponible en http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-18099

NOVIO, S. 2007. Estudio experimental de las vías del dolor de la región de las vibrisas en el cobaya tricolor (Cavia porcellus). Tesis. Doctorado. Facultad de Medicina y odontología. Universidad Santiago de Compostela. En línea

Visitado el 11 de Diciembre de 2015. Disponible en https://books.google.com/books?id=Lh_zkYMcPAMC

PRINZ, S., VAN, F., BESSEI , W.,COENEN, A. 2012. Aturdido Eléctrico: Influencia de diferentes ondas y voltajes. En línea. Visitado el 7 de noviembre de 2015. Disponible en http://www.elsitioavicola.com/articles/2194/aturdido-elactrico-influencia-de-diferentes-ondas-y-voltajes/

ROJAS, J.; RUFASTO, E. 2009. Relación de la conductividad eléctrica de los suelos con la reflectancia de Imágenes de Satélite en la Región de Lambayeque – Perú. En línea. Visitado el 7 de Febrero de 2016. Disponible en http://fisica.unmsm.edu.pe/~labtel/docs/Articulo%202%20-%20CEe_LABTEL-UNMSM_140810%20-%201er%20SPRySIG.pdf

VASQUEZ, R. VANACLOCHA, C. 2004.Tecnología de mataderos. Ediciones Mundi Prensa. Barcelona. España. 430 p.

VIII.ANEXOS

1. Análisis de regresión lineal

Variable	N	R^2	R^2 Aj	ECMP	AIC	BIC
Tiempo aturdido (seg)	48	0.02	1.6E-03	135.42	366.01	371.62

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	10.50	10.09	-9.81	30.80	1.04	0.3035		
Peso vivo (gr)	0.01	0.01	-0.01	0.03	1.04	0.3050	2.07	1.00

Análisis de varianza para Peso vivo (gr), utilizando SC ajustada para pruebas (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	118.86	1	118.86	1.08	0.3050
Peso vivo (gr)	118.86	1	118.86	1.08	0.3050
Error	5081.86	46	110.48		
Total	5200.72	47			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Peso vivo (gr)

Zona aplicación	N	Media	Agrupación
Naso Frontal	24	940,71	A
Parietal	24	912,42	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Potencial eléctrico (V)

Potencial eléctrico (V)	N	Media	Agrupación
250	16	936,25	A
55	16	927,50	A
130	16	915,94	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Peso vivo (gr)

Zona aplicación	Potencial Eléctrico (V)	N	Media	Agrupación
Naso Frontal	250	8	971,88	A
Parietal	55	8	961,00	A
Naso Frontal	130	8	956,25	A
Parietal	250	8	900,63	A
Naso Frontal	55	8	894,00	A
Parietal	130	8	875,63	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

2. Análisis de varianza para tiempo de aturdido ($\sqrt{x+1}$)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28.67	5	5.73	10.40	<0.0001
Zona aplicación	4.67	1	4.67	8.47	0.0058
Potencial eléctrico (V)	15.16	2	7.58	13.75	<0.0001
Zona aplicación*Potencial	8.85	2	4.42	8.02	0.0011
Error	23.15	42	0.55		
Total	51.82	47			

Cv=16.30%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Zona de aplicación (seg)

Zona aplicación	Medias	n	E.E.		
Naso Frontal	18.33	24	1.65	A	
Parietal	23.35	24	1.65		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

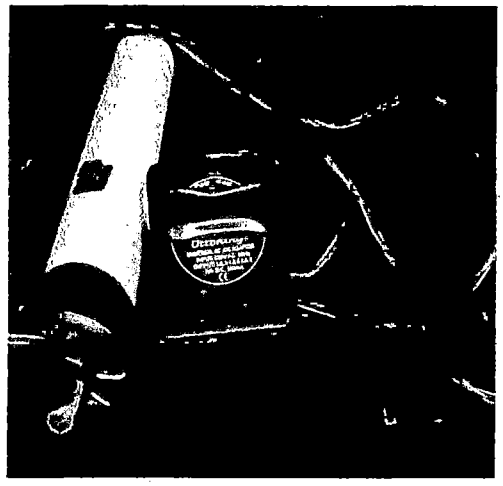
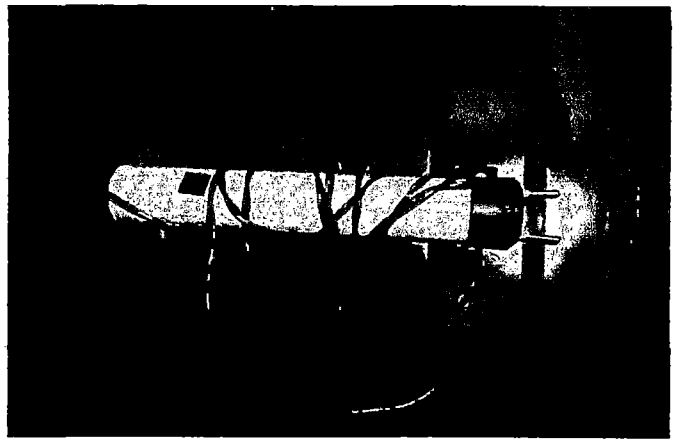
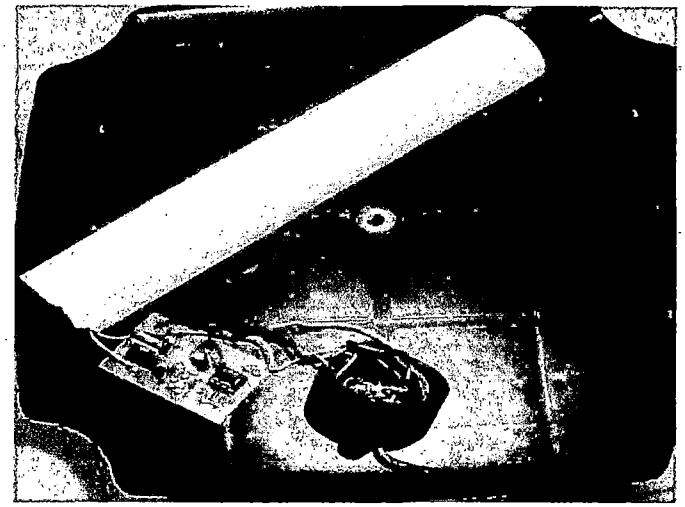
Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para potencial eléctrico (V)

Potencial eléctrico (V)	Medias	n	E.E.		
250.00	16.73	16	2.02	A	
130.00	17.13	16	2.02	A	
55.00	28.66	16	2.02		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para Tiempo aturdido (seg) y Potencial eléctrico (V)

Tratamiento	Zona aplicación	Potencial Eléctrico (V)	Medias			
T5	Naso Frontal	250.00	10.70	A		
T3	Naso Frontal	130.00	12.84	A	B	
T4	Parietal	130.00	21.41		B	C
T6	Parietal	250.00	22.75			C
T2	Parietal	55.00	25.88			C
T1	Naso Frontal	55.00	31.45			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

3. Fotografías del aturdidor eléctrico