



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“EFECTO DEL DIMETILGLICINATO DE SODIO (Na-DMG) TAMINIZER,
EN LA MASA MUSCULAR EN POLLO DE ENGORDA EN MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

Marlon Noriega Peralta

ASESOR: Dr. José Juan Francisco Ortega Sánchez De Tagle

COASESOR: Dr. Ariel Ortiz Muñiz



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.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Tendencias de la avicultura a nivel mundial.....	3
1.2 Avicultura mexicana.....	9
1.3 Consumo de productos avícolas.....	11
1.4 Usos de aditivos en dietas de aves.....	13
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo general.....	16
2.2 Objetivos particulares.....	16
3. HIPÓTESIS	16
4. MARCO CONCEPTUAL	17
4.1 Dimetilglicinato de sodio.....	17
5. MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1 Localización.....	19
5.2 Animales experimentales.....	19
5.3 Alojamiento y equipo.....	19
5.4 Metodología.....	20
5.5 Modelo estadístico.....	21
6. RESULTADOS	23
6.1 Ganancia de peso.....	23
6.2 Índice de conversión.....	23
6.3 Índice de crecimiento.....	23
6.4 Evaluación de Canales.....	23

6.5 Pechuga.....	24
6.6 Muslo y pierna	24
6.7 Carcasa.....	24
6.8 Alas.....	24
6.9 Tarsos y cabeza	24
6.10 Resultados del coeficiente de variación de la masa muscular	24
6.11 Mortalidad.....	24
7. DISCUSIÓN	26
8. CONCLUSIÓN	31
9. BIBLIOGRAFÍA.....	32
10. ANEXOS.....	35
10.1 Composición nutricional de dieta comercial (pre inicio, inicio, crecimiento, finalización).....	35
10.2 Peso de las aves (Análisis de varianza y prueba de Tukey).....	37
10.3 Promedio de conversión alimenticia por tratamiento (total machos y hembras)	38
10.3.1 Índice de conversión alimenticia (Análisis de varianza y prueba de Tukey) .	38
10.4 Peso de canal (Análisis de varianza y prueba de Tukey).....	39
10.5 Peso de la pechuga (Análisis de varianza y prueba de Tukey)	40
10.6 Peso de pierna y muslo (Análisis de varianza y prueba de Tukey).....	41
10.7 Carcasa de pollo (Análisis de varianza y prueba de Tukey)	42
10.8 Alas (Análisis de varianza y prueba de Tukey)	43
10.9 Tarsos y cabeza (Análisis de varianza y prueba de Tukey).....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Producción mundial de carne de ave, cerdo y bovino 2006/2011	4
---	---

Cuadro 2 Comparación de países o regiones en cuanto a producción, consumo e importaciones de carne de pollo en 2010	9
Cuadro 3 Macho Ross 308 despiece	20
Cuadro 4 Hembra Ross 308 despiece	21

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Desarrollo de la producción mundial	3
Gráfica 2 Tendencia de la producción de carne de ave en el mundo.....	5
Gráfica 3 Tendencia de la producción de huevo en el mundo	5
Gráfica 4 Aumento previsto del consumo mundial de pollo y huevo (Kg/persona/año)..	6
Gráfica 5 Aumento de la demanda de carne de ave total por región 2008-2010 proyección a 2020.....	7
Gráfica 6 Participación de la exportaciones mundiales de carne en 2011	7
Gráfica 7 Exportaciones mundiales de carne de ave por región	8
Gráfica 8 Importaciones mundiales de carne de ave por región	8
Gráfica 9 Principales países productores de carne de pollo	10
Gráfica 10 Producción pecuaria en México	10
Gráfica 11 Consumo per-cápita de carne de pollo.....	13
Gráfica 12 Conversión alimenticia por tratamiento.....	26
Gráfica 13 Peso promedio de las aves por tratamiento.....	27
Gráfica 14 Peso promedio de la canal por tratamiento	28
Gráfica 15 Peso promedio de la pechuga por tratamiento	28
Gráfica 16 Peso promedio de pierna y muslo por tratamiento	29

Gráfica 17 Peso promedio de la carcaza por tratamiento.....	29
Gráfica 18 Peso promedio de las alas por tratamiento.....	30
Gráfica 19 Peso promedio de tarsos y cabeza por tratamiento.....	30

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del uso del N,N-Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG), Taminizer® como promotor para mejorar los parámetros productivos, el rendimiento en canal además promover el aumento de la masa muscular (pectoral y femoral) del pollo de engorda; se utilizaron 90 pollitos comerciales de un día de edad, estirpe Ross 308, alojados en caseta con ambiente controlado formando nueve lotes de 10 aves, asignándoles aleatoriamente tres niveles de tratamiento: 500 ppm (T500), 1000 ppm (T1000) y un control (T0); adicionando el (Na-DMG) en el alimento comercial, semanalmente se registró el peso de las aves, así como el índice de conversión; al final de la prueba, después del sacrificio se efectuó el despiece pesando cada una de las partes de la canal. Se aplicó un diseño completamente al azar en el análisis del peso de cada semana y un diseño en bloques al azar para analizar el peso durante las 7 semanas del experimento; para analizar el índice de conversión se utilizó un modelo de regresión lineal para ajustar los datos semanalmente, estos se analizaron mediante un diseño en bloques al azar. También se utilizó un modelo de regresión exponencial para explicar el crecimiento corporal de las aves en cada tratamiento. El análisis de datos se realizó con el programa Excel® versión 2010 de Microsoft Office; el caso de haber significancia estadística se hizo la comparación múltiple de medias por el procedimiento de Tukey. En la ganancia en el peso corporal, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) hasta la cuarta semana que favorecieron a los grupos tratados con T500 ppm y T1000 ppm, en la quinta y sexta semana los grupos tuvieron un promedio de peso similar notándose diferencia en la semana 7 debido a esta variabilidad se aplicó un diseño en bloques al azar donde el grupo T1000 supera estadísticamente al testigo ($p < 0.05$); en cuanto al índice de conversión es diferente estadísticamente ($p < 0.05$) en todos los tratamientos siendo menor en T1000 ppm y mayor en T0. El análisis del índice de crecimiento aplicando el modelo $\hat{Y} = (\alpha) * (x) * \text{Exp } \beta$ en cada tratamiento permite inferir que el peso esperado en el día 47 supera en 43g (T1000) y 42g (T500) al testigo (T0). En la evaluación de canales el peso de los grupos tratados superan significativamente ($p < 0.05$) al testigo, sin embargo T1000 y T500 son iguales estadísticamente; en lo que respecta a la pechuga el peso es significativamente ($p < 0.05$) diferente en cada grupo siendo mayor en T1000; en el peso de piernas y muslos es significativamente ($p < 0.05$) mayor en los grupos T500 y T1000 con respecto a T0 sin embargo

estos no difieren entre sí; en lo que se refiere al peso de la carcasa, de las alas y de tarsos y cabeza es mayor significativamente ($p < 0.05$) en el grupo T0, T500 y T1000 no difieren entre si; Los resultados sugieren que a una dosis de 500 ppm se pueden mejorar los parámetros productivos, el rendimiento en canal y aumentar la masa muscular especialmente la de los músculos pectorales (pechuga).

Palabras clave: **Promotor, Conversión Alimenticia, Aumento de Masa Muscular (Pechuga), Pollo de Engorda.**

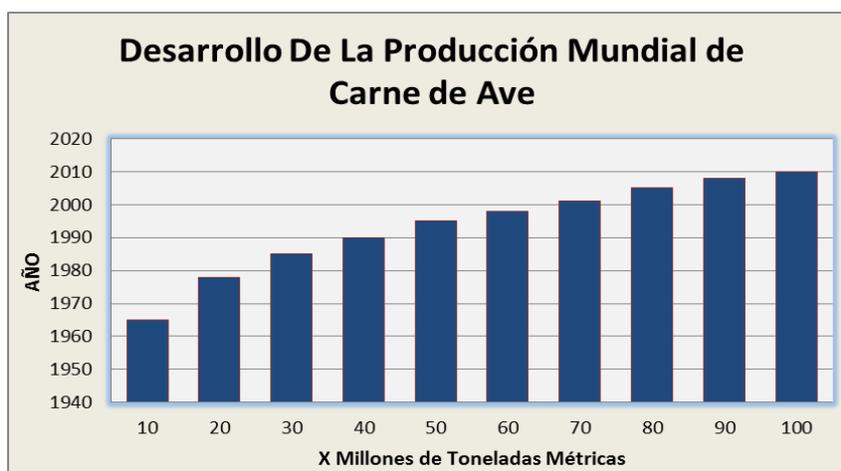
1. INTRODUCCIÓN

1.1 TENDENCIAS DE LA AVICULTURA A NIVEL MUNDIAL

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas y esto se debe principalmente a la acción conjunta entre genética, nutrición, sanidad y manejo. En estos últimos tiempos, la avicultura ha expresado un importante crecimiento; no sólo en la producción de toneladas de carne y huevo sino también en el consumo interno y las exportaciones de productos y subproductos avícolas (Tavernari et al, 2008).

Un notable aumento en el volumen de los últimos años se muestra en el gráfico1, la producción registrada en el mundo no sobrepasa las 50 millones de toneladas por año hasta 1994, sin embargo, en 2005 ya estaban en 80 millones de toneladas, antes de añadir otros 20 millones de toneladas en los últimos seis años (Guía Ejecutiva Watt 2011).

Entre 2009 y 2010 el crecimiento mundial en la producción de carne de ave fue del 4%. Un aumento del 2% desde 2010 hasta 2011, por lo tanto, parece pequeña la proporción según los analistas del mercado, pero aun así es más alta que las tasas de crecimiento que se logran en otras carnes (Guía Ejecutiva Watt 2011).



Gráfica 1 Fuente: Guía Ejecutiva Watt. Pág. 16. Año 2011 www.WATTAgNet.net

Durante 2011 la producción mundial de carne de ave fue de más de 83 millones de toneladas, teniendo una variación del 2.9% en comparación con el año 2010 (Cuadro 1) (Guía Ejecutiva Watt 2011).

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARNE DE AVE, CERDO Y BOVINO 2006/2011							
X 1000 Toneladas métricas							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	% Variación 10/11
AVE*	69464	73663	77053	77320	81012	83328	2.90%
CERDO	95377	94013	97743	100399	103223	104514	1.30%
BOVINO/TERNERA	57751	58618	58600	57356	57323	57358	0.10%
*Pollo + pavo.							

Cuadro 1. Fuente: Guía Ejecutiva Watt. Año 2011. www.WATTAgNet.net

Pero un pronóstico inicial de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), tal como se expresa en términos de equivalente de peso en canal demostrará que en 2011 la producción de carne de ave ha sido de más de 98 millones de toneladas métricas por primera vez en su historia (Gráfica 2) (Guía Ejecutiva Watt 2011).

Visiones del año 2020 procedentes de diversas fuentes sugieren que la producción mundial de carne de aves de corral se acercará a 122,5 millones de toneladas métricas y que 72 millones de toneladas de huevos se producirán en el mundo para entonces. Con una población total de 7.500 millones de personas (Guía Ejecutiva Watt 2011).

La FAO afirma que la producción mundial de carne crecerá a una tasa promedio de 1,8% anual hasta el año 2020, en este lapso se añadirán 60 millones de toneladas métricas de carne; y que el 78% del crecimiento previsto en los suministros de carne a nivel mundial implica principalmente la producción de carne de ave y cerdo en los países en desarrollo (Guía Ejecutiva Watt 2011).



Gráfica 2 Fuente: *Guía Ejecutiva Watt. Pág. 8 Año. 2011. www.WATTAgNet.net*

Para la producción de huevos en el 2011 se esperan un total de 64 millones de toneladas métricas (Gráfica 3), por lo tanto, la producción de carne de ave se puede decir que se ha expandido a nivel mundial en aproximadamente un 43% desde el año 2000, mientras que la producción de huevos ha crecido en más del 25% durante el mismo periodo (Guía Ejecutiva Watt 2011).

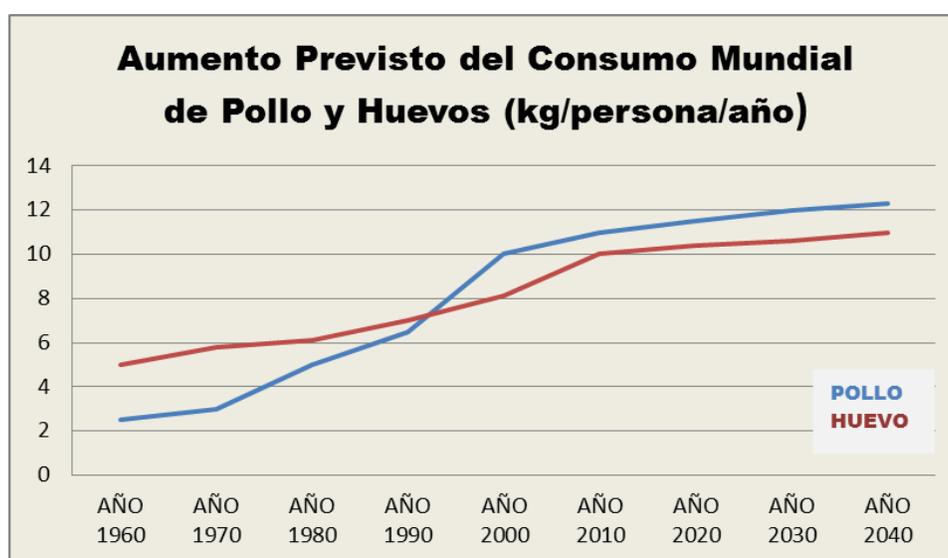


Gráfica 3 Fuente: *Guía Ejecutiva Watt. Pág. 9. Año 2011. www.WATTAgNet.net*

En la evaluación actual, la demanda mundial de huevo podría llegar a 71 millones de toneladas métricas por año en 2015; teniendo probablemente los mayores incrementos en Brasil, Turquía, India y China (Guía Ejecutiva Watt 2011).

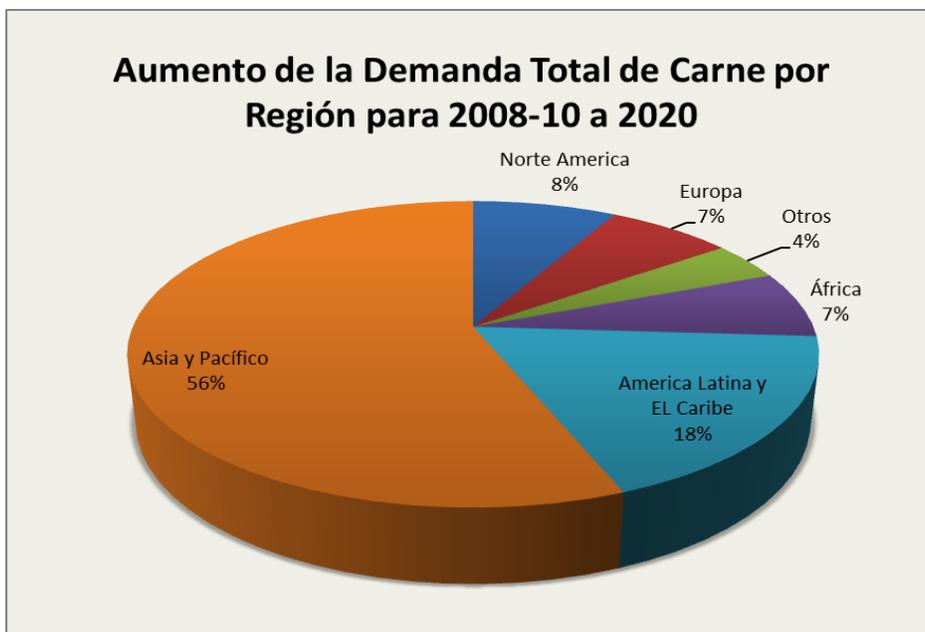
En previsiones de huevo el porcentaje de crecimiento en el peso de producción, comparando 2015 con 2011, oscilan entre el 0,6% en la Unión Europea y el 0,3% en Japón, el 9% a 10% en China e Indonesia, el 14% en la India y Turquía, y 17 % en Brasil (Guía Ejecutiva Watt 2011).

Con los aumentos proyectados en el consumo per cápita de carne de ave y huevo en las próximas décadas (Grafica 4), la composición del mercado mundial prevé que la carne de pollo seguirá siendo la más popular del mundo (Guía ejecutiva Watt 2011).



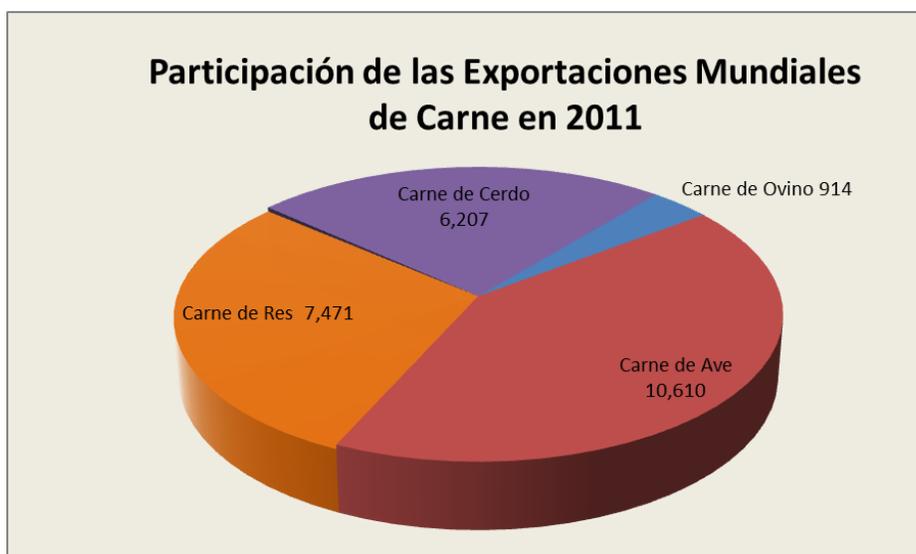
Gráfica 4. Fuente: Guía Ejecutiva Watt. Pág. 12. Año 2011. www.WATTAgNet.net

Teniendo la mayor parte de la demanda adicional de carne en la región de Asia-Pacífico (Gráfica 5). Con grandes aumentos de una serie de países de Asia (Guía Ejecutiva Watt 2011).

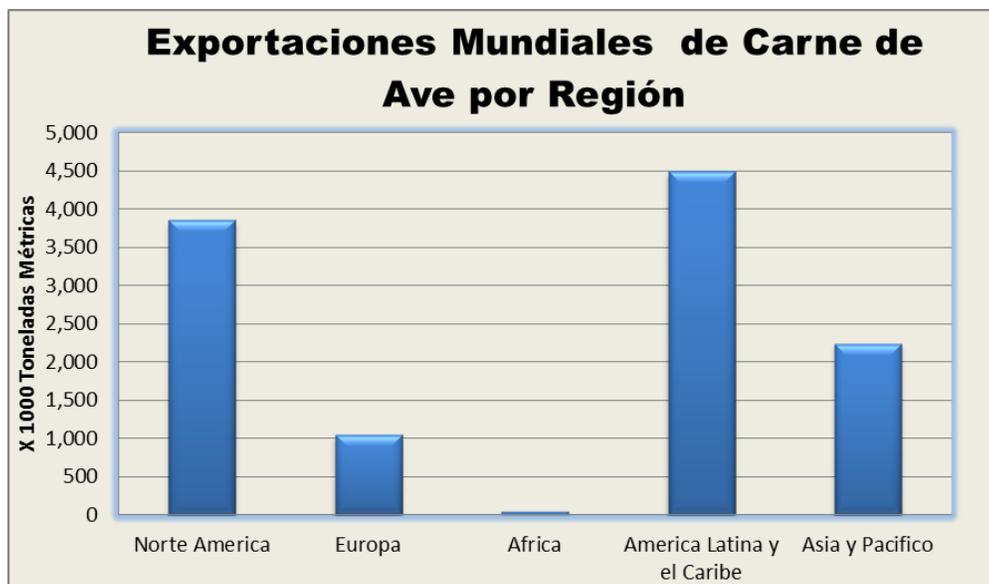


Gráfica 5. Fuente: *Guía Ejecutiva Watt. Pág. 13. Año 2011. www.WATTAgNet.net*

En lo que se refiere al valor comercial la carne de ave es ahora objeto de comercio entre países más que cualquier otro tipo de carne (Gráfica 6). Las principales regiones del mundo para las exportaciones de carne de ave y las importaciones se muestran en las gráficas 7 y 8, respectivamente (Guía Ejecutiva Watt 2011)



Gráfica 6. Fuente: *Guía Ejecutiva Watt. Pág. 22. Año 2011. www.WATTAgNet.net*



Gráfica 7. Fuente: Guía Ejecutiva. Pág. 22. Año 2011. www.WATTAgNet.net



Gráfica 8. Fuente: Guía Ejecutiva Watt. Pág. 23. Año 2011. www.WATTAgNet.net

En un informe del Departamento de Agricultura de EE.UU. Servicio Exterior de Agricultura se han centrado en las exportaciones de carne de pollo por los principales países exportadores, que se espera que un total de casi 8,9 millones de toneladas métricas en 2011. Esto sería un aumento del 1,4% en los 8,79 millones de toneladas exportados por estos países en 2010 (Guía Ejecutiva Watt 2011).

Comparando los principales países productores:

**Comparacion De Paises o Regiones en Cuanto a Producción,
Consumo e Importaciones de Carne de Pollo en 2010**

	PRODUCCIÓN	CONSUMO	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES
USA	22%	18%	1%	35%
China	17%	17%	4%	4%
Brasil	16%	12%	0%	36%
Unión Europea	12%	12%	8%	11%
México	4%	4%	7%	0%
India	3%	4%		0%
Rusia	3%	4%	8%	0%
Argentina	2%	2%	0%	2%
Iran	2%	2%	1%	
Sudafrica	2%	2%	3%	0%
Fuente: basado en el USDA y BMO Mercado de capitales				

Cuadro 2. Fuente: Guía ejecutiva Pág. 9. Año 2011. www.WATTAgNet.net

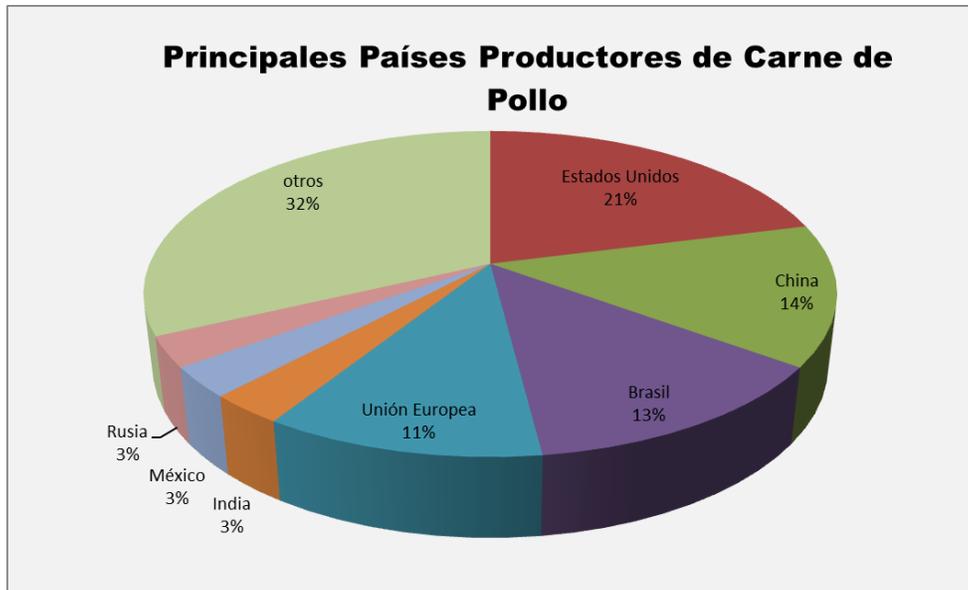
Con estas graficas y cuadros se puede notar la importancia que va a representar la industria avícola en los próximos años a nivel mundial.

1.2 AVICULTURA MEXICANA

México tiene una tasa de crecimiento poblacional anual del 1.4% (2000-2010). En 2010 tiene una población de 112.3 millones de habitantes (INEGI 2010).

El incremento en la población significa que existe un reto en cuanto a producción de más y mejor calidad de carne o huevo ya que la importancia del sector avícola en México radica en el papel estratégico que tiene en la nutrición de la población (Cuca 1978).

Respecto a la producción de pollo, México ostenta el quinto lugar mundial detrás de Estados Unidos, China, Brasil y la Unión Europea (Gráfica 9) (Guía Ejecutiva 2011).



Gráfica 9. Fuente: *Guía Ejecutiva Watt. Pág. 16. Año. 2011. www.WATTAgNet.net*

Cabe señalar que la actividad avícola abarca el 63.22% de la producción pecuaria nacional, el pollo aporta el 34%, el huevo 29% y el pavo 0.2%. El restante, 37.8%, lo ocupan los bovinos, con 20.8%; porcinos, con 14.2%, y los ovinos, caprinos y la miel, con 1.8% (Quintana 2009).



Gráfica 10. Fuente: *SAGARPA y UNA 2010. Quintana 2009. Situación de la avicultura mexicana.*

La producción de pollo en México, durante el periodo de 1994 a 2010 aumentó a un ritmo de crecimiento anual del 4.6 % (Unión Nacional de Avicultores 2011).

La parvada nacional avícola creció 2.2% en 2010, respecto al crecimiento obtenido en 2009, por lo tanto la parvada es la siguiente: 470 millones de aves, de las cuales, 142 millones de gallinas ponedoras, 267 millones de pollos y 662 mil pavos (Unión Nacional de Avicultores 2011).

En el 2010 se produjeron 2.822 millones de toneladas de carne de pollo, En el 2011 van 2.864 millones de toneladas muy por encima de los demás cárnicos, y la producción de huevo fue de 2.475 millones de toneladas (Unión Nacional de Avicultores 2011).

En el año 2010, el 90% de la producción de carne de pollo en México se concentró en los siguientes estados y regiones de la República Mexicana: La Laguna 12%, Veracruz 11%, Querétaro 11%, Aguascalientes 9%, Jalisco 7%, Puebla 7%, Nuevo León 5%, Chiapas 5%, Yucatán 5%, Sinaloa 4%, San Luis Potosí 4%, Morelos 3%, otros 8% (Unión Nacional de Avicultores 2011).

Las importaciones mexicanas de carne de ave, se han incrementado gradualmente. En 2010 se importó 20.2% más que el año anterior, pero lo doble de los últimos 15 años, lo que significa que la Tasa de Crecimiento Anual de 1996 al 2010 es de 10.2% (Unión Nacional de Avicultores 2011)

La industria avícola mexicana tiene el mismo tipo de aves, implemento, alimentos, vacunas y manejo que la avicultura más tecnificada de cualquier parte del mundo. Esto indica el papel que en un momento dado puede tener la avicultura para resolver el problema de alimentación en países en desarrollo (Cuca 1978).

1.3 CONSUMO DE PRODUCTOS AVICOLAS

La alimentación del mexicano desde el punto de vista nutritivo, no es de las más completas debido principalmente a su bajo consumo de proteínas de origen animal como la carne de bovino que en muchas ocasiones no se encuentra disponible por su elevado costo. Para

contrarrestar la falta de carne la solución es la industria avícola que puede aportar huevo o carne (Cuca 1978)

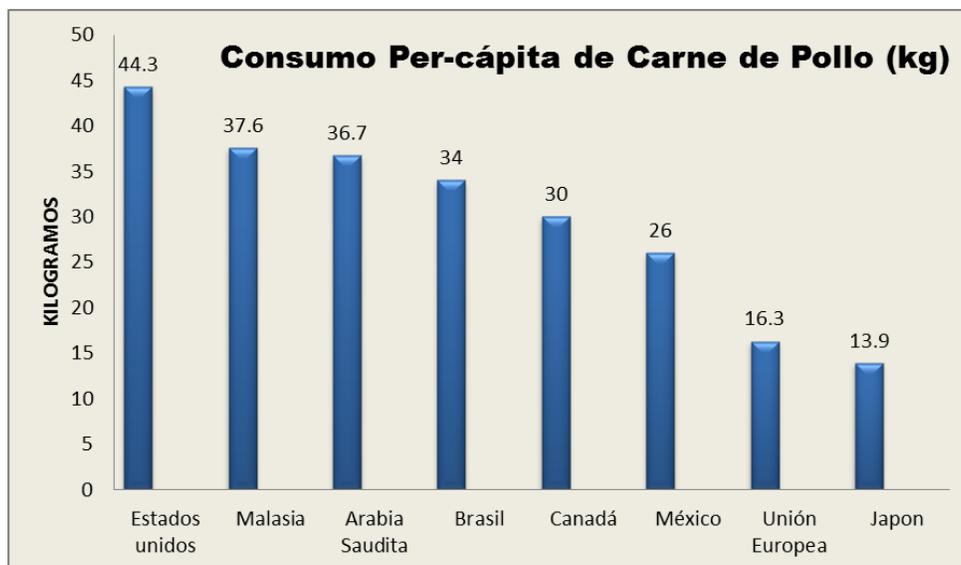
En la alimentación, el sector avícola tiene un papel importante, ya que 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (huevo o pollo), esto se debe, en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su preparación (Unión Nacional de Avicultores 2011).

De 1994 al 2010 el consumo de insumos agrícolas, ha crecido a un ritmo anual de 3.2%, y cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal (Unión Nacional de Avicultores 2011).

La carne de pollo es rica en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales, y su consumo aporta poca carga calórica y colesterol, por lo que su ingesta se recomienda a diversos grupos de población (Matía 2006).

Esta carne es muy versátil, con mucha proteína y baja en grasa. Se trata de un producto conocido y de consumo masivo por ser una carne nutritiva, apta para todas las edades y de fácil preparación (Tissera 2004).

En México el consumo per-cápita de pollo ha aumentado de 15.83 Kg. en 1994 a 26 kg, durante 2010, para 2011, se estima que el consumo de pollo alcance los 26.1 kg (Gráfica 11) (Unión Nacional de Avicultores 2011).



Gráfica 11. Fuente: SAGARPA y UNA. Quintana 2009. Situación de la avicultura mexicana.

Además de ser sana y económica en relación a otras carnes, el pollo se caracteriza por ser muy sabroso y de fácil digestión. Entre las ventajas para la salud se pueden destacar:

- Ayuda a formar y reparar tejidos del cuerpo, importantes sobre todo durante el crecimiento, embarazo y lactancia.
- Protege al sistema nervioso y la piel porque contiene Tiamina 0.8 mg, Rivo flavina 0.15 mg y Niacina 6 mg, comparándola a la contenida en la carne de bovino, Tiamina 0.1 mg, Rivo flavina 0.2 mg y Niacina 5 mg.
- Contribuye a que se realicen diversas funciones orgánicas por la cantidad y variedad de minerales que contiene y el valor nutritivo de sus proteínas.

Estas características convierten al producto en un concentrado proteico de elevada eficacia nutricional (Tissera 2004).

1.4 USO DE ADITIVOS EN DIETAS DE AVES

El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de carne. Con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estas aves el equilibrio correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales (Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross 2010).

En los últimos tiempos se ha puesto gran interés en incrementar, la eficiencia de la producción animal. Para ello, conjuntamente con las mejoras introducidas por la genética, se ha tratado que los animales aprovechen al máximo los nutrientes que se les suministra con los alimentos para lograr un mejor crecimiento y una menor conversión (Castro 2009).

Un aditivo es una sustancia añadida intencionalmente a los alimentos para modificar sus propiedades y su aprovechamiento por parte del animal, estos pueden mejorar la conversión alimenticia o la producción, no se utiliza por su propio valor nutritivo ya que es utilizado en cantidades muy pequeñas; en general son de costo elevado (Castellanos 2005).

En cuanto a nivel internacional (FAO/OMS) el concepto de aditivo es una sustancia de carácter generalmente no nutritivo, de composición perfectamente conocida y que se incorpora a un alimento en cantidades siempre pequeñas y muy controladas para cumplir un determinado objetivo (Schmidt-Hebbel 1990).

Pero, dentro del amplio espectro de aditivos autorizados, a los cuales se recurre actualmente, la mayoría corresponde a productos químicos como tales, siempre que ofrezcan la necesaria garantía de inocuidad y de pureza para ser ingeridos y siempre que su aplicación tecnológica sea la correcta y estén autorizados específicamente para el alimento correspondiente (Schmidt-Hebbel 1990).

El empleo de aditivos en la producción animal es una práctica que acumula varias décadas y sus beneficios esperados se relacionan con su efecto mejorador en cuanto a eficiencia y costos (Castro 2005).

Además de la genética, manejo y alimentación, el uso estratégico y específico de aditivos valiosos ha contribuido al incremento en la producción de productos pecuarios para consumo humano (Téllez 2009).

Independientemente de la importancia de los aditivos para la producción pecuaria, éstos deben ser seguros para el consumidor final, personal que los maneja en la planta de alimentos, animales que los consumen y para el medio ambiente vía excretas, incluyendo seguridad para la vida silvestre, suelo y cultivos (Téllez 2009).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

- Evaluar el efecto del Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG) Taminizer® en el desarrollo de la masa muscular en pollos de engorda en México.

2.2 Objetivos Particulares:

- Determinar la variación en el peso de la masa muscular entre el testigo (T0) y los 2 niveles de tratamiento (T500, T1000).
- Determinar la dosis optima mediante tres tratamientos (T0, T500, T1000).
- Determinar y evaluar el efecto del rendimiento en canal, músculos pectorales, muslo y pierna en el pollo de engorda.

3. HIPÓTESIS

El Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG) Taminizer® a dosis optima mejora en el pollo de engorda los parámetros productivos, el rendimiento en canal, y promueve el aumento de la masa muscular pectoral y femoral (pechuga, pierna y muslo).

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1 DIMETILGLICINATO DE SODIO

El N,N-Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG), es un aminoácido terciario, que es un metabolito intermediario en la vía de la colina, se forma en las mitocondrias hepáticas por eliminación de un grupo metil de betaina (Friesen et al, 2007).

Puede ser metabolizado en el hígado a nivel de mitocondrias haciendo que tanto sus grupos metilo se transformen por transmetilación tetrahidrofolato y generar glicina libre (Mackenzie 2004).

Es una molécula pequeña, soluble en agua, lipofílica lo suficiente como para que se absorba rápidamente atravesando las membranas celulares: Es probable que se absorba rápida y completamente cuando es administrado por vía oral (Cupp y Tracy 2003).

Huchzermeyer y Ruick (1986) sugieren libre potencial de captación de radicales de Dimetilglicinato (DMG), como lo demuestra una reducción significativa en el plasma y el tejido a nivel de especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) (Yagi 1984). Los ácidos grasos no esterificados producen disfunción de los endotelios (Avogaro et al, 2003).

Entre otras funciones biológicas, el Dimetilglicinato DMG es útil como mejorador en el uso de oxígeno en tejido muscular y como un suplemento nutricional para mejorar el rendimiento atlético en humanos y caballos de carreras (Cupp y Tracy 2003, Holley y Cheeseman 1993).

Existen datos en pollos de engorda que revelaron una mejoría significativa de la digestibilidad de carbohidratos y proteínas cuando se administró una dieta de control complementada con 167 mg N,N-Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG)/kg. La mejora de los coeficientes de digestibilidad de la adición de un emulsionante de la dieta se produce porque los nutrientes no grasos se les aíslan por gotitas de grasa y por lo tanto resultan más

accesibles para las enzimas digestivas y su absorción en el intestino delgado (Kalmar et al, 2009).

Ese estudio demostró que reduce considerablemente los niveles plasmáticos de ácidos grasos no esterificados (NEFA). Los efectos observados en digestibilidad están de acuerdo con datos de Dierick y Decuypere 2004, que además de un emulsionante a la dieta de crecimiento mostraron una mejoría significativa en la Fibra Detergente Acida (AFD) de fracciones no grasa, además existe evidencia científica de que la acción biológica de N,N-Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG), tiene efecto positivo en los parámetros productivos de pollo de engorda, no es toxica a DL10 y que no se acumula en el ave, no deja residuos al consumir carne de ave y que es amigable con el medio ambiente (European Food Safety Authority 2011).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 LOCALIZACIÓN

- Cadereyta, Querétaro, México. se encuentra en la parte central del estado, conectado a la carretera federal 120, a 70 kms. de la capital de Querétaro. Tiene una superficie de 1 131 km², lo que representa el 11.5% de la superficie total del estado. El municipio de Cadereyta de Montes se localiza en los 20° 34' a 21° 03' de latitud Norte y entre los 99° 23' y 99° 53' de longitud Oeste. Sus colindancias son: al Norte con los municipios de Peñamiller, Pinal de Amoles y San Joaquín; al Este con los municipios de Pacula y Zimapán, Hidalgo; al Sur con el municipio de Ezequiel Montes y el Estado de Hidalgo; y al Oeste con los municipios de Ezequiel Montes y Tolimán. Su Cabecera Municipal se ubica a 71 kilómetros de la capital del Estado, con una altitud de 2 070 msnm. Tiene una extensión territorial de 1 131km². La mitad norte la ocupa la Sierra Gorda y la mitad sur la llanura. Las zonas áridas son extensas. El clima predominante de esta región es templado semi-seco, con una temperatura media anual de 16° C. (Enciclopedia de los Municipios de México 2005)

5.2 ANIMALES EXPERIMENTALES

- Se utilizaron 90 pollitos comerciales de un día de edad estirpe Ross 308 mixtos.

5.3 ALOJAMIENTO Y EQUIPO

- Caseta con ambiente controlado, 6 metros de frente por 3 metros de fondo, superficie total 18 m².
- Se usaron comederos y bebederos de iniciación y de finalización.
- No se usaron biológicos (vacunas) o tratamientos profilácticos o curativos.

5.4 METODOLOGÍA

- Se evaluó el desempeño de N,N-Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG), y su efecto como tratamiento aditivo, administrado por vía oral en alimento comercial en dos niveles de inclusión T500,T1000 (ppm) y en cuatro fases. (National Research Council NRC 1994).
- Se dividieron los 90 pollitos en 9 lotes de 10 aves cada uno, con 3 niveles de tratamiento (T0 control, T500 ppm y T1000 ppm) con 3 repeticiones cada uno.
- Se uso técnica de mezclado y nivel de inclusión de N,N-Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG).
- Se evaluaron los parámetros productivos contra estándar de Ross 308.
 - A. Ganancia de peso, semanal y acumulado.
 - B. Consumo de alimento semanal y acumulado.
 - C. Conversión alimenticia semanal y acumulada.
 - D. Evaluación de parámetros productivos.
- Edad de las aves 47 días a rastro.
- Método de pesaje en base a:

Macho ROSS 308 Despiece

(Kg)	PECHUGA %	MUSLO %	CONTRAMUSLO %	EVICERADO %
1,6	17,69	12,19	10,16	70,36
1,8	18,03	12,35	10,16	70,74
2,0	18,34	12,51	10,16	71,11
2,2	18,64	12,66	10,17	71,47
2,4	18,91	12,79	10,17	71,82
2,6	19,16	12,91	10,17	72,16
2,8	19,39	13,02	10,18	72,49
3,0	19,61	13,13	10,18	72,81
3,2	19,80	13,22	10,18	73,12
3,4	19,97	13,31	10,18	73,42
3,6	20,11	13,40	10,19	73,71

Cuadro 3. Fuente Manual ROSS (Objetivos y especificaciones) 2010.

Hembra ROOS 308 Despiece

(Kg)	PECHUGA %	MUSLO %	CONTRAMUSLO %	EVISCERADO %
1,6	18,26	12,47	9,57	69,85
1,8	18,57	12,63	9,54	70,27
2,0	18,86	12,80	9,51	70,69
2,2	19,13	12,96	9,49	71,08
2,4	19,37	13,09	9,46	71,47
2,6	19,60	13,22	9,44	71,83
2,8	18,81	13,33	9,41	72,19

Cuadro 4. Fuente Manual ROSS (Objetivos y especificaciones) 2010.

5.5 MODELO ESTADISTICO

Se aplicó un diseño completamente al azar conforme al siguiente modelo:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + e_j$$

Donde:

\hat{Y}_{ij} es el comportamiento de la variable estudiada.

μ es la media general.

T_i es el efecto del tratamiento.

Y1, 2, 3. Tratamientos.

e_j es el error asociado a cada observación.

Este modelo se aplicó para analizar el peso registrado semanalmente.

También se utilizó el diseño en bloques al azar de acuerdo al siguiente modelo:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + B_i + T_j + e_{ijk}$$

Donde:

\hat{Y}_{ijk} es el comportamiento de la variable (conversión alimenticia o en su caso peso semanal)

μ es la media general.

B_i es el efecto del bloque.

Y 1, 2, 3...8 semanas.

T_j es el efecto del tratamiento.

e_{ijk} es el error asociado.

También se utilizó la regresión exponencial para evaluar el índice de crecimiento de acuerdo al siguiente modelo:

$$\hat{Y} = (\alpha) * (x)^* \text{Exp } \beta$$

Donde:

\hat{Y} comportamiento de la variable estudiada

α parámetro alfa.

x semana multiplicada.

Exp β pendiente de regresión.

En el análisis de datos de acuerdo a cada modelo se utilizó el programa Excel ® de Microsoft Office versión 2010. (Steel y Torrie 1989)

6. RESULTADOS

6.1 Ganancia de Peso. Los datos se analizaron semanalmente conforme un diseño completamente al azar, obteniendo como resultado que en la ganancia de peso, hasta la cuarta semana de tratamiento se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) que favorecen a los grupos tratados T500 y T1000. En la quinta y sexta semana los grupos tienen un promedio similar ($p > 0.05$) notándose diferencias en la semana 7. Debido a la variabilidad observada se aplicó un diseño en bloques al azar. El grupo que recibió T1000, supera estadísticamente al testigo ($p < 0.05$). (Anexo 10.2)

6.2 Índice de Conversión. El índice de conversión aumenta conforme aumenta el número de días. El promedio del índice de conversión es estadísticamente significativo ($p < 0.05$) entre todos los Tratamientos; siendo menor en T1000 y mayor en el T0. El grupo T1000, supera al testigo T0 ($p < 0.05$). El índice de conversión es significativamente diferente ($p < 0.05$) entre todos los tratamientos; siendo menor en T1000 y mayor en T0. (Anexo 10 3.1, 3.2)

6.3 Índice de Crecimiento. El modelo de regresión exponencial es el que mejor explica el crecimiento de las aves ($\hat{Y} = (\alpha) * (x) * \text{Exp } \beta$) se aplicó a cada tratamiento de acuerdo a los parámetros del modelo, de acuerdo a ello, el peso esperado en el día 47 supera en 43g (T1000) y 42g (T500) al testigo (T0).

6.4 Peso de Canales. En el peso de la canal, los grupos tratados superan estadísticamente al testigo ($p < 0.05$), sin embargo T500 y T1000 son iguales estadísticamente. Observándose que el peso de la pechuga es significativamente diferente en cada grupo ($p < 0.05$) siendo mayor en el grupo T1000. (Anexo 10.4)

6.5 Pechuga. El peso de la pechuga es significativamente diferente en cada grupo ($p < 0.05$) siendo mayor en el grupo T1000. (Anexo 10.5)

6.6 Muslo y pierna. El peso de piernas y muslos es significativamente ($p < 0.05$) mayor en los grupos T500 y T1000 respecto al T0 sin embargo estos no difieren entre sí ($p > 0.05$). (Anexo 10.6)

6.7 Carcasa. El peso de la carcasa es significativamente ($p < 0.05$) mayor en el grupo testigo. Los grupos T500 y T1000 no difieren entre sí ($p > 0.05$). (Anexo 10.7)

6.8 Alas. El peso de las alas en el grupo T1000, es significativamente menor ($p < 0.05$) que en los grupos T500 y T0, estos últimos no difieren entre sí ($p > 0.05$) (Anexo 10.8)

6.9 Tarsos y cabeza. En el grupo T1000, es significativamente menor ($p < 0.05$) que en los grupos T500 y T0, estos últimos no difieren entre sí ($p > 0.05$). (Anexo 10.9)

6.10 Resultados del coeficiente de variación de la masa muscular de los 3 tratamientos.

Característica	T 0 (%)	T 500 ppm (%)	T 1000 ppm (%)
Peso de la canal	3.48	4.07	5.84
Peso de la pechuga	5.06	4.08	7.46
Peso de pierna y muslo	3.39	6.86	6.12
Peso de alas	7.77	6.29	6.46

6.11 MORTALIDAD

Tratamiento 0 (Control): Tuvo una mortalidad del 26% ya que de las 30 aves murieron 8 de las cuales 3 a causa del síndrome ascítico.

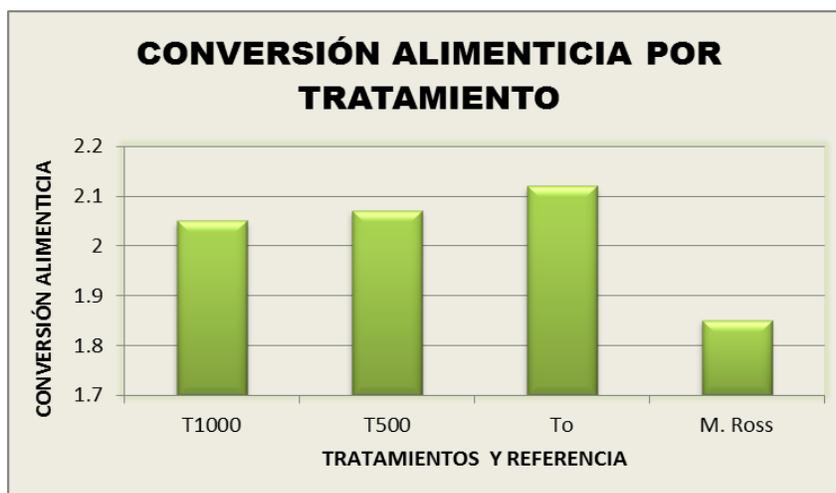
Tratamiento 500 ppm: Tuvo una mortalidad del 20% ya que de las 30 aves murieron 6 de las cuales 2 a causa del síndrome ascítico.

Tratamiento 1000 ppm: Tuvo una mortalidad del 13.3% ya que de las 30 aves murieron sólo 4, de las cuales sólo una fue a causa del síndrome ascítico.

7. DISCUSIÓN

Los pollos tienen un aparato digestivo simple, en donde hay escaso lugar para la flora intestinal que ayude a la digestión del alimento como en los rumiantes. Por lo tanto, estas aves dependen de las enzimas secretadas en proporciones apropiadas para degradar moléculas complejas a sustancias simples. Cuando el alimento consumido no puede ser digerido por las enzimas, el alimento no es útil como fuente de nutrientes para el ave. Esta investigación demostró que el (Na-DMG) mejora la digestibilidad de los nutrientes ya que los aísla de gotas de grasa, lo cual, hace que las enzimas digestivas hagan su función haciendo una mejor degradación y su posterior absorción (Austic y Malden 1994, Karlmar et, al 2009).

El aprovechamiento de los nutrientes se observó en los resultados; en el caso de la conversión alimenticia y entendiendo este concepto como los kilogramos de alimento requeridos para alcanzar un kilogramo de carne, estos resultados indican que el tratamiento T1000 ppm alcanza una conversión de 2.05 (Gráfica 12), acercándose a lo establecido por Shimada (2007) que indica una conversión en pollos de engorda de 2.0, y del Manual Ross de 1.85, esto sugiere que usando el (Na-DMG) se puede alcanzar el índice de conversión óptimo para estas aves. (Shimada 2007, Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross 2010).



Gráfica 12. Conversión alimenticia por tratamiento.

En el caso del peso; los datos muestran que en promedio en el tratamiento T1000 se obtiene un peso de 2838.5g, el tratamiento con 500 ppm obtuvo un peso promedio de 2861.75g (Gráfica 13) a los 47 días de edad, lo que indica que usando sólo 500 ppm, se mejora el peso de las aves; el manual Ross indica que en esa misma edad el peso esperado es de 3093g (Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross 2010).



Gráfica 13. Peso promedio por tratamiento a los 47 días de edad.

La composición de la canal de los pollos de engorda es actualmente motivo de considerable atención por parte de la industria avícola, debido al gran desarrollo del mercado de productos procesados elaborados con carne de pollo. Los resultados indican que no existe diferencia entre adicionar dosis de 500 ppm, que obtuvo un promedio de peso de 2604g y 1000 ppm con un peso final de 2599g, pero ambos son superiores al control de un peso de 2502g (Gráfica 14). Lo que indica que la dosis de 500 ppm mejora el peso de la canal, ambos tratamientos superan a lo establecido por el manual Ross que indica un peso de la canal de 2025.5g de un peso vivo de 2800g (Duran et al.2005, Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross 2010).



Gráfica 14. Peso promedio de la canal por tratamiento.

En el peso de la pechuga, los resultados mostraron un peso en el tratamiento de 500 ppm de 670g, en el tratamiento de 1000 ppm un peso de 712g contra el T0 con un peso de 565g (Gráfica 15); El manual Ross indica un peso de pechuga de 397.0g de una canal de 2025.52g. Lo que indica que utilizando el Na-DMG se obtiene gran masa muscular de la pechuga.(Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross 2010



Gráfica 15. Peso promedio de la pechuga por tratamiento.

En el caso del peso de muslo y pierna los datos obtenidos del tratamiento de 1000 ppm de 633g, en el caso de 500 ppm fue de un peso de 622g, contra un control que alcanzo un peso de 578g (Gráfica 16). El manual Ross indica un peso de pierna y muslo de 449g,

comparando nuestros resultados entre 500 ppm y 1000 ppm no existe diferencia estadística; estos resultados sugieren que utilizando una dosis de 500 ppm de Na-DMG se mejora considerablemente el peso de piernas y muslos (Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross 2010).



Gráfica 16. Peso promedio de piernas y muslos por tratamiento

En el caso de la carcaza los datos indican que usando el Na-DMG con una dosis de 500 ppm se obtiene un peso promedio de 635g y con una dosis de 1000 ppm se obtiene el peso de 640g lo que significa que no existe diferencia entre estos tratamientos; aunque usando sólo 500 ppm se obtienen carcazas menos pesadas que el control quien obtuvo un peso promedio de 680g (Gráfica 17).



Gráfica 17. Peso promedio de carcaza por tratamiento.

En las alas, el tratamiento con 1000 ppm dio un peso promedio de 309.5g con una dosis de 500 ppm de 336.2g contra un control que obtuvo un resultado de 341g, (Gráfica 18) aunque entre los tratamientos de 500 ppm y 1000 ppm no hubo diferencia significativa, esto indica que si utiliza una dosis de 500 ppm obtendran alas de menor peso. Duran (2005) menciona que el peso de las alas solo representa el 11 % del pollo (Duran et al. 2005).



Gráfica 18. Peso promedio de alas por tratamiento.

En cuanto a tarsos y cabezas los datos indican un peso promedio de 291g con una dosis de 1000 ppm, 315g con una dosis de 500 ppm contra un control de 318g (Gráfica 19), el peso de los grupos tratados es menor ya que los nutrientes fueron utilizados en el desarrollo de la masa muscular especialmente la pechuga.



Gráfica 19. Peso promedio de tarsos y cabeza por tratamiento.

8. CONCLUSIÓN

- El uso de Dimetilglicinato de sodio (Na-DMG) Taminizer® a dosis de 500 ppm y 1000 ppm, mejoro los parámetros productivos, el rendimiento en canal, y aumento la masa muscular especialmente los músculos pectorales.
- En base a los resultados la dosis optima para el uso de Taminizer®, es a 500 ppm.
- Los coeficientes de variación no llegan a superar el 10 % lo cual se considera aceptable dado que muestra que hubo homogeneidad en el comportamiento de las aves durante la experimentación.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Austic RE. Malden CN. Producción Avícola. 13 ed. Edit. Manual Moderno. México. 1994.
2. Avogaro A. De Kreutzenberg S. Kiwanuka S. Tiengo. Nonesterified fatty acids and endothelial dysfunction. International Congress Series 1253, 139-145. 2003. España 2006.
3. Castro M. Uso de aditivos en la Alimentación de Animales Monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 39. Pág. 451-458. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 2005.
4. Castellanos FR. Criterios Para el Uso de Aditivos en la Alimentación de los Ovinos. Sistema Producto ovinos. Tecnologías para Ovinocultores. México 2009.
5. Cuca M. Fuentes De Energía y Proteínas Para La Alimentación De Las Aves. Rev. Ciencia Veterinaria. Vol. 2. Pág. 326-352. 1978.
6. Cupp MJ. Tracy TS. Dimethylglycine (N,N-dimethylglycine). In: M.J. Cupp, T.S. Tracy (eds). Dieteray supplements. Toxicology and clinical pharmacology, Humana Press. New Jersey. Pág. 149-160. 2003.
7. Duran RF. Martinez DH. Duran NF. Manual de Explotación de Aves de Corral. Tomo I. 2 da ed. Edit. Grupo Latino. Colombia. 2005.
8. Enciclopedia de los Municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Querétaro. 2005. Disponible: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/queretaro/municipios/22004a.htm>
9. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the safety and efficacy of (dimethylglycine sodium salt) as a feed additive for chicken for fattening EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). EFSA Journal; 9 (1):1950 Parma. Italy. 2011
10. Friesen RW. Novak EM. Hasman D. Innis SM. Relationship of dimethylglycine, choline, and betaine with oxoproline in plasma of pregnant women and their new born infants. Journal of Nutrition 137, 2641-2646. 2007.
11. Guía Ejecutiva WATT a las Tendencias Mundiales de Carne de Aves de Corral. EUA. 2011. Disponible: www.WATTAgNet.net

12. Holley AE. Cheeseman, KH. Measuring free-radical reactions in-vivo. *British Medical Bulletin* 49(3):494-505.2003.
13. Huchzermeyer F.W. De Ruyck, AM.C. 1986. Pulmonary hypertension syndrome associated with ascites in broilers. *Veterinary Record* 119, 94-94. 1986.
14. Instituto Nacional De Estadística y Geografía (INEGI). Censo Poblacional y Vivienda (Mayo-Junio 2010). Disponible: <http://www.inegi.org.mx>
15. Kalmar LD. Cools. Buyse A. Roose J. Janssens P. Dietary supplementation with dimethylglycine affects broiler performance and plasma metabolites depending on dose and dietary fatty acid profile. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2009.
16. Kalmar LD. Cools. A. Buyse. J. Roos. P. Janssens, G.P.J. Dietary N,N-dimethylglycine supplementation improves nutrient digestibility and attenuates pulmonary hypertension syndrome in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, submitted (JAPAN) 2009.
17. Mackenzie. Frisell. W.R. The metabolism of dimethylglycine by liver mitochondria. *Journal of Biological Chemistry* 232(1).417-427. 2004.
18. Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross. 2010. Disponible: <http://ebookbrowse.com/manual-del-pollo-ross-pdf-d194475661>
19. Matía MP. Cabrerizo GL. Rubio HM. Guía La Carne De Pollo En La Alimentación Saludable. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid 2006.
20. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. Ed. National Academy Press, Washington, D. C. pág. 155.
21. Quintana JA. Avitecna: Manejo de las Aves Domésticas más Comunes. 4ta ed. Edit. Trillas. México. 2011.
22. Quintana JA. Ponencia. Situación de la Avicultura Mexicana. México 2009.
23. Schmidt-Hebbel. H. Avances en Aditivos Alimentarios y La Reglamentación de los Alimentos. Edit. Fundación Chile. Chile. 1990.
24. Shimada MA. Nutrición Animal. 1ª ed. Edit. Trillas. México. 2007.
25. Steel RG. Torrie JH. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da Edición. Ed McGraw-Hill. México. 1989.

26. Tavernari. F. S. Salguero. L.F.T. Albino. H. Rostagno. Nutrición, Patología y Fisiología Digestiva En Pollos: Aspectos Prácticos. XXIV Curso de Especialización FEDNA. Madrid España. 2008.
27. Téllez R. Manejo de Aditivos Para la Alimentación Animal. México 2009.
28. Tissera F. Conejos y Pollos S.R.L. (Tesis de Maestría en Evaluación de Proyectos). Buenos Aires. Argentina: Universidad del CEMA. 2004.
29. Unión Nacional de Avicultores (UNA). Avicultura Mexicana. Monografías. Abril 2012. Disponible: <http://www.una.org.mx>
30. Yagi. K.1984: Assay for blood plasma or serum. Methods in Enzymology 105. 328-331. 1984.

10. ANEXOS

10.1 Composición Nutricional de Dieta Comercial (Pre iniciador, iniciador, crecimiento y finalización).

Formula pre iniciador:

Materia seca (%)	87.581	Prot. Cruda (%)	22.109
Prot.Dig.Aves (%)	27.405	Lisina (%)	1.423
Lisina Dig (%)	1.306	Metionina (%)	0.619
Metionina Dig (%)	0.536	Cistina (%)	0.277
MET+CIS (%)	0.881	MET+CIST Dig (%)	0.605
Calcio (%)	0.978	Fosforo Tot. (%)	0.775
Fosforo Disp. (%)	0.524	Fibra (%)	3.439
E.M. AVES (MC/Kg)	3.149	N.T.D. (%)	81.250
E.L.N. (%)	52.524	Grasa (%)	4.804
Arginina (%)	1.479	Treonina (%)	0.960
Treonina Dig (%)	0.823	Triptofano (%)	0.264
Fenilalanina (%)	0.999	Valina (%)	0.920
AC.Linoleico (%)	2.861	Cenizas (%)	7.205
Hierro (UI/Kg)	133.358	Cobre (mg/Kg)	12.509
Sal (%)	0.369	Cloro (%)	0.250
Sodio (%)	0.157	Magnesio (%)	0.167
Zinc (mg/Kg)	137.522		

Formula iniciación:

Materia seca(%)	87.340	Prot. Cruda (%)	19.624
Prot.Dig.Aves (%)	22.185	Lisina (%)	1.249
Lisina Dig (%)	1.152	Metionina (%)	0.589
Metionina Dig (%)	0.508	Cistina (%)	0.228
MET+CIS (%)	0.823	MET+CIST Dig (%)	0.549
Calcio (%)	0.963	Fosforo Tot. (%)	0.760
Fosforo Disp. (%)	0.517	Fibra (%)	3.208
E.M. AVES (MC/Kg)	3.151	N.T.D. (%)	80.998
E.L.N. (%)	55.434	Grasa (%)	4.026
Arginina (%)	1.284	Treonina (%)	0.863
Treonina Dig (%)	0.735	Triptofano (%)	0.226
Fenilalanina (%)	0.888	Valina (%)	0.826
AC.Linoleico (%)	2.495	Cenizas (%)	7.047
Hierro (UI/Kg)	133.356	Cobre (mg/Kg)	12.509
Sal (%)	0.369	Cloro (%)	0.249
Sodio (%)	0.155	Magnesio (%)	0.160
Zinc (mg/Kg)	137.518		

Formula crecimiento:

Materia seca(%)	87.333	Prot. Cruda (%)	18.897
Prot.Dig.Aves (%)	21.315	Lisina (%)	1.108
Lisina Dig (%)	1.016	Metionina (%)	0.534
Metionina Dig (%)	0.462	Cistina (%)	0.220
MET+CIS (%)	0.770	MET+CIST Dig (%)	0.538
Calcio (%)	1.122	Fosforo Tot. (%)	0.687
Fosforo Disp. (%)	0.448	Fibra (%)	3.156
E.M. AVES (MC/Kg)	3.184	N.T.D. (%)	81.550
E.L.N. (%)	55.535	Grasa (%)	4.425
Arginina (%)	1.249	Treonina (%)	0.760
Treonina Dig (%)	0.634	Triptofano (%)	0.220
Fenilalanina (%)	0.687	Valina (%)	0.808
AC.Linoleico (%)	2.710	Cenizas (%)	7.127
Hierro (UI/Kg)	106.698	Cobre (mg/Kg)	10.009
Sal (%)	0.246	Cloro (%)	0.180
Sodio (%)	0.105	Magnesio (%)	0.158
Zinc (mg/Kg)	110.017		

Formula finalización:

Materia seca (%)	87.263	Proteína cruda (%)	17.402
Prot.Dig.Aves (%)	18.270	Lisina (%)	1.006
Lisina Dig (%)	0.925	Metionina (%)	0.516
Metionina Dig (%)	0.444	Cistina (%)	0.191
MET+CIS (%)	0.734	MET+CIST Dig (%)	0.503
Calcio (%)	1.113	Fosforo Tot. (%)	0.677
Fosforo Disp. (%)	0.444	Fibra (%)	3.009
E.M. Aves (MC/Kg)	3.217	N.T.D. (%)	81.970
E.L.N. (%)	56.865	Grasa (%)	4.476
Arginina (%)	1.133	Treonina (%)	0.701
Treonina Dig (%)	0.581	Triptofano (%)	0.198
Fenilalanina (%)	0.800	Valina (%)	0.751
AC.Linoleico (%)	2.759	Cenizas (%)	7.022
Hierro (UI/Kg)	106.697	Cobre (mg/Kg)	10.009
Sal (%)	0.246	Cloro (%)	0.180
Sodio (%)	0.104	Magnesio (%)	0.152
Zinc (mg/Kg)	110.015		

10.2 PESO DE LAS AVES

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	7090.6	2	3545.30	9.0865	.00395658	3.885
Bloques	17200525.3	6	2866754.22	7347.5	1.13659E-20	2.996
Error	4682.0	12	390.17			
Total	172212297.0	20				

Prueba de Tukey

q	4.34
Q	8.064
Valor critico	34.998
T1000-T5000	13.755 n.s
T1000-T0	43.992 *
T500-T0	30.237 n.s

10.3 Promedio de Conversión Alimenticia por tratamiento (total machos hembras).

TRATAMIENTO	RESULTADO
T 0	2.121 c
T500	2.078 b
T1000	2.057 a

10.3.1 Análisis de varianza en la conversión alimenticia

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	0.024	2	0.012	322.647	1.94691E-12	3.739
Bloques	3.341	7	0.047	12903.1	1.13659E-20	2.764
Error	0.001	14	3.70E-05			
Total	3.365	23				

Prueba de Tukey

q	3.7
Q	0.002
Valor crítico	0.008
T0-T500	0.018
T0-T1000	0.074
T500-T1000	0.056

10.4 PESO DE LAS CANALES

Análisis de varianza

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	Significancia
T0	22	55048	2502.2	7586.2	B
T500	24	62502	2604.3	11265.1	A
T1000	26	67579	2599.2	23092.2	A

Significancia ($p < 0.05$)

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	151385.2	2	75692.59	5.2453	0.00757535	3.130
Dentro de los grupos	995709.8	69	14430.58			
Total	1147095.0	71				

Prueba de Tukey

q	3.53
Q	24.521
Valor critico	86.559
T500-T1000	5.058 n.s
T500-T0	102.068 *
T1000-T0	97.010 *

10.5 PESO DE LA PECHUGA

Análisis de Varianza

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIAN ZA	Desv. Est.	CV (%)	Error Están dar	Signifi cancia
T0	22	12440	565.5	821.403	28.66	5.07	6.11	A
T500	24	16071	669.6	747.462	27.34	4.08	5.58	B
T1000	26	18518	712.2	2826.82	53.17	7.46	10.43	C

Significancia (p<0.05)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	266459.0	2	133229.5	87.4578	1.2037E-19	3.130
Dentro de los grupos	105111.7	69	1523.4			
Total	371570.7	71				

Prueba de Tukey

.q	3.53
Q	7.967
Valor critico	28.124
T1000-T5000	42.606*
T1000-T0	146.776*
T500-T0	104.170*

10.6 PESO DE PIERNA Y MUSLO

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	Significancia
T0	22	12706	577.5	385.3	B
T500	24	14939	622.5	1823.8	A
T1000	26	16456	632.9	1502.8	A

Significancia (p<0.05)

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	40104.7	2	20052.4	15.793	2.25293E-06	3.130
Dentro de los grupos	87609.3	69	1269.7			
Total	127714.0	71				

Prueba de Tukey

q	3.53
Q	7.274
Valor Critico	25.676
T0-T1000	10.465 n.s
T0-T500	55.378 *
T1000-T500	544.913 *

10.7 CARCASA DE POLLO

Análisis de varianza

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	Significancia
T0	22	14975	680.7	3209.5	A
T500	24	15236	634.8	1092.8	B
T1000	26	16646	640.2	1493.1	B

Significancia de (p<0.05)

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	28667.2	2	14333.6	7.61586	0.0010266	3.130
Dentro de los grupos	129862.7	69	1882.1			
Total	158529.9	71				

Prueba de Tukey

.q	3.53
Q	8.855
Valor Critico	31.260
T0-T1000	40.451 *
T0-T500	45.848 *
T1000-T500	5.397 n.s

10.8 ALAS DE POLLO

Análisis de varianza

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	Significancia
T0	22	7519	341.8	706.9	A
T500	24	8071	336.3	448.7	A
T1000	26	8048	309.5	400.7	B

Significancia de ($p < 0.05$)

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	14677.99427	2	7338.0	14.3938	5.96371E-06	3.130
Dentro de los grupos	35181.28351	69	509.9			
Total	49859.27778	71				

Prueba de Tukey

q	3.53
Q	4.609
Valor Critico	16.270
T0-T500	5.481 n.s
T0-T1000	32.234 *
T500-T1000	26.753 *

10.9 TARSOS Y CABEZA DE POLLO

Análisis de varianza

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	Significancia
T0	22	7016	318.9	264.3	A
T500	24	7567	315.3	636.0	A
T1000	26	7590	291.9	903.6	B

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G.L	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10614.3	2	5307.1	8.562	0.000476929	3.1296
Dentro de los grupos	42768.6	69	619.8			
Total	53382.9	71				

Prueba de Tukey

q	3.53
Q	5.082
Valor Critico	17.949
T0-T500	3.617 n.s
T0-T1000	26.986 *
T500-T1000	23.369 *