



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**ESTUDIO DEL ATURDIMIENTO EFECTIVO DE PATOS MEDIANTE
ELECTRONARCOSIS EN BAÑO DE AGUA.
REPERCUSIONES SOBRE LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.**

Master en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos

E.T.S. Ingenierías Agrarias
Campus de Palencia
Universidad de Valladolid

Alumno: Victor Martín Cuadrado

Tutor: Felicidad Ronda Balbás

Co-tutor: Valentín Pando Fernández

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	Página 4
2. OBJETIVO.....	Página 12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	Página 12
4. RESULTADOS.....	Página 17
5. DISCUSIÓN.....	Página 21
6. CONCLUSIONES.....	Página 25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	Página 26

RESUMEN

El aturdimiento mediante electronarcosis en tanques de agua es el método más común empleado por la industria avícola para conseguir aves inconscientes de forma inmediata antes de proceder al sacrificio. Los valores recomendados por la legislación pueden dar lugar a un sangrado deficiente con la consecuente aparición de defectos en la canal y las vísceras. En este estudio se evaluaron los síntomas de aturdimiento en 499 patos Mulard utilizando voltajes de entre 95 y 125 V. Los resultados muestran que un voltaje de 125 V aplicado durante 20 segundos es suficiente para provocar el aturdimiento efectivo del 90% de los patos sin causarles la muerte por paro cardíaco. La resistencia de cada pato es de 2500 ohmios y según la ley de ohm un voltaje de 125 V equivale a 50 mA por pato. Esta intensidad corresponde casi a un tercio de la recogida en la legislación. Hay una gran cantidad de variables que afectan a los parámetros eléctricos, algunas de ellas, propias de cada matadero y de cada aturridor. Es muy difícil determinar un voltaje que produzca un aturdimiento correcto y que no afecte negativamente a la calidad de la canal y las vísceras. Con los parámetros eléctricos utilizados en este estudio no se puede determinar si el aturdimiento influye en un sangrado deficiente y por tanto afecta a la calidad del producto final.

ABSTRACT

Electrical water-bath stunning is the most common method used by the poultry industry to get bird immediately unconscious prior to slaughter. The values recommended by the legislation can lead to poor bleeding and the consequent appearance of defects in the carcass and viscera. This study assessed symptoms of numbness in 499 Mulard ducks using voltages between 95 and 125 V. The results show that a voltage of 125 V applied for 20 seconds is sufficient to induce effective stunning on 90% of the ducks without causing death by cardiac arrest. The resistance of each duck is 2500 ohm and accord to ohm's law, a voltage of 125 V is equivalent to 50 mA per duck. This intensity corresponds to almost a third of that contained in the legislation. There are a lot of variables that affect the electrical parameters, some of them specific to each plant and each stunner. It is very difficult to determine a voltage to produce a correct stunning and does not adversely affect the quality of the carcass and viscera. With the electrical parameters used in this study can not determine whether stunning affects poor bleeding and thus affects the final product quality.

1. INTRODUCCIÓN

La protección de los animales en el momento del sacrificio o la matanza es una cuestión de interés público que influye en la actitud de los consumidores frente a los productos cárnicos.

El sacrificio de los animales y algunas operaciones conexas pueden provocarles dolor, angustia, miedo, estrés u otras formas de sufrimiento, incluso en las mejores condiciones técnicas disponibles.

Todos los animales que se sacrifiquen para la obtención de carne, pieles u otros productos, así como los sacrificados en el caso de lucha contra epizootias deben ser aturdidos de forma que el animal entre en un estado de inconsciencia que se prolongue hasta la muerte por desangrado, con el fin de poder evitarle cualquier dolor innecesario y reducir al mínimo la angustia y el sufrimiento.

El aturdimiento se puede definir como todo proceso inducido deliberadamente que cause la pérdida de la consciencia y sensibilidad sin dolor, incluido cualquier proceso que provoque la muerte instantánea.

Un buen sistema de aturdimiento debe de garantizar una inducción rápida del estado de inconsciencia sin causar dolor.

Además de los aspectos relacionados con el bienestar animal, un buen aturdimiento favorece la inmovilización necesaria para realizar el desangrado y tiene un efecto positivo indirecto en la seguridad laboral en los mataderos. También permite un mejor desangrado y una más completa eliminación de las plumas durante el desplumado (Moreno, 2006).

Todas las operaciones relacionadas con el sacrificio de aves, deben ajustarse a la legislación europea vigente: Reglamento (CE) 1099/2009 del consejo de 24 de septiembre de 2009 relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza.

Aturdimiento de aves mediante electronarcosis en tanques de agua

La Unión Europea permite varios métodos de aturdimiento para aves. De todos ellos, el aturrido mediante electronarcosis en tanques de agua es el más común

empleado por la industria avícola para conseguir aves inconscientes de forma inmediata antes de proceder al sacrificio, tal como exige la legislación. Se realiza generalmente por el método denominado de contacto en medio líquido.

La corriente eléctrica fluye desde la cabeza a los ganchos, desencadenando en el cerebro un ataque de tipo epiléptico (Raj, 2003) que provoca la insensibilización y estimula directamente en cierta medida la masa muscular (López & Casp, 2004).

Cuando se emplean tanques de agua para el aturdimiento de aves de corral, el agua debe renovarse continuamente y debe ser posible regular su nivel de modo que permita un buen contacto con la cabeza del ave. Las aves deberán ser sumergidas en el tanque hasta la base de las alas.

Para evitar que las aves reciban descargas antes de entrar al baño y que se sumerjan demasiado inhalando agua y recibiendo una descarga eléctrica directa en las alas o en la pechuga, los tanques deben de tener un tamaño y una profundidad adecuados al tipo de ave que vaya a sacrificarse y estarán dotados de una rampa de acceso aislada eléctricamente (Bilgili, 1999) y diseñada de manera que se evite el desbordamiento de agua en la entrada.

Está bien documentado que algunas aves pueden sufrir la descarga eléctrica antes de que su cabeza haga contacto con el baño de agua (Gazdziak, 2007; Gregory & Bell, 1987; Sparrey, Kettlewell, Paice & Whetlor, 1993). En algunos casos, la descarga antes del aturdimiento puede ocurrir debido a que la rampa de entrada al baño de agua es conductora de la electricidad (Gregory, 1994).

El tamaño y la forma de los ganchos de metal deberán ser adecuados para el tamaño de las patas de las aves que se vayan a sacrificar de tal manera que se produzca el contacto eléctrico sin causar dolor. Para mejorar la conductividad y garantizar un buen paso de la corriente se mojan con agua las patas de las aves, de esta manera se asegura un buen contacto con los ganchos de suspensión.

También se puede añadir sal común al baño de agua del aturdidor siempre que se asegure una concentración constante y baja (0,1%). La sal reduce la resistencia eléctrica del agua, la cual se incrementa conforme pasa el tiempo debido a la suciedad que viene en las plumas de las aves. Para utilizar sal en el baño de agua sin que se deteriore la instalación, es necesaria una estructura de acero inoxidable.

Factores que influyen en la eficacia del aturdimiento

El uso de tanques de agua implica que las aves sean aturdidas en grupo, por tanto, se debe mantener un voltaje suficiente para producir una corriente eléctrica de una intensidad que consiga el aturdimiento efectivo de todas las aves. El baño de agua puede contener hasta 20 aves a la vez (Wilkins, Wotton, Parkman, Kettlewell & Griffiths, 1999).

Dado que los baños de agua utilizan un voltaje fijo, la corriente real que recibe cada ave viene determinada por la resistencia individual de cada circuito paralelo en un baño de agua con muchas aves (Wotton & Wilkins, 2009). Por tanto, las aves se comportan como resistencias eléctricas establecidas en circuitos paralelos.

En la realidad el voltaje necesario para conseguir un buen aturdimiento puede ser muy variable, en función de diversos factores. Cuanto más pesada sea el ave, mayor será la resistencia eléctrica de su cuerpo (López & Casp, 2004). Si el plumaje está mojado, la corriente circulará por la superficie de las plumas y el aturdimiento puede ser deficiente (Gregory, 1989). También influye la composición corporal debido a que la grasa es aislante.

El voltaje, la intensidad (amperaje) y la frecuencia deben ser establecidos ajustándose al peso de las aves, pero también los factores relacionados con el manejo durante el aturdimiento pueden afectar al proceso. (López & Casp, 2004). Las aves deben recibir la corriente eléctrica durante al menos 4 segundos. Este tiempo de aturdimiento puede variar dependiendo de la longitud del baño de agua y de la velocidad de la cadena de sacrificio (Wilkins, Wotton, Parkman, Kettlewell & Griffiths, 1999).

También es importante el grado de excitación de las aves cuando entran en el baño de agua. Para que el aturdimiento sea eficaz, las aves deben de estar lo más calmadas posible. Para ello estarán colgadas de los ganchos durante un mínimo de 12 segundos en pollos, ó 20 en pavos, patos y ocas antes de su aturdimiento para que hayan dejado de aletear antes de ser sumergidas. No obstante, las aves no deben permanecer suspendidas de los ganchos estando conscientes durante más de un minuto en pollos y dos minutos en pavos, patos y ocas. Después de colgadas y a lo largo del trayecto hacia el aturridor de baño de agua, hay un sistema en contacto con

la pechuga de las aves para calmarlas. Su efecto calmante, estimula que las aves se relajen, mejorando el posterior contacto con el agua del aturridor.

La intensidad mínima recomendada por la legislación (Reglamento (CE) 1099/2009), en función de la frecuencia utilizada se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1: Requisitos eléctricos del equipamiento para el aturdimiento mediante electronarcosis en baño de agua según la legislación (valores medios por animal) (Reglamento (CE) 1099/2009)

Frecuencia (Hz)	Pollos	Pavos	Patos y ocas	Codornices
< 200 Hz	100 mA	250 mA	130 mA	45 mA
Entre 200 y 400 Hz	150 mA	400 mA	No está permitido	No está permitido
Entre 400 y 1 500 Hz	200 mA	400 mA	No está permitido	No está permitido

La mayoría de autores que han estudiado el aturdimiento de aves se han guiado por los valores recogidos en la Tabla 1. (Raj & Shield, 2010; Hindle, 2010). Algunos estudios han demostrado que si el desangrado se realiza con prontitud y de forma adecuada podrían utilizarse parámetros eléctricos menores (Fernández, 2010; Gregory, 1989).

Este método puede presentar algunos problemas a la hora de aturdir a las aves. Es importante que todas las aves tengan el mismo tamaño y su altura esté bien regulada para que introduzcan bien la cabeza en el baño de agua y se produzca un aturdimiento correcto. Si el tamaño de las aves en el lote no es uniforme, las pequeñas va a quedar mal aturridas y las aves grandes se van a sumergir en exceso hasta la altura de la pechuga. En este último caso, en vez de que la corriente eléctrica fluya de la cabeza a los pies, que es el paso esperado, fluirá a través de las alas y la carne de la pechuga, una situación que seguramente causará daños importantes a estas partes de la canal.

También hay que tener en cuenta que a la entrada del equipo, las aves suelen agitarse, generando una reacción de fuga y, además, algunas aves pueden levantar la

cabeza antes de entrar en el baño de agua. Tales situaciones reducen, posteriormente, el número de aves que entran en contacto con el agua, terminando por afectar a la eficacia del proceso, por lo que habrá aves que queden sin aturdir o mal aturridas.

Aturdimiento efectivo

Los signos de un aturdimiento efectivo mediante electronarcosis en tanques de agua son los siguientes: Inmediata aparición de contracción muscular, ojos muy abiertos y apnea durante fase de contracción, extensión rígida de las patas, alas mantenidas pegadas al cuerpo y cuello arqueado hacia atrás. Algunos segundos después de la salida del baño de agua electrificada, las aves se relajan y llegan a permanecer casi flácidas (Moreno, 2006).

Durante el sangrado no hay aleteo. Pueden aparecer movimientos clónicos que se presentan como movimientos espasmódicos de patas, alas y cuello. No es aleteo, sino que son movimientos involuntarios. Hay ausencia de reflejos oculares.

Con el aturdimiento se produce un aumento de la presión sanguínea y de la velocidad de los latidos cardiacos. Esto puede mejorar el desangrado posterior y reducir la cantidad de sangre en las canales y las vísceras.

Aturdimiento incorrecto

Si el aturdimiento no es correcto o la intensidad de la corriente es demasiado baja, no produce insensibilización en el animal y puede provocarle durante la aplicación una parálisis generalizada dolorosa. Los signos de un aturdimiento no efectivo o de recuperación de la consciencia son: respiración rítmica, pupila contraída, intento de levantar la cabeza y de enderezarse, emisión de sonidos (vocalización), reflejo corneal y respuesta a estímulos dolorosos.

Si la intensidad de la corriente es demasiado elevada, habrá una estimulación muscular excesiva aumentando la incidencia de defectos en la canal. Se pueden encontrar fracturas de pequeños huesos (fúrcula, coracoides, escápula). Además pueden aparecer hemorragias musculares en pechuga, muslos, alas y otras partes de la canal. Estas hemorragias ocurren por la ruptura de los vasos sanguíneos, principalmente arterias y capilares. También puede producirse al ser incidida la

musculatura por los huesos fracturados. Cuando los vasos sanguíneos aparecen rotos, se produce una extravasación de sangre durante el desplumado, ya que las desplumadoras mueven sangre y hace que salga al exterior de los vasos (López & Casp, 2004). Otras lesiones que pueden ser debidas a un aturdimiento excesivo son petequias, equimosis y hematomas en diferentes partes de la canal y las vísceras y carnes exudativas. Además de esto, con voltajes y amperajes demasiado altos, la corriente eléctrica puede afectar al corazón ocasionando una disfunción cardiaca que produzca la parada del corazón por fibrilación ventricular, resultando en la muerte del animal por electrocución. Cuando se produce la parada cardiaca, las aves aparecen flácidas, con las alas y la cabeza caídas y las pupilas dilatadas (Moreno, 2006).

Si se llega a la muerte antes del sangrado, el animal sólo se desangrará parcialmente, produciendo canales congestivos y con acumulación de sangre. El sangrado insuficiente también está asociado con hemorragias en alas y pechuga. Al estar los vasos engrosados por un exceso de sangre residual, se rompen más fácilmente en el desplumado. También pueden aparecer hemorragias petequiales.

Estos defectos, son de gran importancia económica para las empresas, ya que generan pérdidas debido a que son defectos inaceptables que son recortados y retirados antes de que la carne sea envasada o procesada.

Aunque es simple en concepto, el aturdimiento eléctrico es seguramente una de las operaciones más complejas en la línea de procesamiento de aves. Hay una gran cantidad de variables que interactúan de diferente manera y en diferentes momentos. Todos estos factores hacen extremadamente difícil, si no imposible, garantizar la aplicación del voltaje e intensidad adecuados y el buen flujo de la corriente eléctrica por el cuerpo de las aves, asegurando el correcto aturdimiento de todas las aves. Por tanto, si las variables no se manejan y arreglan adecuadamente, pueden originar aves insensibilizadas de manera incorrecta, ya sea por exceso o por defecto.

Sangrado

El sangrado es la parte del sacrificio en que se cortan los principales vasos sanguíneos del cuello para permitir que la sangre drene del cuerpo, produciéndose la muerte por anoxia cerebral. Se realizará en animales que hayan sido aturdidos previamente y siempre deberá efectuarse antes de que el animal recobre el

conocimiento. Si se demora el desangrado, el animal puede recuperar el conocimiento. Las aves aturdidas eléctricamente pueden recuperarse en un tiempo que varía entre uno y tres minutos. Por lo general, el desangrado de aves debe comenzar a los 15 o 20 segundos después del aturdimiento.

En caso de métodos de aturdimiento reversibles se comprobará que el animal permanece correctamente aturdido el tiempo que transcurre desde que se produce el corte de los vasos hasta que la pérdida de sangre es suficiente para provocar la inconsciencia del animal. Además de esto, si se demora el desangrado, se aumenta la presión sanguínea y la ruptura de vasos, produciéndose hemorragias musculares y la consiguiente acumulación de sangre en los tejidos.

El desangrado se puede efectuar de manera manual o automática. Se deberá realizar de manera que se provoque un desangrado rápido, profuso y completo.

Las incisiones deben ser rápidas y precisas y se debe usar un cuchillo muy afilado, de longitud suficiente para que la punta quede fuera de la incisión durante el corte, ya que no se debe utilizar la punta del cuchillo para hacer la incisión.

El cuchillo del desangrado se debe afilar continuamente. Un cuchillo romo agranda la incisión y los extremos cortados de los vasos sanguíneos quedan lesionados, ocasionando la coagulación prematura y el bloqueo de los vasos sanguíneos. Por consiguiente, el desangrado se alarga y el animal puede recobrar la consciencia o la sensibilidad.

El uso del sangrado manual es ventajoso en el caso de lotes no uniformes y colgados inconsistentes, pero depende fuertemente de las habilidades de los operadores ya que los cortes para el desangrado constituyen una operación delicada. Por lo tanto, la matanza y las operaciones conexas a ella deberán realizarlas únicamente personas con el nivel de competencia adecuado para ese fin, sin causar a los animales dolor, angustia o sufrimiento evitable.

La cantidad de sangre contenida en el organismo de un ave, puede llegar a suponer el 10% del peso vivo. A lo largo de todo el proceso de sangrado, escurrido y evisceración, se obtiene en el mejor de los casos un 60% de la sangre que contiene en vida, pero si solamente tenemos en cuenta el sangrado y el escurrido primario que le sigue, la cantidad de sangre obtenida es tan sólo del 40%.

La duración del sangrado en el caso de las aves viene a ser entre 60 a 90 segundos cuando se utiliza un aturrido eléctrico con baño de agua, y la proporción de sangre eliminada es aproximadamente del 40% del volumen total, aunque este porcentaje varía bastante a nivel individual y va a reducirse en el caso de que se produzca un paro cardíaco (López & Casp, 2004).

La sangre residual queda retenida principalmente en las vísceras, aunque también en los músculos y la grasa.

Un mal desangrado se detecta por el engrosamiento de las venas de las alas, aumento de tamaño de las vísceras y enrojecimiento de la piel, sobre todo en el cuello y en las zonas de inserción de plumas. En especial el corazón, el bazo y el hígado aparecen muy congestionados (Moreno, 2006).

El exceso de sangre residual perjudica la vida comercial del producto, pues resulta en una acidez excesiva de la carne, que favorece la proliferación de los microorganismos alterantes y aparición de manchas oscuras tras la cocción (López & Casp, 2004).

Una vez se ha realizado el sangrado y se ha dejado escurrir la sangre durante unos minutos se procede al escaldado seguido del desplumado. El escaldado sólo se efectuará cuando se haya comprobado la falta de signos de vida del animal. Si entra vivo al tanque de escaldado, su piel queda totalmente enrojecida, y los pulmones presentan hemorragias por aspiración. Las desplumadoras también pueden agravar los defectos causados por un mal sangrado si funcionan con excesiva fuerza, ya que favorecen la extravasación de sangre retenida y la rotura de nuevos vasos.

Hay que destacar que hay una gran interacción entre aturdimiento y método de degüello. En ocasiones, se atribuye al aturdimiento problemas que son originados en el sacrificio de las aves. En el caso de sangrado manual, los operarios tienen que poseer los conocimientos técnicos necesarios para realizarlo correctamente y que conozcan las repercusiones que puede tener sobre el producto final. En este estudio se evalúan las consecuencias que un aturdimiento excesivo puede tener sobre la calidad de las canales y los hígados.

2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue determinar el voltaje óptimo necesario para el correcto aturdimiento de patos mediante electronarcosis en baño de agua en condiciones industriales. Se evaluaron los síntomas de aturdimiento en los patos utilizando diferentes valores de voltaje y se determinó el nivel mínimo de voltaje que determina un buen aturdimiento. También se estudiaron las repercusiones del aturdimiento sobre la calidad de la canal y las vísceras debido a un sangrado deficiente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó durante el año 2012 entre los meses de enero y junio en un matadero de patos de una industria de productos cárnicos de la provincia de Palencia que procesa aproximadamente 30.000 patos anuales.

Se evaluaron los síntomas de aturdimiento en 499 patos Mulard. Esta raza pesada y de gran rusticidad, está destinada a la producción de carne y de hígados grasos o foie gras. La raza Mulard es el resultado del cruce entre la raza Berbería y el pato de Pekín. El peso vivo medio de los patos estudiados varía entre 6 y 7 kg.

Los patos son criados en semilibertad hasta la edad adulta. Las 2 últimas semanas se procede al embuchado y son sacrificados a los 3-4 meses de vida. Durante la fase de embuche, los patos son cebados con maíz en grano cocido y pasan a estar instalados en mini parques.

Los patos sacrificados en el matadero en que se realizó este estudio eran todos machos, ya que dan un producto final de mayor calidad, por tener el hígado más grande, menos sanguíneo y menos venoso que el de la hembra.

Aturdimiento

Una vez en el matadero, las aves se sacaban de sus jaulas y se suspendían por ambas patas de los ganchos de la cadena de sacrificio. La manipulación de las aves al sacarlas de las jaulas y el colgado en la cadena, se realiza con especial cuidado para evitar traumatismos mecánicos que dañarían la calidad de las canales.

Antes de llegar al aturdidor, las aves estaban suspendidas de los ganchos durante un tiempo que fue inferior a 1 minuto y 40 segundos en todos los casos, y siempre con el pecho en contacto con una placa de metal. Este sistema tiene un efecto calmante en las aves, y favorece que los patos no se alteren y que el aturdimiento sea más eficaz.

Todos los patos fueron aturridos mediante electronarcosis en baño de agua con un aturdidor fabricado por la empresa R. Orty S.A (París, Francia). Las dimensiones del baño permiten la entrada y por tanto el aturdimiento, de un máximo de dos patos a la vez.

Las aves, suspendidas en ganchos por ambas patas, introducen la cabeza en un baño de agua electrificado por el que se hace pasar una corriente alterna sinusoidal. El agua del baño actúa como electrodo vivo, debido a que tiene un electrodo sumergido de longitud similar al tanque de agua. Una barra de metal que hace contacto con los ganchos de suspensión actúa como toma de tierra, por lo que la corriente eléctrica atraviesa el cuerpo del animal (Moreno, 2006). (Figuras 1 y 2).

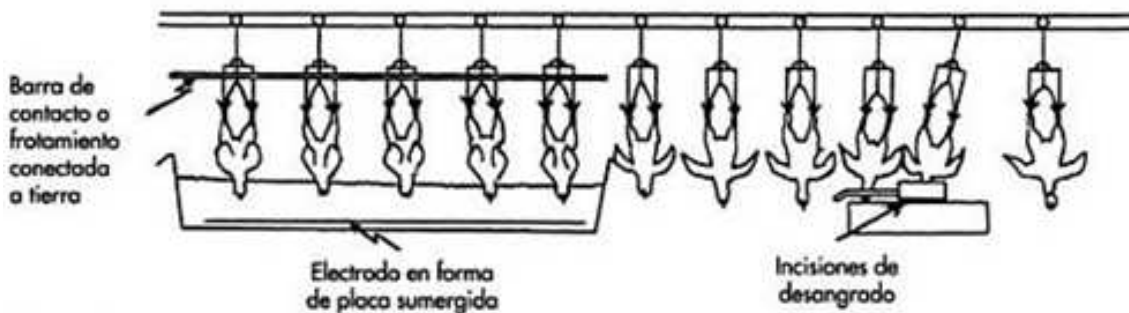


Figura 1: Esquema del sistema de aturdimiento eléctrico por inmersión de la cabeza de las aves en un baño de agua electrificado (Gregory, 2003)

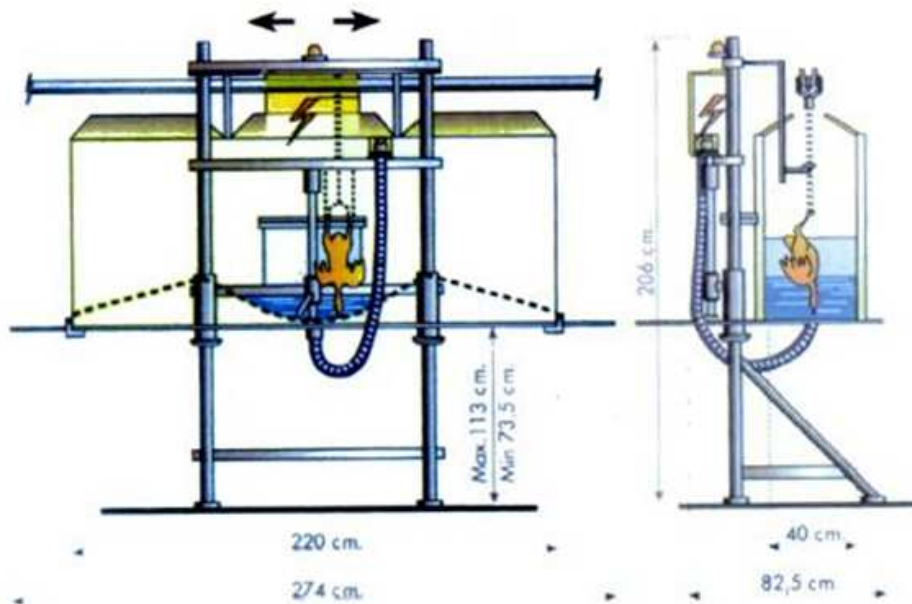


Figura 2: Esquema del aturrido eléctrico de aves (STORK PMT)

El equipamiento para aturdimiento por baño de agua está dotado de un dispositivo que muestra los parámetros eléctricos utilizados, en este caso voltaje, intensidad (amperaje) y frecuencia. Sólo se puede regular el voltaje y, dependiendo de la resistencia de los patos, nos indica la intensidad de corriente que reciben. El tiempo que los patos estuvieron en contacto con el baño de agua electrificada fue una media de 20 s.

Se utilizó corriente alterna de oscilación sinusoidal con una frecuencia oscilatoria fija de 50 Hz. El rango de voltajes utilizado fue de 95 a 120 V, variando en intervalos de 5 V. No se usaron voltajes mayores debido a que supone un grave riesgo de provocar una parada cardíaca en los patos con la consiguiente pérdida de calidad en el producto final por acumulación de sangre debido a un sangrado deficiente, que puede suponer pérdidas económicas para la empresa.

La ley de Ohm relaciona el voltaje y la intensidad por medio de la resistencia:

$$V = IR$$

donde R es la resistencia en ohmios, V es la diferencia de potencial en voltios e I es la intensidad de corriente en amperios

En el baño de agua del aturdidor, los patos se comportan como resistencias eléctricas asociadas en paralelo. Para hallar la resistencia equivalente (R_t), y suponiendo que todos los patos presentarán la misma resistencia (R), habría que hacerlo mediante la siguiente fórmula:

$$1/R_t = 1/R + 1/R$$

Como el aturdidor nos indica el voltaje y la intensidad, se ha podido establecer mediante la ley de Ohm, que la resistencia media que presenta cada pato es de 2500 Ohmios.

Determinación del aturdimiento efectivo

Para determinar si el aturdimiento que los patos recibían era correcto, se evaluaron una serie de indicadores para detectar signos de inconsciencia-consciencia o sensibilidad de los animales.

Desde que el animal sale del aturdidor y hasta que se produce su muerte por desangrado, se observaron los siguientes 4 signos que determinan un buen aturdimiento en patos: 1. Ausencia de reflejo ocular. 2. Ausencia de aleteo. 3. Ausencia de movimiento de patas y cola. 4. Ausencia de tensión en el cuello y de reflejo de levantar la cabeza.

El reflejo ocular se comprueba tocando el ojo del animal. Si está consciente cerrará los párpados de forma inmediata y, si ha perdido la consciencia, el ojo permanecerá abierto. El movimiento de alas, de patas y el reflejo de levantar la cabeza se producen como consecuencia de la reacción de fuga que experimentan los animales en el caso de estar conscientes y se observa durante el desangrado.

Si se dan estos 4 signos de aturdimiento se puede considerar que el animal está totalmente inconsciente y por tanto no es sensible al dolor producido por el sagrado para el sacrificio.

En los patos a los que se les había aplicado voltajes altos, se comprobó si podían recuperarse después del aturdimiento en menos de 3 minutos.

Sangrado

Los patos, después de ser aturdidos, fueron sacrificados manualmente. El tiempo transcurrido desde que el animal salía del baño de agua hasta que se realizaba el sangrado, fue en todos los casos entre 15 y 20 segundos o inferior.

El sangrado manual en aves se realizaba mediante un corte en la garganta, detrás de la mandíbula, seccionando por completo las arterias carótidas y las venas yugulares de ambos lados, o los vasos de los que nacen. Si los cortes son defectuosos en profundidad o posición y algunos vasos no se cortan, el desangrado será insuficiente, quedando retenida gran cantidad de sangre en los tejidos.

El tiempo que los animales tardaban en morir desangrados fue de menos de un minuto. Una vez que los patos morían, se realizaba el escaldado a 58°, el desplumado y la evisceración manual.

Determinación de la calidad de la canal y las vísceras

Para definir la calidad es necesario tener en cuenta una amplia gama de atributos del producto, pero en este estudio nos fijaremos en una serie de características concretas basadas en un buen grado de sangrado de los patos.

El grado de desangramiento se pone de manifiesto en el examen post mortem observando el color de la canal y las vísceras, y se hace más evidente durante el despiece. En este estudio se ha tenido en cuenta la aparición de defectos en la canal y en el hígado.

Para cada rango de voltaje se separó un lote de 50 patos y se observó la presencia o ausencia de hemorragias musculares, hemorragias en hígado, congestión de la canal y el hígado y presencia de petequias, equimosis y hematomas en la canal y el hígado.

Análisis estadístico

Este estudio fue analizado mediante un diseño de regresión logística binario con ayuda del programa informático StatGraphics Centurion XVI Versión 16.1.15 (Virginia, USA).

La ausencia o presencia de cada signo de aturdimiento se consideró una característica binaria (sí o no).

También se consideró característica binaria, si la canal y el hígado eran aceptables o por el contrario tenían demasiada acumulación de sangre.

4. RESULTADOS

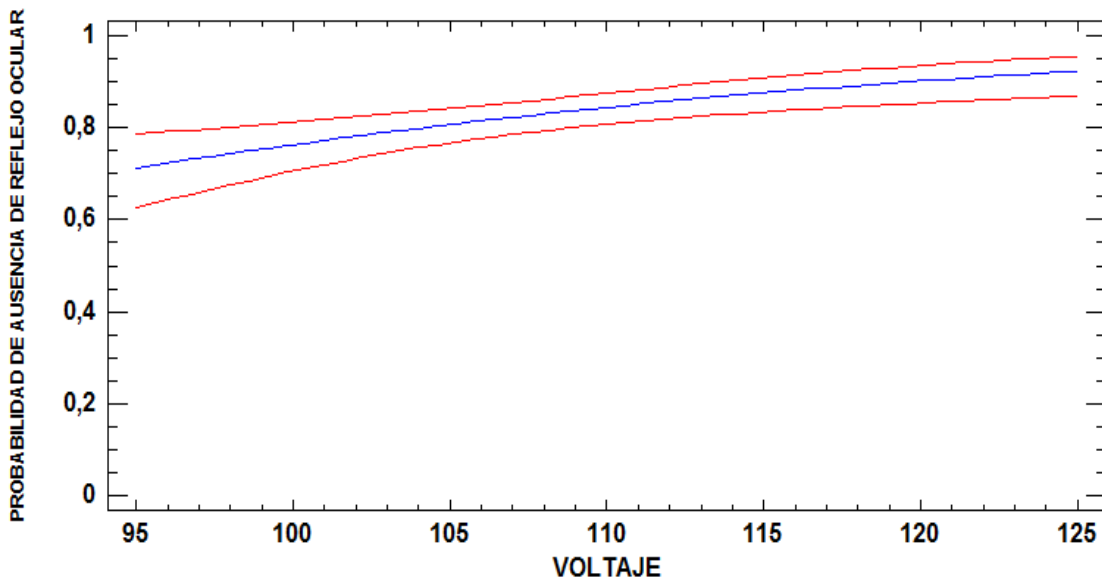
Determinación del aturdimiento efectivo

Para que un voltaje produzca un aturdimiento efectivo deberá de haber ausencia de signos en un 90% de los patos. Se considera que este porcentaje de animales aturridos no aumentará de forma apreciable, ya que es muy difícil llevarlo al 100% aunque aumentemos el voltaje, debido a que siempre va a haber patos que sean demasiado pequeños y no introduzcan bien la cabeza en el baño de agua y también habrá algunos patos que se alteren a la entrada del aturridor e intenten huir aleteando y levantando la cabeza. Esta reacción de fuga disminuye el número de patos que entra en contacto con el agua o provoca que el contacto sea por un tiempo menor.

Por estas razones nunca se podrán aturdir eficazmente el 100% de los patos con este método, incluso utilizando voltajes muy altos (López & Casp, 2004). Por el contrario, un aumento de este porcentaje, nos dirigirá a voltajes que provocan la obtención de animales con un deficiente desangrado y la consecuente pérdida de calidad.

Todos los síntomas de aturdimiento estudiados presentaron diferencias significativas a las variaciones de voltaje. Los datos obtenidos sobre los síntomas de aturdimiento a diferentes voltajes están recogidos en el anexo 1.

Las gráficas 1 a 4 muestran la probabilidad de la ausencia de cada signo para diferentes voltajes.



Gráfica 1: Probabilidad de que haya ausencia de reflejo ocular en función del voltaje utilizado con intervalos de confianza del 95%.

La gráfica 1 nos indica que para un voltaje de $119,8 \pm 11,5$ V, el 90% de los patos presentó ausencia de reflejo ocular, para un nivel de confianza del 95%.

La ecuación del modelo ajustado de la gráfica 1 es:

$$P = \frac{e^{-4,03+0,05X}}{1 + e^{-4,03+0,05X}}$$

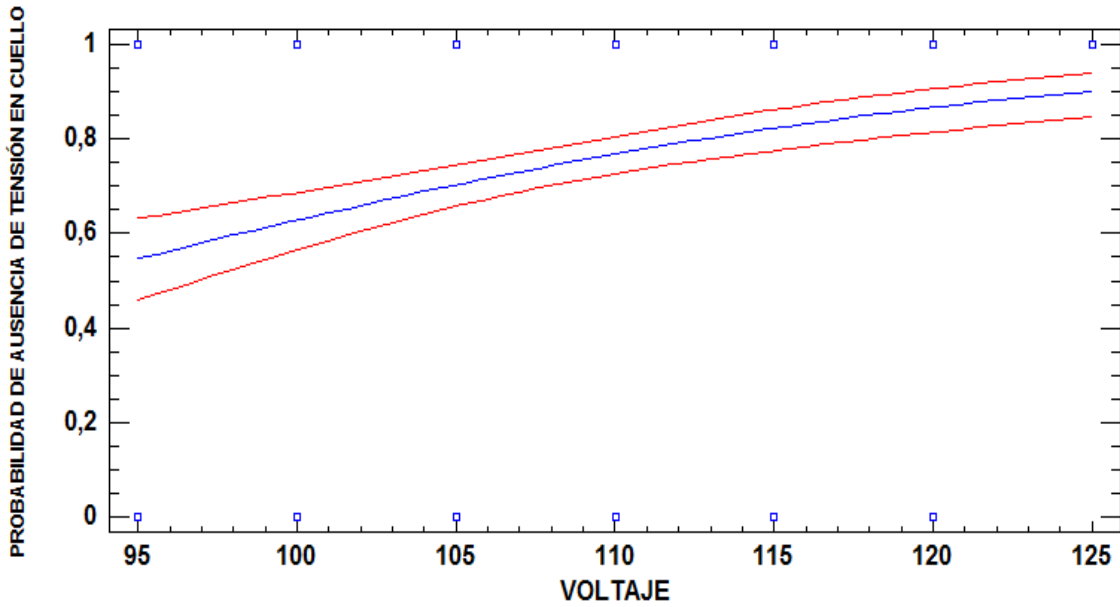
donde P es la probabilidad estimada de que haya ausencia de reflejo ocular y X es el voltaje en voltios.,

La gráfica 2 nos indica que para un voltaje de $124,9 \pm 8,5$ V, el 90% de los patos presentó ausencia de tensión en el cuello, para un nivel de confianza del 95%.

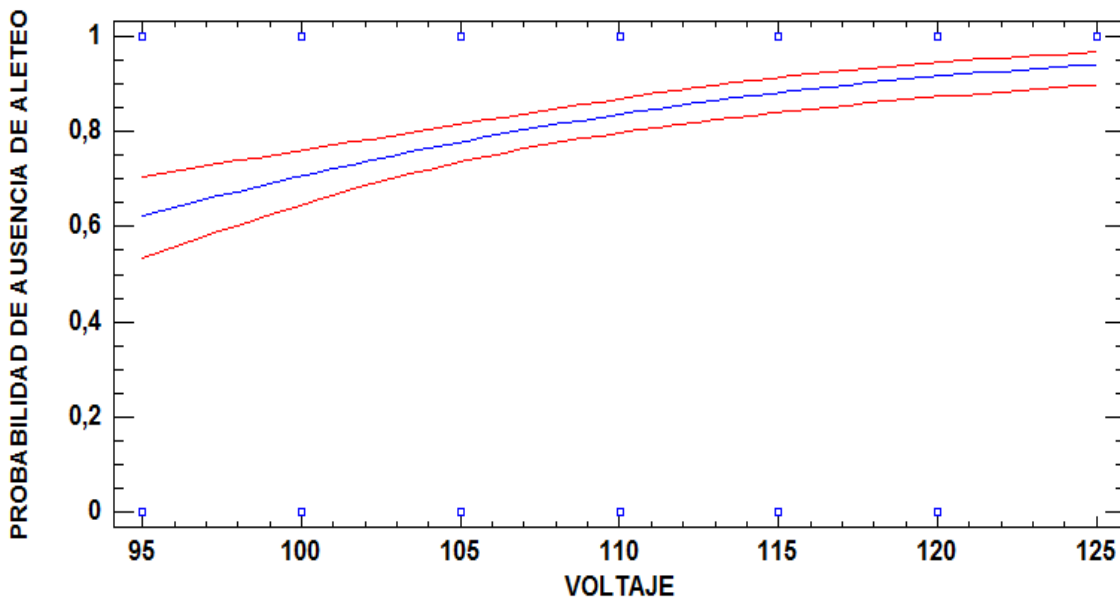
La ecuación del modelo ajustado de la gráfica 2 es:

$$P = \frac{e^{-6,19+0,07X}}{1 + e^{-6,19+0,07X}}$$

donde P es la probabilidad estimada de que haya ausencia de tensión en el cuello y X es el voltaje en voltios.



Gráfica 2: Probabilidad de que haya ausencia de tensión en el cuello en función del voltaje utilizado con intervalos de confianza del 95%.



Gráfica 3: Probabilidad de que haya ausencia de aleteo en función del voltaje utilizado con intervalos de confianza del 95%.

La gráfica 3 nos indica que para un voltaje de $117,6 \pm 6.1V$, el 90% de los patos presentó ausencia de aleteo, para un nivel de confianza del 95%.,

La ecuación del modelo ajustado de la gráfica 3 es:

$$P = \frac{e^{-6,63+0,075X}}{1 + e^{-6,63+0,075X}}$$

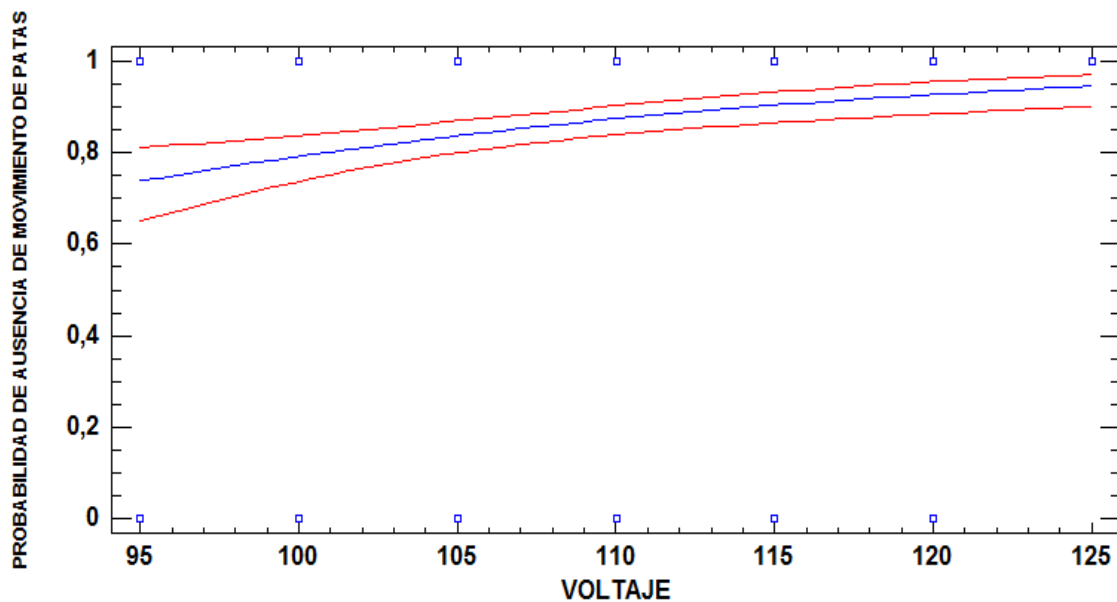
donde P es la probabilidad estimada de que haya ausencia de aleteo y X es el voltaje en voltios.

La gráfica 4 nos indica que para un voltaje de $114,4 \pm 7,65 V$, el 90% de los patos presentó ausencia de aleteo, para un nivel de confianza del 95% de 109,8 V y 125,1 V.

La ecuación del modelo ajustado de la gráfica 4 es:

$$P = \frac{e^{-4,64+0,06X}}{1 + e^{-4,64+0,06X}}$$

donde P es la probabilidad estimada de que haya ausencia de movimiento de patas y cola y X es el voltaje en voltios.



Gráfica 4: Probabilidad de que haya ausencia de movimiento de patas y cola en función del voltaje utilizado con intervalos de confianza del 95%.

La ausencia de todos estos signos indica que el aturdimiento ha sido correcto. Tendrá que haber ausencia de los cuatro signos para considerar que el animal ha perdido la sensibilidad y la consciencia. El signo cuya ausencia se produce a mayor voltaje es la tensión en el cuello, provocada por una reacción de fuga y un reflejo de levantar la cabeza en el momento del desangrado. Por lo tanto, si hay ausencia de este signo, podemos asegurar que hay ausencia de los otros tres. Esto ocurre con un voltaje de 125 V. Si utilizamos voltajes entre 119,3 V y 136,3 V, podemos asegurar con un nivel de confianza del 95% que los patos quedan bien aturdidos.

Determinación de la calidad de la canal y las vísceras

Respecto a la influencia del aturdimiento sobre la calidad de la canal y las vísceras no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos para los voltajes estudiados.

Se evaluó la presencia de sangre en la canal de los patos poniendo especial atención en la pechuga y los muslos, que constituyen la mayoría del rendimiento de la canal. Se observó que en la mayoría de las canales correspondientes a voltajes de 95 y 100 V había poca retención de sangre. En los voltajes de 105 V y superiores, aparecía sangre acumulada ocasionalmente, sin tener ninguna relación con el voltaje aplicado.

La acumulación de sangre en las alas no es un buen indicador de un sangrado deficiente, ya que frecuentemente aparecen lesiones producidas ante mortem que pueden ser debidas a un manejo inadecuado de los animales antes de llegar al matadero.

En los hígados observados la presencia o ausencia de sangre también variaba sin tener relación con el voltaje. Incluso a voltajes bajos, en ocasiones aparecía sangre retenida y a voltajes altos, se observaron hígados sin sangre y con ella sin observarse diferencias notables.

En los hígados y las canales de los patos estudiados no se observaron diferencias entre los que habían recibido voltajes más altos y el resto. En ocasiones se

observó un mal sangrado, pero la presencia o ausencia de sangre en los hígados y canales varía independientemente del voltaje utilizado.

5. DISCUSIÓN

Determinación del aturdimiento efectivo

La legislación europea estipula que para el aturdimiento eléctrico de patos mediante electronarcosis en baño de agua es necesaria una intensidad de corriente de 130 mA por pato durante al menos 4 segundos (Reglamento (CE) 1099/2009). Si la resistencia de cada pato está en torno a los 2500 ohmios, como se ha obtenido en el presente estudio, habría que aplicar un voltaje de 325 V por pato.

Los resultados del presente estudio muestran que es suficiente un voltaje de 125 V aplicado durante 20 segundos para provocar el aturdimiento efectivo del 90% de los patos de este matadero. Para una resistencia de 2500 ohmios la intensidad de corriente necesaria sería de 50 mA por pato, esto corresponde casi a un tercio de la recogida en la legislación.

Las variaciones entre los valores de la legislación y los valores obtenidos en el estudio pueden ser debidas principalmente al tiempo que los patos permanecen sumergidos en el baño de agua recibiendo la descarga eléctrica, ya que un voltaje menor aplicado durante más tiempo produce un aturdimiento correcto en la mayoría de los patos.

Además de esto, la legislación no tiene en cuenta aspectos importantes como la resistencia de las aves y las características propias de cada matadero y de cada aturridor. Los niveles de resistencia de las aves pueden variar enormemente en los diferentes mataderos y en los diferentes animales, incluso de la misma especie. Esta variación acentúa las dificultades para predecir un valor de intensidad de corriente para el aturdimiento efectivo de todas las aves. (Hindle, 2010). Tampoco considera las diferencias que pueda haber utilizando una frecuencia de 50 Hz o una de 200 Hz. La probabilidad de producir un aturdimiento efectivo aumenta a medida que la frecuencia disminuye, pero las frecuencias bajas provocan intensas contracciones musculares y la consecuente ruptura de pequeños vasos sanguíneos en la piel y la carne, que posteriormente darán canales defectuosas que se degradan más rápidamente (Wilkins, Wotton, Parkman, Kettlewell & Griffiths, 1999). Los efectos negativos

causados por el aturdimiento, podrían ser minimizados utilizando frecuencias más altas ya que disminuye la fuerza de contracción causada por la estimulación muscular directa, que a su vez da lugar a una disminución de fracturas óseas y de hemorragias musculares. Por este motivo se debería considerar la relación entre la frecuencia y la intensidad para un aturdimiento efectivo (Hindle, 2010).

En este estudio la frecuencia es de 50 Hz y no se puede modificar. Es la frecuencia más baja que se puede utilizar en aturdidores de este tipo. Si se utilizara una frecuencia de 200 Hz, el voltaje tendría que ser mayor y la legislación no hace diferencias entre las distintas frecuencias.

Se observó que la mayoría de los patos que recibieron voltajes de 120 V o superiores no fueron capaces de recuperarse del aturdimiento, lo que indica que estas aves podrían haber sufrido un paro cardíaco. Por lo tanto, se considera que 120 V resulta ya un voltaje muy elevado.

El aturdimiento con un voltaje tan alto como el que indica la legislación, produciría la muerte por paro cardíaco de todos los patos y las consecuencias serían graves pérdidas económicas para la empresa debido a la acumulación de sangre en las canales y vísceras.

Por esta razón, a menudo existe la tendencia de disminuir el voltaje estipulado para proteger la calidad de la canal y las vísceras, ya que voltajes notablemente inferiores a 120 V, provocan el aturdimiento efectivo de la mayoría de los animales sin que haya grandes defectos en la calidad del producto final. Estos aspectos deberían ser tenidos en cuenta por la legislación, ya que actualmente no se le da la importancia adecuada a los efectos negativos sobre la calidad del producto final.

Por supuesto que hay buenas razones morales y éticas por las que debemos estar preocupados por los aspectos del bienestar animal. Sin embargo, por la naturaleza de la industria avícola, dado el enorme número de aves implicadas, es difícil atender al bienestar de las aves de forma individual, sino se presta una especial consideración a las consecuencias de las distintas operaciones involucradas.

Por lo tanto, según este estudio, un voltaje de 125 V asegura un aturdimiento efectivo de la gran mayoría de las aves, asegurando también un buen sangrado sin riesgo de que aparezcan defectos en el producto final. A voltajes mayores hay muchas

probabilidades de que las aves sufran un paro cardíaco que puede producir un sangrado deficiente.

Ya que los parámetros eléctricos usados para el aturdimiento de aves en baño de agua pueden variar ampliamente de un matadero a otro (Raj & Shield, 2010), se recomienda que cada matadero elabore una tabla donde se especifiquen los parámetros eléctricos óptimos con los que se consiga aturdir a la mayoría de las aves sin que tenga consecuencias negativas en el sangrado de los animales. Ya que las condiciones en que se aturden los animales y los resultados del aturdimiento varían en la práctica por múltiples factores, debería de efectuarse una evaluación regular del resultado del aturdimiento. Es sumamente importante que el personal de supervisión tenga conocimientos sobre la importancia del aturdimiento eléctrico en el contexto del proceso entero y de su potencial impacto en la calidad de las canales.

Para facilitar la determinación de los parámetros eléctricos óptimos hay que disminuir la variabilidad en la resistencia de las aves. Esto reduce la probabilidad de que las aves reciban un flujo de corriente insuficiente o excesivo, y que por tanto, salgan de este proceso poco aturdidas o con un elevado perjuicio en la canal.

Esta variabilidad del flujo de corriente eléctrica entre las distintas aves, podría ser resuelto mediante el desarrollo comercial de un sistema de aturdimiento que trabaje con un control de corriente constante, de modo que compensara automáticamente la variación de la resistencia entre aves (Sparrey, Kettlewell, Paice, & Whetlor, 1993; Hindle, 2010), manteniendo en todo momento la misma intensidad de corriente y que lo que variara en función de la resistencia fuera el voltaje.

Determinación de la calidad de la canal y las vísceras

La ausencia de diferencias significativas puede ser debido a que los voltajes utilizados son tan bajos que no afectan negativamente a la calidad de la canal el hígado. La presencia eventual de restos de sangre puede deberse a un aturdimiento excesivo, pero también puede atender a otras causas como la habilidad del operario para realizar el sangrado, un escurrido deficiente antes de entrar a la escaldadora u otras causas desconocidas.

Para poder observar diferencias significativas en la calidad de la canal y las vísceras habría sido necesario utilizar voltajes mucho más altos que los usados en

este estudio y, en este caso, era inviable ya que las experiencias se han realizado en línea y durante la realización de las etapas habituales de operación. Los voltajes tan elevados, provocarían un sangrado deficiente que supondría importantes pérdidas para la empresa debido a la acumulación de sangre con la consecuente pérdida de calidad del producto final.

Se podría decir que hay un conflicto inherente entre los requerimientos para un aturdimiento efectivo y la producción de carne y canales de calidad libres de defectos (Raj & Shield, 2010).

6. CONCLUSIONES

El aturdimiento mediante electronarcosis en baño de agua, puede que sea la operación más compleja del procesamiento avícola, debido a que su eficacia y la uniformidad de resultados están continuamente influenciadas por la interacción de un conjunto amplio de factores.

Está claro que se puede proteger el bienestar de cada ave mediante el uso de un voltaje acorde al amperaje que indica la legislación. Este voltaje está muy por encima del que sería necesario para dar lugar a un aturdimiento efectivo del 90% de las aves. El uso de voltajes y amperajes excesivamente elevados pueden ocasionar defectos en la canal y las vísceras debidos principalmente a una estimulación muscular directa. Estos defectos van a ser proporcionales al nivel de corriente eléctrica recibida.

Es muy difícil determinar un voltaje que produzca un aturdimiento correcto y que no afecte negativamente a la calidad del producto final. Esto es debido a la gran cantidad de variables que afectan a los parámetros eléctricos, algunas de ellas, propias de cada matadero y de cada aturridor.

La electronarcosis en baño de agua no es un método que pueda producir el aturdimiento de todas y cada una de las aves. Además, siempre habrá un conflicto asociado a este método, entre la calidad del producto final y el nivel de aturdimiento correcto. Debido a esto, y a la dificultad de controlar el proceso eléctrico, habría que buscar métodos alternativos de aturdimiento que sean económicamente viables para las empresas, que consigan aturdir al 100% de las aves y que no tengan grandes repercusiones sobre la calidad del producto final.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bilgili, S. F. (1999). Recent advances in electrical stunning. *Poultry Science*, 78, 282–286.

European Food Safety Authority, Panel on Animal Health and Welfare (2006). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to the welfare aspects of the main systems of stunning and killing applied to commercially farmed deer, goats, rabbits, ostriches, ducks, geese and quail. (Question number: EFSA-Q-2005-005). URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/326.pdf>

Fernández, X., Lahirigoyen, E., Bouillier-Oudot, M., Vitezica, Z. & Auvergne, A. (2010). The effects of stunning methods on product qualities in force-fed ducks and geese. *Animal*, 4, 128-146.

Gazdziak, S. (2007). Kill floor improvements: Automation on the poultry kill and eviscerating lines is increasing efficiency and product quality. *The National Provisioner*, 66–68.

Gregory, N. & Bell, J. (1987). Duration of wing flapping in chickens shackled before slaughter. *The Veterinary Record*, 121, 567–569.

Gregory, N. & Wilkins, L. (1989). Effect of stunning current on carcass quality in chickens. *Veterinary Record*, 124, 530-532.

Gregory, N. (1994). Pathology and handling of poultry at the slaughterhouse. *World's Poultry Science Journal*, 50, 66–67.

Hindle, V., Lambooi, H., Reimert, M., Workel, L. & Gerritzen, M. (2010). Animal welfare concerns during the use of the water bath for stunning broilers, hens, and ducks. *Poultry Science* 89, 401–412.

Lambooi, E., Pieterse, C., Hillebrand S, & Dijksterhuis, G. (1999). The Effects of Captive Bolt and Electrical Stunning, and Restraining Methods on Broiler Meat Quality. *Poultry Science*, 87, 600-607.

- Lines, J., Raj, A., Wotton, S., O'Callaghan, M. & Knowles, T. (2011). Head-only electrical stunning of poultry using a waterbath: a feasibility study. *British Poultry Science*, 52, 432-438.
- Lines, J., Wotton, S., Barker, R., Spence, J., Wilkins, L. & Knowles, T. (2011). Broiler carcass quality using head-only electrical stunning in a waterbath. *British Poultry Science*, 52, 439-445.
- López, R. & Casp, A. (2004). *Tecnología de Mataderos*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.
- Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes I*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Nunes, F. (2007). Cómo evitar hematomas durante al aturcido en pollos. *Carnetec*. URL: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/810>
- Nunes, F. (2011). Reduciendo los defectos de la canales de ave durante el procesamiento. *Carnetec*. URL: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/19433>
- Organización Mundial de Sanidad Animal OIE. (2010). Código Sanitario para los Animales Terrestres, Capítulo 7.5, Sacrificio de Animales. URL: <http://www.oie.int/doc/ged/D7599.PDF>
- Prinz, S., Van Oijen, G., Ehinger, F., Bessei, W. & Coenen, A. (2012). Electrical waterbath stunning: influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. *Poultry Science*, 91, 998-1008.
- Prinz, S., Van Oijen, G., Ehinger, F., Bessei, W. & Coenen, A. (2010). Electroencephalograms and physical reflexes of broilers after electrical waterbath stunning using an alternating current. *Poultry Science*, 89, 1265-1274.
- Raj, A. & Shield, S. (2010). A critical review of electrical water-bath stun systems for poultry slaughter and recent developments in alternative technologies. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 13, 4, 281-299.

- Raj, A. (1998). Welfare during stunning and slaughter of poultry. *Poultry Science*, 77, 1815-1819.
- Raj, A. (2003). A critical appraisal of electrical stunning in chickens. *World's Poultry Science Journal*, 59(1), 89–98.
- Raj, A., Wilkins, L., O'Callaghan, M. & Philips, A. (2001). Effect of electrical stun/kill method, interval between killing and neck cutting and blood vessels cut on blood loss and meat quality in broilers. *British Poultry Science*, 42, 51-56.
- Ricaurte, S. (2005). Problemas del pollo de engorde antes y después del beneficio (pollo en canal). *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 6, 1695-7504. URL: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605/060517.pdf>
- Sparrey, J., Kettlewell, P., Paice, M. & Whetlor, W. (1993). Development of a constant current water bath stunner for poultry processing. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, 267–274.
- Unión Europea (1993). Directiva 93/119/CE del Consejo de 22 de diciembre de 1993 relativa a la protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza. Diario oficial de la Unión Europea L 340 de 31.12.1993, p. 21. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1993L0119:20070105:ES:PDF>
- Unión Europea (2009). Reglamento (CE) 1099/2009 del consejo de 24 de septiembre de 2009 relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza. (Texto pertinente a efectos del EEE). URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:303:0001:0030:ES:PDF>
- Wilkins, L., Wotton, S., Parkman, I., Kettlewell, P., & Griffiths, P. (1999). Constant current stunning effects on bird welfare and carcass quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 8, 465–471.
- Wotton, S. & Wilkins, L. (2009). Influencia del procesado y bienestar sobre la calidad de la canal y la carne del Broiler. *VIII Jornada Técnica Internacional de Avicultura de Carne*. Trouw Nutrition. URL: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1235652272a.pdf

Xu, L., Zhang, L., Yue, H., Wu, S., Zhang, H., Ji, F. & Qi, G. (2011). Effect of electrical stunning current and frequency on meat quality, plasma parameters, and glycolytic potential in broilers. *Poultry Science*, 90, 1823-1830.

ANEXO 1: Presencia o ausencia de los síntomas de aturdimiento estudiados en función del voltaje aplicado

VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA	VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA
110	No	Si	No	No	110	No	No	No	No
110	No	No	Si	No	110	Si	Si	Si	Si
110	No	No	No	No	110	No	No	No	No
120	No	No	No	No	110	No	No	No	No
115	No	No	No	No	110	Si	Si	Si	Si
115	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	115	No	Si	Si	Si
100	No	No	No	No	115	Si	Si	Si	Si
100	No	No	No	No	115	Si	Si	No	No
100	No	No	No	No	115	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	Si	115	No	Si	Si	Si
100	No	No	No	No	115	Si	Si	Si	Si
100	Si	Si	Si	No	115	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
100	No	No	No	No	115	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	Si	Si	Si	Si
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	Si	Si	Si	Si
105	Si	Si	Si	Si	115	No	Si	Si	Si
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	Si	Si	Si	Si
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	Si	Si	Si	Si	115	No	Si	Si	Si
105	Si	Si	No	No	115	No	No	No	No
105	No	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
105	No	Si	Si	No	115	No	No	No	No
110	No	No	No	No	115	No	No	No	No
110	No	Si	Si	No	115	Si	Si	Si	No
110	No	No	No	No	95	No	No	No	No
110	No	Si	Si	Si	100	No	No	No	No
110	No	No	No	No	105	No	No	No	No

VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA	VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA
110	No	No	No	No	110	Si	Si	Si	Si
110	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
110	No	No	No	No	120	No	No	No	No
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	No	Si	Si	No	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	No	Si	No	Si	120	Si	Si	No	No
115	No	Si	Si	Si	120	No	No	No	No
115	No	No	No	No	120	No	No	No	No
115	No	No	No	No	120	No	No	No	No
115	Si	Si	Si	Si	120	No	No	No	No
115	No	No	No	No	120	No	No	No	No
115	Si	Si	Si	Si	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	Si	Si	Si	Si	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	Si	Si	Si	Si
100	Si	Si	Si	Si	115	No	Si	Si	No
100	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
105	Si	Si	No	Si	115	No	No	No	No
105	No	Si	No	No	115	No	No	No	No
105	No	Si	No	Si	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
110	No	No	No	No	115	No	No	No	No
110	No	No	No	No	115	No	No	No	No
110	No	Si	No	No	115	No	No	No	No
110	No	No	No	No	115	No	No	No	No
110	Si	Si	No	Si	115	No	No	No	No
110	No	No	No	No	110	No	No	No	No
110	Si	Si	No	No	110	No	No	No	No
110	No	Si	No	No	110	No	No	No	No
110	No	No	No	No	110	No	No	No	No
115	No	No	No	No	110	Si	Si	No	No
115	No	No	No	No	100	Si	Si	Si	No
115	Si	Si	Si	Si	105	No	Si	No	No
115	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No

VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA	VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	120	No	No	No	No
115	No	No	No	No	125	No	No	No	No
115	No	No	No	No	95	No	No	No	No
115	Si	Si	No	No	95	Si	Si	Si	Si
95	No	No	No	No	95	No	No	No	No
95	No	No	No	No	95	No	No	No	No
95	Si	Si	No	Si	95	No	No	No	No
95	No	No	No	No	95	No	Si	No	No
95	No	Si	No	No	105	No	Si	Si	Si
95	No	No	No	No	120	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	Si	Si	Si	100	No	No	No	No
95	No	No	No	No	100	No	No	No	No
95	No	No	No	No	100	Si	Si	No	No
95	No	Si	No	No	115	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
95	No	Si	No	No	115	No	No	No	No
95	Si	Si	No	No	115	No	No	No	No
100	No	No	No	No	115	No	No	No	No
100	Si	Si	No	No	115	Si	Si	No	No
100	Si	Si	Si	Si	95	No	Si	Si	No
100	No	Si	No	No	95	No	Si	Si	No
100	No	No	No	No	95	No	No	No	No
100	No	Si	No	No	95	No	Si	Si	No
100	Si	Si	No	Si	95	Si	Si	Si	No
100	No	Si	No	Si	95	No	Si	Si	No
100	No	Si	No	No	95	No	No	Si	No
100	No	Si	No	No	100	No	Si	Si	Si
100	Si	Si	Si	Si	100	No	No	No	No
105	No	Si	No	No	100	No	Si	Si	No
105	No	No	Si	Si	100	No	Si	Si	Si
105	No	Si	No	No	100	No	No	Si	No
105	No	No	No	No	100	Si	Si	Si	Si
105	No	No	No	No	100	Si	Si	Si	Si
105	No	No	Si	No	105	No	No	No	No
105	No	Si	No	No	105	No	No	No	No
105	No	No	No	No	105	No	Si	Si	No
110	No	No	No	No	105	No	No	No	No
110	No	No	No	No	105	Si	Si	Si	Si
110	No	No	No	No	110	No	No	No	No

VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA	VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA
110	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
95	No	No	Si	No	110	No	No	No	No
95	No	Si	Si	Si	110	No	No	Si	No
100	No	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
100	No	No	Si	No	110	No	No	No	No
115	No	No	No	No	110	No	No	No	No
115	No	No	No	No	110	No	No	No	No
105	No	No	No	No	110	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	115	No	No	No	No
105	No	No	No	No	100	No	No	No	No
105	No	Si	Si	No	100	No	No	No	No
105	No	Si	No	No	100	No	No	No	No
105	No	No	No	No	100	No	No	No	No
105	Si	Si	Si	Si	100	No	No	No	No
120	No	No	No	No	100	No	No	No	No
120	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
120	No	No	No	No	105	No	No	No	No
125	No	No	No	No	105	No	No	No	No
120	No	No	No	No	105	No	No	No	No
125	No	No	No	No	105	Si	Si	No	No
120	No	No	No	No	105	No	No	No	No
120	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	Si	Si	Si	Si
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	105	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	No	No	No	No
95	Si	Si	No	No	110	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	No	No	No	No
95	Si	No	Si	No	110	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	No	110	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	Si	Si	No	No

VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA	VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA
95	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	Si	Si	Si	115	Si	Si	No	No
100	No	No	No	No	115	No	No	No	No
100	No	No	No	No	115	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	Si	Si	No	No	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	115	No	No	No	No
115	No	No	No	No	120	No	No	No	No
115	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	Si	Si	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	Si	Si	No	No	115	No	No	No	No
120	Si	Si	Si	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	No	No	No	115	No	No	No	No
120	No	Si	No	No	120	Si	Si	Si	Si
120	Si	Si	Si	Si	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No

VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA	VOLTAJE (V)	REFLEJO OCULAR	TENSIÓN CABEZA	ALETEO	MOVIMIENTO PATAS/COLA
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	120	No	No	No	No
120	No	No	No	No	95	No	No	No	No
120	No	No	No	No	95	No	No	No	No
120	No	No	No	No	95	Si	Si	Si	No
120	No	No	No	No	95	Si	Si	Si	Si
120	No	No	No	No	95	No	No	No	No
95	No	No	No	No	95	No	No	No	No
95	No	No	No	No	95	No	No	No	No
95	No	No	No	No	95	No	No	No	No
95	Si	Si	Si	Si	95	No	No	No	No
95	No	No	No	No	110	Si	Si	Si	No
95	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	Si	Si	Si	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	105	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	105	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	105	No	No	No	No
100	No	No	No	No	105	No	No	No	No
100	No	No	No	No	105	Si	Si	Si	No
100	No	No	No	No	105	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
100	Si	Si	Si	Si	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	No	No	No	No
100	No	No	No	No	110	Si	Si	Si	No
105	No	No	No	No	110	No	No	No	No
105	No	No	No	No	110	Si	No	No	No
105	No	No	No	No	110	No	No	No	No
105	Si	Si	Si	Si	105	Si	Si	Si	Si
105	No	No	No	No					
105	No	No	No	No					
105	No	No	No	No					
105	No	No	No	No					