



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ADITIVOS HOMEOPÁTICOS  
(*Apis mellifica* y *Digitalis purpurea*) SOBRE LA TEMPERATURA Y EL  
pH DE LA CANAL EN POLLO DE ENGORDA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**MARÍA LILIA GUTIÉRREZ RODEA**

**ASESORES DE TESIS:**

**Q.B. LILIAN MORFÍN LOYDEN**

**DRA. DENE B CAMACHO MORFÍN**

**MVZ. SALVADOR C. FLORES PEINADO**



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.

## DEDICATORIA:

Dedico el presente trabajo, a todas las personas que a lo largo de mi vida han tenido un papel importante y decisivo sobre las actividades que he realizado. A los amigos que siempre me han apoyado y me han hecho ver mis errores, así como a toda mi familia por su cariño y paciencia.

**A DIOS:**

**Por todas las bendiciones que me ha dado en la vida, por iluminar mi camino,  
darme fortaleza y sabiduría para seguir adelante.**

*A MIS PADRES:*

**JOSEFINA Y CUTBERTO.**

**Por darme la oportunidad de conocer la vida, y por estar a mi lado entregándome  
su cariño, apoyo y confianza.**

*A MIS HERMANOS:*

**RAUL, JORGE, ARELI, CRISTIAN**

**Por formar parte de mi existencia, por el cariño que nos une.**

*A MIS SOBRINOS:*

**JOTHAN, FANY, DAFNE, JESUS**

**Por sus sonrisas que iluminan nuestras vidas.**

## *AGRADECIMIENTO*

A mis amigos de toda la vida:

LILIANA, MINERVA, SOFIA, LIDIA, MIREYA, LAURA, MARIO, MAURICIO, DAVID, ELENA, RAFAEL. Por los momentos difíciles y alegres que pasamos juntos, por ser parte de mi vida, por impulsarme a seguir creciendo como persona y como profesional.

A mis amigos de la Fes-C.

ISELA, IVONNE, VERO, CLAUDIA, GERARDO, PEDRO Por los momentos compartidos y la amistad que me han brindado desde el primer semestre de la carrera.

A mis amigos de Ingeniería Agrícola generación 19<sup>a</sup> por los momentos compartidos por la amistad que me brindaron.

A FRANCISCO A. M. R. Por el cariño, amistad, paciencia, comprensión y las palabras de aliento para seguir adelante.

A mis asesores de Tesis:

Q.B. LILIAN MORFÍN LOYDEN. Que tuvo la sabiduría y paciencia para guiarme en este proyecto.

DRA. DENE B CAMACHO MORFÍN, por su gran apoyo y orientación hacia la finalización de mi trabajo.

MVZ. SALVADOR FLORES. Por su buena disposición y orientación durante la realización de este trabajo.

A mis compañeros del trabajo experimental, al Sr. Luís, al personal docente del laboratorio de Bromatología.

A TODAS LAS PERSONAS QUE ME TENDIERON SU MANO EN ALGUN MOMENTO DE MI VIDA.

G R A C I A S

***RECONOCIMIENTO:***

A MIS ASESORES:

**Q.B. LILIAN MORFIN LOYDEN,  
DRA. DENEBA CAMACHO MORFIN,  
MVZ. SALVADOR FLORES.**

**Por brindarme su tiempo, conocimientos, dedicación, supervisión, por su enorme paciencia, por guiarme durante la realización de este proyecto que me servirá a lo largo de mi vida. y sobre todo por la amistad que me brindaron.**

**A mis profesores y a la FES. CUAUTITLAN**

**Por darme la oportunidad de formarme como profesional, por todos los conocimientos y experiencias que he adquirido.**

## INDICE:

	Contenido	Página
	Resumen	
1	Introducción	1
2	Marco de referencia	3
	2.1. Mercado mundial (carne)	3
	2.2. Producción de pollo de engorda en México	4
3	Marco conceptual	5
	3.1. Aditivos promotores del crecimiento	5
	3.2. Promotores de crecimiento homeopáticos	7
	3.2.1. <i>Apis mellifica</i> , <i>Digitalis purpurea</i>	8
	3.2.2. <i>Digitalis purpurea</i>	9
	3.3. Carne de pollo	9
	3.4. Calidad de la carne	10
	3.5. pH Y temperatura	11
	3.5.1. pH	11
	3.5.2. El pH y temperatura muscular	11
	3.6. Fibras musculares rojas y blancas	14
	3.7. Alteraciones sobre la carne	16
	3.7.1. Carne pálida, suave y exudativa (PSE)	16
	3.7.2. Carne oscura firme y seca (DFD)	17
4	Hipótesis	18

	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
5	Objetivos	19
6	Material y métodos	20
	6.1. Animales	20
	6.2. Tratamientos	21
	6.3. Alimento	21
	6.4. Selección de animales	22
	6.5. Sacrificio	22
	6.6. Pesos	22
	6.7. Temperatura y pH	23
	6.8. Análisis estadístico	23
7	Resultados	24
8	Discusión	27
9	Conclusiones	31
10	Bibliografía	32



## INDICE DE CUADROS:

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Contenido de de proteína cruda y energía metabolizable de los alimentos balanceados utilizados en el experimento.	<b>21</b>
<b>2</b>	Valores de peso vivo, peso canal caliente y peso canal fría.	<b>24</b>
<b>3</b>	Valores de pH y Temperatura del músculo <i>Pectoralis mayor</i> derecho.	<b>25</b>
<b>4</b>	Valores de pH y temperatura del músculo <i>Biceps femoris</i> derecho.	<b>26</b>

## RESUMEN:

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de medicamentos homeopáticos (*Apis mellifica* y *Digitalis purpurea*) utilizados como aditivos homeopáticos, promotores del crecimiento, sobre la temperatura y el pH de la canal en pollo de engorda de la línea Ross 308. 10 pollos por tratamiento, seleccionados al azar, provenientes de un experimento en donde desde la primera semana hasta la quinta semana de edad, se les proporcionó: 1) *Apis mellifica* 200c, 2) *Digitalis purpurea* 200c y 3) alcohol al 72% como testigo; los tratamientos fueron administrados a razón de 2 gotas por kg de peso vivo en agua de bebida. A los 42 días de edad las aves fueron sacrificadas y procesadas; se registró el peso vivo, el peso de la canal caliente, el peso de la canal fría de cada pollo; a la 1 y 24 horas *post mortem* se registro la temperatura y el pH de las canales en los músculos *Pectoralis mayor* derecho y *Biceps femoris* derecho. Resaltando que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos en lo que respecta a pesos. En el músculo *Pectoralis mayor*, se observó que en el tratamiento con *Apis mellifica* el pH y temperatura inicial fueron mayores ( $P < 0.01$ ), no así el pH final donde no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, en cuanto a la temperatura final del tratamiento con *Apis mellifica* fue menor en comparación con el tratamiento *Digitalis purpurea* ( $P < 0.01$ ). En el músculo *Biceps femoris* destaca que el pH inicial fue mayor en el tratamiento con *Apis mellifica* ( $P < 0.01$ ). Las variables del pH final, temperatura inicial y final no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.01$ ). Por lo que se concluye: *Apis mellifica* 200c y *Digitalis purpurea* 200c utilizados como aditivos promotores de crecimiento, en el pollo de engorda de la línea Ross 308, no tuvieron efecto sobre el peso vivo, el peso de la canal caliente, el peso de la canal fría; *Apis mellifica* 200c provocó que el pH y la temperatura a la hora *post mortem* en *Pectoralis mayor* fueran más altos. El pH y la temperatura de los músculos *Pectoralis mayor* y *Biceps femoris*, a las 24 horas *post mortem* no fueron afectados por *Apis mellifica* 200c y *Digitalis purpurea* 200c.

# 1. INTRODUCCIÓN

La producción de pollo de engorda se ha destacado por su alta tecnología y eficiencia en la producción de alimento altamente nutritivo, por lo que la carne de pollo es un alimento consumido por una gran parte de la población, independientemente de su nivel económico (UNA, 2006). En la producción de pollo de engorda se persiguen diferentes metas, pero la de mayor interés es producir económicamente carne en cantidades suficientes para cubrir la demanda existente, por parte de la población humana; por otro lado, las parvadas requieren de una buena nutrición para lograr el máximo crecimiento, y esto implica la adición de: aminoácidos sintéticos, vitaminas, minerales, así como agentes promotores del crecimiento, que mezclados en la dieta de las aves mejoran la eficiencia alimenticia, así como la calidad de la canal (Cortés, 1997). La tendencia mundial es la de generar productos agropecuarios libres de sustancias con riesgo para el consumidor, entre ellas se encuentran los medicamentos homeopáticos (Duarte *et al.*, 2005) que pueden ser útiles como aditivos promotores de crecimiento y preventivos de la ascitis dentro de los cuales se sugiere *Apis mellifica* y *Digitalis purpurea* (Briones, 1997; Hernández, 2003).

Calidad es un término complejo del que no existe una única definición que sea válida para todos los niveles de la producción cárnica. Todas las definiciones de calidad de la carne implican características de composición de la canal como determinantes del valor en el mercado y las más recientes consideran sus propiedades nutritivas, organolépticas, tecnológicas e higiénicosanitarias, que están estrechamente ligadas a los tratamientos *ante mortem* y *post mortem* del animal y de su canal (Moreno *et al.*, 1999).

El valor de la medición del pH es uno de los parámetros físicos más importantes para la descripción cualitativa de la carne y es usado como un pronóstico de cualidades tecnológicas y organolépticas de la carne (Rammouz *et al.*, 2004b).

La velocidad de agotamiento del ATP *post mortem* está directa y causalmente relacionada con el descenso del pH y se ve afectada por factores tales como la especie, diferencias individuales intraespecíficas, el tipo de músculo y la temperatura de la canal (Fennema, 1993).

El periodo de tiempo que transcurre hasta la aparición del *rigor mortis* depende, de ciertos factores internos y externos. Los factores internos más importantes, son la cuantía de la reserva de glucógeno y de creatinfosfato (CP); por lo que cuanto mayor es el contenido en glucógeno y en CP del músculo en el momento del sacrificio más tarde aparecerá el *rigor mortis*. La temperatura como factor externo, ejerce una influencia especialmente importante (Prändl *et al.*, 1994). Temperaturas superiores a 20 °C determinan una contracción excesiva del músculo y un agotamiento rápido del glucógeno (Rose, 1979). Las temperaturas elevadas aceleran el descenso del pH mientras que las bajas retrasan la glucólisis y la producción de ácido láctico; estudios en pavos indican que temperaturas *post mortem* de 30 a 37 °C aceleran el metabolismo *post mortem* (Sams y Alvarado, 2004).

Con la selección genética para el crecimiento rápido y un cambio del total procesamiento de ave a productos procesados adicionales, los procesadores de aves han observado un aumento en el número de los problemas de calidad de la carne; específicamente ha observado un aumento en los productos de pobre capacidad de retención de agua, el color claro y la textura pobre. Los productos hechos con carne con estas características son inaceptables no solo para los productores sino también para los consumidores que se oponen al color claro y al incremento del goteo que encuentran en paquetes (Sams y Alvarado, 2004).

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. MERCADO MUNDIAL (CARNE)

La producción mundial de la carne de pollo, de 1994 al año 2004, muestra un crecimiento promedio anual de 6.0%, principalmente por el incremento en la producción de China 10.0%, Brasil 9.0% y México 5.6%. Durante este periodo el crecimiento en la producción, importaciones y exportaciones de carne de pollo ha sido, de 6.0%, 4.3% y 6.3%, respectivamente. Las exportaciones de carne de pollo del año 2003 al año 2004 se estima una contracción del 4.5%. El mayor consumo de carne de pollo lo tiene Estados Unidos con un consumo *per cápita* de 42.7 kg; en segundo sitio Arabia Saudita con 36.9 kg; en tercer lugar Malasia con 34.8 kg; les siguen Brasil con 32.3 kg; Canadá con 29.1 kg y México con 23.4 kg por persona (UNA, 2006).

La producción mundial de carne de pollo el año 2005 se estimó en 81,842,361 millones de toneladas (Ortega, 2006). En el 2006 los mercados mundiales de la carne se han vuelto a ver gravemente afectados por los problemas relacionados con las enfermedades animales. El mercado de la carne en 2006 se caracteriza por la reacción de los consumidores ante los casos cada vez más frecuentes de gripe aviar, así como por las continuas restricciones de la carne vacuna norteamericana relacionadas con la EEB (encefalopatía espongiiforme bovina) y las prohibiciones de las exportaciones de carne roja sudamericana (bovina, ovina y porcina) relacionadas con la aftosa. Es probable que una disminución imprevista y sin precedentes de la producción de carne de ave limite el aumento de la producción total de carne a menos de un 2%, frente al 3% del año anterior (FAO, 2006).

## **2.2. PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDA EN MÉXICO**

La avicultura, está soportada por empresas que tienen sus operaciones en el área de producción agrícola, genética, plantas de alimentos, plantas de rendimiento, aditivos nutricionales y no nutricionales, alojamiento, salud, desinfección, incubación, empaque, equipo para granjas, logística, negocios internacionales y marcos legales (Ortega, 2006).

El sector avícola mexicano participa con el 63.2% de la producción pecuaria; 33% aporta la producción de pollo, 30.1% la producción de huevo y 0.20% la producción de pavo. México cuenta con una parvada de más de 130 millones de gallinas ponedoras, 243 millones de pollos al ciclo y 865 mil pavos por ciclo. Cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal (UNA, 2006).

La avicultura mexicana durante el 2005, aportó el 0.76% en el PIB total, el 16.57% en el PIB agropecuario y el 44.17% en el PIB pecuario; se produjeron cerca de 2.5 millones de toneladas de carne de pollo, muy por encima de los demás cárnicos. Las importaciones de carne de ave de 1994 a 2005 crecieron a una tasa promedio anual de 7% pasando de 239 mil toneladas en 1994 a 503 mil en 2005. El consumo per-cápita de pollo ha aumentado de 19.9 Kg en 2000 a 24.2 kg durante 2005, lo que representa un incremento del 21.6%. El pollo en México se comercializa principalmente en canal, por tipo de distribución o presentación en: vivo 28%, rosticero 26%, mercados públicos 25%, en supermercados 7%, en partes el 10% y productos de valor agregado 4% (UNA, 2006).

### **3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.1. ADITIVOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO**

Las necesidades de proteína de origen animal son indispensables para el adecuado crecimiento y desarrollo de los individuos de corta edad, lo cual hace aumentar el número de animales y elevar la productividad. Este hecho junto a la disminución de los terrenos aprovechables en la crianza de animales, ha condicionado a que, en forma paralela a la selección genética, se investiguen y desarrollen sustancias capaces de aumentar la producción de las especies domésticas destinadas a dicho fin (Duarte *et al.*, 2005).

Los aditivos promotores de crecimiento, son sustancias naturales o sintéticas con actividad farmacológica que se administran a los animales sanos con el objeto de disminuir el consumo de alimento, acelerar la ganancia diaria de peso, mejorar los índices de transformación de los alimentos, reducir el período de producción, disminuir costos y aumentar las utilidades. Dentro de los aditivos promotores del crecimiento, se pueden distinguir distintas clases: enzimas, probióticos, prebióticos, antibióticos (Cortés, 1997; Morfin, 2002; Reyna, 2004).

Los antibióticos como la virginiamicina, bacitracina, tilosina, avoparcina y avilamicina, funcionan como promotores de crecimiento por inhibir y controlar la proliferación microbiana del tracto digestivo. Esta práctica está siendo fuertemente cuestionada ya que la consecuencia del uso de estos productos puede repercutir en la aparición de bacterias resistentes (Alltech, 2004), lo cual puede dar lugar a la presencia de residuos en los alimentos, y ello requiere no solo considerar los efectos en las propias aves, sino también sobre el consumidor humano por el potencial efecto de arrastre sobre el producto final (Castelló *et al.*, 2002).

El uso de promotores de crecimiento, como los ya mencionados, se ha visto limitado por la reglamentación en países que conforman la Unión Europea, lo

anterior, debido a que el consejo de la Unión Europea estableció el 19 de julio de 1999 un reglamento (CE no. 1804/199), relativo a la producción de alimentos de origen animal, en el marco de la agricultura biológica, en el cual establece, entre otros, que los animales de cría deben alimentarse con alimentos procedentes de la agricultura biológica y que los productos fitoterápicos, los productos homeopáticos y los oligoelementos deben utilizarse “con preferencia sobre los medicamentos veterinarios alopáticos químicos de síntesis o sobre los antibióticos, a condición de que tengan un efecto terapéutico real en la especie animal que se trate, y para los fines específicos del tratamiento” (OMHI, 2000).

Diversas organizaciones como el Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica (INDRE) se han dado la tarea de investigar los efectos de la resistencia a los antibióticos en México desde 1996. En el 9º Congreso Internacional de Enfermedades Infecciosas se comentó: “La resistencia a los antibióticos de las bacterias más comunes en el tracto respiratorio, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* y *Moraxella catarrhalis*, tiene igual o mayor prevalencia en los países de Latinoamérica -especialmente en México, Argentina y Brasil- que en los Estados Unidos”. Habiendo cada vez más prohibiciones de antibióticos a la vista en el horizonte, definitivamente tendrán lugar en la industria agropecuaria las alternativas seguras a los antibióticos promotores del crecimiento, que proporcionen un crecimiento y eficiencia alimenticia similares. Cualquier producto que imite a los antibióticos manipulando la población microbiana intestinal sin promover resistencia bacteriana, rápidamente se establecerá en la industria de los alimentos balanceados para animales (Alltech, 2004).



### 3.2. PROMOTORES DE CRECIMIENTO HOMEOPÁTICOS

Los medicamentos homeopáticos son capaces de promover la conversión alimenticia y de promover el crecimiento, lo cual ha sido comprobado en especies de consumo humano. Aseguran además la pureza y buena calidad de los productos comestibles de origen animal, ya que la acción catalizadora de los medicamentos homeopáticos se realiza a dosis tan pequeñas que no dejan residuos o depósitos en los animales, por lo que no existirá efecto en los consumidores, no crean resistencia a microorganismos, en cuanto al precio, los medicamentos homeopáticos son más económicos que los alopáticos (Morfín y Camacho, 1990; Belon, 1995; Silva, *et al.*, 2000; Hernández, 2003).

Con la finalidad de obtener un "promotor del crecimiento" homeopático Morfín y Camacho (1990) probaron un medicamento homeopático en lechones con destete precoz, el cual estuvo constituido por *Calcárea carbónica*, *Antimonium crudum*, *Arsenicum album*, *China officinalis*, a dosis de  $1 \times 10^{-12}$  y a  $1 \times 10^{-60}$ ; encontrando que no se tuvo ganancia de peso mayor en los animales a quienes se les dio el aditivo comercial. Briones (1997) estudió la acción de las tres principales Calcáreas homeopáticas (*Calcárea carbónica*, *Phosphorica* y *Fluorica*, más *Baryta carbónica*) sobre el crecimiento y desarrollo de pollos de engorda y cerdos de engorda. De estos ensayos se concluyó que los medicamentos homeopáticos actúan favorablemente sobre la ganancia de peso de cerdos y pollos. Al igual que Duarte *et al.*, (2005), quien utilizó *Baryta carbónica* y *Calcarea carbónica* sobre el incremento de peso en lechones de 15 días post destete, obtuvo como resultados que todos los grupos experimentales superaron la ganancia en peso en comparación con los grupos control, señala también que este incremento no se debe a un mayor consumo sino a que existe un mejor aprovechamiento de los alimentos por parte de los animales.

Dado que la concepción Hahnemaniana de enfermedad toma en cuenta la totalidad de los signos accesibles a los sentidos y considera al organismo como un

todo integrado (Poitevin,1992), entonces existe la posibilidad de que dichos medicamentos afecten al organismo en general, por lo cual podrían afectar las características de la carne *post mortem*.

Es importante mencionar que la Homeopatía ofrece diversas sustancias que pueden ser útiles como aditivos promotores de crecimiento y preventivos de la ascitis dentro de los cuales se sugiere a *Apis mellifica* y *Digitalis purpurea* (Briones, 1997; Hernández, 2003).

### **3.2.1. *Apis mellifica***

Procede de la trituración de la abeja a partir de la cual se prepara la tintura madre (Bidarte, 2002).

Actúa sobre piel, ojo laríngeo, faríngeo etc., localmente. De manera general actúa sobre las serosas y los envoltorios orgánicos como pleura, peritoneo, meninges y ciertos órganos como riñón, cerebro, ovario. Su acción es aguda, subaguda o crónica (Bidarte, 2002).

Es el remedio de los edemas que rápidamente llegan a la hidropesía crónica. En abdomen como en los casos de edema de pared abdominal, ascitis. En sistema circulatorio es de utilidad en las inflamaciones de pericardio, endocardio, hidropesías de origen cardíaco. En aparato respiratorio da resultados en hidrotórax, edema pulmonar y asma (Vannier, 1989; Vijnovsky, 1978; Ayala y Cardona, 1993).

### **3.2.2. *Digitalis purpurea***

Nombre comun: Dedalera, Gialdaperra.

Sinónimo: *Digitalis purpurea*.

Familia: Escrofulariáceas.

*Digitalis purpurea* es una planta bianual caducifolia, sus principios químicos son los glucósidos *Digitalina kiliani* y la *Digitalina* de Schmiedeberg, Se utilizan las hojas frescas del segundo año de crecimiento de la planta, recolectadas antes de la floración (Vannier, 1989; Vijnovsky, 1978; Quiquandon, 1983).

Uno de sus principales centros de acción es el daño en cardiopatías o nefritis crónica, sobre todo por presentar marcada cianosis de hígado; insuficiencia cardiaca, las taquicardias arritmias, la obstrucción aórtica y otras enfermedades coronarias, también se usa para toda clase de edemas por su poder diurético (Vannier, 1989; Vijnovsky, 1978; Quiquandon, 1983).

### **3.3. CARNE DE POLLO**

La composición de la carne de ave es particularmente favorable para el hombre. Se trata de un alimento de gran valor como fuente de proteínas. Por su proporción relativamente escasa de sustancia de colágena, es muy digestible y de ahí su utilidad como alimento de enfermos y convalecientes. La carne de ave es además estimulante del apetito y de la digestión por su elevado contenido en sustancias básicas, entre ellas, la creatina, la creatinina y la anserina (N-metilcarnosina) (Grossklaus, 1979).

El valor nutritivo y digestibilidad de la carne de pollo son muy elevados, superiores a los de otras carnes. La proporción de proteínas, aunque variable según edad, sexo, dieta, etc., se sitúa hoy en torno al 20% de la proporción

comestible, y posee todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana, en particular lisina, treonina, valina, fenilalanina, leucina e isoleucina. Es baja en calorías, aunque no tanto como la de pavo o la de avestruz, y más si no se consume la piel. Su contenido en colesterol, comparado con otras carnes es muy bajo; en la pechuga sin piel no alcanza 30 mg/100g (Castelló *et al.*, 2002).

### **3.4. CALIDAD DE LA CARNE**

El parámetro más importante para la evaluación de la eficiencia de la producción animal es la cantidad y calidad del producto final, que en definitiva, es la razón de la producción pecuaria. En la producción de carne, se han estudiado ampliamente las áreas, de nutrición, genética, reproducción, etc., pero muy poco las de rendimiento y calidad de la carne. En términos generales, el concepto de calidad de carne incluye aquellas características sensoriales que hacen de esta un producto apetecible al consumo, que son aroma sabor, color, jugosidad y ternura; sin embargo para un entendimiento global, se hace necesaria una descripción objetiva de la calidad de la carne la cual englobaría aspectos nutricionales, sanitarios, sensoriales y tecnológicos (Rubio, 1996).

El desarrollo del pH muscular *post mortem* ejerce una fuerte influencia sobre varios atributos de calidad que incluye la capacidad de retención de agua (CRA o WHC, del inglés "Water holding Capacity") y desarrollo del color (Young *et al.*, 2004).

### 3.5. pH Y TEMPERATURA

#### 3.5.1. pH

El pH es una medida de la cantidad de iones hidrógeno ( $H^+$ ) en una solución. El agua pura se disocia para dar un número igual de iones hidrógeno e hidroxilo ( $OH^-$ ):

$$H_2O = H^+ + OH^-$$

Solo una pequeña proporción del número total de moléculas de agua se encuentra disociada. A 25° C la concentración de iones hidrógeno e hidroxilo en solución es de  $10^{-7} \text{ mol l}^{-1}$

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol l}^{-1}$$

El pH se define como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad o concentración de iones hidrógeno:

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

Por tanto, el pH del agua pura a 25 °C es 7 y es denominado neutro debido a que el número de iones hidrógeno e hidroxilo es exactamente igual. La temperatura afecta a la disociación del agua existiendo más moléculas disociadas en iones cuanto más alta es la temperatura. A temperatura por debajo de los 25 °C, el pH a neutralidad es, por tanto, ligeramente más alto y a temperatura superiores es más bajo. Debido a esto es de vital importancia tener en cuenta la temperatura cuando se realizan medidas del pH (Warriss, 2003).

#### 3.5.2. El pH y temperatura muscular.

La acidificación de los músculos *post mortem* es uno de los cambios fundamentales en su proceso de conversión a carne. La variación en el grado y la extensión de su acidificación influyen en especial sobre el color de la carne y la capacidad de retención del agua. La acidificación se mide en función de los valores de pH del músculo. La medida de pH, por tanto da una valiosa información

sobre la calidad potencial de la carne en particular en situaciones donde medidas más detalladas o sofisticadas son inapropiadas o imposibles de realizar (Warriss, 2003).

El pH del tejido muscular del animal vivo es prácticamente neutro, de 7 a 7.2. Tras el sacrificio el músculo queda privado de riego sanguíneo y por tanto de oxígeno, por lo cual, aumenta la concentración de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y se bloquea la síntesis de adenosin trifosfato (ATP), fuente normal de energía muscular, cuyas reservas se dividen progresivamente en adenosin difosfato (ADP) y ácido fosfórico (Castelló *et al.*, 2002). El metabolismo muscular se ve obligado a trabajar en anaerobiosis para regenerar el ATP, a partir del glucógeno, con la consiguiente caída del pH por acumulación de ácido láctico, debido también a la carencia de un sistema de transporte que elimine los productos del metabolismo. Cuando los niveles energéticos en el músculo se van agotando, éste se encuentra imposibilitado para continuar actuando en condiciones fisiológicas. La imposibilidad de continuar trabajando la bomba de calcio (ATP – dependiente) hace que se provoque una contracción muscular irreversible que da lugar a la denominada rigidez cadavérica o *rigor mortis*, ya que es precisamente el calcio el detonante del estímulo de contracción (Bejarano, 2001).

El período de tiempo que transcurre hasta la aparición del *rigor mortis* depende, de factores internos y externos. Los factores internos más importantes son: la reserva de glucógeno y la de creatinfosfato (CP). Cuanto mayor es el contenido de glucógeno y de CP del músculo en el momento del sacrificio más tardará en aparecer la rigidez cadavérica, y viceversa, otro factor es la temperatura de la canal, la cual se incrementa debido a la generación de calor provocando la conversión de glucógeno a ácido láctico y la hidrólisis de ATP y CP en el músculo (Santiago, 2002).

Dentro de los factores externos, se encuentra la temperatura en las diferentes etapas del sacrificio y refrigeración, que está en estrecha relación con la aparición del *rigor mortis* y por lo tanto del descenso del pH (Prändl *et al.*, 1994).

El ritmo de enfriamiento de la carne afecta la pérdida de peso, la capacidad de retención de agua y el crecimiento de microorganismos. Por otro lado, se sabe que la actividad de las enzimas depende de la temperatura, por lo cual los diferentes grados de enfriamiento pueden afectar el grado de caída del pH por la producción de ácido láctico, la desaparición de CP y ATP, y la velocidad de instauración del *rigor mortis* (Warriss, 2003).

El acortamiento muscular y el grado de contracción del sarcómero en el rigor se correlacionan negativamente con la ternura de la carne. La temperatura tiene una influencia sobre la velocidad de descenso del pH. Las temperaturas elevadas aceleran el descenso del pH, mientras que las bajas retrasan la glucólisis y la producción de ácido láctico. Un descenso rápido de pH se producirá a mayor temperatura, ocasionando la rápida aparición del rigor y un mayor grado de acortamiento por el rigor (Richardson y Mead, 2001).

Temperaturas superiores a 20 °C determinan una contracción excesiva del músculo y un agotamiento rápido del glucógeno (Fennema, 1993; Rose, 1979). Las canales de pollo expuestas a temperaturas entre 37 y 41 °C durante el proceso de sacrificio, provocan una alta velocidad de glucólisis y la aparición rápida del *rigor mortis*. Temperaturas de 55 °C son comunes durante el escaldado, con lo que se incrementa la temperatura de la canal y un proceso prematuro de *rigor mortis*, con valores de pH iniciales entre un rango de 6.90 y 5.90 (Santiago, 2002).

En muchos mataderos de aves, se refrigera rápidamente la canal hasta 4 °C tras su evisceración. Las canales son enfriadas mediante refrigeradores por aire o por inmersión en salmuera refrigerada. La temperatura del músculo no debe

quedar por debajo de 0 °C, en cuyo caso se produce el “acortamiento por frío”. Las fibras musculares pierden iones de calcio muy rápidamente y esto determina también una contracción excesiva del músculo. La carne que experimenta acortamiento por frío tiende a ser dura (Rose, 1979).

El descenso del pH muscular es más rápido en aves que en mamíferos, debido a su mayor temperatura corporal y a las intensas contracciones inmediatas al degüello; por ejemplo, se ha reportado que la carne de los pollo alcanza el *rigor mortis* en una hora aproximadamente y la de los pavos en 90 minutos (Rose, 1979).

El valor final del pH influye en la conservación y en las propiedades tecnológicas de la carne. Una adecuada acidificación de la carne supone valores de pH entre 5.4 y 5.8 en este intervalo de pH los microorganismos acidofóbicos son inhibidos, en particular los proteolíticos. Los valores de pH mayores a los anteriores conducirán a una menor conservación de la carne (Prändl *et al.*, 1994).

### **3.6. FIBRAS MUSCULARES ROJAS Y BLANCAS.**

La diferencia entre músculo “rojo” y “blanco” tienen valor en la ciencia de la carne, ya que existe una amplia correlación con el comportamiento *post mortem* y las propiedades funcionales en los productos cárnicos (Lawrie, 1998).

La carne de ave es una de las más claras por su escaso contenido de pigmentos: mioglobina y derivados. Hay diferencias según los músculos que se consideren; aunque todos ellos poseen fibras rojas y blancas unas y otras predominan según el tipo de músculo (Castelló *et al.*, 2002). Por tanto, los músculos pueden clasificarse en “rojos” y “blancos”. Esta diferencia superficial se basa tanto en características histológicas como bioquímicas (Forrest *et al.*, 1979).



Los músculos rojos se caracterizan por un elevado contenido de mioglobina, un sistema vascular muy desarrollado y un aporte de oxígeno muy alto. Por consiguiente están adaptados a un metabolismo oxidativo y se cree que están involucrados en actividades sostenidas y repetitivas. Como consecuencia los músculos “rojos” tienen una actividad glucolítica limitada y un contenido relativamente alto de mitocondrias (Lawrie, 1998; Schreurs, 2000; Yu *et al.*, 2005). Las fibras rojas abundan en los músculos más activos como: los de muslo, contramuslo y cuello (Castelló *et al.*, 2002).

Los músculos del pectoral son de un color amarillento, debido al predominio de fibras musculares blancas y al mínimo ejercicio que realizan (Castelló *et al.*, 2002). Los músculos “blancos” tienen un contenido de mioglobina más bajo, relativamente pocas mitocondrias y un sistema vascular menos desarrollado que los músculos “rojos”. Sin embargo, tienen capacidad glucolítica mayor y se cree que están involucrados en actividades violentas de corta duración, durante las cuales el metabolismo es anaerobio (Lawrie, 1998; Schreurs, 2000; Yu *et al.*, 2005).

Todas estas características varían considerablemente entre los diversos músculos, sobre todo si se comparan los de pechuga y muslos (los de las alas son más parecidos al pectoral), e incluso entre diversas porciones de mismo músculo; como ocurre en el pectoral superficial, cuya porción anterior es la más tierna y la más próxima al esternón, la más dura. Según Castelló *et al.* (2002), si se comparan los músculos de muslos y contramuslos con los pectorales, éstos últimos presentan:

- Mayor humedad y menos grasa
- Una caída *post mortem* de pH mayor y más acelerada
- Menor capacidad de retención de agua y jugosidad
- Mayor ternura. Salvo si se da la condición pálida suave y exudativa
- Color más claro

### **3.7. ALTERACIONES SOBRE LA CARNE.**

#### **3.7.1. Carne pálida, suave y exudativa (PSE).**

Recientemente, la industria avícola se ha enfrentado con el creciente problema de la carne que se caracteriza por un color pálido, baja capacidad para retener agua, y textura suave. Esta condición es similar a la carne pálida, suave, exudativa PSE (Pale, Soft and Exudative) que ha sido observada en la industria porcina en las últimas décadas. Se estima que esta carne tipo PSE representa algunas veces hasta 50% de la carne que se produce en la industria avícola (Owens, 2004). Este problema está causado por la combinación de un desarrollo muscular extremo de las aves, músculos pectorales de gran tamaño y con un metabolismo predominantemente anaeróbico, junto con una respuesta insuficiente frente al estrés *ante mortem*, que causa un descenso rápido del pH y la aparición del rigor cuando la temperatura del músculo es todavía elevada (>35 °C) (Richardson y Mead, 2001; Sams y Alvarado, 2004). Esta combinación de pH bajo y alta temperatura ocasiona desnaturalización de proteínas característica de carne pobres (Owens, 2004). En las aves este problema se manifiesta especialmente en una palidez anormal de la pechuga; la excesiva exudación de la carne es más notoria cuando se envasan las piezas (Castelló *et al.*, 2002).

La carne PSE ha sido asociada con factores de estrés de las aves previos al sacrificio, tales como rápido crecimiento, estrés calórico, estrés del transporte, prácticas de manejo durante la captura, y condiciones del procesamiento tales como el enfriamiento lento de las canales después del eviscerado (Alvarado, 2004).

Cuando los animales se exponen a factores estresantes se aumenta la secreción de hormonas provenientes de la corteza y médula adrenal que modifican la concentración de glucógeno muscular y hepático. La alteración del glucógeno en el músculo puede afectar el color, y otros atributos de calidad de la carne luego de la matanza, ya que se relaciona directamente con el pH final. El

color claro en la carne de pavo está asociado a un pH muscular más bajo (Froning, 1995).

### **3.7.2. Carne oscura firme y seca (DFD).**

La ocurrencia de carne oscura firme y seca DFD (Dark, Firm and Dry) está altamente correlacionada con un pH final alto en la carne. En estas condiciones se reduce el periodo de vida útil de los cortes en vitrina, ya que esta asociado con una alta capacidad de retención de agua, lo que favorece el crecimiento bacteriano. Es ampliamente aceptado que una reducción en la concentración de glucógeno muscular previo a la matanza es responsable de la ocurrencia de carne DFD (Hargreaves *et al.*, 2004). Bajos niveles de glucógeno en el músculo al sacrificio causa un pH final alto a causa de una baja producción de ácido láctico *post mortem* (Nissen y Young, 2006).

Someter a las aves a un ayuno previo al sacrificio, con el fin de disminuir la probabilidad de contaminación de la canal con contenido intestinal, es uno de los factores que afecta la reserva de glucógeno muscular y da como resultado una carne más oscura y de pH más alto (Froning, 1995).

La incidencia de las carnes DFD en avicultura de carne es pequeña.

Los valores del pH a los 15 – 20 minutos y a las 24 horas se han considerado tradicionalmente como buenos indicadores de la condición PSE o DFD. En pavos se identifican como animales PSE aquellos cuyo pH en la pechuga a los 20 minutos es de 5.75 – 6.00 y de 5.70 a los 60 minutos, en lugar de los valores normales de 6.45 y 6.00, respectivamente (Castelló *et al.*, 2002).

Las diferencias de carne PSE y DFD se establecen desde el punto de vista de los valores de pH medidos a los 45 minutos y 24 horas *post mortem* (Warriss, 2003).

#### 4. HIPÓTESIS

La administración de *Apis mellifica* y *Digitalis purpurea* utilizados como aditivos promotores de crecimiento durante la engorda de pollos de la línea Ross 308, no afectan negativamente los pesos vivos, de la canal caliente y fría, ni sobre la temperatura y el pH de la canal.

## 5. OBJETIVOS

### Objetivo General:

- Evaluar el efecto de medicamentos homeopáticos (*Apis mellifica* y *Digitalis purpurea*) utilizados como promotores del crecimiento, sobre la temperatura y el pH de la canal en pollo de engorda de la línea Ross 308.

### Objetivos particulares:

- Determinar el peso vivo, peso canal caliente y peso canal fría del pollo de engorda tratado con aditivos homeopáticos promotores de crecimiento.
- Determinar la temperatura de la canal a la 1 y 24 horas *post mortem* del pollo de engorda tratado con aditivos homeopáticos promotores del crecimiento.
- Determinar el pH en la canal a la 1 y 24 horas *post mortem* del pollo de engorda tratado con aditivos homeopáticos promotores del crecimiento.

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue financiado por la cátedra de investigación en Bromatología y el proyecto PAPIME EN215103.

El experimento se realizó en los meses de noviembre y diciembre en la nave de docencia e investigación en aves y el Taller de Carnes de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4 de la UNAM; ubicado en el Municipio de Cuautitlán Izcali, carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km 2.5.

Esta situada a 2252 msnm (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 1.417.0 mm, presión atmosférica 585.1 mmhgm, 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-C UNAM).

### 6.1. ANIMALES

Se utilizaron 432 pollos mixtos de un día de edad de la línea Ross 308, los cuales se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en tres tratamientos: 1) *Apis mellifica* 200c, 2) *Digitalis purpurea* 200c y 3) alcohol al 72% como testigo; con cuatro repeticiones cada uno.

Las aves fueron alojadas en una caseta de ambiente natural; la densidad de población fue de 10 pollos por metro cuadrado en piso de cemento con cama de paja, con equipo convencional de iniciación y finalización. Se utilizó un régimen de luz de 24 horas durante todo el experimento. Se vacunó a las aves a los 7 y 21 días de edad contra Newcastle cepa B1 lentogénica, vía ocular (Laboratorio Maver).

## 6.2 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en: 1) *Apis mellifica* 200c, 2) *Digitalis purpurea* 200c y 3) alcohol al 72%, los medicamentos fueron adquiridas en un laboratorio comercial a las concentraciones que se emplearon.

Con el fin de no sesgar las observaciones en cuanto a la efectividad de los medicamentos los tratamientos fueron manejados a doble ciego, es decir se manejaron por claves sin conocer el nombre del medicamento asignado al lote.

Los medicamentos fueron proporcionados a razón de dos gotas por kg de peso vivo (Quiquandon, 1983), en el agua de bebida, una vez por semana desde la primera semana hasta la quinta semana de edad.

## 6.3 ALIMENTO

Se utilizó alimento balanceado comercial de tres etapas, el cual fue ofrecido *ad libitum*, suministrado de acuerdo como se muestra en el cuadro 1

Cuadro 1. Contenido de de proteína cruda y energía metabolizable de los alimentos balanceados utilizados en el experimento.

Alimento	Proteína cruda %	Energía metabolizable Kcal/kg
Preinicio (de 1 a 21 días)	22.5	3060
Inicio (de 22 a 42 días)	19	3160
Finalizador (42 días en adelante)	18	3210

Datos proporcionados por el fabricante.

## **6.4 SELECCIÓN DE ANIMALES**

A los 42 días de edad de las aves, las cuatro repeticiones de cada tratamiento se unieron. Después de cuatro horas de ayuno se seleccionaron al azar, con el uso de números aleatorios 10 animales por tratamiento: 1) *Apis mellifica* 200c, (n=10), 2) *Digitalis purpurea* 200c, (n=10) y 3) Testigo, (n=10). Las aves seleccionadas se identificaron, se colocaron en jaulas de transporte y se trasladaron al taller de carnes.

## **6.5 SACRIFICIO**

Las aves fueron insensibilizadas por medio de aturdimiento eléctrico a un voltaje de 120 mA durante un período de 4 segundos, y la exsanguinación por corte del cuello seccionando las arterías carótidas y venas yugulares. El proceso de escaldado se realizó por inmersión en una tina con agua a temperatura de 55 °C, con un tiempo de permanencia de 5 segundos, posteriormente se desplumaron y evisceraron manualmente.

El choque térmico fue en una tina con hielos a  $6 \pm 2$  °C durante 30 minutos. Las canales fueron refrigeradas a una temperatura de 4 °C por 24 horas.

## **6.6 PESOS**

Se registró el peso vivo, el peso canal caliente (después de realizada la evisceración), el peso canal fría (a las 24 horas post refrigeración) de cada pollo, para lo cual se utilizó una bascula digital (Tor Rey tipo PCL, con capacidad de 20 Kg).



## 6.7 TEMPERATURA Y pH

La temperatura y el pH de las canales fueron medidos en los músculos *Pectoralis mayor* derecho y *Biceps femoris* derecho a la 1 y 24 horas *post mortem* similar a la técnica descrita por Rammouz *et al.*, (2004b).

La medición de la temperatura y el pH consistió en la inserción directa en el músculo, de un potenciómetro de carne previamente calibrado de marca Hanna Instruments (penetration pH electrode, HI 8314 membrana pHmeter. 115V-60Hz. Cod.1.1176); y de un termómetro de bayoneta digital (modelo N. 31308- KC, Type K Thermoeouple, Atkins Technical, Inc. Gainesville Florida).

## 6.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de peso vivo, peso canal caliente, peso canal fría, así como la temperatura y el pH de en los músculos *Pectoralis mayor* derecho y *Biceps femoris* derecho, a la 1 y 24 horas *post mortem*, en forma individual se sometieron a un análisis de varianza. Con el fin de determinar diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ( $p < 0.01$ ) (Daniel, 2004).

## 7. RESULTADOS

El cuadro 2 muestra que en el peso vivo, el peso de la canal caliente y el peso de la canal fría, resalta que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, en lo que respecta a pesos.

Cuadro 2 Valores de peso vivo, peso canal caliente y peso canal fría.

Pesos	Tratamientos		
	<i>Apis mellifica</i>	<i>Digitalis purpurea</i>	Testigo
	(n = 10)	(n = 10)	(n = 10)
	Promedio $\pm$ EEM	Promedio $\pm$ EEM	Promedio $\pm$ EEM
Peso vivo (kg)	2649.5 $\pm$ 52.28 a <sup>§</sup>	2409.5 $\pm$ 87.50 a	2615 $\pm$ 78.31 a
Peso canal caliente (kg)	1857.2 $\pm$ 40.14 a	1666.9 $\pm$ 67.73 a	1801.4 $\pm$ 57.99a
Peso canal fría (kg)	1936.4 $\pm$ 45.30 a	1765 $\pm$ 59.85 a	1911 $\pm$ 59.12 a

EEM: Error estándar de la media.

§: Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencias estadísticas significativas (P< 0.01)

El cuadro 3 muestra el pH y la temperatura del músculo *Pectoralis mayor*, se observó que en el tratamiento con *Apis mellifica* el pH y temperatura inicial fueron mayores (P< 0.01), no así el pH final donde no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, en cuanto a la temperatura final del tratamiento con *Apis mellifica* fue menor en comparación con el tratamiento *Digitalis purpurea* (P<0.01).

Cuadro 3. Valores de pH y temperatura del músculo *Pectoralis mayor* derecho.

Indicadores	Momento de medición <i>post mortem</i>	Tratamientos		
		<i>Apis mellifica</i> (n = 10) Promedio $\pm$ EEM	<i>Digitalis purpurea</i> (n = 10) Promedio $\pm$ EEM	Testigo (n = 10) Promedio $\pm$ EEM
pH				
Inicial	1 hora	6.73 $\pm$ 0.05 a <sup>§</sup>	6.25 $\pm$ 0.05 b	6.20 $\pm$ 0.05 b
Final	24 horas	5.86 $\pm$ 0.88 a	5.80 $\pm$ 0.03 a	5.80 $\pm$ 0.03 a
Temperatura				
Inicial (°C)	1 hora	26.4 $\pm$ 0.03 a	23.7 $\pm$ 0.42 b	24 $\pm$ 0.14 b
Final (°C)	24 horas	5.9 $\pm$ 0.1 b	6.7 $\pm$ 0.21 a	6.1 $\pm$ 0.17 ab

EEM: Error estándar de la media.

<sup>§</sup>: Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencias estadísticas significativas (P < 0.01)

En el cuadro 4, muestran el pH y la temperatura del músculo *Biceps femoris* derecho donde destaca que el pH inicial fue mayor en el tratamiento con *Apis mellifica* (P < 0.01). Las variables de pH final, temperatura inicial y final no mostraron diferencias estadísticas significativas (P > 0.01).

Cuadro 4. Valores de pH y temperatura del músculo *Biceps femoris* derecho

Indicadores	Momento de medición <i>post mortem</i>	Tratamientos		
		<i>Apis mellifica</i> (n = 10) Promedio ± EEM	<i>Digitalis purpurea</i> (n = 10) Promedio ± EEM	Testigo (n = 10) Promedio ± EEM
pH				
Inicial	1 hora	6.60 ± 0.06 a <sup>§</sup>	6.29 ± 0.07 b	6.18 ± 0.05 b
Final	24 horas	6.29 ± 0.03 a	6.26 ± 0.07 a	6.20 ± 0.04 a
Temperatura				
Inicial (°C)	1 hora	22.9 ± 0.87 a	23.7 ± 0.47 a	23.3 ± 0.26 a
Final (°C)	24 horas	5.3 ± 0.21 a	5.8 ± 0.13 a	5.7 ± 0.21 a

EEM: Error estándar de la media.

§: Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencias estadísticas significativas (P < 0.01)

## 8. DISCUSIÓN

Los valores del peso vivo, del peso de la canal caliente en este estudio fueron mayores a los reportados por Orama (2006) en pollo de la misma línea y de la misma edad. Esta diferencia de pesos puede atribuirse a las condiciones bajo las cuales se realizó la engorda, debido a que las mismas tienen una marcada influencia en la tasa de crecimiento y en la composición corporal en los animales (Warriss, 2003).

La ausencia de diferencias estadísticas en cuanto a los pesos de las canales frías y calientes entre los tratamientos, implica que la capacidad de retención de agua (Warriss, 2003) es similar en todos los tratamientos y por lo tanto, los medicamentos no tuvieron ninguna influencia en este aspecto.

Los valores obtenidos de pH inicial del músculo *Pectoralis mayor* en los tratamientos, fueron similares a los reportados por Castelló *et al.* (2002) y Yu *et al.* (2005) a los 15 y 20 minutos *post mortem* en pollos, y por diferentes autores en pavos (Pietrzark *et al.*, 1997; Rathgeber *et al.*, 1999; Fernandez *et al.*, 2002; Fraqueza *et al.*, 2006; Molette *et al.*, 2006).

La carne de pechuga con características PSE se produce cuando existen valores de pH menores a 5.8 a los 20 minutos *post mortem* (Pietrzak *et al.*, 1997; Rathgeber *et al.*, 1999; Petracci *et al.*, 2001; Rammouz *et al.*, 2004a), sin embargo, en este estudio se obtuvieron valores de pH iniciales a 5.8 en el músculo *Pectoralis mayor* derecho en los tres tratamientos, aunque en *Apis mellifica* presentó el mayor pH, lo anterior implica que la condición de PSE en la carne de pechuga no se produciría, sin embargo, se sugiere que se investigue más a este homeopático en cuanto a este aspecto.

Se observa que el pH del músculo *Pectoralis mayor* de continuó descendiendo después de la hora *post mortem*. De acuerdo con Fraqueza *et al.*, (2006) el músculo *Pectoralis* presenta el *rigor mortis* después de las 2 horas. Por

otro lado, Yu *et al.*, (2005) mencionan que generalmente niveles de pH del músculo de las aves desciende rápidamente cerca de la neutralidad a alrededor de 5.6 a 5.8 después de 6 a 8 horas.

Asimismo, los valores de pH finales para los tres tratamientos en *Pectoralis*, se encuentran en el límite superior reportado por Rose (1979) en pollos, similares a los encontrados por Rammouz *et al.*, (2004a) en pollos sometidos a un mínimo estrés y a estrés por calor y similares en pavos (Rathgeber *et al.*, 1999; Fernández *et al.*, 2002; Fraqueza *et al.*, 2006; Molette *et al.*, 2006).

Por otro lado, los valores de pH iniciales del músculo *Biceps femoris*, de los tratamientos son similares a los obtenidos a los 15 y 20 minutos *post mortem* en el músculo *Biceps* en pollo (Castelló *et al.*, 2002; Yu *et al.*, 2005) y en el músculo ilíon tibial de pavos (Fernández *et al.*, 2002). El pH final del músculo *Biceps femoris* fue similar para los tratamientos con *Apis mellifica*, *Digitalis purpurea* y testigo encontrándose dentro de los valores mencionados por Rose (1979), siendo similares a los reportados en pollos y pavos por Yu *et al.*, (2005) y Fernandez *et al.*, (2002).

Diversos autores (Van Laack y Lane, 2000; Richardson y Mead, 2001; Yu *et al.*, 2005) mencionan que en las fibras rojas, el inicio del rigor es rápido y el pH final es alto, en comparación con las fibras blancas. Dicho comportamiento concuerda con los valores obtenidos en este trabajo para *Biceps femoris*, el cual no presentó disminución de pH drástica en todos los tratamientos. Sin embargo, en el caso de *Apis mellifica* la disminución de pH entre horas fue significativo. Aunque, en forma general éste comportamiento no lo presentó *Pectoralis mayor*, lo anterior se puede atribuir al diferente tipo de metabolismo entre músculos, debido a que las fibras rojas, como *Biceps*, presentan metabolismo oxidativo y las blancas, como *Pectoralis*, presentan metabolismo glucolítico.

Es importante resaltar que el pH de la carne depende de la cantidad de glucógeno presente en el músculo al sacrificio, y está influido por la duración del transporte y el estrés antes y durante el sacrificio (Yu *et al.*, 2005; Nissen y Young 2006). El valor de pH del músculo *post mortem* disminuye a medida que la concentración de ácido láctico aumenta (Lawrie, 1998) por lo que músculos con mayores reservas de glucógeno tienden a presentar valores finales de pH más bajos como es el caso del *Pectoralis*.

Los resultados obtenidos del pH final en este estudio se encuentran dentro del intervalo reportado por varios autores como carne normal (Rathgeber *et al.*, 1999; Castelló *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2002; Yu *et al.*, 2005; Fraqueza *et al.*, 2006; Molette *et al.*, 2006), al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos (*Apis mellifica*, y *Digitalis purpurea*) con el tratamientos testigo, se concluye que el pH final no fue afectado por los tratamientos.

Las temperaturas iniciales de *Pectoralis mayor*, en los tratamientos están por arriba de las reportadas por Rathgeber *et al.*, (1999) en el músculo pectoral de pavos de entre 10.5 y 12 kg, a los 60 minutos *post mortem*. Sams y Alvarado (2004) mencionan que el enfriamiento rápidamente del *Pectoralis* de modo que alcance una temperatura de 25 °C o menos, en 60 minutos *post mortem* previene una carne de pobre calidad, específicamente carne con características PSE. En este trabajo las temperaturas iniciales de los tratamientos *Digitalis purpurea* y testigo son inferiores a los 25 °C, ubicándose su pH a las 24 horas en el rango de carne normal. Sin embargo, el tratamiento con *Apis mellifica* la temperatura inicial fue mayor a 25 °C lo cual se podría atribuir a que en este tratamiento pudo haber una mayor conversión de glucógeno a ácido láctico y la hidrólisis de ATP y CP en el músculo (Santiago, 2002).

Las temperaturas a las 24 horas *post mortem* obtenidas fueron superiores a las temperaturas reportadas por Molette *et al.*, (2006) en el mismo tiempo en pavos. Aunque es importante señalar que las variaciones en la temperatura se pueden atribuir al tamaño de la canal, a la cobertura de tejido adiposo subcutáneo y a la circulación de aire sobre la superficie (Warriss, 2003).

Normalmente, tras la muerte la temperatura del músculo cae progresivamente con el tiempo, dicho cambio no es homogéneo en tanto en las diferentes partes del músculo como en la canal, puesto que los gradientes de temperatura varían durante la refrigeración (Warriss, 2003).

Aunque diferentes autores han relacionado el peso de la canal fría y el pH a las 24 horas *post mortem* en *Pectoralis mayor*, no hay consistencia en las observaciones, por ejemplo: Petracci *et al.*, (2001) encontraron que no existieron diferencias estadísticas en el pH final, pero si en el peso de la canal pollos de engorda sometidos a diferentes temperaturas *ante mortem*. Fernandez *et al.*, (2002) observaron que aves con un peso mayor correspondían a pH más altos; por otro lado, Fraqueza *et al.* (2006) encontró en pavos que a mayor peso, menor pH final. En esta investigación se encontró que el peso de la canal fría y el pH final del músculo *Pectoralis mayor* no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Sin embargo, se requiere mayores investigaciones para saber si entre los tratamientos hay diferencias por peso de la canal fría y el pH a las 24 horas *post mortem*.



## 9. CONCLUSIONES

*Apis mellifica* 200c y *Digitalis purpurea* 200c como aditivos promotores de crecimiento, no tuvieron efecto sobre el peso vivo, el peso de la canal caliente, el peso de la canal fría en pollo de engorda Ross 308.

*Apis mellifica* 200c provocó que el pH y la temperatura a la hora *post mortem* en *Pectoralis major* fueran mayores, lo anterior implica que no se presentará la condición pálida suave y exudativa en la carne de pechuga de las aves tratadas con este medicamento, se sugiere que se investigue más a este homeopático en cuanto a este aspecto.

El pH y la temperatura en los músculos *Pectoralis major* y *Biceps femoris* a las 24 horas *post mortem* no fueron afectados por *Apis mellifica* 200c y *Digitalis purpurea* 200c.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, C.Z. 2004, Corrección mediante marinación de carne pálida, suave y exudativa, Memorias del VI Simposium Internacional de Procesamiento de aves y calidad de producto. ANECA. 13 de febrero de 2004. Querétaro, México.
- Alltech, 2004. Desarrollando un Mundo sin Antibióticos Promotores del Crecimiento. Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica. Año 17, No. 193, Febrero de 2004, pp., 16-17.
- Ayala, F.R. y Cardona L.A 1993. Valoración de cuatro medicamentos homeopáticos en la prevención de ascitis en pollo de engorda. *Apis mellifica* 200c, *Apocynum cannabinum* 200c, *Digitalis lanata* 200c, *Lachesis muts* 200c Tesis FES - C. UNAM.
- Bejarano, S.M. 2001, Enciclopedia de la carne y de los productos carnicol Vol. 1, Ediciones Martin & Macias.
- Belon, F.1985. Investigación en Homeopatía. Editorial coord. Francia. Pp. 124-127.
- Bidarte, I. A. 2002. Homeopática Veterinaria. Editorial Diputación Provincial de Toledo. Toledo.
- Briones, S. F. 1997. Manual de veterinaria homeopática, 2ª Ed. Universidad de Chile. Editorial propulsora de Homeopatía, México, D.F.
- Castelló, L. J. A., Cebo B. R., Cerero B. R., García M. E. 2002. Producción de carne de pollo. Real Escuela de Avicultura, 2ª Ed. España.
- Cortés, P. U. 1997. Evaluación del clenbuterol como promotor de crecimiento en dietas para pollos de engorda y como preventivo contra el síndrome ascítico. Tesis FMVZ-UNAM.
- Daniel W.W. 2004. Bioestadística, Bases para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Ed. en español. Editorial Limusa.
- Duarte, V., Corzo R., Leandro G., Morles M. 2005, Uso de *Calcarea carbonica* y *Baryta carbonica* como promotores del incremento en peso en la especie

- porcina. Revista electrónica de veterinaria, REDVET, Vol. 1, No. 2, Febrero 2005, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>
- FAO, 2006, Perspectivas alimentarias (análisis del mercado mundial). Deposito de documentos de la FAO. No.1, junio 2006, <http://www.fao.org/docrep/009/j7927s/j7927s08.htm#32>
- Fraqueza, M.J. Cardoso A.S., Ferreira M.C., Barreto A.S., (2006) Incidente of Pectoralis major turkey muscles with Light and dark color in a Portuguese Slaughterhouse. Poultry Science 85: 1992-2000.
- Fennema, R.O. 1993. Química de los alimentos 1ª. Ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Fernandez, X., Santé V., Baeza E., Lebihan-Duval E., Berri C., Rémignon H., Babilé R., Portier Le G., and Astruc T. 2002. Effects of the rate of muscle *post mortem* pH fall on the technological quality of turkey meat. British Poultry Science 43: 245-252.
- Forrest, Aberle, Hedrick, Judge, Merkes, 1979, Fundamentos de ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Froning, G.W. 1995. Color of poultry meat. Poult. Avian Biol. Rev. 6:83-93.
- Grossklaus, D. 1979. Inspección Sanitaria de la Carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Hargreaves, A., Barrales L., Larrain R. y Zamorano L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. Revista latinoamericana de ciencias de la agricultura. Vol. 31 no. 3. pp. 155-166.
- Hernández, M. R. 2003. Recomendación en el uso de medicamentos homeopáticos para el tratamiento del síndrome ascítico en pollo de engorda. Tesis FES - C. UNAM.
- Lawrie, R.A. 1998. Ciencia de la carne. 3ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Molette, C., Sérieye V., Rossignol M., Babilé R., Fernandez X. and Rémignon H. 2006. High *Post mortem* Temperature in Muscle Has Very Similar Consequences in Two Turkey Genetic Lines. Poultry Science 85: 2270-2277.

- Moreno, G., A., V. Rueda N. A.L. Cuellar Villacé. 1999. Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en mataderos. Archivos de Zootecnia. No. 48. pp. 33 – 42.
- Morfín, L.L. 2002; Material de apoyo área de Bromatología, FSC, UNAM.
- Morfín, L.L., Camacho M.F. 1990; Incremento de peso en lechones mediante la administración de un compuesto homeopático. Veterinaria Homeopática, marzo. pp. 2-10.
- Nissen, P.M. y Young J.F. 2006. Creatine Monohydrate and Glucose Supplementation to Slow- and Fast- Growing Chickens the *Post mortem* pH Pectoralis Major. Poultry Science 85: 1038-1044.
- OMHI., 2000. La agricultura, la homeopatía y Europa, Editorial OMHI.
- Orama, M., J.A. 2006, Efecto de la inclusión de lodo de la industria avícola fermentado y desecado en dietas para pollos de engorde sobre el desempeño prouctivo, composición de la canal y calidad de la carne. Tesis de maestría. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez.
- Ortega, S. de T. 2006. La avicultura en el Marco de la Globalización I de II partes. Tecnología Avípecuaria en Latinoamérica “Integral” Año 19 No. 219, pp. 42-44.
- Owens, C.M., 2004. Efectos de la producción viva sobre el desarrollo de la carne pálida, suave y exudativa. Memorias del VI Simposium Internacional de Procesamiento de aves y calidad de producto. ANECA. 13 de febrero de 2004. Querétaro, México.
- Petracci, M., Fletcher D.L. y Northcutt J.K., 2001. The Effect kof Holding Temperature on Live Shrink, Processing Yield, and Breast Meat Quality of Broiler Chickens. Poultry Science 80: 670-675.
- Pietrzak, M., Greaser M.L., y Sosnicki A.A. 1997. Effect of Rapid Rigor Mortis Processes on Protein Functionality in Pectoralis Major Muscle of Domestic Turkeys. J. Anim. Sci. 75: 2106-2116.
- Poitevin B.1992. Introducción a la homeopatía,1ª Ed. Editorial Médico Homeopática Mexicana. pp. 13-17,20-25,49-59,72-79.

- Prändl, O., Fischer A., Schimidhofer T., Sinell Hans-Jurgen. 1994, Tecnología e higiene de la Carne, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Quiquandon, H. 1983, Homeopathie Veterinaire Biothérapies. Editions du point veterinaries.
- Rammouz, El R., Berri C., Bihan-Duval E., Babilé R., Fernandez X. 2004a. Breed Differences in the Biochemical Determinism of Ultimate pH in Breast Muscles of Broiler Chickens—A Key Role of AMP Diaminase?. Poultry Science 83: 1445-1451.
- Rammouz, El R., Babilé R., Fernandez X. 2004b. Effect of ultimate pH on the physicochemical and biochemical characteristics of turkey breast muscle showing normal rate of *post mortem* pH fall1. Poultry Science 83: 1750, 1757.
- Rathgeber, B.M., Boles J.A. y Shand P.J. 1999. Rapid *Post mortem* pH Decline and Delayed Chilling Reduce Quality of Turkey Breast Meat. Poultry Science 78: 477-484.
- Reyna, S. L. 2003-2004, Uso de aditivos en la alimentación avícola. Los avicultores y su entorno. Año 6, No. 36 Diciembre 2003 – Enero 2004, pp. 19 – 24.
- Richardson, R.I. y Mead G.C. 2001. Ciencia de la carne de ave. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Rose, S. P., 1979. Principios de la ciencia Avícola. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Rubio, L.M.S. 1996. Conceptos relacionados con la calidad de la carne. Curso de actualización: Ganadería industrial y ciencia de la carne en México 1996. FMVZ. UNAM. pp. 133–139
- Sams, A.R. Alvarado C.Z. 2004. Turkey Carcass Chilling and Protein Denaturation in the Development of Pale, Soft, an Exudative Meat. Poultry Science 83:1039-1046.
- Santiago, A.H.L. 2002, Biological, nutritional, and processin factors affectin breast meat quality of broilers.

- Silva, C.E., Cervantes S.J.M, 2000. Historia de la Homeopatía Veterinaria en México. Memorias de la Primera Jornada de Historia de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, 24 y 25 de agosto, FMVZ. UNAM. pp. 116-123.
- Schreurs, E.J.G., 2000. Post-mortem changes in chicken muscle. World's Poultry Science Journal, Vo. 56, December. Pp. 319 – 343.
- UNA, (Unión Nacional de Avicultores). 2006. <http://www.una.com.mx/index.htm>
- Van Laack, R.L.J.M., y Lane J.L. 2000. Denaturation of Myofibrillar Proteins from Chicken as Affected by pH, Temperature, and Adenosine Triphosphate Concentration. Poultry Science 79: 105-109.
- Vannier, L. 1989. Compendio de Terapéutica homeopática. 8ª Ed. Editorial Porrúa. México, D.F.
- Vijnovsky, B. 1978. Tratado de materia médica homeopática. Tomo 1. Buenos Aires Argentina. pp. 119, 596-601.
- Warriss, P.D. 2003. Ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Young, J.F., Karlsson, A.H. y Henckel P. 2004. Water-holding capacity in chicken breast muscle is enhanced by pyruvate and reduced by creatine supplements. Poultry Science 83: 400-405.
- Yu, L. H., Lee E. S., Jeong J. Y., Paik H. D., Choi J. H., Kim C. j., 2005. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscle. Meat Science 71: 375 -382.