

138

01667
25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**RELACION DE LA GANANCIA DE PESO SEMANAL EN
POLLOS DE ENGORDA MACHOS SOBRE LA
INCIDENCIA DE SINDROME ASCITICO.**

**T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS: AVES
PRESENTADA POR:
MVZ BLANCA ESTELA BAUTISTA CRUZ**

**ASESORES: Phd. CARLOS LOPEZ COELLO.
MC. PEDRO OCHOA GALVAN.
M.C. DANIEL CAMACHO FERNANDEZ.
MVZ. GERARDO PEÑALVA GARCIA.
Phd. GUILLERMO TELLEZ ISAIAS.**



MEXICO, D. F.

1999

138

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Í N D I C E

DECLARACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
SUMMARY	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Generalidades	2
Etiología	2
Bajas temperaturas	3
Proceso de incubación	4
Procesos infecciosos	4
Factores anatómicos	4
Susceptibilidad por sexo	5
Susceptibilidad genética	5
Consumo de alimento	6
JUSTIFICACIÓN	9
HIPÓTESIS	10
OBJETIVOS	10
MATERIAL Y MÉTODOS	11
Localización	11
Aves	11
Instalaciones	11
Obtención de datos	12
Clasificación de los pesos	12
Relación entre peso corporal y la predisposición a morir por SA	13
Distribución de las categorías de los pesos semanales	13
Curvas de crecimiento	14

Mortalidad general y por SA	14
Ganancia de peso	14
Consumo promedio de alimento	15
Conversión alimenticia	15
Uniformidad de parvada	15
Análisis estadístico	16
RESULTADOS	17
Clasificación de los pesos corporales	17
Relación del peso a la primera semana y la incidencia de mortalidad por SA	19
Comportamiento de los pesos de pollos sanos	19
Comportamiento de los pesos de pollos con SA	20
Curvas de crecimiento en pollos clínicamente sanos	21
a) Modelo matemático lineal	21
b) Modelo matemático exponencial	23
Curvas de crecimiento en pollos con SA	26
a) Modelo matemático lineal	26
b) Modelo matemático exponencial	27
Mortalidad total	29
Mortalidad por SA	29
Ganancia de peso	30
Consumo de alimento semanal y ave/ida	30
Conversión alimenticia	31
Uniformidad de parvada por semana	31
DISCUSIÓN	33
Distribución de los pesos con SA y sanos	33
Relación del peso	34
Distribución de las categorías de los pesos semanales	35
Curvas de crecimiento	36
Mortalidad	37
CONCLUSIONES	38
LITERATURA CITADA	39

ÍNDICE DE CUADROS

Número	Página
1. Criterio utilizado para establecer las categorías de los pesos de las aves estudiadas	13
2. Distribución de los pesos de los pollos clínicamente sanos y con SA dentro de las categorías establecidas por semana	45
3. Relación del peso corporal de la primera semana de edad y la incidencia de mortalidad por SA	46
4. Resultados de la prueba de Fisher al comparar las frecuencias de incidencia por SA en la primera semana de edad	46
5. Distribución de las categorías semanales de los pesos corporales de cada pollo que murió por SA	47
6. Valores obtenidos mediante el modelo matemático lineal en pollos clínicamente sanos	48
7. Valores obtenidos mediante el modelo matemático exponencial en pollos clínicamente sanos	48
8. Valores obtenidos mediante el modelo matemático lineal en pollos que murieron por SA	48
9. Valores obtenidos mediante el modelo matemático exponencial en pollos que murieron por SA	48
10. Mortalidad total	49
11. Mortalidad por SA	49
12. Ganancia de peso	50
13. Consumo de alimento semanal por parvada y ave/día	50
14. Índice de conversión alimenticia (comercial y corregida para mortalidad) durante el ciclo	50

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Número	Página
1. Distribución de las categorías de los pesos de pollos clínicamente sanos y con síndrome ascítico	51
2. Curva de crecimiento de pollos sanos a la tercera semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	52
3. Curva de crecimiento de pollos sanos a la tercera semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	52
4. Curva de crecimiento de pollos sanos a la cuarta semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	53
5. Curva de crecimiento de pollos sanos a la cuarta semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	53
6. Curva de crecimiento de pollos sanos a la quinta semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	54
7. Curva de crecimiento de pollos sanos a la quinta semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	54
8. Curva de crecimiento de pollos sanos a la sexta semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	55
9. Curva de crecimiento de pollos sanos a la sexta semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	55
10. Curva de crecimiento de pollos sanos a la séptima semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	56
11. Curva de crecimiento de pollos sanos a la séptima semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	56
12. Curva de crecimiento de pollos con SA a la tercera semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	57
13. Curva de crecimiento de pollos con SA a la tercera semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	57

14. Curva de crecimiento de pollos con SA a la cuarta semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	58
15. Curva de crecimiento de pollos con SA a la cuarta semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	58
16. Curva de crecimiento de pollos con SA a la quinta semana de edad. Obtenida mediante el modelo lineal	59
17. Curva de crecimiento de pollos con SA a la quinta semana de edad. Obtenida mediante el modelo exponencial	59
18. Uniformidad de los pesos de la parvada a la primera semana de edad de las aves	60
19. Uniformidad de los pesos de la parvada a la segunda semana de edad de las aves	60
20. Uniformidad de los pesos de la parvada a la tercera semana de edad de las aves	61
21. Uniformidad de los pesos de la parvada a la cuarta semana de edad de las aves	61
22. Uniformidad de los pesos de la parvada a la quinta semana de edad de las aves	62
23. Uniformidad de los pesos de la parvada a la sexta semana de edad de las aves	62
24. Uniformidad de los pesos de la parvada a la séptima semana de edad de las aves	63

RESUMEN

BAUTISTA CRUZ BLANCA ESTELA: Relación de la ganancia de peso semanal en pollos de engorda machos sobre la incidencia de síndrome ascítico. (Bajo la dirección de DCV MSc MVZ Carlos López Coello, MSc MVZ Pedro Ochoa Galvan, MCV MVZ Daniel Camacho Fernández, MVZ Gerardo Peñalva García y PhD MCV MVZ Guillermo Téllez Isaías,).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la posible relación del peso corporal con la incidencia del SA y determinar las curvas de crecimiento de pollos clínicamente sanos y con SA. Se utilizaron 411 pollos de engorda machos, identificados individualmente y criados en una caseta de ambiente natural. Los pesos se tomaron semanalmente a partir del 7o. día; se realizaron necropsias diarias de la mortalidad para determinar la causa de muerte; con base en la incidencia de mortalidad por SA, se determinaron dos poblaciones: pollos clínicamente sanos y pollos con SA. Con los pesos se establecieron 4 categorías, considerando el peso promedio y la desviación estándar (baja, media-baja, media-alta y alta); se determinaron frecuencias de mortalidad por SA y se analizaron con la prueba estadística de Fisher; se analizó individualmente la distribución de las categorías y se determinaron curvas de crecimiento semanales, aplicando dos modelos matemáticos: lineal y exponencial. Se calculó la uniformidad de parvada semanal. El mayor número de aves sanas clasificaron en la categoría media-alta, en los pollos con SA no se observó ningún patrón; no hubo diferencias estadísticas ($p > 0.01$) en las frecuencias de mortalidad. En la distribución de las categorías, la alta tuvo el mayor porcentaje de uniformidad (66.67), y el menor fue en la media-baja (44.76); en los pollos con SA el mayor porcentaje fue en las categorías alta y baja (66.67) y el menor porcentaje (44.76) en la media-baja (62.5); el modelo lineal tuvo mejor ajuste a la séptima semana de edad en los pollos sanos y a la cuarta semana en pollos con SA; el modelo exponencial, demostró mejor ajuste en las primeras 5 semanas en pollos sanos y en las primeras 4 en pollos con SA. La uniformidad de parvada semanal en general durante todo el ciclo fue baja (%). La mortalidad total fue de 10.7%, siendo el SA la principal causa (63.64%). Los resultados antes mencionados, permiten concluir que el peso corporal no es un factor determinante en la presentación del SA.

Palabras Claves: Síndrome ascítico, peso corporal, curvas de crecimiento, comportamiento de crecimiento.

SUMMARY

BAUTISTA CRUZ BLANCA ESTELA: Relation of week body weight gain in male over broiler chicken ascitic syndrome incidence. (Directed by: DCV MSc MVZ Carlos López Coello, MSc MVZ Pedro Ochoa Galvan, MCV MVZ Daniel Camacho Fernández, MVZ Gerardo Peñalva García y PhD MCV MVZ Guillermo Téllez Isaias,)

The purpose of the present study was to evaluate the possible relation of body weight gain with the AS incidence and determining growth curves in healthy and AS broilers. 411 wingbanded male broiler were studied in a natural environment house. Birds were weighed weekly since 7 days old. Mortality was necropsied daily in order to determine death causes. From AS mortality 2 populations were determined: healthy chickens and AS chickens, 4 categories were established with body weights, considering average weights and standard deviation (low, medium-lower, medium-high and high). Mortality frequencies were determined due to AS and analyzed with Fisher statistic test. Distribution categories were analyzed individually and growth curves were determined weekly applying two mathematics models lineal and exponential. The weekly flock uniformity was calculated too. The highest number of healthy chickens were classified with high-medium category, there was not observed any pattern in chickens with AS. There were not statistical differences ($P>0.01$) in mortality frequencies. In the distribution categories, the high category had the highest uniformity percentage (66.67) and the lowest was the low-medium (44.76). In AS chickens the highest percentage was in the high and low categories (66.67) and the lowest percentage (44.76) in the low-medium (62.5). The lineal model had the best adjustment at 7th week old in healthy chickens and in the 4th week old in AS chickens. Exponential model showed the best adjustment in the first 5 weeks in healthy chickens and in the first 4 weeks in AS chickens. The week flock uniformity was low uniformity was low during all cycle. Total mortality was 10.7% and AS the main cause of mortality (63.64%) with this results we concluded that body weight is not a real factor for AS incidence

Key words: ascites syndrome, body weight, growth curves, growth pattern

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La avicultura ha tenido un gran desarrollo, sobre todo en las áreas de genética y nutrición, estos avances han permitido obtener líneas de pollo de engorda que poseen parámetros productivos comerciales, que hasta hace pocos años parecían inalcanzables; sin embargo, este beneficio ha generado la aparición de nuevos problemas que causan un elevado índice de mortalidad en las parvadas, como es el caso del Síndrome Ascítico (SA).

El SA afecta severamente la economía de las empresas. Un estudio publicado en 1997, señala que tan sólo en los Estados Unidos de Norteamérica las pérdidas por ésta mortalidad van más allá de los 100 millones de dólares; en tanto que, a nivel mundial se ha estimado en 500 millones (1), lo que la convierte en una de las principales causas dentro de las pérdidas económicas en la avicultura (2).

Otro aspecto que no ha sido evaluado con precisión es el decomiso de aves por SA en el rastro, que incluso pudiera llegar a ser la primera causa de selección. Estadísticas obtenidas en Canadá en las plantas de procesamiento entre 1986 y 1994, reportaron un aumento de 3.5% a 19% con respecto a años anteriores (1).

La importancia económica del SA, no sólo abarca el porcentaje de mortalidad, también deben considerarse las pérdidas en productividad de la parvada, debidas a la disminución de los parámetros productivos (3), así como por la aplicación de medidas paliativas como son, los programas de restricción alimenticia (4, 5).

GENERALIDADES

El SA, se ha reportado como uno de los principales problemas de mortalidad en la avicultura nacional, desde 1972. Es importante establecer la diferencia entre ascitis y síndrome ascítico. La ascitis se define como la acumulación de fluido de baja gravedad específica en la cavidad abdominal producido por las causas generales de edema (hepatitis con cuerpos de inclusión) (6, 7, 8). Por otra parte, el SA es una entidad que tiene características epidemiológicas, clínicas y anatomopatológicas constantes, que entre otros aspectos, transcurre con ascitis; se caracteriza por la acumulación de un fluido acuoso de color amarillo en la cavidad abdominal, no obstante algunos autores mencionan la muerte de pollos de engorda por SA sin presentar líquido abdominal (9).

Por los síntomas y lesiones de este proceso patológico tan complejo, es difícil pensar en una etiología y patogenia única, lo que complica los estudios para determinar su origen (5, 7).

ETIOLOGÍA

Desde la aparición del SA, la patogenia y la etiología han sido objeto de controversias y malas interpretaciones. Existen múltiples aspectos relacionadas con la presentación del SA, que en la mayoría de los casos no han sido evaluados científicamente y que provienen de observaciones de campo y han denotado tener participación en el desarrollo de esta enfermedad, como:

- Baja temperatura ambiental (11, 12, 13).

- **Altas concentraciones de amoniaco en la caseta (14)**
- **Altitud sobre el nivel del mar (15, 16).**
- **Intercambio de aire en las casetas (17).**
- **Bajos niveles de oxígeno (18).**
- **Problemas durante la incubación: altas concentraciones de formol, deficiencia en la ventilación (19, 20, 21).**
- **Factores de manejo y enfermedades asociadas (22).**
- **Características anatómicas (10, 23).**
- **Predisposición por sexo (24, 25, 26)**
- **Factores genéticos: susceptibilidad en ciertas líneas comerciales (5, 8, 11, 12, 27, 28, 29, 30).**
- **Rápida velocidad de crecimiento (31).**
- **Factores nutricionales: presentación del alimento (32) y alta, densidad nutritiva de la dieta (10).**
- **Elevada densidad de población (13, 33).**

BAJAS TEMPERATURAS

Berger (1994) menciona que la baja temperatura, obliga al organismo a incrementar su velocidad metabólica para conseguir elevar la producción de calor, aumentando de esta manera, los requerimientos de oxígeno; lo que puede explicar la estacionalidad que habitualmente se observa en la presentación del SA.

Estudios realizados por López (1985) y Julian *et al.* (1989), indican que la intensidad del SA aumenta en los meses fríos del año y que puede estar relacionado con factores ambientales y nutricionales. Por otro lado, Bendheim *et al.* (1992), al evaluar el efecto de una ventilación deficiente, bajas temperaturas, tipo de alimento y sexo de aves comerciales de engorda, observaron que el factor que más influyó sobre la presentación del SA fue la baja temperatura. De igual manera, pudieron determinar que si se alimenta a machos con dietas peletizadas en condiciones de bajas temperaturas, se tiene un incremento mayor de mortalidad por SA.

PROCESO DE INCUBACIÓN

Se ha pensado que el SA puede ser originado por algún problema ocurrido durante la incubación, tal como: calidad del pollito (19), contaminantes, intoxicación por desinfectantes, tamaño del huevo, problemas infecciosos, intercambio de aire durante la incubación (20); así como, factores congénitos cardíacos (9).

PROCESOS INFECCIOSOS

Los factores de manejo y enfermedades asociadas principalmente con el sistema respiratorio que producen hipoxia en el pollo de engorda, desencadenan cambios morfológicos en las células endoteliales de los capilares hemáticos y en las paredes de las arteriolas pulmonares, que una vez establecidos, mantienen el estado de hipoxia y la elevación compensatoria de la presión pulmonar, ocasionando el síndrome de insuficiencia cardíaca derecha, característico del SA (7).

FACTORES ANATÓMICOS

Investigaciones de Pro y Manjarrez (1992), relacionan la susceptibilidad del SA con características anatómicas del pollo, ya que han observado que la fisiología de órganos, como los pulmones y el corazón, no se encuentran en relación con el crecimiento acelerado de las masas musculares. Esto se corrobora con estudios de Vidyadaran *et al.* (1990), donde demuestran que la capacidad pulmonar del pollo de engorda es 20% inferior a la del *Gallus gallus* (gallo rojo de la jungla), debido a que la barrera tisular es 28% más gruesa a la del *Gallus gallus*.

Lister (1997), describe que la genética juega un papel muy importante en la presencia de este síndrome, ya que los genetistas han logrado obtener líneas con un mayor porcentaje de masa muscular, pero ha quedado rezagado el desarrollo de los órganos internos como los pulmones y el

corazón, lo que provoca un aumento dramático en la presión sanguínea. Las líneas de pollos con menor índice de conversión alimenticia, también han demostrado tener una mayor dificultad al adaptarse a cambios ambientales en comparación con líneas menos seleccionadas.

SUSCEPTIBILIDAD POR SEXO

López (1997), menciona que existe una mayor predisposición en los machos con respecto a las hembras, atribuyéndose esta situación a la mayor demanda metabólica, por la elevada velocidad de crecimiento y superior peso corporal de los machos y con esto, un incremento en el requerimiento de oxígeno.

Investigaciones como las de Burton *et al.* (1990), apoyan esta teoría, al observar una mayor incidencia de hipertensión pulmonar e hipertrofia ventricular derecha en machos en comparación con hembras, ambos criados a elevada altitud; sin embargo, Sillau *et al.* citado por López (1997), mencionan no haber hallado diferencias entre los valores de la presión en la arteria pulmonar de machos y hembras clínicamente sanos.

SUSCEPTIBILIDAD GENÉTICA

Desde la aparición del SA, se ha mencionado una alta predisposición en las líneas comerciales de engorda donde las estirpes con una mayor velocidad de crecimiento, presentan pulmones que no pueden oxigenar la sangre de manera eficiente, especialmente cuando se incrementa su frecuencia cardíaca por un aumento en la presión arterial pulmonar (8, 12, 27, 29, 30, 37).

Huehzmeyer y De Rutek (1986), señalaron que las líneas comerciales difieren en su susceptibilidad hacia la hipertensión pulmonar. La ganancia de peso en pollo de engorda juega un papel muy importante en la presentación del SA (11), ya que se observa que este síndrome es más

común en aquellas aves de crecimiento rápido, debido a que la velocidad de crecimiento es mayor entre la tercera y séptima semana de edad (10,11, 39).

Esto se corrobora con investigaciones realizadas por Scheele *et al.* (1991), quienes estudiaron poblaciones de pollos que diferían en su rapidez de crecimiento, manteniéndolas en un ambiente de baja temperatura para incrementar la demanda metabólica, encontrando una mayor presencia del SA en los pollos con alta velocidad de crecimiento.

Mirsalimi *et al.* (1993), realizaron 2 experimentos similares para comparar la ocurrencia del SA en pollos de engorda de rápida ganancia de peso y aves leghorn de crecimiento lento; observando que las aves leghorn no desarrollaron hipertensión ventricular como resultado de la policitemia inducida por la simulación de gran altitud, en contraste con pollos de engorda que presentaron una respuesta hematológica significativamente alta y una mortalidad por SA del 56%.

CONSUMO DE ALIMENTO

La mayor velocidad de crecimiento y depósito de masa muscular, trae como consecuencia un aumento en la carga metabólica, por lo que se requiere de más energía libre para obtener el oxígeno necesario en los procesos metabólicos; contradictorio a lo que se piensa, de mejorar la eficiencia alimenticia, al disminuir el aporte de energía para el animal. Ante esta situación, se presenta una descompensación metabólica entre el aporte de energía que se proporciona al organismo para cubrir la elevada demanda de las funciones de mantenimiento y producción (42).

La restricción en el consumo de alimento, la falta de acceso al mismo por un tiempo determinado, así como, la implementación de dietas con una menor calidad nutritiva para disminuir las demandas metabólicas, han sido algunos de los recursos usados con mayor frecuencia por el avicultor como paliativo para disminuir la incidencia del SA (10, 43).

Se ha observado que los programas de restricción alimenticia, son más eficientes cuando se aplican principalmente desde la etapa de iniciación, procurando modular la velocidad de crecimiento en lugar de reducirla (4, 5, 44, 45, 46, 47).

La disminución significativa del SA con los tratamientos en que se realiza la restricción alimenticia, puede deberse a la disminución del peso corporal del ave en cierta etapa que vida productiva, se reduce el ritmo metabólico del mismo, y con ello las necesidades de oxigenación, evitando en cierta forma, la predisposición a una hipoxia que posteriormente desencadene el SA (5).

Resultados obtenidos por Palos *et al.* (1991), muestran que la combinación en la restricción alimenticia en el periodo de iniciación a 75% y 82.5% con alimento a libre acceso en el periodo de finalización, reducen la mortalidad por SA, sin sacrificar peso corporal a la octava semana de edad.

Es importante considerar que si no se manejan adecuadamente los programas de restricción, se verán afectados los parámetros productivos (5, 17). Acar *et al.* (1995) y Berger *et al.* (1993), demostraron que la aplicación de una restricción alimenticia a edades tempranas (4 a 11 y 7 a 14 días) reducía la incidencia de SA, pero a costa del desarrollo de la pechuga.

Camacho (1995), señala que si bien los programas de restricción alimenticia reducen la mortalidad por SA, también afectan el comportamiento productivo, debido a que pueden provocar una disminución de 100 y hasta 150 gramos en la ganancia de peso, además de disminuir el rendimiento de la canal.

Balong *et al.* (1997) y Buys *et al.* (1998), han estudiado la posibilidad de utilizar programas de luz intermitente para la reducción de los problemas de SA, además de reducir la conversión alimenticia y la grasa abdominal.

Se han realizado otros estudios encaminados a buscar la manera de controlar la incidencia de SA, por ejemplo, los efectuados por Wang y Hacker (1993), quienes probaron la inclusión de diferentes dosis de diaoxinxuekang en el alimento, donde observaron que la mortalidad ocasionada por SA se redujo al incluir 3500 mg de este producto. Nakamura *et al.* (1996), incluyeron 40 mg de ubiquinona por Kg de alimento y lograron disminuir la mortalidad por SA.

Por otro lado, recientes investigaciones han sugerido que al disminuir los niveles de amoniaco intestinal puede tener una influencia significativa en la reducción de la mortalidad por SA; Rhee, citado por Walker (1990), realizó una serie de experimentos, donde agregó un inhibidor de la ureasa intestinal al alimento, obteniendo una reducción significativa del amoniaco intestinal y por consiguiente una reducción en la mortalidad por SA.

En resumen, cualquier factor que predisponga al pollo de engorda a una hipoxia, como son su crianza en elevada altitud sobre el nivel del mar, la inadecuada ventilación de la caseta, un aumento en las necesidades de oxigenación de los pollos al criarlos en bajas temperaturas ambientales, la inadecuada combustión de las fuentes de calor, la presencia de altas concentraciones de amoniaco, prácticas inadecuadas de incubación, daño en tejido pulmonar por causas infecciosas, físicas, químicas o lesiones cardíacas, promueven la presentación del SA.

JUSTIFICACIÓN

Existen estudios sobre el SA realizados en estirpes de pollo de engorda seleccionados genéticamente para una rápida ganancia de peso corporal, observándose en aquellas parvadas con una elevada velocidad de crecimiento, un incremento en la incidencia de este problema, sin embargo, en otros experimentos se demostró que no necesariamente el SA está directamente relacionado con el peso corporal (55). En general se concluye erróneamente que los animales de mayor peso, son los que tienen una mayor mortalidad por el SA, cuando en realidad son las parvadas o lotes con mayor peso promedio.

En las aves donde empieza a desarrollarse el SA se observa una signología caracterizada por abdomen distendido, jadeo, cianosis de la cresta y barbillas, dificultad al caminar, postración, ataxia, bajo consumo de alimento atribuible al mismo proceso de la enfermedad; por ello las aves que mueren, generalmente tienen un peso corporal menor al promedio de la parvada. El poder contar con información individual de los pesos corporales previa a la presentación del SA, permitirá conocer con mayor precisión el tiempo de desarrollo del cuadro clínico, así como poder analizar si el peso corporal tiene un efecto sobre la incidencia al SA.

Aparentemente, no existen datos sobre los valores individuales de peso y su relación con el SA. Por lo tanto, es importante conocer si el peso corporal realmente influye en la presentación del SA, evaluando un gran número de aves y obteniendo sus curvas de crecimiento, a fin de estudiar la relación entre el comportamiento de la velocidad de crecimiento y la incidencia del SA.

HIPÓTESIS

Los pollos de engorda machos, que tienen una mayor velocidad de crecimiento individual en alguna etapa de su vida productiva, presentaron mayor mortalidad por síndrome ascítico.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la susceptibilidad al síndrome ascítico en pollos de engorda machos, al presentar una mayor velocidad de crecimiento individual.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Establecer las curvas y parámetros de crecimiento individual.
2. Conocer la predisposición a una mortalidad por síndrome ascítico con respecto a la velocidad de crecimiento individual.

HIPÓTESIS

Los pollos de engorda machos, que tienen una mayor velocidad de crecimiento individual en alguna etapa de su vida productiva, presentaron mayor mortalidad por síndrome ascítico.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la susceptibilidad al síndrome ascítico en pollos de engorda machos, al presentar una mayor velocidad de crecimiento individual.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Establecer las curvas y parámetros de crecimiento individual.
2. Conocer la predisposición a una mortalidad por síndrome ascítico con respecto a la velocidad de crecimiento individual.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN

El trabajo experimental se desarrolló en una granja experimental localizada en el Municipio de Comonfort, Gto., ubicada a 20° 44' 35" latitud norte y 100° 45' 13" longitud oeste, con una altitud de 1794 m.s.n.m. El clima de la región se ha clasificado como semicálido extremo con una temperatura anual promedio de 19 °C.

AVES

Se utilizaron 411 pollitos de engorda machos de la estirpe Hybro de un día de edad, provenientes de la misma planta incubadora y de la misma clave de reproductoras.

INSTALACIONES

Las aves se alojaron en un lote de una caseta común a la avicultura comercial de ambiente natural, con una densidad de población de 14 aves/m², equipada con comederos tipo tolva de 1.20m de circunferencia a razón de 4.3 cm de comedero por ave y bebederos automáticos de

campana tipo Plasson, piso de cemento y cama de paja. La temperatura de la caseta la proporcionaron 2 calentadores de gas, manteniendo una temperatura inicial de 32°C, reduciéndose 2°C cada semana.

Las prácticas de manejo utilizadas fueron comunes a las empleadas en la avicultura comercial.

OBTENCIÓN DE DATOS

A los 7 días de edad los pollitos se identificaron individualmente mediante bandas numeradas en el pliegue del ala. Se realizó el pesaje de cada una de las aves a los 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días de edad; posteriormente se elaboró un registro individual de los pesos semanales de los pollos. La mortalidad se registró diariamente, identificando el ave, el peso y la causa de muerte. La información de los pesos, se utilizó para estudiar la predisposición de mortalidad por SA y establecer las curvas de crecimiento.

CLASIFICACIÓN DE LOS PESOS

Los pesos obtenidos se dividieron en tres grupos: a) Peso de pollos que murieron por SA, b) peso de pollos que murieron por otras causas, y c) peso de pollos clínicamente sanos. En el caso particular de los pollos que murieron por SA, se eliminó el peso de la última semana de vida (factor de corrección), con el propósito de eliminar el efecto que pudo producir la enfermedad sobre el comportamiento del peso. El peso de los pollos que murieron por SA y los clínicamente sanos se clasificaron en 4 categorías: bajo, medio-bajo, medio-alto y alto; se tomó el criterio del peso promedio semanal y la desviación estándar (cuadro 1).

Cuadro 1. Criterio utilizado para establecer la categoría del peso de las aves estudiadas.

CRITERIO	Peso prom - 2 σ	Peso prom - 1 σ	Peso prom + 1 σ	Peso prom + 2 σ
CATEGORÍA	BAJO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	ALTO
ABREVIATURA	B	MB	MA	A

σ = desviación estándar.

Para el cálculo de los parámetros productivos, se utilizó el peso de los pollos que murieron por SA sin el factor de corrección, la información del peso de los pollos que murieron por otras causas diferentes al SA y la de los pollos clínicamente sanos.

RELACIÓN ENTRE PESO CORPORAL Y LA PREDISPOSICIÓN A MORIR POR SA

Con el fin de poder establecer una relación entre el peso corporal y la mortalidad por SA, se decidió determinar en cada categoría de la primera semana, la frecuencia de la mortalidad causada por SA, posteriormente mediante la prueba exacta de Fisher (56), se compararon las frecuencias para determinar si existían diferencias entre categorías. Esto se fundamentó, tomando en consideración los resultados que obtuvieron Dale y Villacres (1988), los cuales estudiaron la relación del peso de la segunda semana de edad con la mortalidad por SA.

DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LOS PESOS SEMANALES

Se analizó la tendencia del peso semanal dentro de las 4 categorías para cada pollo, para denotar si al cambio de semana, el peso de cada ave clasificó en la misma categoría o presentó cambio. Esto fue durante toda la vida productiva de los pollos clínicamente sanos, y hasta una semana antes de la muerte de los pollos por SA. El comportamiento de los pesos se describió como uniforme, cuando el peso del pollo clasificó en la misma categoría durante toda la fase

experimental; el comportamiento variable se designó para aquellos pollos que en al menos una ocasión su peso haya cambiado de categoría.

CURVAS DE CRECIMIENTO

Para obtener las curvas de crecimiento, se utilizaron 2 modelos matemáticos de crecimiento, uno lineal y otro exponencial (57), para lo cual se tomó el peso promedio de los pesos individuales de los pollos de la primera hasta la séptima semana de edad, de las aves clínicamente sanas y hasta una semana antes de la muerte para los pollos con SA. La bondad de ajuste de los modelos, se decidió mediante el coeficiente de determinación (R^2). Para la elaboración de las ecuaciones se utilizó el valor de la pendiente y de la ordenada al origen.

MORTALIDAD GENERAL Y POR SÍNDROME ASCÍTICO (%)

Diariamente se cuantificó la mortalidad de los pollos, registrando número de banda, peso corporal y edad del ave; se realizaron necropsias para evaluar clínicamente la causa de muerte.

GANANCIA DE PESO (g)

Se dividió el total del peso vivo (g) de las aves entre el número de aves vivas en el lote al final del periodo, a este resultado se le resto el peso corporal total (g) de las aves del periodo anterior.

CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO (g)

Para obtener este valor, se restó al alimento servido durante cada semana el alimento sobrante del comedero al cierre de la semana, el valor obtenido se dividió entre el número de pollos que finalizaron la semana para obtener el consumo de alimento semanal por pollo.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA (índice)

La conversión alimenticia se obtuvo bajo dos criterios diferentes: índice de conversión alimenticia comercial e índice de conversión alimenticia corregida para mortalidad, siendo:

a) Conversión alimenticia comercial. El cociente de la división de la cantidad de alimento consumido entre la ganancia de peso por semana.

b) Conversión alimenticia corregida para mortalidad. El cociente de la división de la cantidad de alimento consumido entre la ganancia de peso más el peso de la mortalidad por semana.

UNIFORMIDAD DE PARVADA

Para analizar el comportamiento de la parvada en relación con la ganancia de peso semanal, se utilizó el parámetro de uniformidad de parvada, siguiendo el procedimiento descrito por Quiroz (1996). Para cada semana, se organizaron los pesos en forma ascendente, se calculó el promedio de peso de la parvada, para establecer rangos se restó y sumó el 10%, 20%, 30% y 40% al promedio, determinando el número de aves en cada rango, el número de aves se multiplicó por 100 y se dividió entre el total de aves por semana.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se calculó la frecuencia de incidencia al SA en cada una de las 4 categorías previamente establecidas en la primera semana de edad. Se utilizó la prueba de Fisher para comparar la frecuencia de mortalidad por SA de cada categoría, lo cual permitió establecer la incidencia de acuerdo al peso de la primera semana.

Los modelos matemáticos utilizados para elaborar las curvas de crecimiento fueron:

a) Lineal, obtenido a partir de la expresión

$$Y = B_0 + B_1 (X)$$

donde:

Y = Peso del pollo.

B₀ = Valor de la ordenada al origen.

B₁ = Valor de la pendiente

X = Edad del ave.

b) Exponencial, obtenido de la expresión

$$Y = B_0 B_1^X$$

se hizo una equivalencia de la expresión logarítmica, por lo que los valores de los pesos se transformaron a logaritmos

$$\text{Log } Y = B'_0 + B'_1$$

donde:

Y = Peso del pollo.

B₀ = Valor de la ordenada al origen.

B₁ = Valor de la pendiente

X = Edad del ave.

Estos análisis se realizaron por medio del paquete computacional estadístico S.A.S. (59).

RESULTADOS

CLASIFICACIÓN DE LOS PESOS CORPORALES

De acuerdo a las 4 categorías establecidas (B, MB, MA, A) para el peso corporal en gramos, se observaron los siguientes valores en relación a la edad de los pollos (cuadro 2).

SEMANA UNO: A los 7 días de edad, la distribución del peso de 367 pollos clínicamente sanos fue por orden descendente, representado por un 40.33 % (148 aves) en la categoría MA, 28.61 % (105 aves) en la categoría MB; finalmente tanto la categoría B como la A presentaron 15.53 % (57 aves) de los pesos.

En la población de los pollos con SA (28 aves), un pollo con SA murió en la primera semana de edad y al aplicarle el factor de corrección no fue posible clasificarlo en ninguna de las categorías. Las demás aves se clasificaron en la categoría MA con 29.63 % (8 aves); el 25.93 % (7 aves) clasificó en la categorías MB; las categorías B y A tuvieron un porcentaje de 22.22 % (6 aves).

SEMANA DOS: Los pollos clínicamente sanos mostraron el 36.24 % (133 aves) clasificada en la categoría MA, el 31.06 % (114 aves) se agruparon en la MB; el 16.62 % (61 aves) y el 16.08 % (59 aves) en las categorías de A y B respectivamente.

La distribución del peso de los pollos que murieron por SA durante la segunda semana se distribuyó de la siguiente manera: 33.33 %, 29.63 %, 22.22 % y 14.81 % para las categorías MB, A, MA y B respectivamente.

SEMANA TRES: En esta semana el 37.33 % (137 aves) de la población clínicamente sana se distribuyó en la categoría MA, el 29.15 % (107 aves) en la MB, en la categoría A se presentó el 17.17 % (63 aves), finalmente el 16.35 % (60 aves) en la categoría B.

En la población de pollos muertos por SA, el 34.61 % (9 aves) correspondió a la categoría A; para los grupos MA y MB se observó un 26.92 % (7 aves) y en el grupo B sólo se presentó el 11.54 % (3 aves).

SEMANA CUATRO: El 36.24 % (133 aves) de los pollos clínicamente sanos fueron clasificados en el grupo MA; 30.52 % (112 aves) en la categoría MB; 17.17 % (63 aves) en la A y 16.08 % (59 aves) en la B.

El 28.6 % (6 aves) de los pollos que fallecieron por SA se agruparon tanto en las categorías A y B; el 23.81 % (5 aves) se clasificaron en la categoría MA y el 19.05 % (4 aves) en la categoría MB.

SEMANA CINCO: El 35.69 % (131 aves) de los pollos sanos pertenecieron a la categoría MA, el 31.06 % (114 aves) a la MB y el 16.62 % (61 aves) correspondió a las categorías B y A.

En la población de pollos muertos por SA, el 60 % (6 aves) correspondió a la categoría MA, el 20 % (2 aves) a las categorías A y B, en el grupo de pesos MB no se observó ningún dato.

SEMANA SEIS y SIETE: En estas dos semanas se presentó una situación particular en la distribución de los pesos de los pollos sanos, ya que los porcentajes observados en cada categoría fueron iguales en ambas semanas, 36.78 %, 32.97 %, 16.07 % y 14.17 % en los grupos MA, MB, A y B respectivamente.

Al peso de los pollos muertos por SA se les resto el de la última semana de vida por lo que el porcentaje fue de cero en ambas semanas.

RELACIÓN DEL PESO A LA PRIMERA SEMANA Y LA INCIDENCIA DE LA MORTALIDAD POR SA

El peso al termino de la primera semana de las 27 aves que murieron por SA se distribuyo en 4 categorías previamente establecidas; se observó que 6 de las 27 aves se presentaron en la categoría B; en la MB se clasificaron 7, en tanto que en la MA fueron 8 aves; finalmente 6 en la categoría A (cuadro 3). Estas frecuencias fueron analizadas estadísticamente mediante la prueba de Fisher, no encontrándose diferencia estadística ($p < 0.01$), en la relación del peso de la primera semana con la posterior incidencia al SA (cuadro 4).

COMPORTAMIENTO DE LOS PESOS DE POLLOS SANOS

La clasificación de igual manera, tuvo como base el peso promedio de la primera semana de edad, estos resultados se pueden observar en el cuadro 2.

CATEGORÍA B: El 59.65 % (34 aves) permanecieron en esta categoría hasta el momento de su sacrificio, es decir mostraron un comportamiento uniforme, mientras que el 40.35 % (23 aves) cambiaron de categorías en las siguientes semanas (gráfica 1).

CATEGORÍA MB: El 55.24 % (58 aves) de las aves se mantuvieron en esta categoría durante su vida productiva, el 44.76 % (47 aves) manifestaron cambios de categoría

CATEGORÍA MA: En esta categoría se observó que el 58.78 % (87 aves), mostraron un comportamiento uniforme y el 41.22 % (61 aves) fue variable.

CATEGORÍA A: El 66.67 % (38 aves) de los pollos con pesos altos tuvieron un patrón de crecimiento uniforme y el 33.33 % (19 aves) fue variable.

En forma breve se describe que el porcentaje mayor de uniformidad lo obtuvo la categoría de los pesos altos (66.67 %) y la MB fue la más variable (44.76 %).

COMPORTAMIENTO DE LOS PESOS DE LOS POLLOS CON SA

Se siguió el mismo criterio para evaluar la variabilidad o uniformidad de los pollos que clínicamente sanos. Los resultados se pueden apreciar en la gráfica 1.

CATEGORÍA B: Del seguimiento de los pesos semanales de cada uno de los 6 pollos clasificados en este grupo, se pudo determinar que 66.67 % (4 aves, pollos 2, 17, 18 y 28), no cambiaron a otra categoría de una semana a otra (cuadro 5), en tanto que 33.33 % (2 aves) si cambiaron de categoría (pollos 3 y 27) (cuadro 5).

CATEGORÍA MB: Para los pollos que en la primera semana se clasificaron en el grupo de pesos MB, el 42.86 % (3 aves) presentaron un comportamiento uniforme (pollos 7, 14 y 15) y el 57.14 % (4 aves) tuvieron un comportamiento variable (pollos 16, 24, 25 y 26) (cuadro 5).

CATEGORÍA MA: El 37.5 % (3 aves) siguieron un comportamiento de crecimiento uniforme (pollos 6, 12, 22) y 62.5 % (5 aves) de los pollos presentaron un comportamiento variable (pollos 4, 5, 11, y 23) (cuadro 5).

CATEGORÍA A: En esta semana el 66.67 % (4 aves) presentaron un comportamiento uniforme (pollos 8, 9, 19 y 20) y 33.33 % (2 aves) tuvieron un comportamiento variable (pollos 10 y 21) (cuadro 5).

Se observó que los pesos de los pollos clasificados en B y A presentaron el mayor porcentaje de patrón uniforme (66.67 %) y la categoría MA, el porcentaje más alto de aves que cambiaron de categoría (62.5 %).

CURVAS DE CRECIMIENTO DE POLLOS CLÍNICAMENTE SANOS

a) MODELO MATEMÁTICO LINEAL

A los pesos corporales promedio por semana de los pollos clínicamente sanos se les aplicó el modelo lineal y se observó:

TERCERA SEMANA, los valores de R^2 , pendiente y ordenada al origen fueron de 0.968, 27.357 y -110.666, de acuerdo a estos valores se establecieron las siguientes ecuaciones:

$Y = -110.666 + 27.357 (7)$	$Y = 80.833^*$
$Y = -110.666 + 27.357 (14)$	$Y = 272.332$
$Y = -110.666 + 27.357 (21)$	$Y = 463.831$

Se elaboraron las curvas de crecimiento correspondientes a lo observado y a la estimada. Se aprecia que la curva estimada, esta por arriba de la real; en tanto que el primer y último se encuentran por debajo (gráfica 2).

CUARTA SEMANA, los valores de R^2 , pendiente y ordenada al origen fueron de 0.963, 34.757 y -197 respectivamente, se determinaron las siguientes ecuaciones.

$Y = -197 + 34.757 (7)$	$Y = 46.299$
$Y = -197 + 34.757 (14)$	$Y = 289.598$
$Y = -197 + 34.757 (21)$	$Y = 532.897$
$Y = -197 + 34.757 (28)$	$Y = 776.196$

* Valor estimado (g) por la ecuación para los diferentes días con respecto a sus pesos.

En la curva correspondiente con los valores obtenidos en las ecuaciones anteriores, se observa que los valores estimados a los 7 y 28 días están por debajo de la curva de crecimiento real, a diferencia de los valores para los días 14 y 21 que fueron más altos (gráfica 4).

QUINTA SEMANA, se determinaron los siguientes valores 0.959, 41.914 y -297.2 para R^2 , pendiente y ordenada al origen.

$Y = -297.2 + 41.914 (7)$	$Y = -3.802$
$Y = -297.2 + 41.914 (14)$	$Y = 289.596$
$Y = -297.2 + 41.914 (21)$	$Y = 582.994$
$Y = -297.2 + 41.914 (28)$	$Y = 876.392$
$Y = -297.2 + 41.914 (35)$	$Y = 1169.79$

Con los datos obtenidos se elaboró la curva de crecimiento estimada (gráfica 6). Se aprecia que sólo los valores estimados para los días 7 y 35 están por debajo de los valores de la curva de crecimiento real.

SEXTA SEMANA, Se obtuvo 0.974, 44.787 y -344.133 para R^2 , pendiente y ordenada al origen, con estos datos se determinaron las siguientes ecuaciones

$Y = -344.133 + 44.787 (7)$	$Y = -30.624$
$Y = -344.133 + 44.787 (14)$	$Y = 282.885$
$Y = -344.133 + 44.787 (21)$	$Y = 596.394$
$Y = -344.133 + 44.787 (28)$	$Y = 909.903$
$Y = -344.133 + 44.787 (35)$	$Y = 1223.412$
$Y = -344.133 + 44.787 (42)$	$Y = 1536.921$

En la gráfica 8 se observa, que los valores estimados a los 7, 35 y 42 días están por abajo de los reales; en tanto que a los 14, 21 y 28 días ocurre lo contrario.

SÉPTIMA SEMANA, el valor de R^2 fue de 0.977; 48.362 para la pendiente y -410.857 para la ordenada al origen; las ecuaciones son las siguientes:

$Y = -410.857 + 48.362 (7)$	$Y = -72.323$
$Y = -410.857 + 48.362 (14)$	$Y = 266.211$
$Y = -410.857 + 48.362 (21)$	$Y = 604.745$
$Y = -410.857 + 48.362 (28)$	$Y = 943.279$
$Y = -410.857 + 48.362 (35)$	$Y = 1281.813$
$Y = -410.857 + 48.362 (42)$	$Y = 1620.347$
$Y = -410.857 + 48.362 (49)$	$Y = 1958.881$

Con los valores obtenidos se elaboraron las curvas de crecimiento (gráfica 10), donde se observa que la curva estimada está por debajo de la real a los 7 y 49 días.

De acuerdo a los resultados de R^2 obtenidos, podemos inferir que el mejor ajuste del modelo lineal se observó en los pesos de la séptima semana y el ajuste más bajo se observó con los pesos de la quinta semana; así mismo, conforme las aves van creciendo, los valores de la ordenada al origen van disminuyendo y los de la pendiente van en aumento (cuadro 6). En cuanto a las curvas de crecimiento, se observa que las estimadas se encuentran por arriba de las reales, pero el primero y el último peso están por debajo de los observados.

b) MODELO MATEMÁTICO EXPONENCIAL.

El cuadro 7, muestra los valores que se obtuvieron al aplicar el modelo exponencial a los pesos de los pollos clínicamente sanos, posteriormente con los valores de la pendiente y ordenada al origen se elaboraron las ecuaciones respectivas.

TERCERA SEMANA, la R^2 fue de 0.999; la pendiente de 1.119 y la ordenada al origen de 46.881, las ecuaciones respectivas son:

$Y = 46.881 (1.119)^7$	$Y = 102.993$
$Y = 46.881 (1.119)^{14}$	$Y = 226.265$
$Y = 46.881 (1.119)^{28}$	$Y = 1092.042$

En las curvas correspondientes (gráfica 3), se observa que los valores de pesos estimados a los 7 y 21 días están por arriba de los reales, a diferencia del peso estimado al día 14.

CUARTA SEMANA, el valor de la R^2 fue de 0.991; la pendiente de 1.107 y la ordenada al origen de 53.456, con estos datos se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$Y = 53.456 (1.107)^7$	$Y = 108.9$
$Y = 53.456 (1.107)^{14}$	$Y = 221.852$
$Y = 53.456 (1.107)^{21}$	$Y = 451.956$
$Y = 53.456 (1.107)^{28}$	$Y = 920.725$

En la gráfica 5, se pueden ver las curvas de crecimiento real y estimada. La curva estimada, está por debajo de la real a los 14 y 21 días, a diferencia del valor del día 28, el cual está por arriba.

QUINTA SEMANA: $R^2 = 0.982$; pendiente=1.094 y ordenada al origen=61.518, con estos valores se determinaron las correspondientes ecuaciones:

$Y = 61.518 (1.094)^7$	$Y = 115.378$
$Y = 61.518 (1.094)^{14}$	$Y = 219.179$
$Y = 61.518 (1.094)^{21}$	$Y = 405.850$
$Y = 61.518 (1.094)^{28}$	$Y = 761.179$
$Y = 61.518 (1.094)^{35}$	$Y = 1427.606$

En la gráfica 7, se puede ver que la curva de crecimiento estimada esta por abajo de la real a los 14, 21 y 28 días, en tanto que a los 7 y 35 días esta por arriba. (gráfica 7).

SEXTA SEMANA: $R^2 = 0.962$; pendiente 1.081 y ordenada al origen 73.79, las ecuaciones correspondientes son:

$Y = 73.79 (1.081)^7$	$Y = 127.285$
$Y = 73.79 (1.081)^{14}$	$Y = 219.562$

$Y = 73.79 (1.081)^{21}$	$Y = 378.736$
$Y = 73.79 (1.081)^{28}$	$Y = 653.306$
$Y = 73.79 (1.081)^{35}$	$Y = 1126.929$
$Y = 73.79 (1.081)^{42}$	$Y = 1943.912$

En la gráfica 9, la curva de crecimiento estimada muestra que sus valores a los 21, 28 y 35 días se encuentran por debajo de la curva real, y para los 7 y 42 días están por encima.

SÉPTIMA SEMANA, los valores fueron 0.948 para R^2 ; 1.074 para la pendiente y 86.496 para la ordenada al origen, con estos valores se determinaron las ecuaciones con las cuales se elaboraron las curvas de crecimiento (gráfica 11).

$Y = 86.496 (1.074)^7$	$Y = 142.569$
$Y = 86.496 (1.074)^{14}$	$Y = 234.993$
$Y = 86.496 (1.074)^{21}$	$Y = 387.334$
$Y = 86.496 (1.074)^{28}$	$Y = 638.434$
$Y = 86.496 (1.074)^{35}$	$Y = 1052.315$
$Y = 86.496 (1.074)^{42}$	$Y = 1734.506$
$Y = 86.496 (1.074)^{49}$	$Y = 2858.945$

La gráfica 11, muestra que los valores de los pesos estimados a los 7 y 49 días se encuentran por arriba de los reales y el resto de los pesos estimados esta por abajo de la curva real.

De acuerdo a la R^2 obtenida, se puede mencionar que el modelo exponencial tuvo el mejor ajuste con los pesos corporales de los pollos a la primera semana y el más bajo a la séptima; es importante hacer notar, que conforme las aves aumentan de edad, el modelo exponencial muestra una reducción en los valores de R^2 y pendiente, en tanto que los valores de la ordenada al origen aumentan (cuadro 7). En cuanto al comportamiento de las curvas de crecimiento estimadas, se

observó que en todas las semanas analizadas, sólo los primeros y últimos puntos estuvieron por arriba de las curvas reales.

CURVAS DE CRECIMIENTO DE POLLOS CON SÍNDROME ASCÍTICO

a) MODELO MATEMÁTICO LINEAL.

De acuerdo a el modelo matemático se observaron los siguientes resultados:

TERCERA SEMANA, los resultados para R^2 fue de 0.966; pendiente 28.143 y ordenada al origen -119.333. con estos datos se realizaron las ecuaciones correspondientes:

$Y = -119.333 + 28.143 (7)$	$Y = 77.668^*$
$Y = -119.333 + 28.143 (14)$	$Y = 274.669^*$
$Y = -119.333 + 28.143 (21)$	$Y = 471.67^*$

Con estos valores y los pesos corporales reales, se elaboraron las curvas correspondientes (gráfica 12), donde se observa que la curva estimada a los 7 días de edad está por debajo de la curva real, posteriormente a los 14 días se encuentra por arriba, para finalmente a los 21 días colocarse por debajo de la curva real.

CUARTA SEMANA, los valores fueron para la R^2 de 0.971; pendiente de 34.114 y -189 de ordenada al origen. Se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$Y = -189 + 34.114 (7)$	$Y = 49.798$
$Y = -189 + 34.114 (14)$	$Y = 288.596$
$Y = -189 + 34.114 (21)$	$Y = 527.394$
$Y = -189 + 34.114 (28)$	$Y = 766.192$

* Valor del peso estimado(g) por la ecuación a los diferentes días de la toma de pesos.

Con los valores obtenidos se elaboró la curva de crecimiento correspondiente (gráfica 14), tanto los valores estimados para los días 7 y 28 resultaron por debajo de los valores reales, los valores correspondientes para los días 14 y 21 están por arriba de la curva real.

QUINTA SEMANA, los valores de R^2 , pendiente y ordenada al origen fueron 0.950, 43.086 y -314.60, obteniéndose las ecuaciones:

$Y = -314.60 + 43.086 (7)$	$Y = -12.998$
$Y = -314.60 + 43.086 (14)$	$Y = 288.604$
$Y = -314.60 + 43.086 (21)$	$Y = 590.206$
$Y = -314.60 + 43.086 (28)$	$Y = 891.808$
$Y = -314.60 + 43.086 (35)$	$Y = 1193.41$

Para graficar las curvas de crecimiento se utilizaron estos valores y los pesos corporales reales de la quinta semana (gráfica 16), la curva de crecimiento estimada resultó por arriba de la real a los 14, 21 y 28 días.

En resumen, podemos decir que de acuerdo a los valores de R^2 el modelo lineal tuvo un mejor ajuste con los pesos de los pollos a la cuarta semana, el valor de R^2 más bajo se vio a la quinta semana; los valores de la pendiente aumentan conforme la edad avanza, en tanto que los de la ordenada al origen disminuyen (cuadro 8). Las curvas de crecimiento estimadas presentaron pesos por arriba de los reales, a excepción del primer y último punto de la curva, los cuales se colocaron en todos los casos por debajo.

b) MODELO MATEMÁTICO EXPONENCIAL.

En el cuadro 9, se pueden ver los valores de R^2 , ordenada al origen y pendiente, después de aplicar el modelo matemático; es importante mencionar que todos los valores de R^2 ordenada al origen y pendiente, se utilizaron para poder elaborar las ecuaciones correspondientes.

TERCERA SEMANA, el valor de R^2 fue de 0.999, la pendiente de 1.119 y la ordenada al origen de 45.08, resultando las ecuaciones:

$$\begin{array}{ll}
 Y = 45.08 (1.119)^7 & Y = 99.036 \\
 Y = 45.08 (1.119)^{14} & Y = 217.573 \\
 Y = 45.08 (1.119)^{21} & Y = 477.987
 \end{array}$$

Se realizaron las curvas de crecimiento tomando el cuenta los valores de los pesos reales y estimados por el modelo matemático. En la curva estimada, se aprecia que a los 7 y 21 días está por arriba de la real, encontrándose a los 14 días por debajo (gráfica 13).

CUARTA SEMANA: 0.987, 1.106 y 53.04 fueron los valores de R^2 , pendiente y ordenada al origen respectivamente, resultando las ecuaciones:

$$\begin{array}{ll}
 Y = 53.04 (1.106)^7 & Y = 107.372 \\
 Y = 53.04 (1.106)^{14} & Y = 217.358^* \\
 Y = 53.04 (1.106)^{21} & Y = 440.009^* \\
 Y = 53.04 (1.106)^{28} & Y = 890.732^*
 \end{array}$$

En las curvas de crecimiento correspondientes, se observa que a los 7 días la curva estimada se encuentra por arriba de la real, posteriormente a los 14 y 21 días se coloca por debajo y finalmente a los 28 días vuelve a estar por arriba (gráfica 15).

QUINTA SEMANA, el modelo mostró los siguientes valores para R^2 , pendiente y ordenada al origen: 0.983, 1.095 y 60.53 respectivamente, con esto datos se establecieron las siguientes ecuaciones:

$$\begin{array}{ll}
 Y = 60.53 (1.095)^7 & Y = 114.253 \\
 Y = 60.53 (1.095)^{14} & Y = 215.659 \\
 Y = 60.53 (1.095)^{21} & Y = 407.068 \\
 Y = 60.53 (1.095)^{28} & Y = 768.362 \\
 Y = 60.53 (1.095)^{35} & Y = 1450.323
 \end{array}$$

Utilizando estos datos y los pesos reales se elaboraron las curvas de crecimiento correspondientes. La curva estimada muestra que a los 14, 21 y 28 días se encuentra por debajo de la curva real (gráfica 17).

De acuerdo a los valores de R^2 , el modelo exponencial ofreció un mejor ajuste en los pesos de los pollos a la tercera semana y fue disminuyendo conforme la edad de las aves; en este mismo modelo, los valores de la pendiente disminuyen conforme la edad avanza y los de la ordenada al origen aumentan (cuadro 9). En cuanto a las curvas estimadas de crecimiento obtenidas mediante el modelo exponencial en todos los casos, éstas se colocaron por debajo de las curvas reales, a excepción del primer y último punto de la curva, que en todos los casos resultan por arriba de los reales.

MORTALIDAD TOTAL.

Por circunstancias de manejo de la parvada, las aves se identificaron a los 7 días de edad; por tal motivo, la mortalidad total de los primeros 7 días no fue evaluada. El comportamiento de esta variable fue el siguiente: en la segunda semana se obtuvo 0.97 %, a la siguiente semana aumentó a 1.72 %, a la cuarta semana fue de 0.75 %, en la quinta 1.51 %, a la sexta se observó el porcentaje de mortalidad total semanal más alto con un 3.32 %, finalmente en la última semana fue de 2.91 %. La mortalidad total acumulada al final del periodo fue del 10.71 % (cuadro 10).

MORTALIDAD POR SA

La principal causa dentro de la mortalidad total, lo constituyó el SA con el 63.64 % (28/44) de los casos reportados. El porcentaje de mortalidad por SA acumulada a los 49 días fue de 6.81 %. La mortalidad por SA inició a partir del periodo comprendido entre los 8-11 días, muriendo un ave (0.24 %); a la siguiente semana no se reportó ningún caso de mortalidad por SA, en el periodo de los 22 a 28 días se presentó un 0.25 %, a la quinta semana aumento a 1.26 %, de

los 36-42 días de edad se observó el porcentaje de mortalidad por SA más alto con un 2.81 %, finalmente a la séptima semana se observó 2.64 %. En resumen, se observó que el mayor porcentaje de mortalidad por SA se presentó a la sexta y séptima semana de edad (cuadro 11).

GANANCIA DE PESO

Como se observa en el cuadro 12, la ganancia de peso semanal mostró un comportamiento ascendente hasta la quinta semana; a la sexta, se encontró una disminución en dicho parámetro inclusive por debajo del reportado en la 4a. semana, para volver a aumentar a la séptima semana de edad. No se pudo identificar la causa que ocasionó la disminución de esta variable. La ganancia de peso semanal acumulada a la séptima semana fue de 2042 g.

La ganancia de peso diaria final fue de 42.5 g (cuadro 12).

CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL POR PARVADA Y AVE / DÍA

En el consumo semanal de la parvada (411 pollos), se observó un incremento paulatino que inició con un consumo de 35.52 kg y terminó con 408.84 kg. El consumo final acumulado de la parvada fue de 1587.44 kg (cuadro 13).

El consumo ave/día, en la primera semana fue de 87 g, en las subsecuentes semanas se observó un incremento paulatino que terminó con un consumo de 1114 g para la séptima semana. El consumo ave / día acumulado final fue de 4325 g (cuadro 13).

CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para este parámetro productivo, se puede observar que en la primera semana el índice de conversión fue de 1.54, en la segunda semana se incrementa, pero en la tercera mejora de manera notoria (1.70), en las siguientes semanas se aprecian incrementos paulatinos. Para el índice de conversión corregida para mortalidad se observó un comportamiento de incremento semanal paulatino (cuadro 14).

UNIFORMIDAD DE LA PARVADA POR SEMANA

PRIMERA SEMANA: Como se puede apreciar en la gráfica 18, el 57.66 % de los pesos se agruparon en la categoría de $\pm 10\%$ del valor del peso promedio, el 20.44 % de los pesos fueron más bajos del rango antes descrito y el 21.89 % de los datos fueron más altos del peso promedio.

SEGUNDA SEMANA: Se observó un 48.65 % de uniformidad (rango $\pm 10\%$), el 22.6 % de los pollos tuvieron pesos por debajo de este rango distribuidos en 4 intervalos; en tanto que el 28.74 % de los datos estuvieron por arriba divididos en 3 intervalos (gráfica 19).

TERCERA SEMANA: El 54.25 % de los pesos estuvieron a $\pm 10\%$ del promedio, como se puede apreciar en la gráfica 20, el 25 % de los valores se ubicaron por encima del peso promedio divididos en 3 categorías, en tanto que 20.75 % se presentó a la izquierda distribuidos en 4 categorías (gráfica 20).

CUARTA SEMANA: En esta semana el porcentaje fue de 53.9 % de los pesos que se encontraron a $\pm 10\%$ del peso promedio. El 25.03 % de los pesos por arriba de la media se dividieron en 3 categorías y el 21.16 % de los pesos estuvieron por debajo del peso promedio de la parvada, estos pesos se dividieron en 3 rangos (gráfica 21).

QUINTA SEMANA: El rango de $\pm 10\%$ muestra un **57.29%** de pollos, el **22.49%** de los pollos tuvieron pesos por encima del promedio, los cuales se distribuyeron en 3 categorías (+20%, +30% y +40%); y **20.2%** de los pollos presentaron pesos por debajo del valor del peso promedio (divididos en 4 rangos: -20%, -30%, -40% y -50%) (gráfica 22).

SEXTA SEMANA: La uniformidad de los pesos en esta semana fue del **60.32%**, el **20.9%** de los pesos de los pollos se clasificaron dentro de +20% y +30% del valor del peso promedio, finalmente el **19.08%** de los pollos se clasificaron por debajo del peso promedio (gráfica 23).

SÉPTIMA SEMANA: El **62.77%** de los datos se observaron en el rango $\pm 10\%$ del peso promedio de la parvada, el **20.13%** se ubicó por arriba de este rango, finalmente el **17.11%** de los datos resultó por debajo, divididos en 3 intervalos (gráfica 24).

DISCUSIÓN

Mucho se ha estudiado a las líneas con un elevado índice de crecimiento con respecto a la susceptibilidad para desarrollar SA, pero pocos trabajos se han encargado de observar que es lo que sucede con aves de la misma estirpe.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PESOS DE POLLOS CLÍNICAMENTE SANOS Y CON SA

Al analizar la distribución de los pesos individuales de pollos sanos durante la primera semana (cuadro 2), se observan diferencias marcadas de los valores obtenidos en cada una de ellas; sin embargo, no se pudo apreciar un patrón que pudiera indicar una relación de la distribución de las categorías de los pesos corporales a lo largo del ciclo, con la incidencia de mortalidad por SA. Durante las 7 semanas, el porcentaje más alto de pollos correspondió a la categoría MA.

En tanto la distribución de los pesos corporales de los pollos con SA, tampoco fue posible establecer un patrón de relación con la presentación de SA.

RELACIÓN DEL PESO CON LA PREDISPOSICIÓN A LA MORTALIDAD POR SA

Se puede observar que no existió relación de los pollos que a la primera semana de edad obtuvieron peso alto con la mortalidad por SA, ya que la probabilidad para provocar la muerte por SA, fue igual en todas las categorías ($P > 0.01$) (cuadro 4); esto concuerda con las observaciones de Dale y Villacres (1988), quienes concluyeron que la predisposición al SA, no parece estar estrechamente relacionada con la capacidad individual para un crecimiento rápido.

La distribución de los pesos en las diferentes categorías fue muy variable en todas las semanas. Se pudo apreciar que contrario a lo reportado por Julian *et al.* (1987), en relación a los pesos altos asociados con el SA, los pollos clasificados en la categoría de peso más alto de no obtuvieron el porcentaje más alto de mortalidad por SA, en forma consistente (2.19%), en comparación con los demás grupos; no se observó diferencia estadística ($P > 0.01$) entre las 4 categorías establecidas en el porcentaje de SA (cuadro 4).

Los pollos con peso por debajo del promedio de la parvada (categorías MIB y B) desarrollaron SA, y esto quizá puede deberse a factores de incubación como lo mencionan Pro Martínez y Manjarrez (1992); o tal vez, a la capacidad de respuesta individual ante un estado de hipoxia como lo menciona López *et al.* (1991). Vázquez (1983), concluyen al analizar el comportamiento de 5 líneas comerciales de pollo de engorda, que las diferencias entre y dentro de líneas para morir por SA, se deben a factores genéticos, además de factores ambientales, esto apoya la suposición de que la incidencia al SA, esta relacionada con la susceptibilidad y que los factores ambientales juegan un papel importante en el desarrollo de este síndrome. No olvidemos tampoco, que la presión de selección que se ha efectuado en las líneas comerciales, ha colaborado con la manifestación de algunas enfermedades.

Julian *et al.* (1987), encontraron una relación de pollos con peso alto al término del ciclo productivo, con la observación a la necropsia de falla ventricular y ascitis, esto es contrario a los resultados del presente trabajo; es importante enfatizar que en el presente trabajo, sólo se consideraron como aves positivas, a las que murieron por síndrome ascítico, ya que no fue posible

realizar necropsias de cada pollo que llegó al final del ciclo para determinar lesiones compatibles con éste síndrome.

Arce *et al* (1987), concluyeron que los pollos de crecimiento rápido son más susceptibles a desarrollar SA, los resultados aquí obtenidos contradicen ésta afirmación, ya que se observó la presencia del SA en todas las categorías y no sólo en pollos de la categoría de peso alto, estos resultados son apoyados con los estudios realizados por Dale y Villacres (1988).

DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LOS PESOS SEMANALES

Al observar los resultados de pesos semanales de los pollos clínicamente sanos (gráfica 1), se aprecia que la categoría A, muestra el porcentaje más alto de comportamiento uniforme (66.67%), lo que difiere de los pollos con SA, ya que resultaron las categorías B y A con el mayor porcentaje (66.67 %); en cuanto al patrón variable, los pollos sanos tuvieron el mayor porcentaje en la categoría MB (44.76 %), a diferencia de los pollos con SA en donde la categoría MA obtuvo el valor más alto (62.5 %).

El no encontrar una clara relación entre la ganancia de peso corporal durante el ciclo y la incidencia del SA, sugiere que el peso no es un factor único para la presentación de este síndrome; estos resultados refuerzan lo que muchos investigadores han concluido acerca de la multifactorialidad del SA, quienes han establecido que es un proceso patológico tan complejo provocado por 2 o más factores (1, 10, 25, 61, 62, 63.). Hasta la fecha no se ha comprobado que un factor sea determinante para el desarrollo del SA.

CURVAS DE CRECIMIENTO

Con respecto a los pollos clínicamente sanos, al aplicar el modelo matemático lineal al peso de los pollos, se pudo apreciar que el valor de R^2 tiene un comportamiento descendente hasta la quinta semana, para posteriormente presentar un comportamiento ascendente hasta la séptima. Esto concuerda con las observaciones de Jerez *et al.* (1991), que refieren el comportamiento de la ganancia de peso de líneas comerciales, donde presentan una tendencia lineal al avanzar la edad de las aves.

Por otro lado, al observar los valores de R^2 , pendiente y ordenada al origen obtenidos al aplicar el modelo matemático exponencial en los pesos promedio de los pollos clínicamente sanos, se pudo determinar que este método es recomendable para analizar el crecimiento corporal de pollos en las primeras cinco semanas de vida; así mismo, se observó que conforme las aves avanzan de edad este modelo disminuye su ajuste.

En el modelo matemático lineal, se observó tanto en pollos con SA y clínicamente sanos, que los valores de la pendiente aumentaron y los de la ordenada al origen disminuyeron conforme el ave creció; también se observó que en la séptima semana se presentó el mejor ajuste del modelo en las aves clínicamente sanas y a la cuarta en pollos con SA.

De acuerdo a los resultados del modelo matemático exponencial, se observó un comportamiento descendente en los valores de R^2 y pendiente en los pollos con SA y clínicamente sanos; coincidiendo que en la tercera semana obtienen el mejor ajuste del modelo (tercera semana),

Con base en estos resultados, podemos inferir que el mejor modelo matemático para evaluar el crecimiento corporal de pollos de engorda para esta estirpe en las primeras cinco semanas es el exponencial; así mismo, que el modelo lineal ofrece un buen ajuste al analizar los pesos de pollos clínicamente sanos a partir de sexta semana de edad.

En estudios similares al presente realizados en la misma granja (no publicados), se observó que aún cuando no presentaron un porcentaje de mortalidad por SA similar a la parvada estudiada, sí se observó el mismo comportamiento en las curvas de crecimiento, en cuanto al ajuste de los modelos exponencial y lineal.

MORTALIDAD

La mortalidad de pollos muertos por SA, se presentó desde la primera semana de edad, lo que concuerda con los estudios realizado por López (1997); por otro lado, el pico de mortalidad por SA se presentó en la quinta semana, esto mismo lo observaron Odom *et al.* (1991) y Maxwell y Robertson (1997).

CONCLUSIONES

El SA fue la principal causa de mortalidad; el pico de mortalidad por este síndrome se presentó a la quinta y sexta

La susceptibilidad para presentar SA con respecto a la ganancia de peso, se pone de manifiesto sólo en la tercera semana de edad, presentando una relación directamente proporcional, no siendo observada esta situación en ninguna otra semana del ciclo productivo donde se observó que tanto los pollos con peso bajo, medio-bajo, medio-alto y alto tienen la misma posibilidad para desarrollar SA.

Se determinó que el modelo exponencial es el que mejor se ajusta para evaluar el crecimiento de las aves en las primeras 5 semanas, perdiendo ajuste a las sexta y séptima semana en relación al modelo matemático lineal, que aunque su ajuste es menor al exponencial en las primeras 5 semanas, tiene un buen ajuste en toda la vida productiva del pollo.

La uniformidad de parvada fue baja durante todo el ciclo productivo (%).

En este trabajo se deduce, que la incidencia del SA está determinada por una predisposición genética individual y que la presencia de uno o más factores asociados al SA son los responsables de desencadenar este síndrome.

LITERATURA CITADA

- 1.- Maxwell MH y Robertson GW. Visión Panorámica de la ascitis en pollos en el mundo: 1996. *Indus. Avi.* 1997; 44: 14-25.
2. López CC. Bases para establecer programas de prevención del Síndrome ascítico en México. III Seminario internacional de Patología aviar, Athens, Georgia, E.U.A. junio 613-652 1994.
- 3.- Wilson JB, Julian RJ, and Barker I K. Lesions of right heart failure and ascites in broiler chickens. *Avi. Dis.* 1988; 32: 246-261.
- 4.- Berger MM. La restricción alimenticia y el control del Síndrome ascítico en pollo de engorda. Memorias de II Jornada Médico Avícola; México, D.F. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1991, 405-415.
- 5.- Arce MJ, López CC y Ávila GE. Restricción de alimento al día de edad en pollos de engorda para el control del Síndrome ascítico. Memorias XVII Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México; ANECA; México, D.F. 1992, 27-32.
- 6.- Hulan HW, Nash DM, Corner AH and Proudfoot FG. Some aspects of the composition of avian ascitic fluid. *Poult. Sci.* 1984, 63:1357-1363.
- 7.- Domínguez JP, Paasch LH y Barrios R. Estudio histopatológico y ultraestructural del pulmón de pollo de engorda con síndrome ascítico. *Vet. Mex.* 1990; 21: 29-33.

- 8.- Paash ML. Desarrollo de algunas investigaciones sobre el síndrome ascítico en México. *Cien. Vet.* 1991; 5:1-11.
- 9.- Odom TW. Ascites syndrome: overview and update. *Poult. Dig.* 1993; january.
- 10.- López CC, Arce MJ, Ávila GE y Vásquez PC. Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. *Cien. Vet.* 1991; 5: 13-48.
- 11.- Arce MJ, López CC, Vásquez PC y Ávila GE. Estudio descriptivo de órganos de pollo de engorda afectados con el síndrome ascítico. *Memorias XII Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. ANECA* 1987; 125-130.
- 12.- Julian RJ. Lung volume of meat type chickens. *Avi Dis* 1989, 33:174-176.
- 13.- Berger MM. Ascitis y medio ambiente. *Avi. Prof.* 1994; 11(3)124-128.
- 14.- Walker R. Combatiendo ascitis en los intestinos. *Indus. Avi.* 1993; julio: 18-19.
- 15.- Cueva S, Sillau H, Valenzuela A and Ploog H. High altitude induced pulmonary hypertension and tight heart failure in broiler chickens. *Res Vet Sci* 1974; 16: 370-374.
- 16 - Witzel DA, Huff WE, Kubena LF, Harvey RB and Elissalde MH. Ascites in growing broilers: a research model. *Poult. Sci.* 1990, 69: 711-715.
- 17 - Maxwell, MH, Robertson, GW, and Spence, S. Studies on an ascitic syndrome in young broilers - I. haematology and pathology. *Avi. Pathol.* 1986; 15:511-521.
- 18.- Beker A, Vanhooser SI, and Tector RG. Effect of oxygen level on ascites incidence and performance in broiler chicks. *Avi. Dis.* 1995; 39:285-291
- 19.- Pro Martínez y Manjarrez HA. Algunos factores que afectan la incidencia del síndrome ascítico en pollos. *Avirama* 1992; 15:108 6-19.
- 20 - Coleman M y Coleman G. Detenga ascitis antes del nacimiento. *Indus. Avi.* 1992; julio.

- 21.- Odom TW, Rosenbaum LM and Jeffrey JS. Experimental reduction of eggshell conductance during incubation. I. effect on the susceptibility to ascites syndrome. *Avi. Dis.* 1995; 39:821-829.
- 22.- Schlosberg A, Zadikov Y, Bendheim U, Handji V. and Berman E. The effects of poor ventilation, low temperatures, type of feed and sex of bird on the development of ascites in broilers. *Physiopathological factors.* *Avi. Pathol.* 1992; 21: 369-382.
- 23.- Vidyadaran MR, King AS and Kassim H. Quantitative comparisons of lung structure of adult domestic fowl and red jungle fowl with reference to broiler ascites. *Avi. Pathol.* 1990; 19:51-58.
- 24.- Burton RR, Besch EJ and Smith AH. Effect of chronic hypoxia on pulmonary arterial blood pressure of the chicken. *Amer Jour. Physiol.* 1990; 214: 1438-1442.
- 25.- López CC. Susceptibilidad al síndrome ascítico de diferentes estirpes genéticas de pollos de engorda. (Tesis de doctorado). México (D.F.): Universidad Nacional Autónoma de México, 1997.
- 26.- Rubio, G. M.E. Incidencia del síndrome ascítico en pollos de engorda sexados, criados a temperaturas bajas y normales, alimentados con dietas de alta y baja densidad nutritiva, así como su relación con los niveles de testosterona en suero (Tesis de maestría) México (D.F.) Universidad Nacional Autónoma de México, 1997.
- 27.- Arce MJ, Magaña A, López CC, Vázquez PC y Ávila GE. Constantes fisiológicas y parámetros productivos en tres líneas comerciales de pollo de engorda y su relación con el Síndrome ascítico. XIII Convención Anual de Especialistas en Ciencias Avícolas. Acapulco, Gro., México. 131-134 1988
- 28.- Mirsalimi SM, Julian RJ and Squires EJ. Effect of hypobaric hypoxia on slow- and fast-growig chickens fed diets with high and low protein levels. *Avi. Dis.* 1993; 37:660-667.
- 29.- Jones GPD. Energy and nitrogen metabolism and oxygen use by broilers susceptible to ascites and grown at three environmental temperatures. *Brit. Poult. Sci.* 1991; 35:97-105.
- 30.- Wideman RF and Kochera K I. Apulmonary artery clamp model for inducing pulmonary hypertension syndrome (ascites) in broilers. *Poult. Sci.* 1995; 74: 805-812.

- 31.- Palos RN, Vásquez P CG y Avila G E. Velocidad de crecimiento del pollo de engorda comercial y su relación con el síndrome ascítico. *Vet. Mex.* 1991; 22 (4) 433-436.
- 32.- Bendheim U, Berman E, Zadikov I y Shlosberg A. The effects of poor ventilation, low temperatures, type of feed and sex of bird on the development of ascites in broilers. *Production parameters. Avi. Pathol.* 1992; 21: 383-388.
- 33.- Enkvetchakul B, Bottje W, Anthony N and Moore R. Compromised antioxidant status associated with ascites in broilers. *Poult. Sci.*
- 34.- López CC, Odom TW and Wideman RF. Ascites major cause of mortality in broilers. *Poult. Diges.* 1985; 44: 284-288.
- 35.- Julian RJ, Friars GW, French H and Quinton M. The effect of cold and dietary on right ventricular failure and ascites in meat-type chickens. *Avi. Pathol.* 1989; 18:675-684.
- 36.- Lister S. Broiler ascites: a veterinary viewpoint. *Wor. Poult. Sci. Jour.* 1997; 53(1) 65-67.
- 37.- Mirsalimi SM, Qureshi FS, Julian RJ and O'Brien PJ. Myocardial biochemical changes in furazolidone-induced cardiomyopathy of turkeys. *Jour. Comp. Pathol.* 1990, 102:139-147.
- 38.- Huchzermeyer F.W. and De Rutek A M.C.: Pulmonary hypertension syndrome associated with ascites in broilers. *Vet. Rec.* 1986, July 26.
- 39.- Julian RJ, Friars GW, French H and Quinton M. The relationship of right ventricular hypertrophy, right ventricular failure and ascites to weight gain in broiler and roaster chickens. *Avi. Dis.* 1987; 31:1 130-135.
- 40.- Scheele CW, De Wit, W, Frankenhuis MF and Vereijken PFG. Ascites in broilers. I. Experimental factors evoking symptoms related to ascites. *Poult. Sci.* 1991; 70: 1069-1083.
- 41.- Mirsalimi, S.M., Julian, R.J. and Squires, E.J. Effect of hipobaric hypoxia on slow- and fast-growig chickens fed diets with high and low protein levels. *Avi. Dis.* 1993, 37, 660-667
- 42.- U.S. Feed Grains Council: Manual del productor para el control del Síndrome Ascítico III. México, D.F. 1994.

- 43.- Tottori J, Yamaguchi Murakawa Y, Sato M, Uchida K and Tateyama S. The use of feed restriction for mortality control of chickens in broiler farms. *Avi. Dis* 1997; 41: 433-437.
- 44.- Rubio GM y López CC. Efecto de una restricción de alimento sobre la incidencia del síndrome ascítico. *Proceedings 35th Western Poultry Disease Conference and XI Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*. Puerto Vallarta, México, 165-168, 1986.
- 45.- Albers G and Frankenhuis M. Ascites, a high altitude disease in the lowlands. *Poult. Miss*. 1990 february/march:24-25.
- 46.- Arce MJ, Lopez CC, Avila GE y Tirado AJF. La restricción en el tiempo de acceso al alimento en pollo de engorda para reducir la mortalidad causada por el síndrome ascítico. *Vet. Méx*. 1995; 26(3) 225-229.
- 47.- Berger M M, Castellanos GF and Arce MJ. Efecto de la restricción alimenticia sobre el consumo de energía y su relación con el síndrome ascítico en pollo de engorda. *Tec. Pecu. Méx*. 1993; 31(3) 137-143.
- 48.- Acar N, Sizemore FG, Leach GR, Wideman RF, Owen RL, and Barbato GF. Growth of broiler chickens in response to feed restriction regiments to reduce ascites. *Poult. Sci*. 1995; 74:833-843.
- 49.- Camacho FD. Evaluación de diferentes programas de alimentación empleados en la reducción del síndrome ascítico en pollos de engorda y su efecto sobre la composición corporal. (Tesis de maestría). México (D.F.): Universidad Nacional Autónoma de México, 1995.
- 50.- Balong JM, Bayari GR, Rath NC, Huff WE and Anthony NB. Effect of intermittent activity on broiler production parameters. *Poult. Sci*. 1997; 76: 6-12.
- 51.- Buys N, Buyse J, Hassanzadeh-Ladmakhi M and Decuypere E. Intermittent lighting reduces the incidence of ascites in broilers: An interaction with protein content of feed on performance and the endocrine system. *Poult. Sci*. 1998; 77:54-61.
- 52.- Wang JY and Hacker RR. Effects Dioxinsuckang on ascites in Broilers. *Poult. Sci* 1993, 72:1467-1472.

- 53.- Nakamura K, Noguchi K, Aoyama T, Nakajima T y Tanimura N. Protective effect of ubiquinone (coenzyme Q9) on ascites in broiler chickens. *Poult. Sci.* 1996; 37:189-195.
- 54.- Walker, R. Un nuevo concepto en la fisiología de ascitis. *Indus. Aví.* 1990; febrero.
- 55.- Dale N and Villacres A. Relationship of two-week body weight to the incidence of ascites in broilers. *Avi. Dis.* 1988; 32:556-560.
- 56.- Leach C. Fundamentos de estadística, enfoque no paramétrico para ciencias sociales. Limusa, México, 1982.
- 57.- Steel RGD and Torrie JH. *Bioestadistic: principles and procedure.* 4th ed. McGraw Hill / Singapore 1984.
- 58.- Quiroz PM. Comparación de Parámetros productivos del pollo de engorda con dos niveles de altura de comedero. (Tesis de licenciatura) México (D.F.). Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.
- 59.- SAS Institute SAS / STAT. User's guide (computer program) Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1988.
- 60.- Vásquez PCG. Utilización de pruebas al azar y selección relajada en aves para la formación de líneas genéticas. VII Ciclo Internacional de Conferencia sobre Avicultura. 1983.
- 61.- Julian RJ and Mirsalimi SM. Blood oxygen concentration of fast-growing and slow-growing broiler chickens, and chickens with ascites from right ventricular failure. *Avi. Dis.* 1992; 36:730-732.
- 62.- Julian RJ. Ascites in poultry (review article). *Avi. Pathol.* 1993; 22:419-454.
- 63.- Mitchell MA. Ascites syndrome: a Physiological and biochemical perspective. *Wor. Poult. Sci. Jour.* 1997; 53(1) 61-64.
- 64.- Jerez SMP, Herrera HJG, Pro MA y Cueva GM. Evaluación genético-nutricional del crecimiento en pollo de engorda. 1991, 1:55-68.
- 65.- Odom TW, Hargis BM, López CC, Arce MJ, Ono Y y Avila GE. Use of electrocardiographic analysis for investigation of ascites syndrome in broiler chickens. *Avi. Dis.* 1991; 35:738-744.

CUADROS Y GRÁFICAS

CUADRO 2. Distribución de los pesos de los pollos clínicamente sanos y con SA dentro de las categorías establecidas por semana.

CATEGORÍAS (peso en gramos)									
	NUM	BAJA		MED-BAJA		MED-ALTA		ALTA	
	AVES ¹	(< 87)		(88 - 100)		(101 - 113)		(> 114)	
SEMANA UNO		NUM	%	NUM	%	NUM	%	NUM	%
POLLOS SANOS	367	57	15.53	105	28.61	148	40.33	57	15.53
POLLOS CON SA	27	6	22.22	7	25.93	8	29.63	6	22.22
SEMANA DOS		(- 196)		(197 - 231)		(232 - 266)		(- 267)	
POLLOS SANOS	367	59	16.08	111	31.06	133	36.24	64	16.62
POLLOS CON SA	27	4	14.81	9	33.33	6	22.22	8	29.63
SEMANA TRES		(- 118)		(119 - 183)		(184 - 518)		(- 519)	
POLLOS SANOS	367	60	16.35	107	29.15	137	37.33	63	17.17
POLLOS CON SA	26	3	11.54	7	26.92	7	26.92	9	34.64
SEMANA CUATRO		(- 723)		(726 - 827)		(828 - 929)		(- 930)	
POLLOS SANOS	367	59	16.08	112	30.52	133	36.24	63	17.17
POLLOS CON SA	21	6	28.57	4	19.05	5	23.81	6	28.57
SEMANA CINCO		(- 1121)		(1122 - 269)		(1270 - 117)		(- 1118)	
POLLOS SANOS	367	61	16.62	111	31.06	131	35.69	64	16.62
POLLOS CON SA	10	2	20	0	0	6	60	2	20
SEMANA SEIS		(- 1112)		(1113 - 603)		(1604 - 791)		(- 1795)	
POLLOS SANOS	367	52	14.17	121	32.97	135	36.78	59	16.07
POLLOS CON SA									
SEMANA SIETE		(- 1835)		(1836 - 083)		(2084 - 331)		(- 2337)	
POLLOS SANOS	367	52	14.17	121	32.97	135	36.78	59	16.07
POLLOS CON SA									

Las categorías se establecieron de acuerdo a las desviaciones estándar del peso promedio de la parvada.

¹ Para la clasificación solo se tomaron en cuenta los pollos que murieron por SA y los pollos clínicamente sanos, los pollos que murieron por otras causas no se tomaron en cuenta.

CUADRO 3. Relación del peso corporal de la primera semana de edad y la incidencia de mortalidad por SA.

CATEGORÍAS POR PESOS					
		BAJOS < 87 g	MED-BAJOS 88 g - 100 g	MED-ALTOS 101-114 g	ALTOS > 114 g
INCIDENCIA DE	# AVES.	6 / 27	7 / 27	8 / 27	6 / 27
MORTALIDAD / SA ^Λ	%	22.22	26	29.63	22.22

Λ / Frecuencia de la incidencia de SA en la parvada de acuerdo a las categorías de los pesos obtenidos a la primera semana de edad.

CUADRO 4. Resultados de la prueba fisher al comparar las frecuencias de incidencia por SA en la primera semana de edad.

	BAJO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	ALTO
BAJO		NS	NS	
MEDIO-BAJO	NS		NS	NS
MEDIO-ALTO	NS	NS		NS
ALTO		NS	NS	

NS= Sin diferencia estadística (P>0.01).

CUADRO 5. Distribución de las categorías semanales de los pesos corporales de cada pollo que murió por SA.

NUM POLLO	E D A D E N D Í A S						PATRÓN CRECIMIENTO
	8 - 14	15 - 21	22 - 28	29 - 35	36 - 42	43 - 49	
1	†						
2	B	B	†				UNIFORME
3	B	MB	MB	†			VARIABLE
4	MA	A	A	†			VARIABLE
5	MA	A	A	†			VARIABLE
6	MA	MA	MA	†			UNIFORME
7	MB	MB	MB	†			UNIFORME
8	A	A	A	A	†		UNIFORME
9	A	A	A	A	†		UNIFORME
10	A	A	A	B	†		VARIABLE
11	MA	MA	A	A	†		VARIABLE
12	MA	MA	MA	MA	†		UNIFORME
13	MA	MA	MA	MB	†		VARIABLE
14	MB	MB	MB	MB	†		UNIFORME
15	MB	MB	MB	MB	†		UNIFORME
16	MB	MB	MB	B	†		VARIABLE
17	B	B	B	B	†		UNIFORME
18	B	B	B	B	†		UNIFORME
19	A	A	A	A	A	†	UNIFORME
20	A	A	A	A	A	†	UNIFORME
21	A	A	A	A	MA	†	VARIABLE
22	MA	MA	MA	MA	MA	†	UNIFORME
23	MA	MB	MA	MA	MA	†	VARIABLE
24	MB	MB	MA	MA	MA	†	VARIABLE
25	MB	MB	MB	MB	MA	†	VARIABLE
26	MB	MA	MA	MA	MA	†	VARIABLE
27	B	MB	MB	B	B	†	VARIABLE
28	B	B	B	B	B	†	UNIFORME

B = Baja (-2σ); MB = Med-baja ($-\sigma$); MA = Med-alta ($+\sigma$); A = Alta ($+2\sigma$)

† = Muerte del pollo; UNIFORME = Pollos que sus pesos semanales siempre clasificaron en la misma categoría; VARIABLE = Pollos que sus pesos corporales semanales cambiaron a otra categoría en las siguientes semanas.

CUADRO 6. Valores obtenidos mediante el modelo matemático lineal en pollos clinicamente sanos.

EDAD SEMANA	MODELO LINEAL		
	R ²	PENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN
3	0.968	27.357	-110.666
4	0.963	34.757	-197.000
5	0.959	41.914	-297.200
6	0.974	44.787	-344.133
7	0.977	48.362	-410.857

CUADRO 7. Valores obtenidos mediante el modelo matemático exponencial en pollos clinicamente sanos.

EDAD SEMANA	MODELO EXPONENCIAL		
	R ²	PENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN
3	0.999	1.119	46.881
4	0.991	1.107	53.456
5	0.982	1.091	61.518
6	0.962	1.081	73.790
7	0.948	1.074	86.496

Cuadro 8. Valores obtenidos mediante el modelo matemático lineal en pollos que murieron por SA.

EDAD SEMANA	MODELO LINEAL		
	R ²	PENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN
3	0.966	28.143	-119.333
4	0.971	34.114	-189.000
5	0.950	43.086	-314.600

CUADRO 9. Valores obtenidos mediante el modelo matemático exponencial en pollos que murieron por SA.

EDAD SEMANA	MODELO EXPONENCIAL		
	R ²	PENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN
3	0.999	1.119	45.08
4	0.987	1.106	53.04
5	0.983	1.095	60.53

CUADRO 10. Mortalidad total.

MORTALIDAD TOTAL					
DÍAS^A	# AVES^B	SEMANAL		ACUMULADO	
		NUM	%	NUM	%
8 - 14	411	4	0.97	4	0.97
15 - 21	407	7	1.72	11	2.67
22 - 28	400	3	0.75	14	3.41
29 - 35	397	6	1.51	20	4.87
36 - 42	391	13	3.32	33	8.03
43 - 49	378	11	2.91	44	10.71

^A = Edad de las aves.

^B = Número de aves al inicio de la semana.

No se tuvo información de las causas de la mortalidad en los primeros 7 días de vida de las aves.

CUADRO 11. Mortalidad por SA.

MORTALIDAD POR SA					
DÍAS^A	# AVES^B	SEMANAL		ACUMULADO	
		NUM	%	NUM	%
8 - 14	411	1	0.24	1	0.24
15 - 21	407	0	0	1	0.24
22 - 28	400	1	0.25	2	0.486
29 - 35	397	5	1.26	7	1.7
36 - 42	391	11	2.81	18	4.38
43 - 49	378	10	2.64	28	6.81

^A = Edad de las aves.

^B = Número de aves al inicio de la semana.

No se tuvo información de las causas de la mortalidad en los primeros 7 días de vida de las aves.

CUADRO 12. Ganancia de peso.

GANANCIA DE PESO	S E M A N A S D E E D A D						
	1	2	3	4	5	6	7
SEMANTAL	57	131	251	345	433	339	486
DIARIA	14.4	16.5	23	29.5	36	38.1	42.5

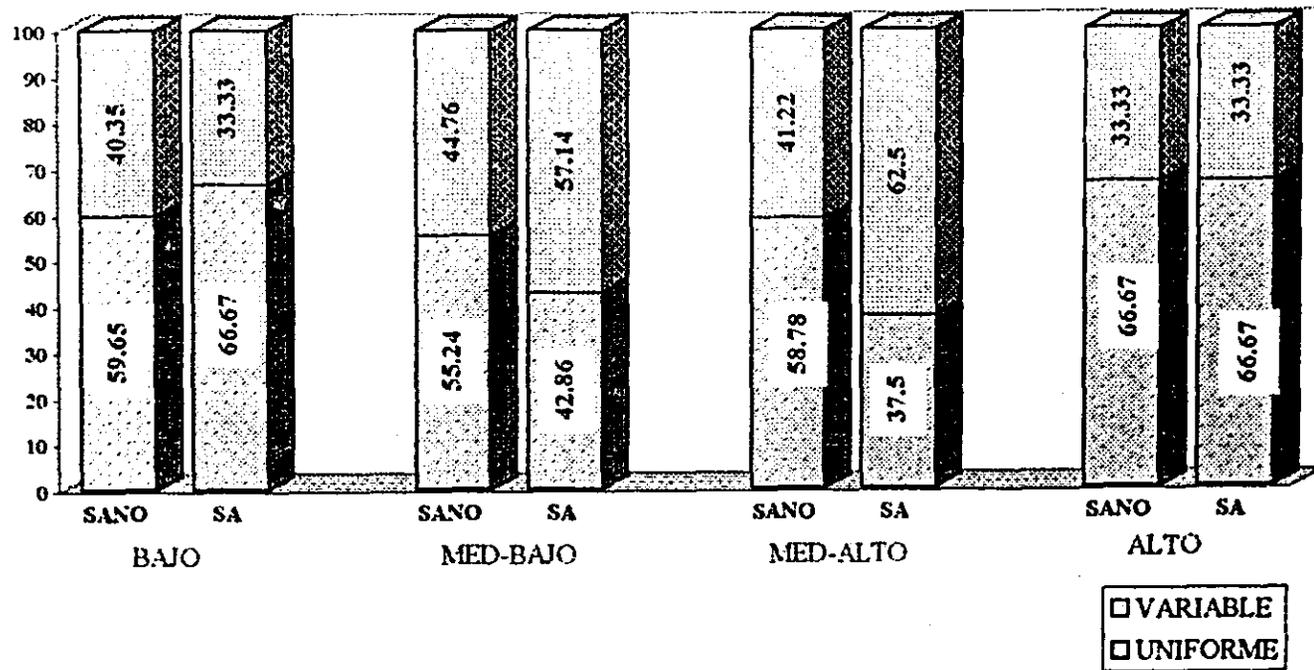
CUADRO 13. Consumo de alimento semanal por parvada y ave/día.

C O N S U M O D E A L I M E N T O						
SEMANA	NÚMERO DE AVES		PARVADA TOTAL		AVE / DÍA	
	INICIO	FINAL	Kg	ACUM	SEM (g)	ACUM (g)
1	411	407	35.52	35.52	87	87
2	407	400	95.01	130.53	238	326
3	400	397	165.75	296.28	418	746
4	397	391	241.77	538.05	618	1376
5	391	378	309.68	847.73	819	2243
6	378	368	330.87	1178.6	890	3203
7	368	367	408.84	1587.44	1114	4325

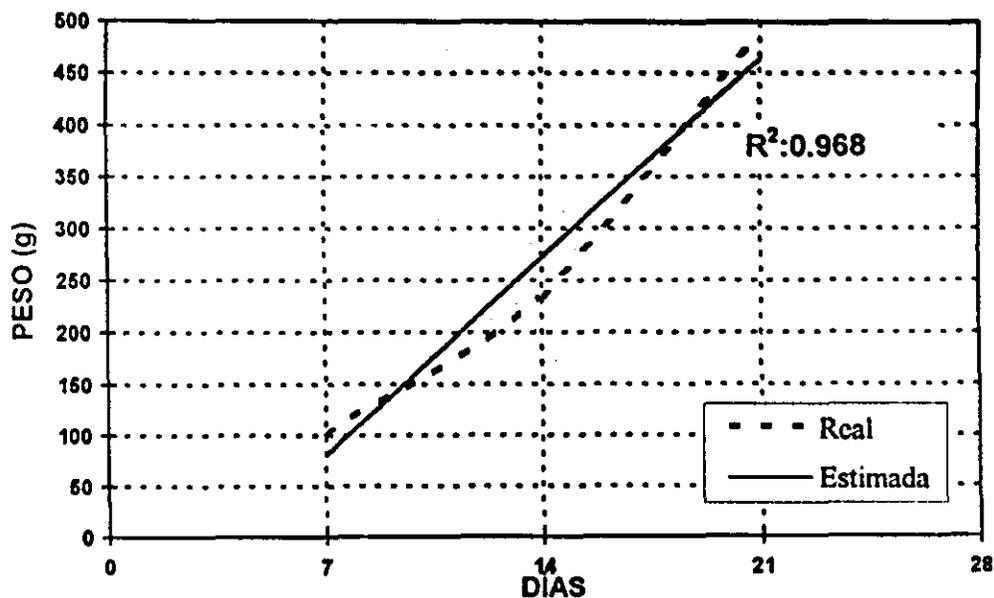
CUADRO 14. Índice de conversión alimenticia (comercial y corregida para mortalidad) durante el ciclo.

CONVERSIÓN	S E M A N A S D E E D A D						
	1	2	3	4	5	6	7
COMERCIAL	1.54	1.74	1.70	1.76	1.84	2.06	2.12
CORREGIDA PARA MORTALIDAD	1.54	1.38	1.53	1.64	1.71	1.92	2.04

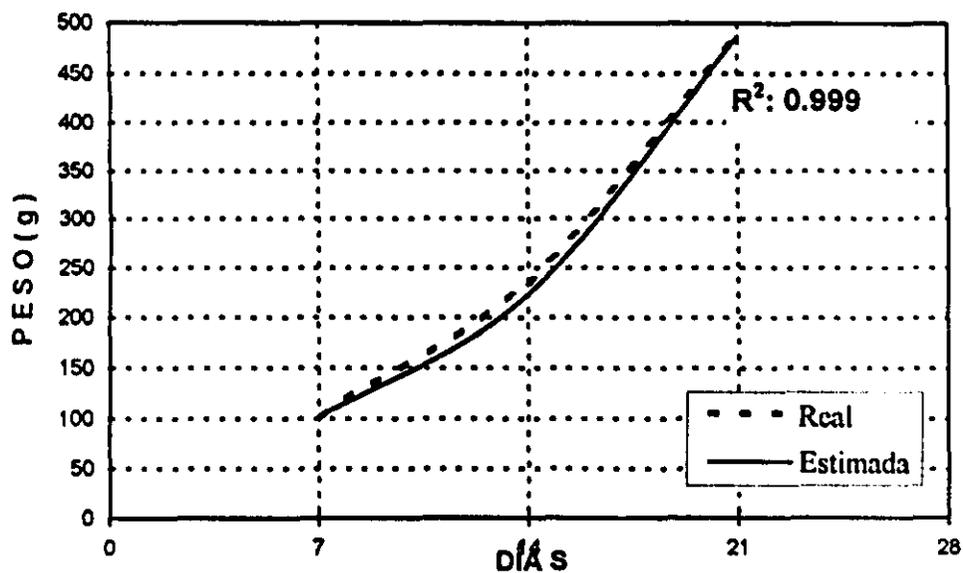
* Para el cálculo de este valor no fue posible contar con los registros de la mortalidad de los primeros 7 días, debido a que las aves se identificaron hasta los 8 días de edad



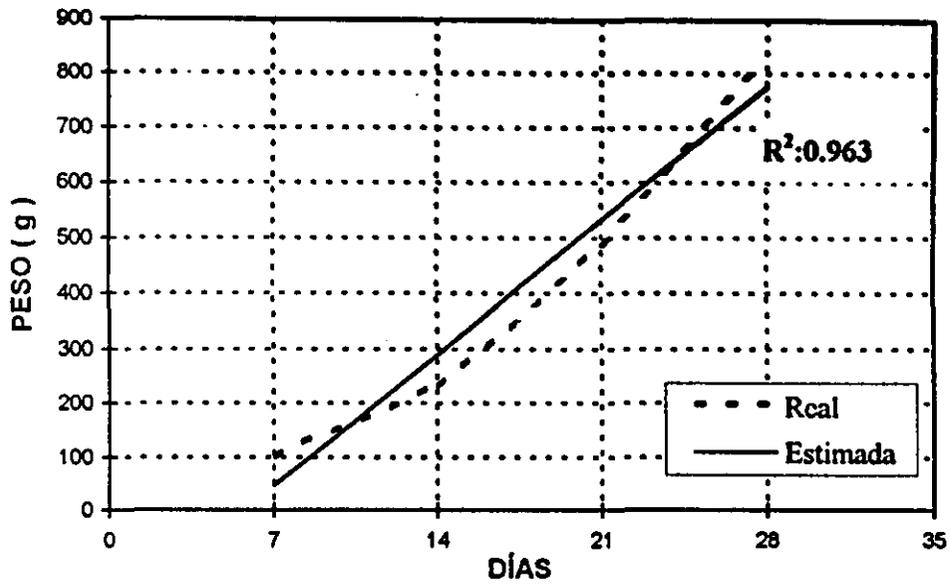
GRÁFICA 1: Distribución de las categorías de pesos de los pollos clínicamente sanos y con síndrome ascítico



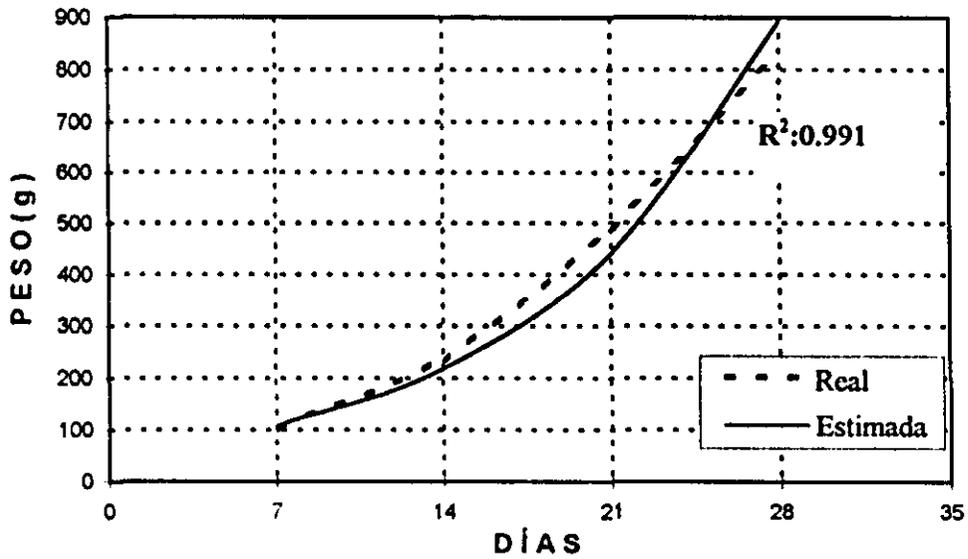
GRÁFICA 2. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la tercera semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



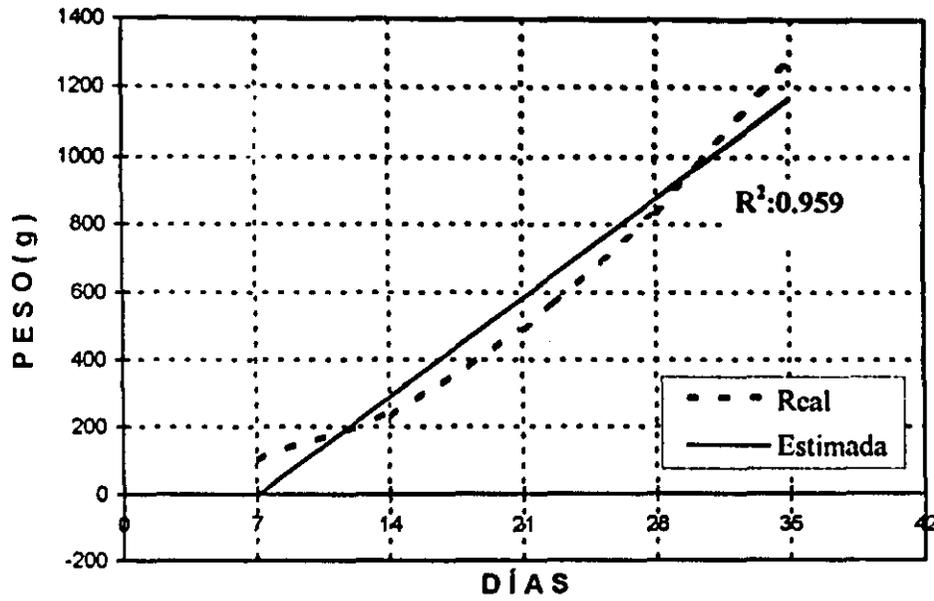
GRÁFICA 3. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la tercera semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.



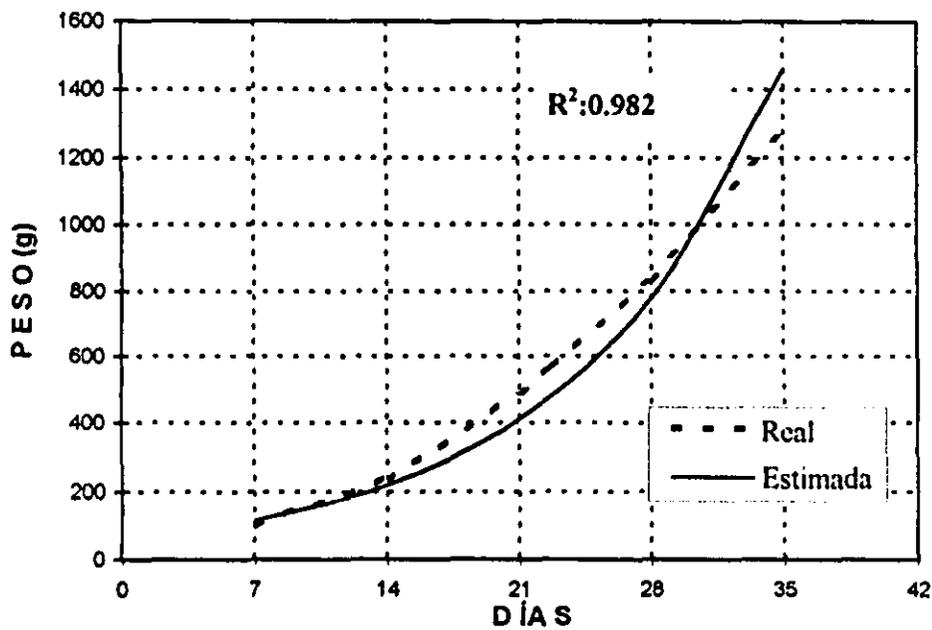
GRÁFICA 4. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la cuarta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



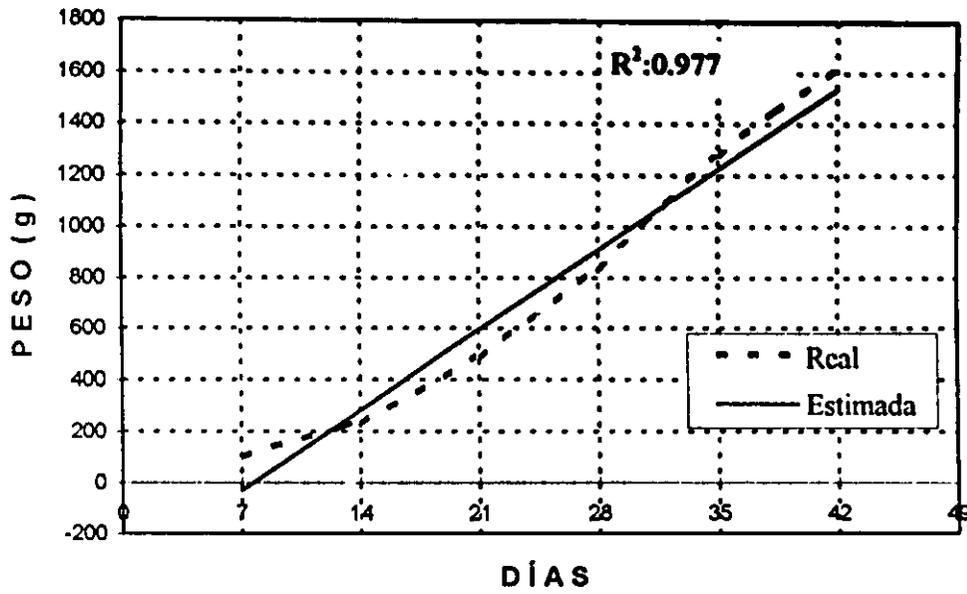
GRÁFICA 5. Curvas de crecimiento de pollos a la cuarta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.



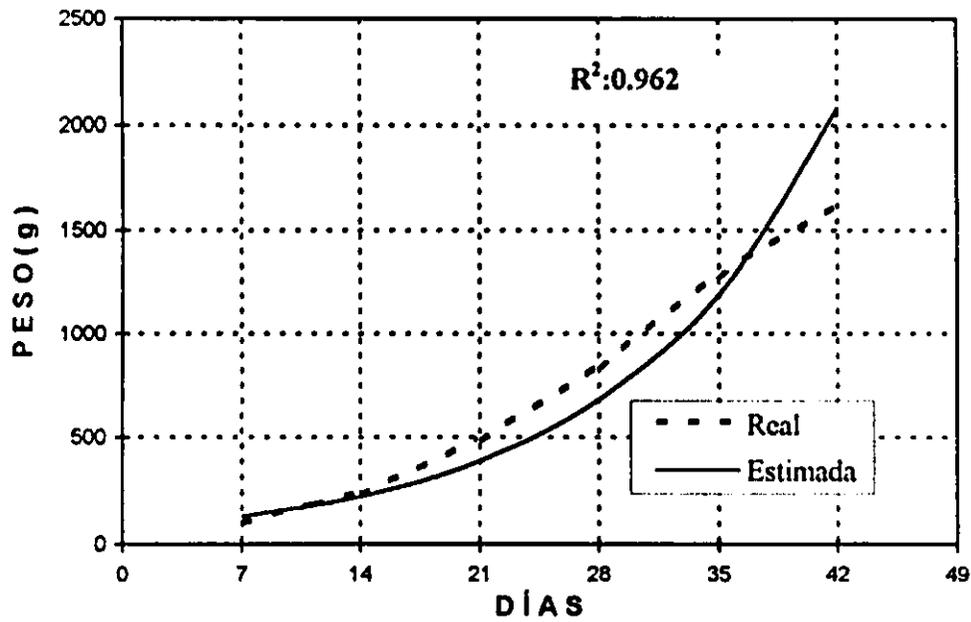
GRÁFICA 6. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la quinta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



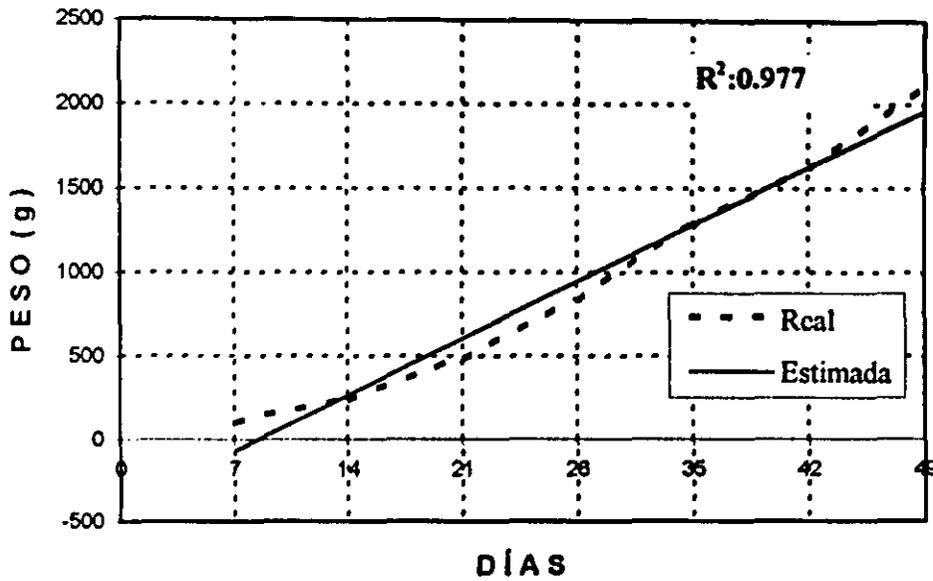
GRÁFICA 7. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la quinta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.



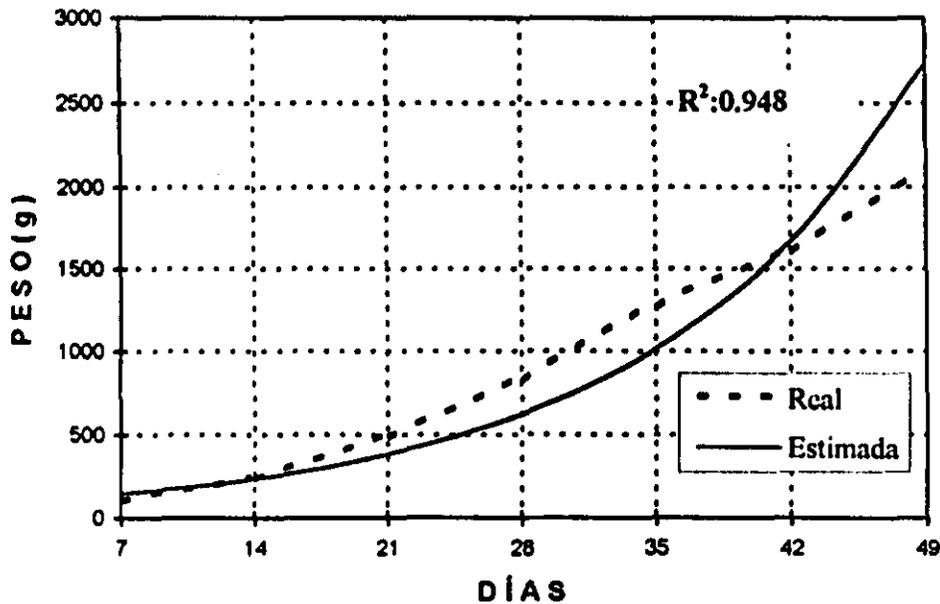
GRÁFICA 8. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la sexta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



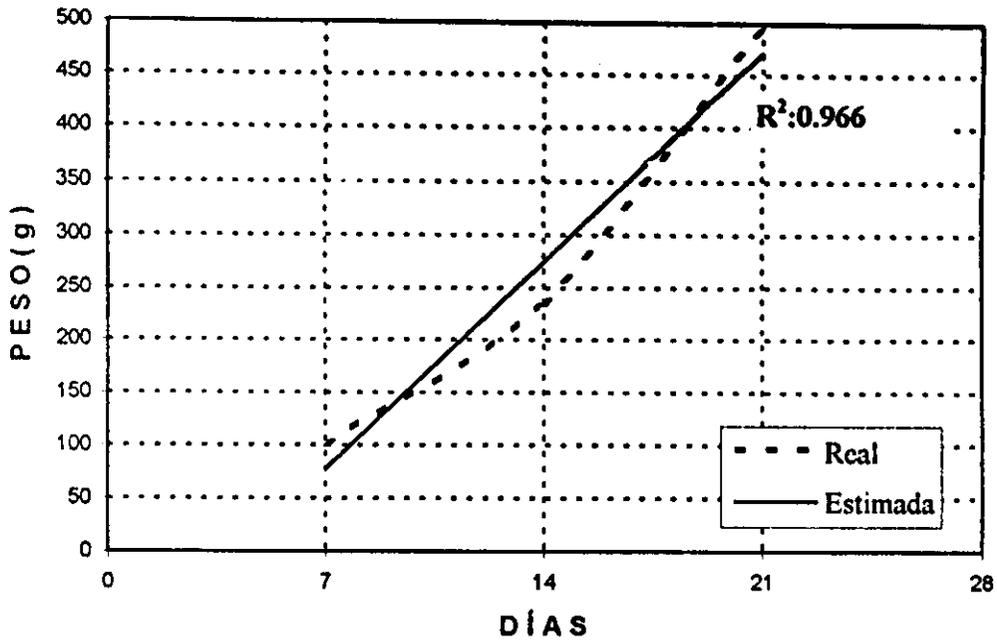
GRÁFICA 9. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la sexta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.



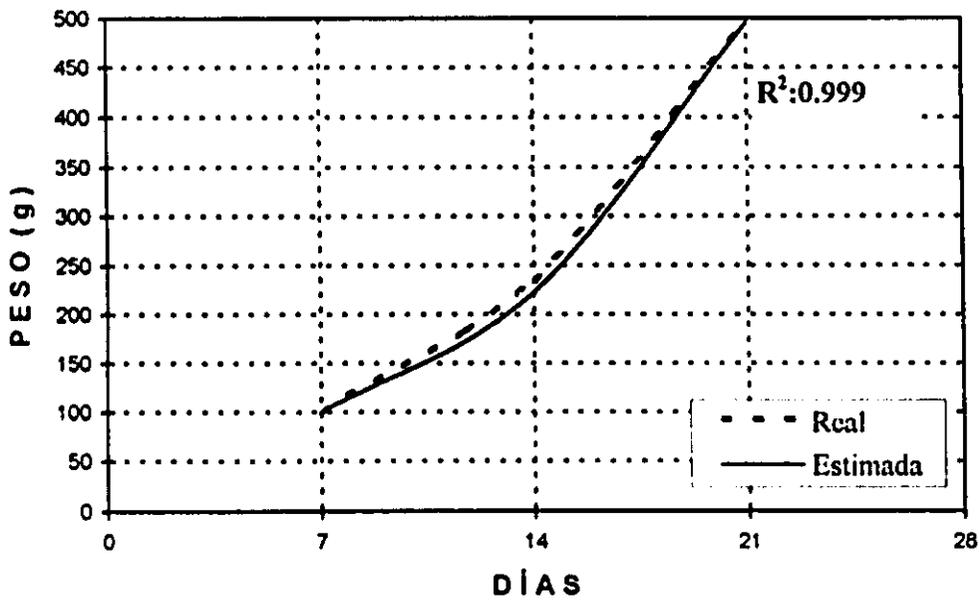
GRÁFICA 10. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la séptima semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



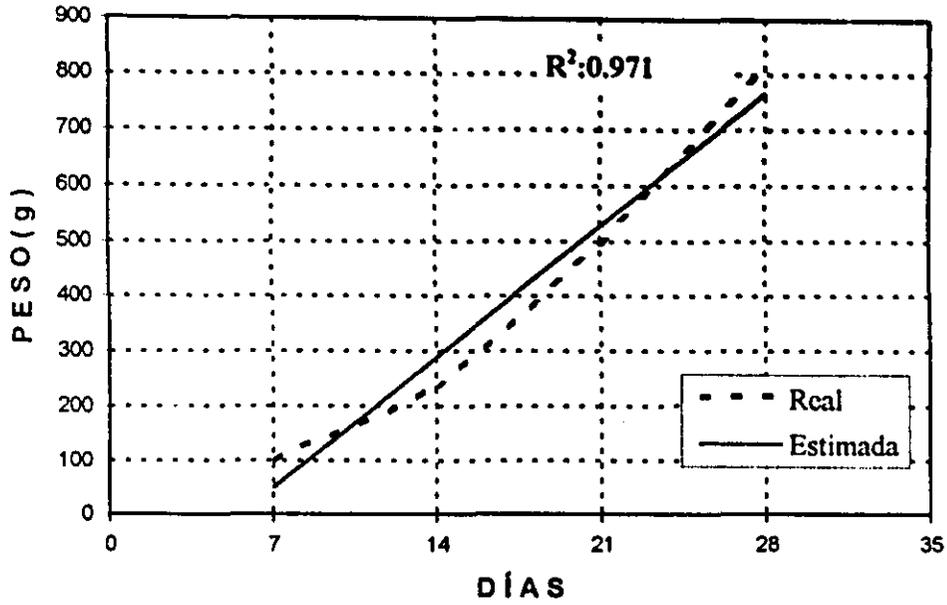
GRÁFICA 11. Curvas de crecimiento de pollos sanos a la séptima semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.



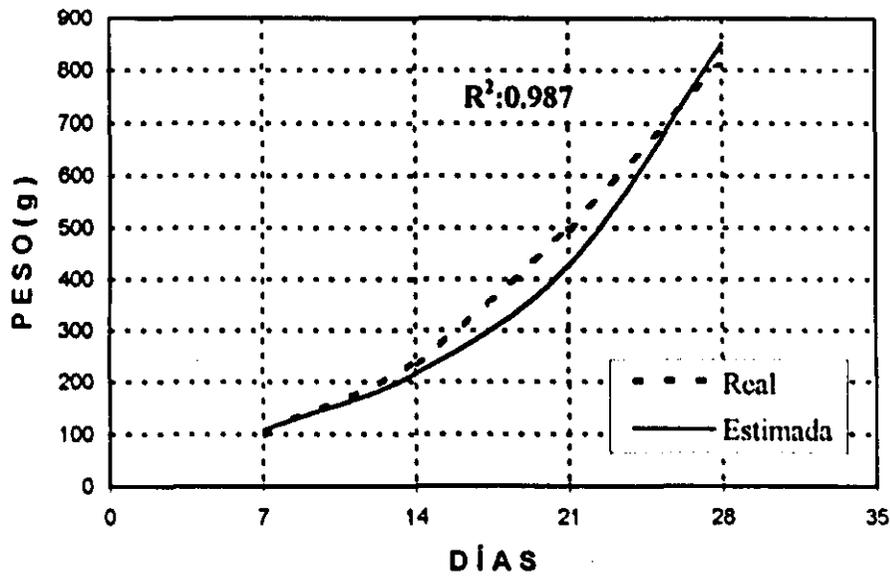
GRÁFICA 12. Curvas de crecimiento de pollos con SA a la tercera semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



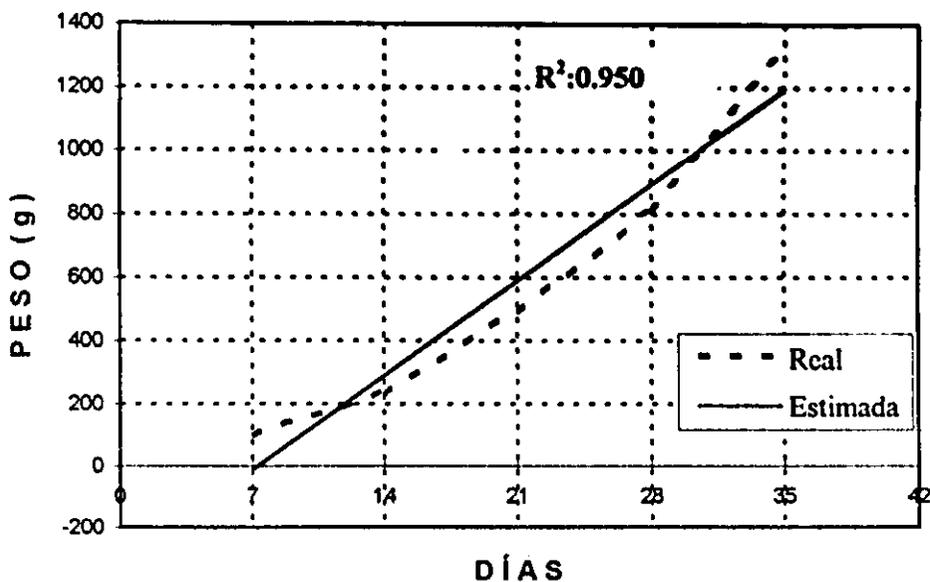
GRÁFICA 13. Curvas de crecimiento de pollos con SA a la tercera semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.



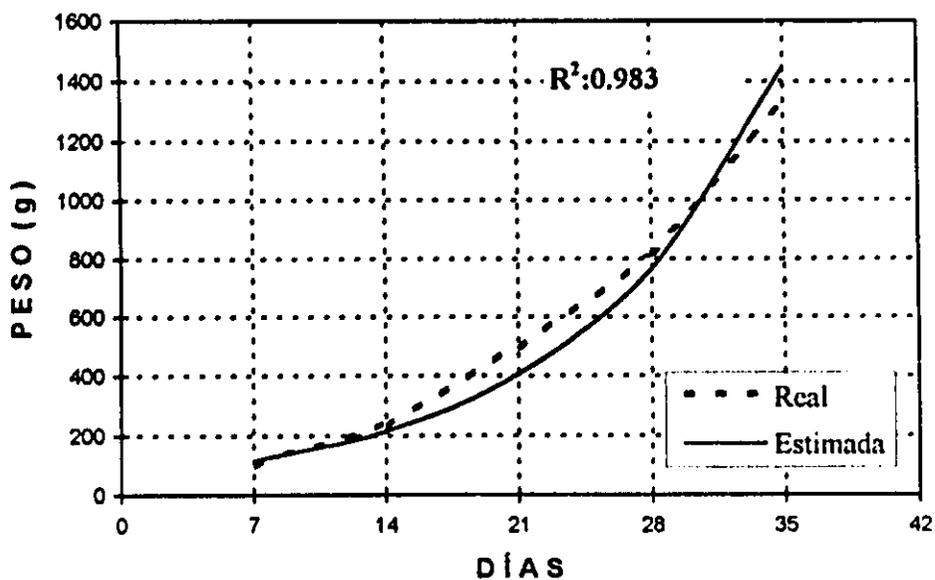
GRÁFICA 14. Curvas de crecimiento de pollos con SA a la cuarta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.



GRÁFICA 15. Curvas de crecimiento de pollos con SA a la cuarta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.

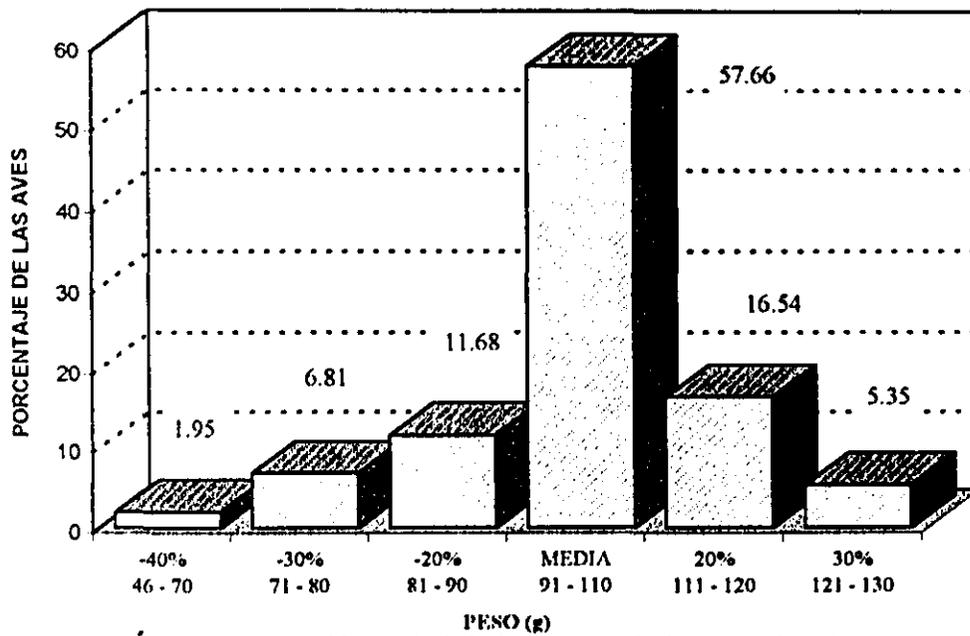


GRÁFICA 16. Curvas de crecimiento de pollos con SA a la quinta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo lineal.

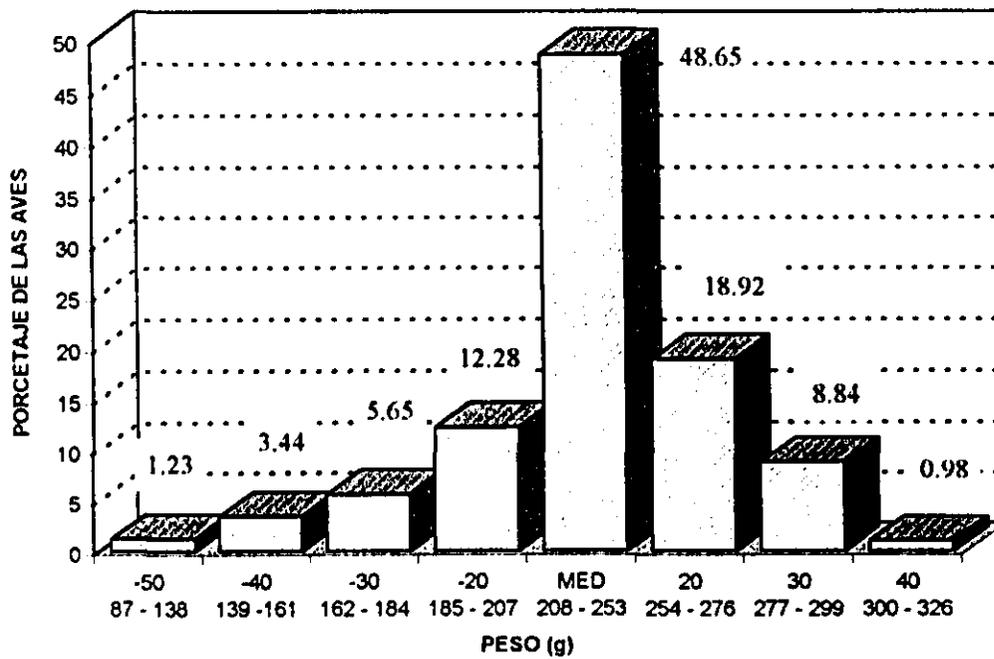


GRÁFICA 17. Curvas de crecimiento de pollos con SA a la quinta semana de edad: real y obtenida mediante el modelo exponencial.

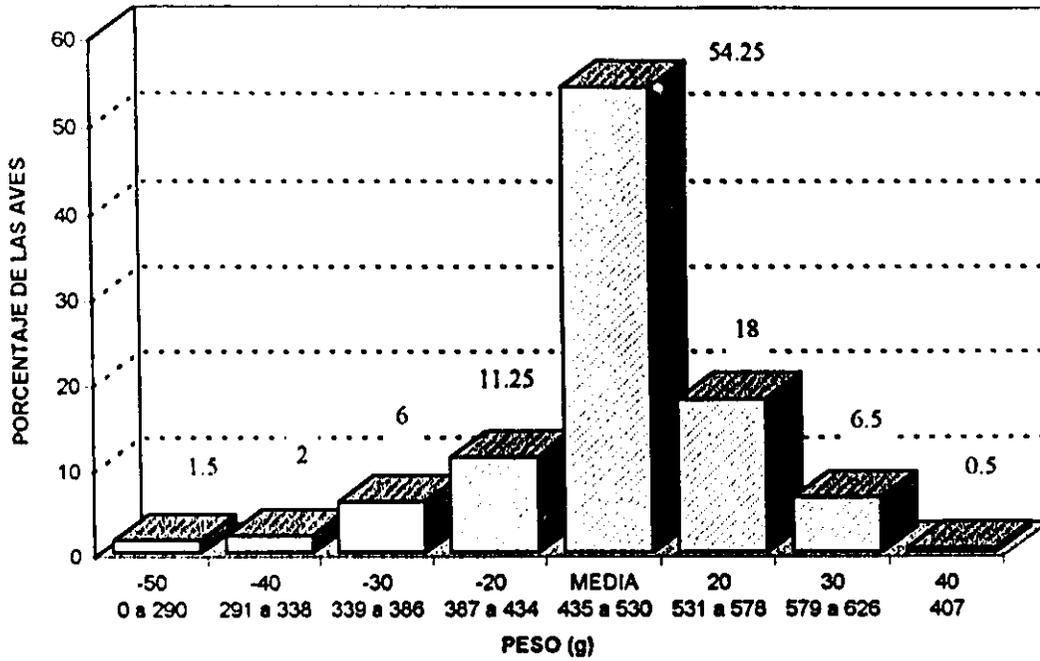
**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



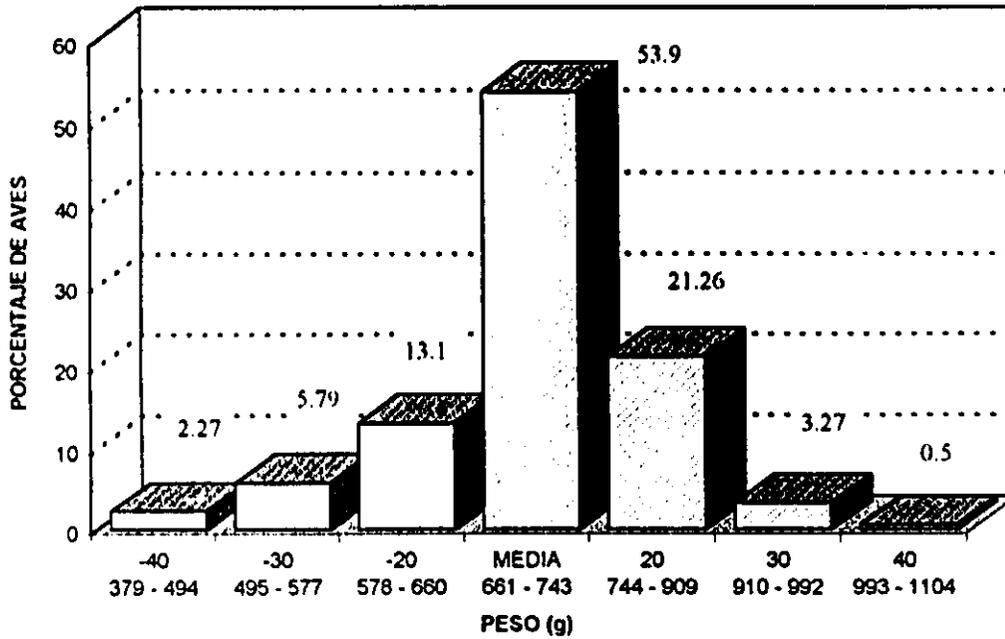
GRÁFICA 18. Uniformidad de los pesos de la parvada a la primera semana de edad de las aves.



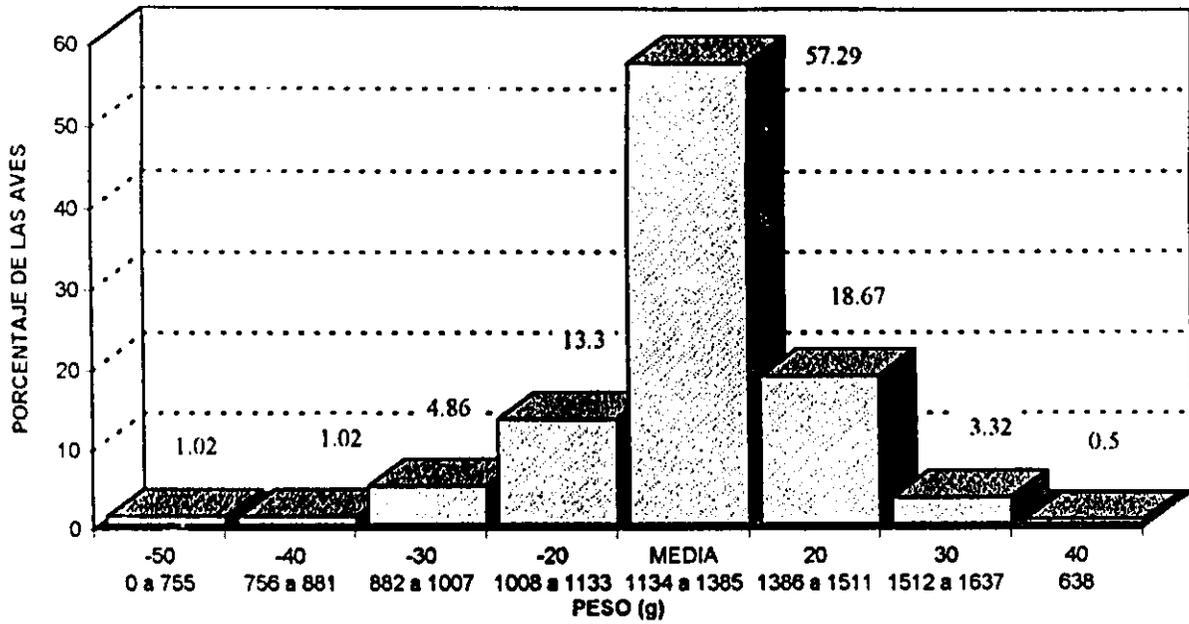
GRÁFICA 19. Uniformidad de los pesos de la parvada a la segunda semana de edad de las aves.



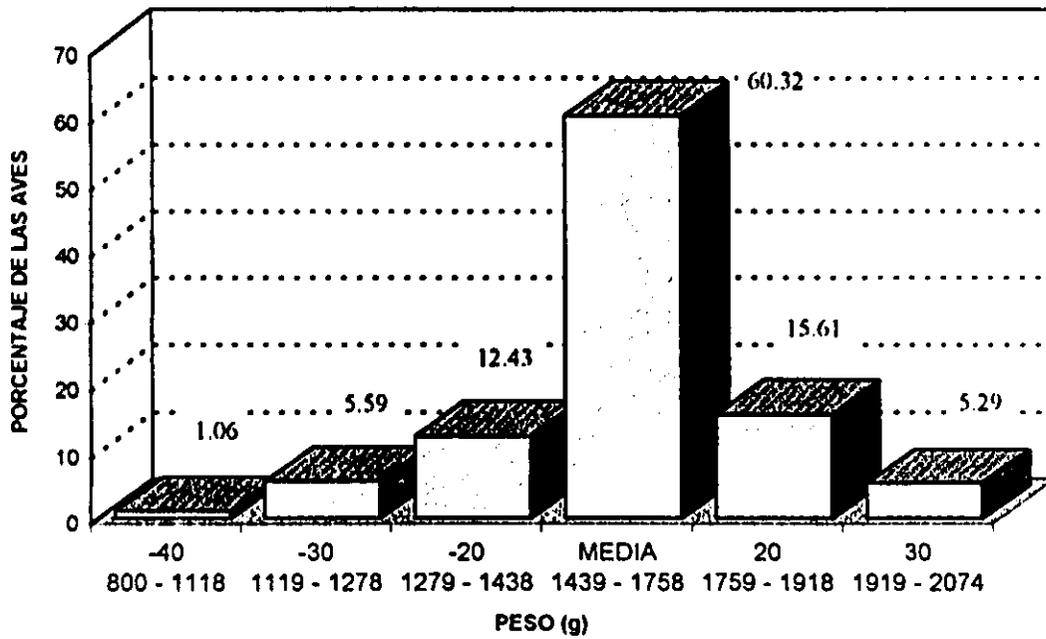
GRÁFICA 20. Uniformidad de los pesos de la parvada a la tercera semana de edad de las aves.



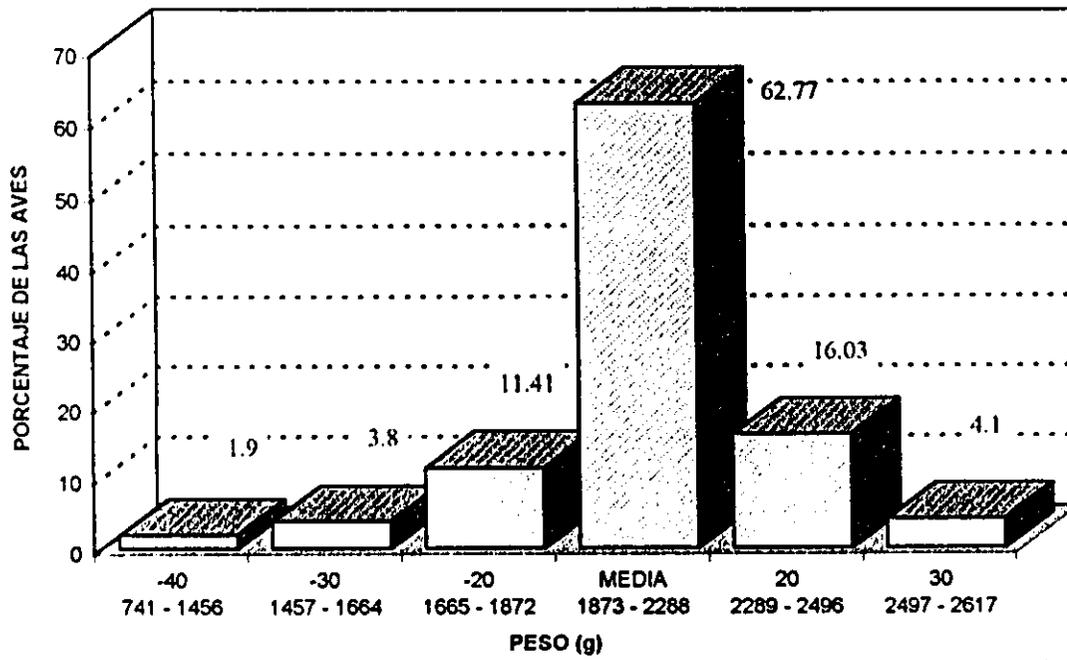
GRÁFICA 21. Uniformidad de los pesos de la parvada a la cuarta semana de edad de las aves.



GRÁFICA 22. Uniformidad de los pesos de la parvada a la quinta semana de edad de las aves.



GRÁFICA 23. Uniformidad de los pesos de la parvada a la sexta semana de edad de las aves.



GRÁFICA 24. Uniformidad de los pesos de la parvada a la séptima semana de edad de las aves