



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN.

ACTIVIDAD ELÉCTRICA DEL CORAZÓN EN PATOS DE RAZA PEKÍN (*Anas platyrhynchos*) TRATADOS CON *Calcárea carbónica*.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

PRESENTA:

ANTONIO PÉREZ MONTES.

ASESORES:

Q.B. LILÍAN MORFÍN LOYDEN.

DRA. DENEBA CAMACHO MORFÍN.

MVZ. LUIS RODOLFO VAZQUEZ HUANTE.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. MEX. 2008.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS.

Al creador de la vida.

Le doy gracias por tener la oportunidad de vivir y seguir hasta este momento en buen estado de salud con mis virtudes y defectos como todo ser humano.

A mis padres.

Antonio Pérez Olivares y Esperanza Montes Hernández, que por su gran apoyo incondicional, inigualable, moral y económico me brindaron día a día como reflejo de su amor. Por su unión firme y fuerte que sirvió para escalar y avanzar hasta donde estoy. Por sus palabras alentadoras que nunca dejaron de decírmelas y que sirvieron de estímulo para llegar a terminar esta carrera profesional que toda la vida se los voy a agradecer.

Gracias son buenos padres, los quiero mucho.

A mis hermanos.

Álvaro, Yoel y Tanya Ivett Pérez Montes, por los momentos de convivencia familiar que de alguna forma contribuyeron y levantaron mi ánimo de seguir estudiando.

A mis asesores.

Q. B. Lilian Morfin Loyden, Dra. Deneb Camacho Morfin, MVZ. Luis Rodolfo Vazquez Huante y Luis Camacho Morfin.

Les agradezco por el gran apoyo científico y experiencia profesional que sin ellos no hubiera llegado a finalizar esta investigación, que es un triunfo en mi vida que me hace sentir bien como persona y profesional.

A mis compañeros.

Que durante la carrera convivimos, charlamos e intercambiamos ideas en las aulas de enseñanza y a todas las personas contemporáneas que estuvieron presentes durante mi formación de estudiante a profesional.

## ÍNDICE.

Introducción.

Revisión bibliográfica.

Homeopatía.

Concepto homeopático de enfermedad.

El medicamento en homeopatía.

Medicamento homeopático.

Dosis en homeopatía.

Aplicación de la homeopatía en aves.

Administración de los medicamentos homeopáticos en aves.

*Calcárea carbónica (ostrearum)*.

Acción general del medicamento.

Fisiógrafo.

Electrocardiograma (ECG).

Derivadas.

Fisiología y registro electrocardiográfico.

Fisiología del corazón.

Músculo auricular y ventricular.

Secuencia de excitación cardiaca normal.

Objetivos.

Objetivo general.

Objetivo particular.

Hipótesis.

Material y métodos.

Lugar.

Animales.

Tratamientos.

Registro de electrocardiograma (ECG).

Análisis estadístico.

Resultados.

Discusión.

Conclusión.

Bibliografía.

Anexos.

## RESUMEN.

Con objeto de determinar el efecto de *Calcárea carbónica*, como promotor de crecimiento, sobre el corazón se seleccionaron 15 patos Pekín al azar en la quinta semana de un lote testigo con 155 animales y 10 de un lote experimental con 154, al lote experimental se le suministro 0.2 mL/Kg. de peso del medicamento homeopático *Calcárea carbónica* 200c una vez a la semana, en el agua de bebida.

A cada individuo se le efectuó un electrocardiograma (ECG) para lo cual los electrodos se insertaron subcutáneamente a nivel de las alas de la articulación humero-radial y el tercero en la articulación femotibiorotuliana derecha. Se utilizó un fisiógrafo Biopac MP35 interfaz con PC y electrodos de aguja de plata. La respuesta cardiaca se midió en término de amplitudes de las ondas P, R y S. Se utilizó un diseño completamente al azar para estimar el Índice de Constancia (IC) dentro de cada grupo y así ajustar los datos a un valor probable promedio (VMPP) acorde con el número de repeticiones obtenidas en cada ave. Ambos grupos se compararon mediante una prueba de *t student* a un nivel de confianza del 95 %.

Se obtuvieron los siguientes resultados: en la onda P el grupo control tuvo 0.0041 mV +/- y el grupo experimental 0.0061 mV +/- , para la onda R el grupo testigo tuvo 0.0248 mV +/- y el experimental 0.0433 mV +/- , para la onda S el grupo control tuvo 0.0430 mV +/- y para el grupo experimental 0.0323 mV +/- .

Se concluye que *Calcárea carbónica* 200c afecta significativamente las ondas P y R, lo cual sugiere un mayor trabajo auricular y ventricular con el medicamento.

## 1 INTRODUCCIÓN.

La producción mundial de la carne de pato se ha incrementado, desde mediados de la década de los ochenta. Principalmente ha incrementado la producción en China, ya que ocupa el primer lugar a nivel mundial en producir carne de pato. En el 2004 este país proceso 1, 681, 850,000 patos y comercializó 2, 189,594 toneladas de carne de pato. Francia es el segundo productor de pato, en 1960 incrementó de 50,000 a 240,000 toneladas métricas de carne (Banda, 2006).

En México no se explota comercialmente el pato, por lo que resulta novedoso y es una alternativa alimenticia de carne (Morfin, 2008).

La electrocardiografía es una herramienta útil y práctica en Medicina Veterinaria, para un mejor diagnóstico de enfermedades cardíacas. Las derivaciones electrocardiográficas las eligió *Einthoven* para registrar potenciales eléctricos, estas son los distintos circuitos que se forman al colocar los electrodos exploradores sobre la superficie corporal y pueden ser bipolares (derivación I, II, III) y unipolares (derivaciones aumentadas de los miembros y derivaciones precordiales (Coy *et. al* 2000).

La derivación I registra la diferencia del potencial que existe entre el miembro torácico izquierdo y el miembro torácico derecho. La derivación II registra la diferencia del potencial entre el miembro torácico derecho y el miembro pelviano izquierdo. La derivación III registra la diferencia de potencial entre el miembro torácico izquierdo y el miembro pelviano izquierdo. Las derivaciones aumentadas de los miembros, solo se utiliza el electrodo positivo como explorador. Las derivaciones precordiales, registran diferencias de potencial en diferentes puntos de la pared torácica (Coy *et. al* 2000).

El trazado del electrocardiograma (ECG) esta formado por 3 ondas electrocardiográficas (onda P, complejo QRS y onda T). La onda P es la deflexión producida por la despolarización auricular; el complejo QRS son ondas de despolarización ventricular que se registran antes de iniciarse la sístole ventricular; la onda T es la deflexión producida por la repolarización ventricular y ocurre ligeramente antes de terminar la relajación ventricular (Coy *et. al*, 2000).

La *Calcárea carbónica* (ostrearum) se encuentra en el caparazón de moluscos y crustáceos; así como en el esqueleto de los animales. La acción general homeopática de este medicamento es generar cambios profundos a nivel intersticial en los tejidos, su acción sobre la circulación es notable sobre todo a nivel músculo cardíaco, generando aumento en la contracción del mismo y elevando la presión sanguínea (Lathoud, 2003). Inicialmente el ECG, solo era útil para proporcionar información de procesos eléctricos en curso en el corazón como arritmias, extrasístoles, etc. El análisis detallado de las ondas P, T y complejo QRS, como la medida de amplitud, duración, forma irregular de las ondas nos da información de trastornos hemodinámicos y metabólicos del corazón (Engelhardt y Breves, 2000).

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1 HOMEOPATÍA.

La homeopatía es un método terapéutico que aplica clínicamente el principio de similitud y que utiliza en sus tratamientos dosis mínimas o infinitesimales. En otras palabras la homeopatía es un método para alcanzar la curación (Avilés, 1996).

La homeopatía exige el conocimiento profundo de la enfermedad, la observación precisa del enfermo, con el fin de plantear la prescripción de un medicamento (Vannier, 1991).

El arte de curar verdaderamente y de raíz, debe ser hallado exactamente en lo opuesto al tratamiento antipático de los síntomas de la enfermedad por lo tanto la prescripción del medicamento homeopático consiste en cotejar y comparar las observaciones arrojadas por el cuadro clínico que presenta el enfermo y el cuadro patogénico el cual resulta de la experimentación de la sustancia que provoca los síntomas del padecimiento en el hombre sano, en estas condiciones la sustancia antes dicha se denomina *similimum* (Issautier y Calvet, 1991).

#### 2.1.1 CONCEPTO HOMEOPÁTICO DE ENFERMEDAD.

Para Hahnemann la enfermedad es siempre un proceso general, pese a que se manifiesta como un problema localizado; en consecuencia es la única curación verdadera en la que han desaparecido todos los síntomas del enfermo (Briones, 1997).

#### 2.1.2 EL MEDICAMENTO EN HOMEOPATIA.

La décima edición de la farmacopea francesa define estos medicamentos explicando que las preparaciones homeopáticas se obtienen a partir de productos, sustancias o compuestos llamados cepas homeopáticas por el método de diluciones sucesivas llamado hahnemanniano. Estas están habitualmente asignadas por el nombre latín de la cepa seguida por el número de dilución (Hanemann, 1992).

La cepa homeopática son todas aquellas formas galénicas elaboradas con materias primas de origen vegetal, animal, mineral o química, que sirven como material de partida para la preparación de las diluciones homeopáticas. Las cepas homeopáticas, por lo tanto, pueden ser líquidas o sólidas en función de su solubilidad. Las sustancias solubles se preparan en formas sólidas (Pascual, 1987).

### 2.1.2.1 MEDICAMENTO HOMEOPÁTICO.

Están formados por dos partes:

**Vehículo:** Se emplean bien en la elaboración de procesos intermedios, en la preparación de diluciones, o como soporte de los medicamentos. Entre éstos encontramos alcohol de distintas titulaciones, etanol absoluto, de 961, 701, 601, 301 y 151, agua destilada, glicerina, lactosa, sacarosa, etc. En general no difieren de los empleados en la preparación de los medicamentos convencionales (Avilés, 1996).

**Parte activa:** Constituida por las diluciones o potencias homeopáticas. Se habrá notado que hablamos de parte activa y no de principio activo, debido a que no es tanto un efecto químico, el reivindicado para estos medicamentos, de este modo, cuando hablamos de la parte activa de los medicamentos de uso homeopático, nos estamos refiriendo a las diluciones o potencias homeopáticas propiamente dichas (Avilés, 1996).

### 2.1.3 DOSIS EN HOMEOPATÍA.

Se le llama dosis a la cantidad de medicamento que el enfermo debe ingerir por toma, en alopatía se calcula en base a la cantidad por kilo de peso vivo o bien por concentración en la sangre, la acción está determinada por la masa, por lo que es lógico que una mayor concentración produzca un mayor efecto, en el caso de un medicamento homeopático, éste actúa en un plano dinámico y posiblemente energético, ya no obra por cantidad si no que por similitud y grado de dinamización, en otras palabras actúa cualitativa y dinámicamente, pero nunca por masa. Por lo que en homeopatía el concepto de dosis no se relaciona con la cantidad de medicamento, si no con su poder energético y de la frecuencia en que se administra (Issautier y Calvet, 1987).

Respecto a la administración de las dinamo-diluciones bajas deben ser administradas frecuentemente cada 8, 6, 4 o 2 horas incluso cada 30 o 15 minutos además su uso es prolongado. Las dinamo-diluciones medias no deben repetirse muy frecuentemente por lo que se da una vez al día y máximo dos veces, y no pueden usarse por tiempo prolongado; su inclinación desaparece en cuanto cesa el trastorno funcional. Las altas diluciones actúan de modo más profundo sobre el individuo, su acción es más durable, se ejerce durante varios días, por lo que las diluciones altas se administran una vez por semana, al mes o incluso más espaciada (Briones, 1997; Vannier, 1991; Quiquandon, 1983).

## 2.2 APLICACIÓN DE LA HOMEOPATÍA EN LAS AVES.

La terapéutica homeopática ha resultado ser una buena alternativa en la medicina veterinaria, por lo que en algunos países como Alemania, Francia, Inglaterra, Holanda, entre otros, se han llevado a cabo experimentos con animales en el área clínica, con resultados positivos; por consiguiente se han tratado una gran variedad de enfermedades para las cuales la alopátia tiene un número reducido de medicamentos indicados (Issautier y Calvet, 1987).

En el caso de las aves los resultados respecto a esta terapéutica han sido alentadores en pollos utilizando, *Calcárea carbónica*, *Calcárea fosfórica* y *Calcárea fluorica*, como promotor de crecimiento con lo que se mejoró así la ganancia de peso, la viabilidad e inmunoestimulante. Otras líneas de investigación revelan que la *Belladonna*, *Carbo vegetabilis*, *Veratrum alburn* y *Kaliphose*, se pueden utilizar con buenos resultados en el tratamiento de la enfermedad de Newcastle, éste es el caso de los estudios realizados en la Universidad de Bombay en la India (Briones, 1997).

### 2.2.1 ADMINISTRACIÓN DE LOS MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS EN AVES.

En las enfermedades crónicas, la elección del tratamiento, dependerá de la resistencia general del paciente y del estado de sus órganos, pero se recomienda en estos casos utilizar dinamo-diluciones altas (200c y superiores) según respuesta, en aves se aconsejan dosis medias inicialmente y aumentarlas si es necesario ( Issautier y Calvet, 1987, Vannier, 1989, Briones, 1997).

## 2.3 *Calcárea carbónica (ostrearum)*.

El Carbonato de calcio es uno de los cuerpos comunes en la naturaleza. Se encuentra en animales, vegetales, constituye mármoles, caparazón de moluscos y crustáceos y el esqueleto de los animales (Lathoud, 2003).

Se disuelve en agua de ácido carbónico y se prepara triturando la capa media de la concha de la ostra donde *Hahnemann* pensaba encontrar carbonato de cal puro pero en realidad lo encontró mezclado con fosfato de cal y sustancias orgánicas. Por eso se le cambio el nombre de *Calcárea carbónica* por el de *Calcárea ostrearum*. (Lathoud, 2003).

### 2.3.1 ACCIÓN GENERAL DEL MEDICAMENTO.

Tiene acción profunda sobre los cambios intersticiales de los tejidos, nutrición íntima de los leucocitos, desarrollo de huesos y médula. Afecta muy profundamente la nutrición general.

Una de sus particularidades es la de producir exostosis, esto proviene de la irregularidad en la distribución de la cal, puede acumularse en un lugar y estar casi ausente en otro, un hueso podrá estar cartilaginoso hasta el punto de deformarse a causa de la ausencia de *Calcárea carbónica* o al contrario formaciones sólidas a causa de la acumulación de *Calcárea carbónica*. También actúa sobre el tejido linfoide (Lathoud, 2003).

Su acción sobre la circulación es notable, cuando se introducen en el organismo sales de cal solubles, muestran una acción casi específica sobre el músculo cardíaco cuya contracción aumenta y se prolonga mientras que su dilatación es retardada, los vasos se contraen y la presión sanguínea se eleva (Lathoud, 2003).

Fuertes dosis inyectadas en la circulación producen depresión del sistema nervioso central, y las fuertes dosis empleadas en el caso de ciertas neurosis espasmódicas agravan en lugar de producir un efecto sedante (Lathoud, 2003).

No se conocen detalles de acción en la sangre, excepto el de la coagulabilidad. Es útil en anemias secundarias (Lathoud, 2003).

## 2.4 FISIÓGRAFO.

Es un aparato que muestra la actividad de algunos órganos que integran a un ser vivo. Consta de una o varias unidades funcionales también denominadas canales, a su vez cada canal consta de las siguientes partes.

- 1) captor.
- 2) amplificador.
- 3) registrador.

**Captor:** Es llamado *transductor* porque trueca o transluce una señal mecánica en una eléctrica, también llamado *miógrafo*, debido a su empleo absoluto en tejido muscular; existen diferentes tipos de captosres, depende de las necesidades de las prácticas. La señal recibida por el captor es transmitida por un cable de 9 vías al acoplador del amplificador, este componente sirve como puente entre el miógrafo y el amplificador, dicho amplificador también variara en su composición dependiendo del captor empleado.

**Amplificador:** gracias a su acoplador trabaja sobre la señal eléctrica enviada por el captor, transformándola, extrayendo una raíz cuadrada, un logaritmo o simplemente atenuándola o aumentándola, con el fin de enviarla al registrador o reproductor.

**Registrador:** Es simple galvanómetro; una bobina que se encuentra entre dos campos magnéticos. El recibe una señal eléctrica de amplitud variable, se invierte la polaridad de la bobina transmitiendo este movimiento a una pajilla tipo D- Arsonval de alta velocidad (Martin, 2006).

También cuenta con un estimulador o unidad estimuladora: es un accesorio del fisiógrafo encargado de enviar estímulos eléctricos a una frecuencia (pps), con una intensidad (volts), y con una duración (mseg) graduables (Martin, 2006).

**Balanceo.** Serie de pasos a seguir para limpiar el canal, eliminando calibraciones anteriores y ajustando a una misma frecuencia las tres partes del canal (Martin, 2006).

**Calibración.** Serie de pasos a seguir con el fin de conseguir una relación peso distancia (g-mc), para la obtención del registro (Martin, 2006).

## 2.5 ELECTROCARDIOGRAMA (ECG).

Gracias a que los líquidos corporales tienen la característica de ser buenos conductores, se considera que el cuerpo es un conductor de volumen, aprovechando esta condición, es que las fluctuaciones en el potencial de acción que representan la suma algebraica de todas las células cardiacas, es que sea posible su registro en la superficie corporal (Ganong, 2006).

Los eventos eléctricos que suceden durante el inicio y propagación de los potenciales de acción cardiacos, pueden estudiarse sin exponer el corazón, la técnica es la electrocardiografía, utiliza electrodos de superficie para registrar ondas eléctricas

cuando se encuentra en actividad. El registro de dichas ondas eléctricas es ECG (Ganong).

Este moderno instrumento de registro, amplifica y registra las señales sobre un papel en movimiento, transcribiendo una señal voltaje-tiempo. En medicina clínica el ECG sirve a muchos fines, entre ellos la identificación de la propagación anormal de la excitación por el sistema de conducción y el músculo cardíaco, la detección de cambios del tamaño de las cámaras del corazón (que altera la amplitud de las señales eléctricas) la identificación del daño experimentado por el corazón y la evaluación de ritmos cardíacos anormalmente rápidos, lentos o irregulares (John, 1995).

Un ECG se considera la representación gráfica de las fluctuaciones del potencial de acción en el ciclo cardíaco, y su registro puede emplear electrodos activos o exploradores relacionados a un electrodo indiferente a un potencial “cero”, de esto se obtiene un registro unipolar, por otra parte puede emplearse dos electrodos activos, registro bipolar (Ganong, 2006).

Para analizar un trazado ECG es necesario conocer la calibración del voltaje, la significación de las “líneas de tiempo” en el papel de registro, así como la terminología ideada para identificar las diferentes ondas del ECG (Jonh, 1995).

Partes del trazado de un ECG.

Una onda P producida por el potencial eléctrico que se genera cuando las aurículas se despolarizan antes de contraerse.

Un complejo Q, R, S producido por el potencial eléctrico que se genera cuando las aurículas se despolarizan antes de contraerse.

Onda Q representa la parte inicial de la despolarización ventricular, la onda R representa la porción media de la despolarización ventricular, por definición siempre es positiva y es de interés pues representa en gran parte la capacidad electromotriz del miocardio ventricular izquierdo, con ello encontramos un factor inicial de la oxigenación que están recibiendo los tejidos del individuo. Así mismo podemos valorar daños a nivel ventrículo izquierdo. La onda S representa la porción terminal de la despolarización ventricular y por definición siempre es negativa.

Una onda T producida por el potencial cuando se repolarizan los ventrículos (Jonh, 1995).

### 2.5.1 DERIVADAS.

Al colocar electrodos en los brazos y pierna izquierda se tiene la formación de un triángulo; “*Triángulo de Einthoven*”, donde el corazón se ubica aproximadamente al centro, de esta forma la ubicación de los anteriores elementos dan como resultado las tres derivaciones estándar de las extremidades (Ganong, 2006).

Los potenciales eléctricos pueden ser recogidos de la superficie corporal mediante electrodos, uno conectado al polo positivo, el otro al polo negativo del electrocardiógrafo. La disposición específica que guardan los electrodos recibe el nombre de “derivada” (Wartak, 1977).

En la derivada II del ECG, el polo negativo del electrocardiógrafo está conectado con el brazo derecho, y el polo positivo, con la pierna izquierda. Por tanto, como el brazo derecho es negativo con respecto a la pierna izquierda, el electrocardiógrafo registra potenciales (u ondas) positivas (Wartak, 1977).

### 2.5.2 FISIOLOGÍA Y REGISTRO ELECTROCARDIOGRAFICO.

En el músculo cardiaco en reposo, los iones positivos de sodio están situados en la parte externa de la membrana celular, y los iones negativos de potasio en la parte interna. Una célula que se encuentra en este estado, se dice que esta polarizada. La diferencia de concentraciones iónicas tiene como resultado un potencial eléctrico, en la cual la superficie externa de la célula adquiere una carga negativa, mientras que la superficie interna de la membrana toma una carga positiva. Este fenómeno se denomina despolarización. La despolarización del corazón se inicia en forma espontánea, en el nodo seno auricular y va extendiéndose sobre la aurícula y pasa al nodo auriculo ventricular a partir de este, el impulso eléctrico recorre el haz de His en su rama derecha e izquierda, y sus ramificaciones finales (Fibras de Purkinje) que cubren el endocardio de los ventrículos. Finalmente, la despolarización invade los ventrículos y comienza la

contracción. Estos eventos de cambios eléctricos son registrados por el ECG y graficados en las hojas de registro de polígrafo (Jonh, 1995).

## 2.6 FISIOLÓGÍA DEL CORAZÓN.

### 2.6.1 MÚSCULO AURICULAR Y VENTRICULAR.

Las células musculares de aurículas y ventrículos presentan un diámetro de 10 a 15  $\mu\text{m}$ , las cuales interactúa para formar una intrincada red, con todas sus ramificaciones, todas unidas mediante sus discos intercalares y que muestran algunas separaciones entre células; *nexus*, o uniones de hendidura, gracias a estas se permite la rápida transmisión del impulso de una célula a otra, la anterior característica cataloga al músculo estriado cardíaco; como un *sincitio funcional*, aunque en general la conducción entre aurículas y ventrículos a nivel muscular resulta lenta si se compara con el sistema His – Purkinje (Dvorkin y Cardinali, 2005).

Las aurículas generan un potencial de acción donde se observa una meseta de características: corta y con pendiente negativa más pronunciada en comparación con el trazo obtenido en músculo ventricular, otra característica importante es la fuerte inervación por parte del nervio vago que las aurículas reciben y que por tal motivo tenemos que la Ach promueve el aumento de la permeabilidad del  $\text{K}^+$ , acortando el periodo refractario, además disminuye el flujo de  $\text{Ca}^{2+}$  en dirección del LIC, disminuyendo también la duración de la fase 2 del potencial de acción (Dvorkin y Cardinali, 2005).

El músculo estriado cardíaco presenta en su membrana un canal para  $\text{Na}^+$  con dos compuertas ambas dependientes de voltaje, la compuerta del exterior abre al inicio de la despolarización con potenciales de membrana de  $-70$  a  $-80$  mV, en relación a la compuerta interna, esta cierra inmediatamente impidiendo el ingreso continuo de  $\text{Na}^+$  hasta que concluya el potencial de acción, inactivando de esta forma a dicho canal (Dvorkin y Cardinali, 2005).

El canal de  $\text{Ca}^{2+}$ , calificado como lento, es inactivado a potenciales de  $-30$  a  $-40$  mV, en el caso del ión  $\text{K}^+$ , este cuenta con tres tipos diferentes de canales, los cuales en conjunto son responsables de la repolarización, el primero conduce una corriente de salida transitoria y temprana ( $I_{T0}$ ), por el cual se genera una repolarización incompleta, el segundo canal se denomina como rectificador con dirección interior; su actividad se

basa en la entrada de  $K^+$  cuando el potencial de membrana es menor, este canal produce una corriente denominada como  $I_{Kr}$ . (Dvorkin y Cardinali, 2005).

El tercer tipo de canal corresponde a la clase activadora lenta o “*Rectificadores lentos*”, el cual produce una corriente denominada como  $I_{Ks}$ . La suma de la corriente  $I_{Kr}$  e  $I_{Ks}$ , representa una corriente de salida total, la cual aumenta con el tiempo completando la repolarización. El aumento de  $P_{K^+}$  nos da como resultado una hiperpolarización de las células y una fase 0 más rápida y mejora la conducción entre aquellas células que no son tan refractarias (Dvorkin y Cardinali, 2005).

## 2.6.2 SECUENCIA DE EXCITACIÓN CARDIACA NORMAL.

Anatómicamente las aurículas se contraen para posteriormente ser seguidas por la contracción ventricular, solamente coinciden las cuatro cámaras al momento de la diástole, o sea, cuando las cuatro cámaras se relajan. Tanto las sístoles aurícula y ventricular, como la diástole; son eventos secuenciales y de manifestación ordenada (Drucker, 2005).

Mediante la utilización de un electrodo múltiple insertado por vena para distribuir varios electrodos en aurícula derecha, porción expuesta del Haz de His y el ventrículo derecho; es posible el registro de la aurícula y ventrículos, la secuencia de eventos de despolarización son relacionados con el ECG, aunque este sea obtenido a nivel de la superficie corporal (Drucker, 2005).

El potencial de acción se propaga con cierta lentitud por las cámaras auriculares para producirse una demora en la unión AV, atravesar rápidamente el sistema Haz de His – Purkinje, para ingresar en primer lugar al ventrículo izquierdo y poco después al derecho, finalmente ocurre la repolarización de las cámaras ventriculares (Drucker, 2005).

### 3 OBJETIVOS.

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar la respuesta de la *Calcárea carbónica* en la respuesta cardiaca de patos Pekín (*Anas platyrhynchos*).

#### 3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.

Determinar la amplitud de las ondas P, R y S.

Determinar la respuesta cardiaca a la quinta semana de edad.

#### 4 HIPÓTESIS.

Si la *Calcárea carbónica* actúa a nivel cardiaco, entonces cuando se usa una dilución alta habrá diferencia entre la amplitud de las ondas P, R y S del electrocardiograma entre animales tratados y no tratados.

## 5 MATERIAL Y MÉTODOS.

### 5.1 LUGAR.

El presente experimento se realizó, en el Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA) en la nave de docencia e investigación en aves y el laboratorio de Fisiología, de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4 de la UNAM, ubicado en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5

La facultad esta situada a 2252 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) Latitud Norte 19 41 35 y Longitud 90 11 42. Su clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano. El régimen pluvial oscila entre 569 mm y la temperatura media anual es de 14.7 con poca variación de temperatura, humedad relativa 67.9%, evaporación 1.417 mm, presión atmosférica 585.1 mm Hg, dirección del viento norte-sur. Los climas templados presentan una frecuencia de 20 a 120 días de heladas al año, destacando principalmente el rango de 80 a 100 días (estación Meteorológica Almaraz, FES-C4 UNAM).

### 5.2 ANIMALES.

Se utilizaron 314 patos, los cuales se distribuyeron en dos lotes: un lote control y uno experimental. Los animales se alojaron en una caseta de ambiente natural, en piso de cemento y cama de viruta, y con equipo convencional. Se vacunó los patos a los 7 y 21 días de edad contra Newcastle cepa B1 lentogénica, vía ocular (Laboratorio Maver).

Se utilizó un alimento balanceado comercial de dos etapas (inicio y finalización) el cual se ofreció a libre acceso.

### 5.3 TRATAMIENTOS.

Al lote control se le suministró alcohol al 72 % y al experimental *Calcarea carbónica* 200c, ambos tratamientos se suministraron desde la primera semana de edad, en el agua de bebida, a razón de 0.1mL/Kg. de peso vivo, una vez a la semana. Tanto en alcohol al 75% como la *Calcárea carbónica* 200C provenían de un laboratorio de medicamentos homeopáticos comercial.

A la quinta semana de edad, se seleccionaron al azar 10 patos del lote experimental y 15 del lote control de una parvada a los cuales se procedió a tomarles su electrocardiograma.

#### 5.4 REGISTRO DEL ELECTROCARDIOGRAMA (ECG).

El registró electrocardiográfico en cada pato se midió mediante un electrocardiógrafo Biopac MP35, el cual cuenta para captura e interpretación con el programa BSL PRO 3.7 JNK.

A cada pato se le colocaron tres electrodos de aguja de plata para cable tipo banana, los cuales se insertaron de forma subcutánea respetando la distribución del triángulo de *Einthoven* para la derivada I, esto es electrodo positivo, articulación del hombro derecho; negativo, articulación del hombro izquierdo y positivo, articulación de la rodilla izquierda. El cable se conectó del pato al electrocardiógrafo y las aves se sujetaron de forma que mantuvieran una posición decúbito dorsal y se procedió a la toma del ECG por 180 segundos, por animal. Únicamente se tomo la derivada II porque la magnitud de la proyección del ECG es mayor en esta derivada (Levy *et. al* 2006).

La respuesta cardíaca de los patos se midió en términos de las amplitudes de las ondas P, R y S obtenidas del electrocardiograma.

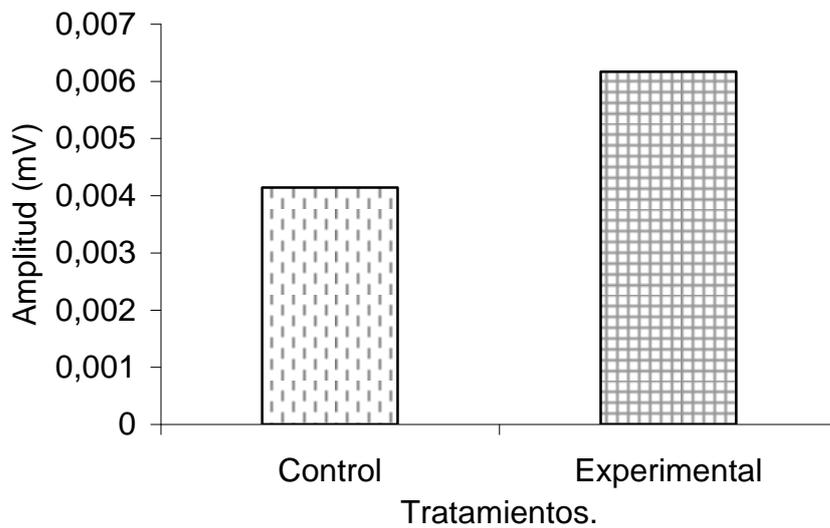
#### 5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

A los datos obtenidos para cada una de las ondas se les estimó el Índice de Constancia (IR) dentro de cada grupo, así se ajustaron los datos a un valor probable promedio (VMPP) acorde con el número de repeticiones obtenidas en cada animal. Ambos grupos se compararon mediante una prueba de “*t student*” a un nivel de confianza del 95% (Wayne, 2004).

## 6 RESULTADOS.

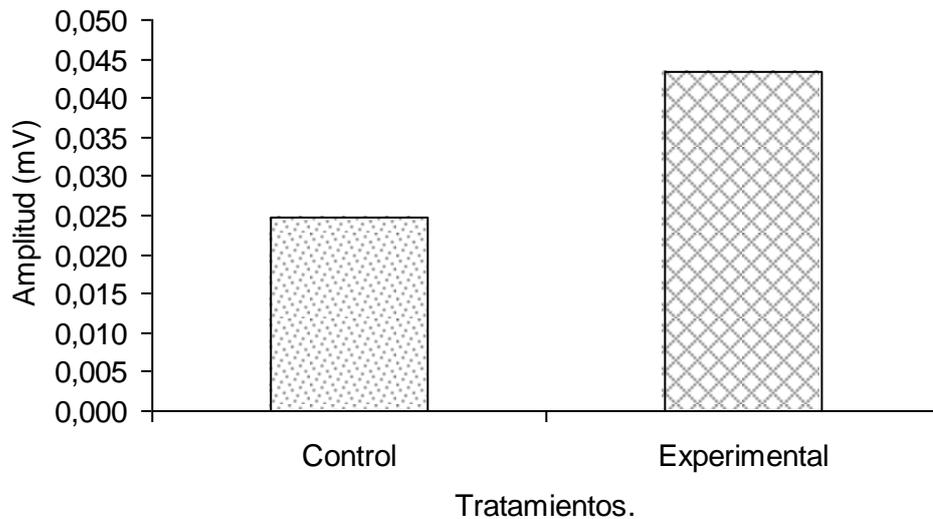
En la figura 1 se observa el promedio de amplitud ( $0.016 \pm 0.00092$  mV) de la onda P en el grupo experimental (*Calcárea carbónica*) tuvo un valor estadísticamente mayor y positivo en comparación con que el grupo control ( $0,0041 \pm 5,18 \text{ E-}05$  mV).

Figura 1. Comparación de amplitud en grupos control y experimental de la onda P (mV).



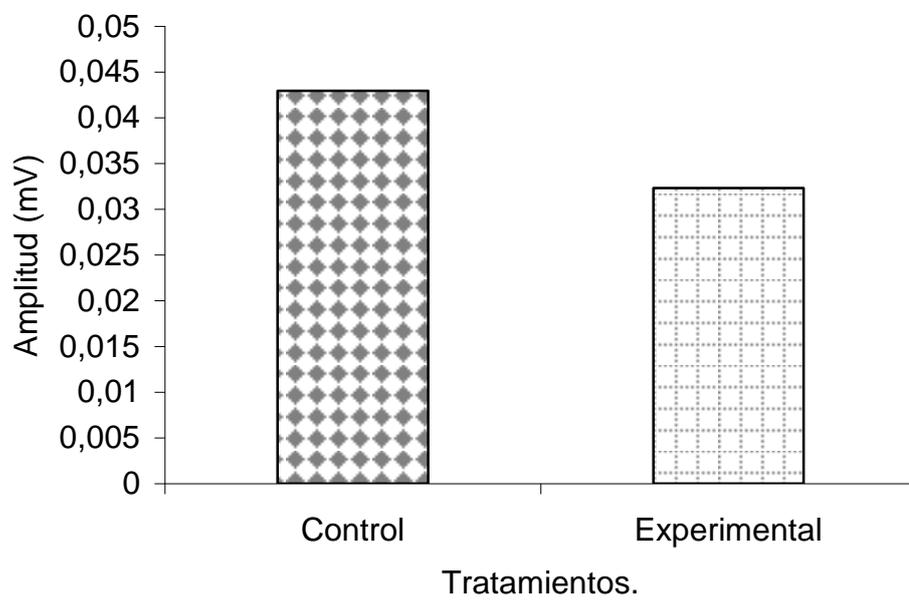
En la figura 2 se observa el promedio de amplitud ( $0.0433 \pm 0.203$  mV) de la onda R en el grupo experimental (*Calcárea carbónica*) tuvo un valor estadísticamente mayor y positivo que el grupo control ( $0.0248 \pm 0.00663$  mV).

Figura 2. Comparación de la onda R del grupo control y experimental (mV).



En la figura 3 se comparan los valores promedio de la onda S del grupo experimental ( $0.0323 \pm 0,023$  mV) y control ( $0.043 \pm 0,011$  mV) en donde no hay evidencia estadística aunque los valores obtenidos entre tratamientos sean distintos.

Figura 3. Comparación de amplitud del grupo control y experimental de la onda S.



## 7 DISCUSIÓN.

El ECG es una gráfica que representa el voltaje en función del tiempo que representa las ondas eléctricas cardiacas; la utilidad de esta herramienta radica en que ayuda a detectar las disfunciones eléctricas cardiacas, debido a que éstas producen ondas anómalas. Se considera que el ECG es una herramienta útil en evaluación de fármacos y puede indicar deficiencias de cobre en el animal (Cunningham, 2003; Onder *et al*, 2006).

Teóricamente un medicamento homeopático a la dinamodilución de 30 C no contiene ningún principio activo (Avilés, 1996), sin embargo existen evidencias de que los medicamentos homeopáticos afectan la señal eléctrica en encefalogramas en ratas y humanos (Torres y Ruíz, 1996; Zúñiga *et al*, 2002).

Los valores de la onda P obtenidos fueron inferiores en ambos tratamientos a los que reportó Cinar *et al*. (1996) en patos Pekín para la misma derivada, lo que se atribuye a que dichos investigadores trabajaron con animales de mayor edad y peso,

El valor estadísticamente mayor de la onda P en los patos tratados con *Calcarea carbónica*, podría indicar que dicho medicamento ocasiona una mayor actividad de las aurículas (Frandsen y Spurgeon, 1995).

Por otro lado, los valores de la onda R en los animales tratados fueron significativamente superiores en los animales tratados con *Calcárea carbónica* a la 200c, lo cual podría ser una evidencia de que dicho medicamento favorece el trabajo ventricular, es decir, que hay un aumento en la fuerza electromotriz ventricular en el grupo tratado, lo cual se podría traducir como un incremento en la fuerza de propulsión sanguínea misma que favorecería la circulación, no solo de elementos sanguíneos, sino de macromoléculas implícitas en el mantenimiento de la homeostasis tisular, reflejada en crecimiento y remoción de metabolitos tóxicos como CO, amoniaco, nitritos, nitratos (Levy *et al*., 2006), sin embargo esto requeriría mayor investigación.

En el caso de la onda S, no hubo evidencia estadística de que los valores, tanto del tratamiento control como el tratado con *Calcarea* fueran diferentes, lo cual implica que

dicho medicamento no afecta la despolarización de las paredes ventriculares (Wartak, 1987).

El hecho que las ondas P y R tuvieran valores estadísticamente mayores en los animales tratados implica que el uso del medicamento aumenta la contracción del músculo estriado cardiaco (Lathoud, 2003) lo cual es una evidencia del efecto como medicamento homeopático de *Calcárea carbónica* a la 200 c.

## 8 CONCLUSIÓN.

*Calcárea carbónica* 200c como promotor del crecimiento, incrementa las amplitudes de las ondas P y R, lo cual es una evidencia de que dicho medicamento tiene efecto en la respuesta cardíaca del pato Pekín, lo que se podría traducir en un mayor trabajo auricular y ventricular con el medicamento.

La determinación del electrocardiograma en patos es promisorio para la evaluación de medicamentos homeopáticos, sin embargo se requiere mayor investigación con otros medicamentos con el fin de contar con mayores evidencias en este sentido.

ANEXOS.

Cuadro 1. Análisis de varianza onda P.

<i>Origen de las derivaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00010132	9	1,1258E-05	6,854	1,965	1,986
Dentro de los grupos	0,000146183	89	1,6425E-06			
Total	0,000247503	98				
K1	9,898989899					
Vg+Ve	9,71337E-07					
Vf	2,61385E-06					
IR	0,37161201					

Cuadro 2. Análisis de varianza de la onda R.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,014601425	9	0,00162238	35,134	1,807	1,979
Dentro de los grupos	0,004386805	95	4,6177E-05			
Total	0,01898823	104				
K1	94,47619048					
VG+Venr	1,66836E-05					
VF	6,28605E-05					
IR	0,265406846					

Cuadro 3. Análisis de varianza de la onda S.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,03899147	7	0,00557021	45,585	5,5974	2,139
Dentro de los grupos	0,00879788	72	0,00012219			
Total	0,04778934	79				
K1	10					
Vg+Ve	0,0005448					
Vf	0,00066699					
IR	0,81680098					

## 9 BIBLIOGRAFÍA.

- Avilés J. C. 1996. Prontuario de homeopatía y terapias biológicas. Biblioteca de divulgación homeopática. Madrid, España. Editorial EDAF.
- Arce M. J. y López C. C., 1998. Recomendaciones al utilizar los programas de restricción de alimentos como paliativos en el control del síndrome ascítico. XVI Congreso Panamericano de ciencias veterinarias Acapulco Gro. México, p. 470-472
- Arce M. J. López C. C. y Ávila G. E. 1998. El efecto del medio ambiente sobre la presencia del síndrome ascítico en el pollo de engorda. Revista Veterinaria México, Vol. 29 p. 221-225.
- Banda A. 2006. XII Jornadas Médico Avícolas. Producción comercial de patos en los Estados Unidos de Norteamérica. FMVZ.
- Belón F. 1985. Investigación en homeopatía. Editorial coord. Francia. p. 124-127.
- Levi M. N, Stanton B. A y Koeppen B. M. 2006. Fisiología. 4ª edición. Elsevier. España, Madrid. p. 238.
- Briones S. F. 1997. Manual de veterinaria homeopática, 2ª Edición Universidad de Chile editorial. Propulsora de homeopatía, México D.F. p. 123.
- Callis F. M, Gurri L. A y Pontes P. M. 1991. Higiene y patología aviares. Primera edición Barcelona España. Real escuela de avicultura. p. 89-154.
- Cinar A, Bagci C, Belge F, Metehan UA, 1996. The electrocardiogram of the Pekín duck. Avian Diseases. 40:919-923.
- Coy F. P, Ruiz L. S, Gadea M. J, Romar A. R, Matás P. C y Sellés S. E. 2000. Guía de prácticas de Fisiología Veterinaria. 1ª ed. Murcia. Editorial Diego Maril. p. 89-96.
- Cunningham J. G. 2003. Fisiología veterinaria. Tercera edición. Elsevier. España.
- Dvorkin y Cardinali. 2005. Bases Fisiológicas de la Práctica Médica. Best y Taylor. Ed. Panamericana., 13ª ed., México.
- Drucker C. R. 2005. Fisiología Médica. Ed. El Manual Moderno. 1ª ed., México.
- Engelhardt W. V. y Breves G. 2000. Fisiología Veterinaria. 1ª ed. España, Editorial Acribia. p. 166-172.
- Flores T. D. 1985. Iniciación a la homeopatía. Editorial Porrúa México. D.F. p. 54-59.
- Frandsen R. D. y Spurgeon T. L. 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 5ª edición. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. México, D.F.

- Ganong F. W. 2006. Fisiología Médica. Ed. El Manual Moderno. 20ª ed., México.
- Guerra. E. M., Aguilar. A. I., Morfin. L. L., Del Rió G. J. y Garrido F. G. 2003. Observación microscópica de pulmón, hígado, riñón y corazón de pollos de engorda tratados con *Arsenicum album* y *Apocynum cannabinum* en el alimento y/o control del síndrome ascítico. Tesis de Licenciatura. FES-C. UNAM. p. 23-36
- Hahnemann S. 1992. Organon de medicina. Editorial Porrúa, 6ª Edición México.
- Hernández M. R. 2003. Recomendación en el uso de medicamentos homeopáticos para el tratamiento del síndrome ascítico en pollo de engorda. Tesis de Licenciatura. FES-C UNAM. p. 14-56.
- Issautier M. N. y Calvet H. 1987. Matière médicale homéopathique vétérinaire. Editions Boiron.
- Issautier M. N. y Calvet H. 1991. Matière médicale homéopathique vétérinaire. Editions Boiron.
- Jonh R. H. 1995. Electrocardiogramas: trazos e interpretación. México. Manual moderno.
- Lathoud. 2003. Materia Médica Homeopática. 1ª Editorial Albatros, Buenos Aires. Argentina p. 187 – 189.
- López F. R, Cortés J. M. y García E. C. 2003. La Homeopatía de México. Editorial Propulsora de Homeopatía S.A. Vol. 12. p. 45.
- Martín C. E. 2006. Fundamentos de Fisiología. Internacional Thomson. Madrid, España.
- Morfin L. L. 2008. Desarrolla Cuautitlán proyecto de explotación intensiva de patos. Gaceta UNAM. Enero 21. Numero 4,042.
- Odom W. T. 1991. Use of Electrocardiographic Analysis for Investigation of Ascites Syndrome in Broiler Chickens. Avian Diseases. Vol. 35. p. 738-744.
- Quiquandon H. 1983. Homeopathie Veterinaire Biothérapies. Editions du point veterinaries.
- Silva C. E. 1994. Homeopatía Veterinaria. México. FMVZ. UNAM. p. 10-15
- Vannier L. 1991. Compendio de terapéutica homeopática. Editorial Porrúa. 8ª Ed. México. D.F.
- Vijnovsky B. 1978. Tratado de materia medica homeopática. Buenos Aires Argentina Tomo 1. p. 119, 126, 154, 438,590.

Vijnovsky B. 1981. Tratado de materia medica homeopática. Buenos Aires Argentina  
Tomo 3. p. 165, 170, 174,180.

Wayne W. D. 2004. Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud.  
Georgia State University. Limusa Wiley.

Wartak J. 1987. Interpretación de Electrocardiogramas. Ed. Interamericana. México.

Younie D, Wilkinson J. M. 2001. Ganadería Ecológica. 1ª edición Editorial Acribia.  
España. P 19 – 24.

Zúñiga A. M, Guilarte T. J. 2002. La homeopatía de México. Respuestas en registros de  
electroencefalograma de vigilia por la aplicación de remedios homeopáticos.  
Volumen 71 (621)209-213.