

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



EVALUACION DE HARINA DE SANGRE BOVINA, COMO SUPLEMENTO  
EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE

POR:

LUIS MARIO CEVALLOS AGUILAR  
CLAUDIO ALMIR CHANTA HERNANDEZ  
LUIS ARMANDO LEIVA RODAS

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1993

J-UES  
1304  
C424  
1993

001121



Ej 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

*0) por inventario Fac. de C.E.A.A. Octubre - 1993.*

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS

ASESOR:



ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

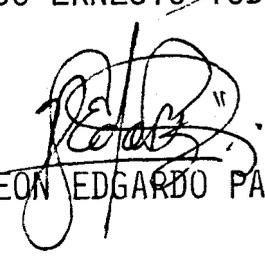
JURADO CALIFICADOR:



ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO



ING. AGR. REYNALDO ERNESTO YUDICE GARCIA



ING. AGR. NAPOLEON EDGARDO PAZ QUEVEDO

## R E S U M E N

La investigación se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el kilómetro 36, carretera a La Libertad, Cantón Talcualuya, Jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz.

El objetivo fue evaluar la respuesta bioeconómica de la utilización de harina de sangre bovina en la alimentación de pollos de engorde. El ensayo tuvo una duración de seis semanas, divididas en 2 etapas de 3 semanas cada una, iniciación y finalización respectivamente.

Se utilizaron 216 pollos de la línea Hubbard, distribuidos en 9 tratamientos con 3 repeticiones de 8 pollos cada una.

Se alimentó a los pollos usando un concentrado comercial como base, el cual se sustituyó en forma parcial por harina de sangre bovina, siendo esta la dieta principal del ensayo llamado dieta "A"; sin embargo paralelo a ésta se realizó una prueba de comparación usando una dieta constituida por concentrado comercial, harina de sangre bovina y una porción de harina de maíz, que se identificó como dieta "B".

Los niveles de harina de sangre bovina evaluados fueron de 4%, 6%, 8% y 10%, para las dos raciones las cuales fueron comparadas con la ración control que contenía 100% de concentrado comercial ( $T_0$ ).

Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar y las variables evaluadas fueron: ganancia de peso, incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento en canal, peso y medida de vísceras, espesor de tarso y coloración de piel.

El análisis estadístico de los datos finales mostró - que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para cada una de las variables evaluadas en las dos dietas, por lo que la harina de sangre puede ser usada en los diferentes niveles evaluadas en el presente ensayo.

## AGRADECIMIENTOS

- A DIOS TODOPODEROSO: Por habernos iluminado y fortalecido en todo momento durante el desarrollo de nuestra carrera.
- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, en especial a la FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS, por habernos forjado como nuevos profesionales.
- A nuestro Asesor, ING.AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA, por su valiosa colaboración en la asesoría de esta investigación.
- A los miembros del Jurado Examinador: ING.AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO, ING.AGR. REYNALDO ERNESTO YUDICE GARCIA e ING.AGR. NAPOLEON EDGARDO PAZ QUEVEDO, por sus observaciones valiosas en mejora del documento final.
- Al personal técnico y administrativo de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, por toda la colaboración que nos brindaron durante el desarrollo de campo de esta investigación.
- A la LIC. T.M. THELMA DE DEL CASTILLO, por su desinteresada colaboración en la realización del análisis microbiológico de este trabajo.

- Al personal de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas, especialmente al SR. FRANCISCO OSORIO, por su colaboración.
  
- A la SRA. VILMA DE CAÑAS, un reconocimiento especial por el excelente trabajo de mecanografía del presente documento.

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO:

Por sus constantes bendiciones y por haberme iluminado para alcanzar mi más grande anhelo.

- A MI MADRE:

Ana María Aguilar V. de Cevallos, a quien le debo lo que soy, por su amor, sacrificio y por todo el esfuerzo que dedicó inculcándome siempre deseos de superación.

- A MIS ABUELOS:

María Isabel y Felipe de Jesús (de grata recordación), por haberme enseñado muchas cosas para defenderme en la vida.

- A MIS HERMANOS:

Mirna Elizabeth, Ana Eduviges, Gloria Delmy, María Teresa, Rosario del Carmen y Edgardo, por brindarme apoyo, confianza y amor en todo momento de mi carrera.

- A MIS FAMILIARES:

Que de una u otra manera me dieron su apoyo y me ayudaron a alcanzar este triunfo.

- A MIS PROFESORES, COMPAÑEROS Y DEMAS AMIGOS:

A mis profesores, por haberme transmitido sus conocimientos y a los compañeros y amigos por haberme apoyado siempre a seguir adelante.

LUIS MARIO CEVALLOS

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO:

Por haberme iluminado en todo momento en el largo y sacri-  
ficado camino hasta el logro de mi meta.

- A MIS PADRES:

Sebastiana de Jesús V. de Chanta y Rafael Chanta Piche (de  
grata recordación), por haberme enseñado e inculcado el de-  
seo de la superación.

- A MI ESPOSA:

Rosa Ana Cáceres, por todo su amor, comprensión y apoyo que  
siempre me brindó.

- A MI HIJO:

Claudio Almir, con todo amor, por motivar mis deseos de su-  
peración.

- A MIS HERMANOS:

Sibia Altair, Rafael Cristobal (de grata recordación) y Ro-  
berto Antonio, por su confianza y hermandad alentándome en  
cada momento.

- A DEMAS FAMILIARES:

Que de una u otra forma ayudaron a alcanzar este triunfo.

- A TODOS MIS AMIGOS, PROFESORES Y COMPAÑEROS:

Que en alguna medida colaboraron en coronar esta carrera.

CLAUDIO ALMIR CHANTA HERNANDEZ.

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO:

Fuente de inagotable sabiduría, por haberme permitido al canzar satisfactoriamente la culminación de mi carrera profesional.

- A MIS PADRES:

Rubén Darío Leiva y Rafaela Esperanza Rodas de Leiva, por su amor, comprensión, sacrificio, apoyo y consejos brinda dos en el desarrollo de toda mi carrera universitaria, - sin lo cual no hubiera podido llegar al final de esta me- ta.

- A MIS HERMANOS:

Oscar Alfredo, Nora Esperanza, Rubén, María Celina, Mauri cio Ernesto, Gustavo Adolfo, Ana Ruth y Carlos Antonio, - por brindarme su constante y valioso apoyo durante mi ca- rrera profesional.

- A MI ESPOSA:

María Guadalupe Callejas de Leiva, por su incondicional - apoyo, comprensión y amor sincero.

- A MI HIJO:

Luis Armando Leiva Callejas, con mucho amor.

- A MIS FAMILIARES:

Por todas sus muestras de afecto y apoyo brindado durante mi carrera.

- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Por su apoyo y amistad sincera.

LUIS ARMANDO LEIVA RODAS

# I N D I C E

	PAGINA
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIAS .....	viii
INDICE DE CUADROS .....	xviii
INDICE DE FIGURAS .....	xxv
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 Generalidades de la sangre .....	3
2.1.1 Composición química .....	5
2.1.2 Propiedades físicas de la sangre bovina	5
2.1.3 Usos de la sangre bovina .....	7
2.1.3.1 Productos bioquímicos y farmacéuticos derivados de la sangre .....	10
2.2 Suministro de la sangre en alimentación animal	11
2.2.1 Sangre desecada .....	11
2.3 Calidad de la harina de sangre bovina .....	12
2.4 Consumo de la harina de sangre .....	14
2.5 Disponibilidad de sangre bovina para elabora- ción de harina .....	15
2.5.1 Rastros existentes en El Salvador. ....	15
2.5.2 Cantidad de sangre .....	16
2.6 Métodos empleados en la producción de harina de sangre bovina .....	20
2.6.1 Radiación solar .....	24

	PAGINA
2.6.2 Centrifugación .....	24
2.6.3 Aspersión (Spray - Dried) .....	25
2.6.4 Método de Krausse .....	25
2.7 Fuentes de proteínas .....	25
2.7.1 Importancia de las proteínas de origen animal .....	26
2.7.2 Fuentes protéicas de origen animal ....	26
2.7.2.1 Harina de pescado .....	27
2.7.2.2 Harina de carne y hueso .....	27
2.7.2.3 Harina de plumas .....	28
2.7.2.4 Gallinaza .....	28
2.7.2.5 Harina de sangre .....	28
2.7.3 Fuentes protéicas de origen vegetal ...	29
2.7.3.1 Pasta de soya .....	29
2.7.3.2 Pasta de Algodón .....	30
2.7.3.3 Gluten de maíz .....	30
2.8 Caracterización de la línea de pollo de engor- de HUBBARD .....	32
2.9 Necesidades nutricionales de pollos de engorde, línea Hubbar .....	33
2.9.1 Proteínas .....	33
2.9.2 Aminoácidos .....	34
2.9.2.1 Importancia de los aminoácidos	35
2.9.3 Grasa .....	37
2.9.4 Energía .....	39

	PAGINA
2.9.5 Minerales .....	40
2.9.6 Vitaminas .....	41
2.10 Investigaciones realizadas sobre el uso de mate- riales sustitutos de proteína, en concentrado comercial para pollos de engorde .....	42
3. MATERIALES Y METODOS .....	45
3.1 Localización .....	45
3.2 Duración del ensayo .....	45
3.3 Instalaciones y equipo .....	45
3.3.1 Instalaciones .....	45
3.3.2 Equipo .....	46
3.4 Unidades Experimentales .....	47
3.5 Proceso para elaboración de harina de sangre bovina .....	47
3.5.1 Recolección de la sangre .....	47
3.5.2 Secado .....	47
3.5.3 Etapas de secado .....	49
3.5.4 Adición de antibiótico .....	49
3.5.5 Análisis microbiológico .....	50
3.6 Diseño Estadístico .....	51
3.6.1 Distribución estadística para el análi- sis de varianza .....	52
3.6.2 Modelo Matemático .....	52
3.7 Alimentación .....	52
3.8 Descripción de tratamientos en estudio .....	53

	PAGINA
3.9 Descripción de tratamientos en las fases de inicio (i); y finalización (f), para la Dieta "A" .....	54
3.10 Descripción de tratamientos en las fases de inicio (i); y finalización (f); para la dieta "B" .....	57
4. PLAN DE MANEJO .....	60
4.1 Limpieza y desinfección .....	60
4.2 Preparación del cuarto de cría .....	60
4.3 Recibimiento de los pollos .....	61
4.4 Vacunación .....	61
4.5 Variables evaluadas .....	61
5. RESULTADOS Y DISCUSION .....	63
5.1 Pesos totales .....	63
5.2 Incrementos de peso .....	63
5.3 Consumo de alimento .....	66
5.4 Conversión alimenticia .....	69
5.5 Rendimiento en canal .....	99
5.6 Peso de hígado, digestivos llenos y vacíos, tamaño de vesícula y espesor de tarso .....	71
5.7 Coloración de piel .....	71
5.8 Análisis de Prueba de Comparación (Dieta B) .	73
5.9 Análisis económico .....	74

	PAGINA
6. CONCLUSIONES .....	75
7. RECOMENDACIONES .....	76
8. BIBLIOGRAFIA .....	77
9. ANEXOS .....	81

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Oscilación normal de algunos constituyentes Químicos de la sangre de animales domésticos Adultos .....	6
2	Componentes de la harina de sangre bovina ..	13
3	Distribución de los Rastros en El Salvador por departamento .....	17
4	Retrospectiva de sacrificio de ganado bovino 1981 - 1990 .....	21
5	Sacrificio por clase de ganado bovino, según departamento para 1990 (cabezas) .....	22
6	Sacrificio mensual de ganado bovino en rastros según departamento para 1990 (cabezas).	23
7	Composición nutricional en principios inmediatos, energía, minerales y aminoácidos de las harinas de origen animal y vegetal .....	31
8	Aminoácidos esenciales recomendados para pollos: Relaciones con energía metabolizable.	36
9	Porcentaje de minerales requeridos en la alimentación de pollos de la línea Hubbard .....	41
10	Materias primas suministradas en las dietas.	53

CUADRO		PAGINA
A-1	Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la primera semana de ensayo (gr) .....	82
A-2	Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la segunda semana de ensayo (gr) .....	82
A-3	Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la tercera semana de ensayo (gr) .....	83
A-4	Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la cuarta semana de ensayo (gr) .....	83
A-5	Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la quinta semana de ensayo (gr) .....	84
A-6	Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la sexta semana de ensayo (gr) .....	84
A-7	Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la primera semana de ensayo .....	85
A-8	Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la segunda semana de ensayo .....	85

CUADRO		PAGINA
A-9	Análisis de varianza de pesos por tratamien <u>to</u> y repetición durante la tercera semana de ensayo .....	85
A-10	Análisis de varianza de pesos por tratamien <u>to</u> y repetición durante la cuarta semana de ensayo .....	86
A-11	Análisis de varianza de pesos por tratamien <u>to</u> y repetición durante la quinta semana de ensayo .....	86
A-12	Análisis de varianza de pesos por tratamien <u>to</u> y repetición durante la sexta semana de ensayo .....	86
A-13	Pruebas de Tokey para la comparación de medias de los pesos alcanzados en cada una de las semanas de ensayo .....	87
A-14	Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la primera semana de ensayo (gr).	88
A-15	Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la segunda semana de ensayo (gr) ....	88
A-16	Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la tercera semana de ensayo (gr) ....	89

CUADRO		PAGINA
A-17	Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la cuarta semana de ensayo (gr) ..	89
A-18	Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la quinta semana de ensayo (gr) .....	90
A-19	Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la sexta semana de ensayo (gr) .....	90
A-20	Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la primera semana de ensayo (gr/día) .....	91
A-21	Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la segunda semana de ensayo (gr/día) .....	91
A-22	Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la tercera semana de ensayo (gr/día) .....	92
A-23	Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la cuarta semana de ensayo (gr/día) .....	92
A-24	Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la quinta semana de ensayo (gr/día) .....	93

CUADRO		PAGINA
A-25	Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la sexta semana de ensayo (gr/día) .....	93
A-26	Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la primera semana .....	94
A-27	Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la segunda semana .....	94
A-28	Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la tercera semana .....	94
A-29	Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la cuarta semana .....	95
A-30	Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la quinta semana .....	95
A-31	Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la cuarta semana .....	95
A-32	Pruebas de Tukey, la comparación de medias de los incrementos de peso alcanzados en cada una de las semanas de ensayo .....	96
A-33	Rendimiento en canal caliente de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de harina de sangre bovina (gr) .....	97

## CUADRO

## PAGINA

A-34	Análisis de varianza de peso en canal caliente por tratamiento y repetición al final de la sexta semana de ensayo .....	97
A-35	Prueba de Tukey para la comparación de medias del rendimiento en canal caliente .....	98
A-36	Pesos promedio por tratamiento y repetición del hígado (gr) .....	98
A-37	Pesos promedio por tratamiento y repetición de digestivos llenos (gr) .....	99
A-38	Pesos promedio por tratamiento y repetición de digestivos vacíos (gr) .....	99
A-39	Longitud de vesícula por tratamiento y repetición (cm) .....	100
A-40	Medida de espesor del tarso por tratamiento y repetición (mm) .....	100
A-41	Análisis de varianza de los pesos promedios del hígado .....	101
A-42	Análisis de varianza de los pesos promedios de los digestivos llenos .....	101
A-43	Análisis de varianza de los pesos promedios de digestivos vacíos .....	101

CUADRO		PAGINA
A-44	Análisis de varianza para la medida de longitud promedio de la vesícula .....	102
A-45	Análisis de varianza para medida de espesor promedio del tarso .....	102
A-46	Coloración de piel por tratamiento y repetición (grados) .....	102
A-47	Resultados de consumo y C.A. de los pollos alimentados con harina de sangre bovina .....	103
A-48	Análisis económico .....	104

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Principales zonas ganaderas y distribución de los rastros en El Salvador .....	19
2	Combinación de fuentes de proteína para lograr un buen equilibrio de aminoácidos ....	38
3	Desecador solar .....	48
4	Bandeja de lámina galvanizada .....	48
5	Curvas de crecimiento de pollos de engorde suplementados con diferentes niveles de harina de sangre en sustitución de concentrado (Dieta "A") .....	64
6	Curvas de crecimiento de pollos de engorde suplementados con diferentes niveles de harina de sangre en sustitución del concentrado adicionando maíz para balancear energía (Dieta "B") .....	65
7	Incrementos de peso de pollos suplementados con harina de sangre en sustitución del concentrado con o sin adición de maíz .....	67
8	Consumo voluntario total de pollos suplementados con diferentes niveles de harina de sangre .....	68
9	Conversión alimenticia de pollos suplementados con diferentes niveles de harina de sangre .....	70

FIGURA

PAGINA

10	Pesos promedios de rendimiento en canal caliente por tratamiento de pollos de engorde alimentados con harina de sangre bovina ...	72
----	---	----

## INTRODUCCION

El Salvador, es un país cuya población es deficiente en sus necesidades nutricionales; la alimentación del salvadoreño en general es desbalanceada en proteína; según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), a nivel nacional existe un déficit per cápita en consumo de carne de 10.45 Kg/año.

Ante esta situación la avicultura juega un papel importante en la nutrición ya que el huevo y la carne de pollo es una de las fuentes alimenticias más baratas que se tiene en el mercado. La carne de pollo posee un alto contenido proteico (21% P.T.).

De los costos de producción, la alimentación del pollo de engorde representa del 65-70%, por lo que es necesario la aplicación de prácticas de alimentación que tiendan a reducir tales costos y hagan más rentable la producción y por ende reduzcan los costos al consumidor. ✕

Una alternativa para ello es el uso de fuentes proteicas de obtención local a bajo costo y al alcance de pequeños y medianos productores como sucede al utilizar la sangre procedente de animales de rastro, este subproducto que se desperdicia o se subutiliza a nivel nacional, puede ser procesado y transformado en harina, en forma artesanal o industrial la cual aporta 79.5% de proteína cruda en base seca que mezcla-

da con harina de maíz proporciona excelentes resultados en la alimentación de animales domésticos, por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la harina de sangre bovina en la alimentación de pollos de engorde, reducir los costos de producción y obtener mayores rendimientos.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de la sangre.

La sangre es un líquido viscoso de color escarlata, localizado en el sistema circulatorio del organismo animal, es decir, el corazón, las arterias, las venas y los capilares.

Las principales funciones de la sangre son: La oxigenación de los tejidos, el transporte de nutrientes, la eliminación de dióxido de carbono metabólico y mantiene el equilibrio térmico del cuerpo (8).

Lo mismo que los tejidos, la sangre consta de células y de un material intercelular llamado plasma que es un líquido que mantiene las células separadas y libres de moverse dentro del sistema vascular (1).

Los componentes celulares de la sangre que son porciones sólidas de los mismos comprenden: glóbulos blancos y rojos que sirven de mecanismo de defensa al organismo y se hallan en suspensión en una porción líquida de la sangre, llamada plasma y su número y proporción varían según la especie animal (8, 9, 14).

La porción líquida de la sangre está compuesta por plasma y suero. El plasma es un líquido acuoso que se coagula fuera de los vasos sanguíneos en el que hay disueltas albúminas, globulinas, grasa, sales minerales. Las globulinas y

las albúminas son las más importantes ya que regulan la permeabilidad de la sangre a través de las membranas de los capilares (8, 19).

El plasma está compuesto de un 90% de agua y 10% de sólidos, de estos últimos el 7% corresponden a las proteínas y el 0.9% a la materia inorgánica no protéica.

El suero es plasma desfibrinado o sangre con eliminación de fibrinas y de los componentes celulares (14).

Cuando el animal es sangrado, su sangre se coagula en breve tiempo 3-10 minutos, según la temperatura ambiente. El hecho de que la sangre no se coagule en los vasos sanguíneos y se coagula en cambio cuando sale del organismo, se debe a la acción de una enzima llamada trombina. Los coagulos son en un primer momento blandos, pero luego se endurecen por un proceso similar al de la polimerización.

El tiempo de sangrado de un animal depende del estado de salud del animal, de su edad, sexo y condición al momento del sacrificio y del método usado para éste. En condiciones ideales el tiempo de sangrado es de 6 minutos para el ganado vacuno mayor, de 4-5 minutos para ovinos, de 3-4 minutos para terneros y de 6 minutos para los porcinos (8).

#### 2.1.1 Composición química

En los últimos años, estudios realizados han mostrado diversas composiciones de la sangre de los animales (29). En el

cuadro 1 se presentan algunos constituyentes químicos de la sangre de animales domésticos adultos y se observa que la composición química de la sangre no varía en forma determinante en casi todas las especies, por lo que su procesamiento no resulta una limitante a considerar (cuadro 1) (3).

### 2.1.2 Propiedades físicas de la sangre

Color: la sangre es un líquido rojo opaco que se coagula al extraerla, si no se le añaden anticoagulantes. Con la exposición a la atmósfera el color se torna más oscuro.

#### Peso Específico:

Vacuno	Sangre entera	1.052
	Glóbulos rojos	1.084
	Plasma	1.029
Porcino	Sangre entera	1.046
	Plasma	1.022
Aves de Corral	Sangre entera	1.056
	Plasma	1.019

#### Viscosidad Relativa

Vacuno Sangre entera 4.6

Porcino sangre entera 5.6

(La viscosidad se expresa en relación con el agua a la temperatura a que se ha hecho la medición).

CUADRO 1. Oscilación normal de algunos constituyentes químicos de la sangre de animales domésticos adultos.

ANIMAL	S A N G R E T O T A L (mg/100 ml)								S U E R O (mg/100 ml)		
	AZUCAR	NITROG. NO PROT TOTAL	NITROG. UREICO	ACIDO URICO	CREATI NINA. PREF.	NITROG. AMINO- ACIDO	ACIDO LACTI CO.	CLORU ROS (NaCl)	COLES TEROL TOTAL	CAL- CIO	FOSFORO INORGA- NICO.
VACA	40-70	20-40	6-27	0.05-2	1-2	4-8	5-20	440-550	50-230	9-12	3-8
OVEJA	30-50	20-38	8-20	0.05-2	1-2	5-8	9-12	460-528	—	9-12	3-8
CABRA	45-60	30-44	13-28	0.03-1	1-2	—	-	429-598	55-220	9-12	3-8
CERDO	45-75	20-45	8-24	0.05-2	1-2	8	-	440-500	152-154	9-15	5-8
CABALLO	55-95	20-40	10-20	0.9-1	1-2	5-7	10-16	440-500	-	9-14	2-5
PERRO	60-80	17-38	10-20	0.0-05	1-2	7-8	8-20	430-550	125-250	9-11	2-4

FUENTE: Dukes H.H. (9).

### Velocidad de sedimentación de los glóbulos rojos.

Vacuno	1.2 ml/hora
Caprino	0.5 ml/hora
Ovino	0.5 ml/hora

Los glóbulos rojos se rompen por agitación en soluciones salinas hiper o hipotónicas y por fuerzas centrífugas superiores a 1,000 R.P.M. El pH fisiológico de la sangre es de alrededor de 7,4 en todas las especies animales (8).

### Propiedad antigénica de la sangre

La sangre de cada una de las especies animales tiene una identidad química específica, determinada sobre todo por sus componentes proteínicos. Esta propiedad produce lo que se llama respuesta antigénica que hace que la sangre de una especie sea inapropiada para su transfusión a otra especie (8).

#### 2.1.3 Usos de la sangre bovina.

Dentro de las diversas aplicaciones de la sangre y los productos que de ella pueden obtenerse tenemos por ejemplo la harina de sangre que es un producto seco y granulado de color pardo oscuro y con un contenido de agua del 5-8%, obtenida por desecación de la sangre entera, la cual se utiliza con fuente de proteína para preparar alimentos equilibrados para el ganado, contiene alrededor del 80% de proteínas y constituye una fuente excelente de aminoácidos esenciales de los cua-

les el triptofano y lisina, se encuentran en mayor cantidad. Se utiliza en la alimentación inicial de terneros, en pien-  
sos mixtos para cerdos y en alimentos para aves de corral.

La sangre desecada se utiliza también como fertilizante orgánico y contiene alrededor del 12% de nitrógeno y vestigios de fósforo, hierro, cobre y otros minerales. Por lo general se utiliza en fertilizantes compuestos, mezclada con superfosfatos. La sangre en polvo coagulada con calcio puede emplearse con discreción en suelos ácidos. Es una fuente de nitrógeno orgánico muy apreciada en el cultivo de cítricos, tabaco y hortalizas y en el cultivo doméstico de flores (8).

Otras utilidades o compuestos que pueden obtenerse a partir de la sangre bovina son:

Carbón de sangre: El carbón de sangre es una forma de carbón activo y como tal, puede absorber gases en cantidades varias veces superiores a su propio volumen.

Los carbones activos se utilizan en las máscaras de gas y como decolorantes industriales. En medicina se proporcionan en forma oral combinada con laxantes como antídoto contra envenenamiento por productos químicos, para tratar la timpanitis y para aliviar los efectos de agentes irritantes en la gastro enteritis y el cólera.

Compuestos espumógenos: Estos compuestos se utilizan para com

batir los incendios y cuando se dispone de agua en abundancia constituye el extintor de incendios más barato. Su uso para combatir el fuego tiene varias ventajas, la espuma recubre la superficie y la protege contra el calor de las llamas y la radiación de otras fuentes tendiendo así a la formación de vapor, y el agua que lleva en suspensión enfría los líquidos y limita el suministro de oxígeno, razón por la cual los compuestos espumógenos son en particular apropiados para extinguir los incendios de líquidos inflamables (8).

Albúmina de sangre: Albúmina de sangre es el nombre que se da en el comercio al suero de sangre desecado. La albúmina de sangre existente en el comercio contiene otras varias fracciones, además de la albúmina. Para la industria, constituye un sucedáneo barato de la albúmina de huevo en polvo y puede prepararse con sangre coagulada recogida en el matadero o con sangre a la que se le han añadido anticoagulantes para mantenerla líquida.

Suero estéril: El suero es la parte libre de fibrina del plasma de la sangre que se separa una vez ésta se ha coagulado. Para obtener suero estéril es preciso sangrar a los animales en condiciones asépticas y luego tratarlos en ambiente estéril (8).

2.1.3.1 Productos bioquímicos y farmacéuticos derivados de la sangre.

La sangre se utiliza como componente de medios bacteriológicos. Con la adición de pequeñas cantidades de sangre a los medios bacteriológicos se incrementa la actividad de los organismos. Hoy en día cuando se necesita sangre estéril, se puede utilizar sangre de caballo, por lo fácil que es sangrar a ese animal, pero puede emplearse la de otros animales. En el comercio puede encontrarse sangre desfibrinada y oxalatada obtenida por sangrado con jeringas o cánulas.

Entre los medios bacteriológicos que contienen sangre - tenemos: Agar sangre que contiene 12.5 ml de sangre estéril, Agar Bordet Gengou que contiene 500 ml de sangre estéril y Agar chocolate que se utiliza en medicina para el tratamiento de hemofilia y después de intervenciones quirúrgicas importantes.

Otros productos que pueden obtenerse a partir de sangre animal son ciertos aminoácidos importantes como:

Lisina: Es un aminoácido que puede aislarse de la caseína y los glóbulos sanguíneos en forma de picratos o monohidrocloruro de lisina, el cual se usa en investigaciones biológicas y es uno de los aminoácidos esenciales de todas las especies animales.

Fenilalanina: Este aminoácido puede aislarse en forma

pura cristalina de la sangre de los animales, se prepara a partir del filtrado obtenido después de separar la leucina en forma de sal de bromatolueno sulfanato o aislarse de hidrolizados de ovoalbúmina y caseína y es usado también en investigaciones biológicas.

La Histidina: Es un aminoácido que puede prepararse a partir de puré de glóbulos rojos.

Leucina: puede ser aislado en forma cristalina pura de la sangre de los animales (8).

## 2.2 Suministro de la sangre en alimentación animal

La sangre como residuo de matadero, preparada o bien en fresco (en este estado es mucho menos apetecida por los animales), constituye un producto de elevado valor nutritivo, muy útil en la alimentación del ganado (24).

### 2.2.1 Sangre desecada.

El extraer el agua que contiene la sangre es el mejor medio para su conservación (12, 24). El rendimiento de conversión de sangre fresca a harina de sangre garantiza que por cada 9.8 litros de sangre fresca, se obtiene un kilogramo de harina de sangre (3).

En ocasiones se recomienda la adición de 1% de semillas de cumarina (Anthoxanthum odoratum) pulverizadas, con el objeto de favorecer la conservación y proporcionar un sabor

agradable para los animales. Después de desecada se somete a la pulverización y resulta la harina de sangre, un producto más rico en proteínas, pues ofrece un 77% de contenido proteico digestible y que es, al mismo tiempo, bien aceptada por los animales (12, 24).

### 2.3 Calidad de la harina de sangre bovina.

La sangre seca es un polvo de color café oscuro con un olor característico. Contiene alrededor del 80% de proteínas y pequeñas cantidades de cenizas 4.8%, aceite 2.5% y un 10.4% de agua. Su importancia nutritiva estriba en su contenido proteico (2, 17); la harina de sangre es limitante en isoleucina y metionina, tiene 0.89% y 1.00% respectivamente, pero contiene una alta cantidad de lisina (6.11%). Si existe deficiencia de algún aminoácido, el crecimiento de las aves será lento y se tendrá mayor grasa en la canal, por lo que en dietas para aves, la sangre se emplea como fuente de lisina, por ser muy rica en este aminoácido (2).

La composición química varía según la especie de que proceda; la sangre desecada es la más rica en proteínas de todos los subproductos de las fábricas de conservas de carne (12); la sangre desecada o harina de sangre está constituida por una gran cantidad de sustancias, que se presentan en el cuadro 2.

La harina de sangre, a pesar de su riqueza proteica tiene una eficacia limitada. Podría atribuirse la causa al antagonismo leucina-isoleucina, variable casi en su totalidad.

Cuadro 2. Componentes de la harina de sangre bovina.

SUSTANCIA O COMPUESTO	PORCENTAJE
H <sub>2</sub> O	10.4
Proteína cruda	81.5
Extracto etereo	1.0
Fibra cruda	0.7
CHO'S	1.6
Ceniza	4.8
Ca	0.32
P	0.25
Grasa	2.5
Materia Seca	91.0
Glúcidos	indicios
Arginina	3.18
Cistina	1.21
Metionina	1.00
Treonina	3.88
Isoleucina	0.89
Leucina	10.77
Lisina	6.11
Valina	7.01
Tirosina	2.18
Triptófano	1.05
Fenilalanina	5.74
Histidina	4.21

FUENTE: Ayala Ortiz (3).

Los trabajos realizados por FERRANDO (1970), han demostrado que es posible salvar esta barrera por adición de isoleucina (25).

#### 2.4 Consumo de Harina de Sangre.

Los niveles de incorporación, cuando se dispone de harina de sangre, por lo general son bajos del 2-4%, debiendo complementarse siempre de forma adecuada con otra fuente proteíca de calidad (7, 10). Las dosis de suministro para las distintas especies son:

- a) Bovinos en cebo y vacas en producción de leche hasta la dosis máxima de 1.5 kg por día y cabeza.
- b) Animales jóvenes de la especie bovina, porcina y equina, de 100 a 200 grs por cada 100 kg de peso vivo y día.
- c) Ovinos, a partir de dos meses de edad, 10 grs por día, cantidad que se aumentará en forma progresiva hasta llegar a la edad adulta de 100 a 150 grs siempre mezclada con otros alimentos.
- d) Cerdos en cebo, de 200 a 500 grs por día y cabeza.
- e) Equinos adultos, de 250 a 600 grs diarios, pudiendo llegarse hasta el kilogramo en los animales de tiro.
- f) Al perro se le suministra la sangre en mezcla con harinas de cereales, cocida, formando panes o galletas.

La mezcla será en la proporción de 100 grs de sangre por 300 ó 400 grs de las harinas.

g) Para las aves representa un buen complemento protéico y puede formar un 15% de la mezcla seca (12).

## 2.5 Disponibilidad de sangre bovina para elaboración de harina.

Es preciso obtener información sobre el tamaño y tipo de los animales sacrificados y su número total, para calcular el peso corporal de los animales y la disponibilidad total de sangre.

Un litro de sangre pesa aproximadamente 1 kg. conocer el rendimiento de la misma de un matadero es fundamental para determinar la cantidad con que se puede contar (8).

La disponibilidad de sangre bovina, depende de la cantidad de animales sacrificados en los rastros, en cuyas instalaciones se verifica el aprovisionamiento de la sangre fresca para su posterior procesamiento (cuadro 5 y 6) (26).

La cantidad de sangre que suministran las reses sacrifi cadas en los diferentes rastros depende de la especie animal, del tamaño, del método seguido en la matanza y del degüello (23).

### 2.5.1. Rastros existentes en El Salvador

En El Salvador existen un total de 261 municipios, de los cuales 108 poseen rastros, es decir un 41.4% del total de Municipios, de éstos 20 rastros no están en actividad en

donde existe el local, pero no se sacrifica por varias razones, entre las que se puede mencionar que el local es utilizado para otras actividades o por inadecuada su construcción así como por falta de agua (3, 26); con relación a la ubicación de los rastros, ésta obedece más que todo a las facilidades de acceso y no a las mayores concentraciones de ganado (3, 23, 26).

La localización de los rastros municipales y privados - en El Salvador, por departamento se describen en el Cuadro 3. Y en la figura 1 un mapa geográfico de las principales zonas ganaderas del país (3, 26).

#### 2.5.2 Cantidad de sangre

Al hablar del volumen de la sangre nos referimos a la cantidad de este líquido vital encerrada dentro del sistema circulatorio de un animal. Podría hacerse en forma directa esta determinación mediante una extrema sangría (13).

Es imposible determinar el volumen de sangre en el cuerpo del animal por mera sangría, porque queda mucha sangre en los vasos sanguíneos incluso después que el animal muere de la hemorragia (9); sin embargo la cantidad de sangre puede ser calculada si se sabe la proporción entre el peso de la misma y el del cuerpo en totalidad (13).

No se suele disponer de grandes cantidades de sangre de

Cuadro 3. Distribución de rastros en El Salvador por departamentos.

DEPARTAMENTO	Nº DE RASTROS	DEPARTAMENTO	Nº DE RASTROS
AHUACHAPAN	6	Jayaque	2
Ahuachapán	1	La Libertad	1
Atiquizaya	1	Santa Tecla	1
Concepción de		Quezaltepeque	1
Ataco	1	Sacacoy	1
San Fco. Menéndez	1	San Juan Opico	1
Tacuba	1	Talnique	1
Apaneca	1	Teotepeque	1
SANTA ANA	7	Tepecoyo	1
Candelaria de la		SAN SALVADOR	12
Frontera.	1	Aguilares	1
Coatepeque	1	Apopa	1
Chalchuapa	1	Guazapa	1
El Congo	1	Mejicanos	1
Metapán	1	Nejapa	2
Santa Ana	1	Panchimalco	1
Texistepeque	1	San Marcos	1
SONSONATE	8	San Martín	1
Acajutla	1	Stgo. Texacu <u>an</u>	
Armenia	1	gos.	1
Izalco	1*	San Salvador	1
Juayúa	1	Tonacatepeque	1
Nahuizalco	1	Ciudad Delgado	1
San Julián	1	CUSCATLÁN	6
Salcoatitán	1	Cojutepeque	1
Sonsonate	1	San José Guaya <u>u</u>	
CHALATENANGO	7	bal.	1
Citalá	1	San Rafael	
Concepción Que-		Cedros.	1
zaltepeque	1	Suchitoto	1
Chalatenango	1	Tenancingo	1
Nueva Concepción	1	San Pedro Peru <u>u</u>	
Tejutla	1	lapán	1
Azacualpa	1*	LA PAZ	7
San Ignacio	1*	Olocuilta	1
LA LIBERTAD	15	San Juan No-	
Ciudad Arce	1	nualco	1
Colón	1	San Pedro No-	
Comasagua	1	nualco	1
Chiltiupán	1		
Huizúcar	1		

Continuación Cuadro 3.

DEPARTAMENTO	Nº DE RASTROS	DEPARTAMENTO	Nº DE RASTROS
San Pedro Masahuat.	1	San Miguel Comacarán	1*
Santiago Nornualco	1	Lolotique	1*
Zacatecoluca	1	Moncagua	1*
San Miguel Tepezontes.	1*	MORAZAN	9
CABAÑAS	2	Meanguera	1*
Ilobasco	1	San Carlos	1*
Sensuntepeque	1	Sensembra	1*
SAN VICENTE	7	Jocoro	1*
Apastepeque	1	Osicala	1*
San Sebastián	1	Corinto	1
San Vicente	1	Perquín	1
Tecoluca	1*	Yoloaiquin	1
Guadalupe	1*	Gotera	1
Santo Domingo	1*	LA UNION	6
Verapaz	1*	El Sauce	1
USULUTAN	10	Nueva Esparta	1
San Dionisio	1	Intipucá	1
San Francisco Javier	1	Lá Unión	1
Berlín	1	Pasaquina	1
Jiquilisco	1	Santa Rosa de Lima	1
Jucuapa	1	TOTAL	108
Ozatlán	1		
San Buena Ventura	1		
Santa Elena	1		
Santiago de María	1		
Usulután	1		
SAN MIGUEL	7		
Ciudad Barrios	1		
Chinameca	1		
San Jorge	1		

\* Fuera de uso.

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Ganadería (M.A.G.)

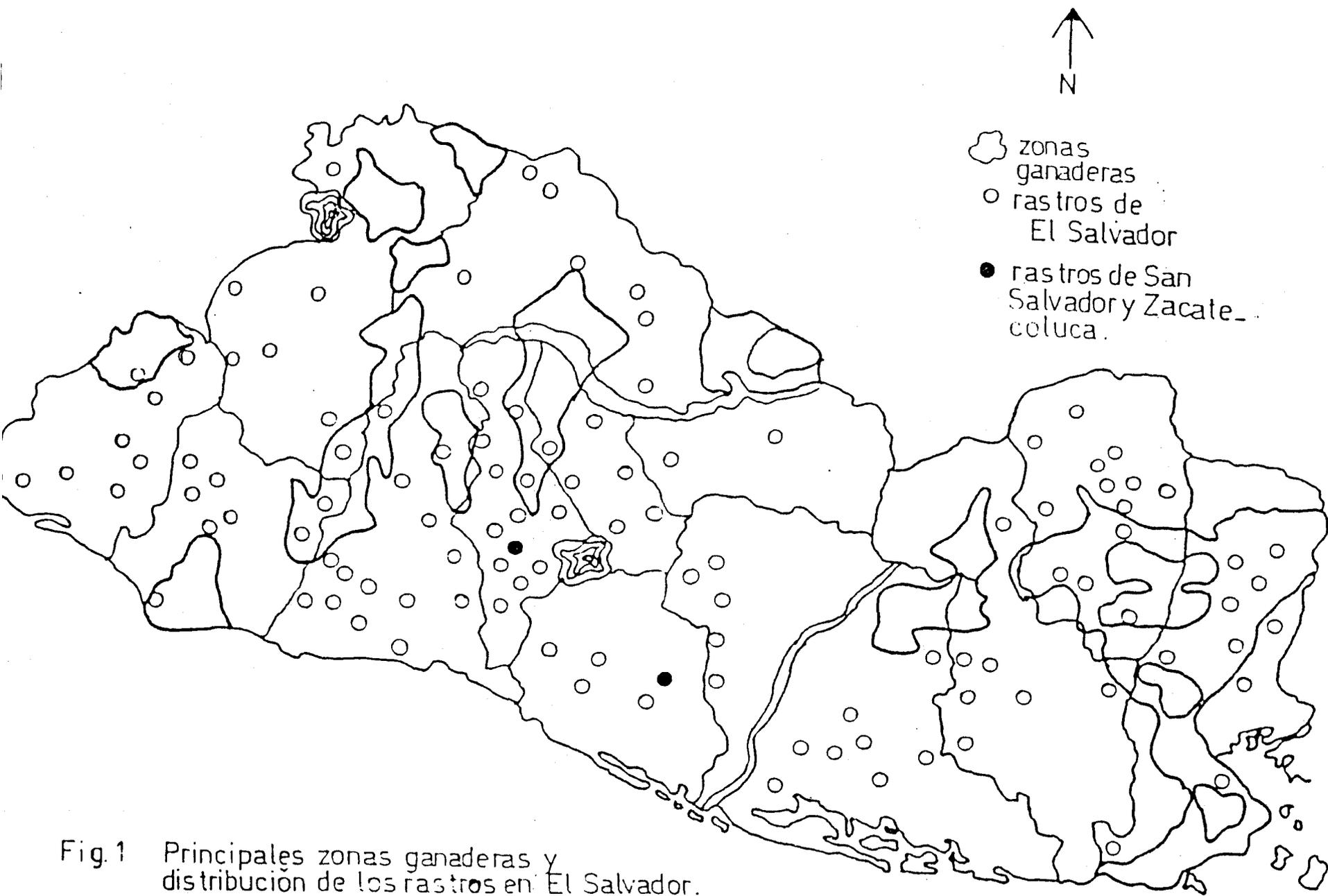


Fig.1 Principales zonas ganaderas y distribución de los rastros en El Salvador.

aves de corral, y a veces tampoco de cerdo, porque no existen establecimientos de elaboración en gran escala de esas especies. El ganado vacuno rinde sangre a razón del 7.7% de su peso corporal y en ovino y caprino la proporción es de 6.2%. En general a efectos prácticos, la disponibilidad de sangre de ganado vacuno, ovino y caprino es de 5% de sus respectivos pesos corporales, y la de cerdos el 3.5% (8).

Se estima que un animal de un peso aproximado de 1,200 libras proporciona un promedio de 46 libras de sangre, lo que equivale a un 3.8% del peso vivo del animal (11).

Un método aproximado para calcular el rendimiento de sangre del ganado vacuno en los primeros 60 segundos de la sangría ha sido indicado por Johnson (1983):

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \frac{767}{\text{Peso de la canal (Kg)}} + 0.7$$

Se ha observado que el rendimiento en sangre en los primeros 60 segundos es del 4.2% y que el rendimiento es menor en los canales de más peso y viceversa (8). En el cuadro 4 se presentan promedios de sacrificio del ganado bovino, en retrospectiva, de 1981 - 1990, y en los cuadros 5 y 6 el sacrificio mensual por clase y departamento (1).

#### 2.6 Métodos usados en la producción de Harina de Sangre.

El secado es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos. Este se

Cuadro No. 4. Retrospectiva de Sacrificio de Ganado Bovino,  
1981 - 1990.

AÑO	Sacrificio 1/ (cabezas)
1981	147,946
1982	148,864
1983	146,703
1984	147,538
1985	140,281
1986	112,888
1987	125,943
1988	149,158
1989	167,991
1990	162,520

1/ FUENTE: Anuarios estadísticos D.G.E.A. (9)

Cuadro 5. Sacrificio mensual de ganado bovino en rastros según departamento, para 1990.

(Cabezas)

DEPARTAMENTOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTALES
Ahuachapán	337	266	318	327	217	214	207	127	202	239	245	271	2,970
Santa Ana	1,679	1,066	1,112	761	1,087	970	959	1,079	970	1,147	1,220	1,937	13,987
Sonsonate	1,390	929	1,033	776	998	657	1,027	385	422	471	411	415	8,914
Chalatenango	131	97	107	58	90	86	74	78	87	105	81	81	1,075
La Libertad	1,794	2,059	1,527	1,447	1,494	1,454	1,275	1,398	1,433	1,300	1,107	1,265	17,553
San Salvador	7,229	7,185	6,781	5,143	6,561	6,428	6,264	5,737	6,203	5,751	6,955	4,771	75,008
Cuscatlán	1,429	1,335	787	766	953	994	1,118	1,126	802	1,104	1,096	988	12,498
La Paz	742	548	569	102	314	70	198	427	246	233	205	149	3,803
Cabañas	74	139	77	56	62	68	46	68	47	122	99	64	920
San Vicente	95	84	172	173	212	199	172	200	211	216	248	200	2,182
Usulután	579	446	463	338	398	328	905	948	943	972	848	1,030	8,198
San Miguel	1,044	967	987	815	746	805	900	913	858	1,010	900	932	10,877
Norazán	122	89	103	75	196	183	98	70	84	94	107	127	1,348
La Unión	262	351	291	219	224	256	197	235	205	277	336	334	3,187
<b>TOTALES</b>	<b>16,907</b>	<b>15,561</b>	<b>14,327</b>	<b>11,056</b>	<b>13,552</b>	<b>12,710</b>	<b>13,440</b>	<b>12,791</b>	<b>12,713</b>	<b>13,041</b>	<b>13,858</b>	<b>12,564</b>	<b>162,520</b>

FUENTE: Alcaldías Municipales y CDG - MAG (1).

Cuadro 6. Sacrificio por clase de ganado bovino, según departamento para 1990 (cabezas).

DEPARTAMENTOS	TOROS 1/	BUEYES	NOVILLOS	TERNEROS	VACAS	NOVILLAS	TERNERAS	TOTAL
Ahuachapán	899	261	510	-	927	372	1	2,970
Santa Ana	2,983	1,221	1,828	4	7,388	551	12	13,987
Sonsonate	1,888	315	1,292	252	4,328	798	41	8,914
Chalatenango	438	129	195	27	257	22	7	1,075
La Libertad	4,469	1,443	6,319	504	4,330	448	40	17,553
San Salvador	17,509	12,400	21,726	37	21,563	1,731	42	75,008
Cuscatlán	1,141	1,501	1,035	8	8,690	118	5	12,498
La Paz	517	636	1,055	36	1,130	409	20	3,803
Cabañas	302	8	125	5	434	19	27	920
San Vicente	1,130	57	554	2	327	112	-	2,182
Usulután	1,771	2,167	1,059	15	2,270	911	5	8,198
San Miguel	473	28	1,308	76	8,811	147	34	10,877
Morazán	416	109	180	31	536	72	4	1,348
La Unión	281	22	328	12	2,517	23	4	3,187
<b>Totales</b>	<b>34,217</b>	<b>20,297</b>	<b>37,514</b>	<b>1,009</b>	<b>63,508</b>	<b>5,733</b>	<b>242</b>	<b>162,520</b>

1/ Incluye Toretes

FUENTE: Alcaldías Municipales y C.D.G.- M.A.G. (1).

practica para eliminar el agua, pero cualquier método que reduzca la cantidad de humedad disponible en un alimento es una forma de desecación.

La harina de sangre se prepara mediante desecación hasta un porcentaje de humedad de un 10% a 12% (23); los distintos métodos para el procesamiento de la harina de sangre se resumen y se presentan a continuación (3).

#### 2.6.1 Por radiación solar

El proceso de producción por radiación solar consiste en extender la sangre coagulada sobre bandejas hasta formar una capa uniforme de 2 cm de espesor y colocadas bajo filtros solares que pueden ser de plástico transparente, cuya función es permitir la entrada de la energía del sol y devolverla como energía calórica.

El extraer el agua que contiene la sangre es el mejor medio para su conservación. El rendimiento viene a ser de 1 kg de sangre seca por 9.8 lts de sangre fresca.

Las ventajas de este método es que es más fácil de producir harina, el trabajo requerido es mínimo, el equipo de procesamiento es sencillo y los costos de producción son reducidos (3).

#### 2.6.2 Por centrifugación

Este proceso se lleva a cabo al colocar la sangre desfi



brinada en una centrífuga. Esta operación separa los sólidos del plasma líquido. El rendimiento obtenido es de aproximadamente el 60% de plasma y el 40% de sólidos (23).

#### 2.6.3 Por aspersión (Spray-Dried)

Un nuevo método de desecación es el basado en la proyección en gotas de lluvia fina del producto a secar, dentro de una cámara que permita el contacto con el aire caliente y seco, a su vez la pulverización se activa al pasar la sangre a través de un orificio estrecho por la presión de una corriente de aire comprimido (3, 23).

#### 2.6.4 Por método de krause.

En el sistema Krause la sangre es tratada en un recipiente metálico llamado "Torre de secar", en cuyo interior tiene una turbina especial de pulverización que mueve un disco a la velocidad de 5,000 a 20,000 rpm; la sangre cae por un tubo de alimentación en el centro del disco y es proyectada en forma de neblina muy fina, que es atravesada a su vez por una corriente de aire a una temperatura de 70 - 72 °C, el cual deseca al instante, las gotas del líquido sanguíneo que cae al fondo de la torre, donde una banda la transporta a un tornillo sin-fin que la saca fuera de la torre (23).

#### 2.7 Fuentes de Proteínas.

Las proteínas para la alimentación de las aves, son de

dos clases: de origen animal y origen vegetal. La proteína animal es superior a la de origen vegetal, debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales, minerales y el aporte de vitaminas del complejo B; sin embargo si las proteínas de origen vegetal se procesan en forma adecuada y se complementan con aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas, su valor nutritivo será similar al de las proteínas, de origen animal, por lo general éstas se utilizan en cantidades limitadas en las dietas por su alto costo y su baja disponibilidad, esto indica que las proteínas de origen vegetal se usan en mayor cantidad (2, 5).

#### 2.7.1 Importancia de las proteínas de origen animal.

El organismo de los pollos obtienen un alto rendimiento a partir de las proteínas de los residuos animales que incluso se ha llegado a admitir la existencia de un factor llamado "factor de proteína aviar" que es transmisible al pollo por el huevo al que se le atribuye la alta capacidad de asimilación de estos principios nitrogenados.

La importancia de las proteínas es tal que la mayoría de las raciones para aves de corral se venden a base de contenido protéico. El valor nutritivo de las proteínas se determina por los tipos de aminoácidos presentes.

#### 2.7.2 Fuentes protéicas de origen animal.

Según estudios realizados por AVILA, G.E. y BOGART, R.,

las características principales de las fuentes protéicas de origen animal de uso más común en la alimentación de aves y que tiene como finalidad complementar las deficiencias nutricionales en las dietas se presentan a continuación: (2, 5).

#### 2.7.2.1 Harinas de pescado

Las harinas de pescado se producen de anchoveta, arenque, menhaden y robalo. El contenido de proteína varía según la especie de procedencia y el método de producción aunque por lo general es superior al 55%. Características de esta harina son su calidad; es rica en aminoácidos esenciales sobre todo en lisina, metionina y triptofano, considerados críticos al balancear raciones para aves. Además, tiene significativo contenido de calcio y fósforo. Los niveles usados debido a sus costos y disponibilidad son de 2-7%, y por la posibilidad de transmitir olor y sabor a los productos avícolas no se usa más del 10%.

#### 2.7.2.2 Harina de carne y hueso.

El contenido de estas harinas en cuanto a proteína varía de 45 - 50%. Otra característica es el alto contenido de grasa que es aproximadamente el 9%. Estas harinas constituyen una fuente excelente de calcio y fósforo aprovechable. Su proteína es de buena calidad, destacando su riqueza en lisina y sin embargo, la proteína es deficitaria en metionina y triptofano que son los aminoácidos limitantes. Por razones

de precio y disponibilidad, su empleo es a niveles bajos en las dietas.

#### 2.7.2.3 Harina de plumas

La harina de plumas hidrolizada contiene un alto nivel de proteína (85%) y su precio en el mercado es bajo en relación con otras fuentes de nitrógeno. Sin embargo su digestibilidad es baja y carente en aminoácidos como la metionina, lisina, histidina y triptofano lo cual limita su uso en raciones para aves de 3 - 4% como máximo.

#### 2.7.2.4 Gallinaza

En los últimos años ha despertado gran interés el uso de gallinaza deshidratada en dietas para aves. Contiene aproximadamente 10% de proteína verdadera, cantidades significativas de aminoácidos esenciales, de 7-8% calcio y 2.2 - 2.7% fósforo, su limitación principal es el bajo valor en energía metabolizable (786 Kcal/kg), razón por la cual su empleo es en niveles bajos, en pollos y gallinas en producción su uso -- máximo es de 5 - 15% respectivamente.

#### 2.7.2.5 Harina de sangre

Contiene alrededor de 80% de proteína, pequeñas cantidades de cenizas y aceite y cerca de 10% de agua, de ahí su importancia solo como fuente de proteína. La proteína es de baja calidad por estar mal balanceada. Es limitante en isoleucina y metionina, pero posee alto contenido de lisina. Su em-

pleo se restringe de 2 a 3% en las dietas.

La harina de sangre bovina presenta una buena proporción de aminoácidos esenciales excepto por la lisina que está presente en gran cantidad y por la isoleucina la cual está en déficit (Cuadro 7). Es posible que ésta, sea la causa del fracaso aparente cuando se ha suministrado como principal fuente de proteína sin la atención al equilibrio de aminoácidos (7,20).

La harina de sangre a pesar de su riqueza protéica, solo tiene una eficacia limitada debido al antagonismo leucina - isoleucina (24). Si esta harina se constituye más del 10% de la dieta tiende a producir diarrea, cuando se usa en sustitución de harina de pescado es necesario añadir calcio y fósforo (17).

### 2.7.3 Fuentes protéicas de origen vegetal

#### 2.7.3.1 Pasta de soya

La pasta de soya procesada es una de las mejores fuentes protéicas de origen vegetal para la alimentación de aves, posee un alto contenido de lisina. La proteína contiene todos los aminoácidos esenciales, pero las cantidades de cistina y metionina están a nivel sub-óptimo o deficientes. Su contenido de proteína fluctúa entre 43 y 45%. La soya posee un inhibidor que es la tripsina que reduce el valor de la proteína ya que disminuye la digestión, peptida, pero esta se destruye con el calor.

La importación de este producto incrementa su precio y obliga al formulador de raciones a usar otros productos que reduzcan costos de alimentación.

#### 2.7.3.2 Pasta de algodón

La pasta de algodón o harinolina proporciona proteína de buena calidad, pero es deficitaria en metionina y lisina, antes su uso se restringía por su contenido de gossipol que es un pigmento presente en la semilla de algodón, que en grandes cantidades puede causar problemas de crecimiento en los pollos y en gallinas de postura. El contenido de proteína varía de 40-45% si el contenido de gossipol es bajo (0.04-0.08%), podría usarse hasta 15% de la ración sin que se note diferencia en el peso de los pollos.

#### 2.7.3.3 Gluten de maíz ✓

Es un sub-producto de la obtención de almidón y glucosa del maíz, se caracteriza por ser fuente rica en proteína (42%); sin embargo es de mala calidad, pues es deficiente en lisina y triptofano, aunque es rica en metionina; se usa en las dietas de aves en niveles de 2-3%, en raciones para pollo de engorde, se considera como fuente de factores no identificados para el crecimiento (2). En el cuadro 7 se presenta la composición nutricional de las diferentes harinas de origen animal y vegetal (7).

Cuadro 7. Composición nutricional en principios inmediatos de energía, minerales y aminoácidos de las harinas de origen animal y vegetal.

Elementos	Harina de Pescado (%)	Harina de Carne y Hueso (%)	Harina de Plumas (%)	Harina de Sangre (%)	Gallinaza (%)	Pasta de Soya (%)	Pasta de Algodón (%)	Gluten de maíz (%)
Humedad	8.2	7.4	6.8	8.7	8.2	10.8	8.2	9.6
Cenizas	16.2	35.8	3.7	5.2	25.75	5.8	6.1	2.8
Proteína Bruta	64.5	45.0	85.0	84.0	26.5	44.8	4.4	41.7
Grasa Bruta	7.8	9.5	2.5	1.0	1.9	1.0	1.5	2.1
Fibra Bruta	0.6	2.3	1.5	1.0	14.2	7.0	12.4	4.2
Energía Metabol.	2,820 Kcal/kg	1740 Kcal/kg	2,280 Kcal/kg	2,680 Kcal/kg	1,470 Kcal/kg	2,200 Kcal/kg	2,190 Kcal/kg	2,720 Kcal/kg
Ac. lino leico.	0.1	0.3	-	-	-	0.4	0.8	1.3
Calcio	5.26	10.90	0.20	0.28	7.20	0.25	0.15	0.14
Fósforo total	2.60	5.50	0.75	0.28	3.20	0.60	0.98	0.43
Fósforo disponible	2.60	5.50	0.75	0.28	0.70	0.24	0.29	0.15
A M I N O A C I D O S								
Arginina	3.29	3.0	3.92	2.35	0.46	3.37	4.19	1.38
Fenilalanina	2.46	1.59	2.66	3.90	0.38	2.23	2.01	2.61
Fenilalanina + Tirosina	4.52	2.40	4.34	5.07	0.65	3.62	3.03	4.42
Glicina	3.21	6.50	4.76	2.95	0.88	2.38	1.52	1.42
Histidina	1.32	0.79	0.28	3.05	0.19	1.07	0.99	0.90
Isoleucina	2.68	1.34	2.66	0.62	0.44	2.38	1.20	2.10
Leucina	4.35	2.72	4.62	7.60	0.70	3.37	2.17	7.00
Lisina	5.00	2.48	1.05	4.50	0.41	2.84	1.58	0.76
Metionina	1.95	0.56	0.35	0.65	0.19	0.65	0.46	1.62
Metionina + Cistina	2.62	0.91	2.35	1.65	0.67	1.32	1.02	1.66
Treonina	2.39	1.59	2.80	2.47	0.48	1.79	1.21	1.37
Triptofano	0.67	0.22	0.40	0.72	0.53	0.66	0.47	0.21
Valina	3.02	2.19	4.55	5.20	0.57	2.20	1.64	2.17

FUENTE: Castello Llobet, J.A. (7).

2.8 Caracterización de la línea de pollo de engorde,  
HUBBARD

Es un pollo de engorde comercial moderno que encabeza la industria productora de carne por su importante labor de convertir eficientes alimentos de origen animal y vegetal en proteína comestible de alta calidad.

El broiler Hubbard, responde mejor a una temperatura más alta de la que se recomienda durante los días iniciales. Una temperatura de criadora de 30-31° C, se recomienda durante - los primeros dos días, consiguiendo a dicha edad, su óptima eficiencia alimenticia a una temperatura de 24 ° C también - reducen la eficiencia alimenticia por más o menos un punto por cada 0.5°C de aumento de temperatura, aumentando esta pérdida a 1.5 puntos a temperaturas mayores de 32°C.

Los broiler Hubbard machos con más de 4 libras (1.8 kg) de peso, pueden morir a causa de stress por calor a temperaturas mayores de 35°C.

El consumo de agua es un factor importante en el mantenimiento de la temperatura corporal del pollo, abajo de los 41°C., Temperaturas más altas que éstas, pueden causar la muerte del pollo, bajo condiciones normales de humedad.

La velocidad de ventilación y la temperatura del gallinero se asocian de manera estrecha, cuando las temperaturas

externas están por debajo de los 24°C. El exceso de ventilación requiere el consumo de energía para mantener la temperatura corporal del broiler, ya sea en forma de combustible para calentar el gallinero o en aumento en el consumo de alimento, lo cual reduce la eficiencia alimenticia (15).

## 2.9 Necesidades nutricionales de pollos de engorde, línea Hubbard.

Las raciones para los broilers deben formularse con la idea básica de optimización de las utilidades como factor clave. Las raciones de alta densidad (altas en calorías y proteínas) aunque facilitan el máximo de crecimiento y conversión alimenticia pueden no ser los niveles nutricionales que produzcan la máxima ganancia.

El costo alimenticio por unidad de producto final de carne producida y la conversión alimenticia debe utilizarse para favorecer la decisión sobre los niveles nutricionales que se deben emplear en un momento específico en determinada operación (15).

### 2.9.1 Proteína.

Las necesidades protéicas en el curso de crecimiento de los pollos no son constantes; varían del nacimiento a la madurez, decreciendo de aquel a este la capacidad de asimilación de los prótidos. Los pollos al iniciar el consumo de

alimento deben tener un porcentaje de proteínas en la ración muy elevado (20-25%) y de la 2 - 6a. semana el óptimo de proteína oscila entre 18 - 19% (23).

El nivel de proteínas no deberá bajar del 20%, ni ser superior al 22%. No hay ventaja alguna en un porcentaje más elevado y solo se aumentaría el costo (4).

La procedencia de la proteína alimenticia no es indiferente en la nutrición de los pollos; el valor biológico de los protidos de origen animal es muy superior al de la albúmina vegetal (23).

Los niveles protéicos de las raciones de las aves deben mantenerse cerca del requisito mínimo; por ser éste el componente más caro de la ración; una vez se da la cantidad mínima de proteína necesaria para alcanzar un máximo en el crecimiento, la proteína adicional se oxida para producir energía, ya que el organismo no almacena cantidades grandes de proteínas (6).

#### 2.9.2 Aminoácidos

La relación que guardan los aminoácidos necesarios para el sostenimiento y los que son imprescindibles en el crecimiento merecen una mayor atención, ya que el crecimiento acelerado del pollo de engorde, hace que las necesidades de sostenimiento aumenten en forma acelerada en relación a la -

ganancia de peso, como también los requerimientos de aminoácidos esenciales para el mantenimiento, en especial el triptofano, sigue en acelerado ritmo y adquiere una inusitada importancia (Cuadro 8), pues un organismo joven no se puede mantener sin crecer; mucho menos crecer sin mantenerse (23).

La investigación de las diferencias energéticas entre una dieta deficiente en metionina y otra con alto contenido de metionina, ha demostrado que la deficiencia produce aumento de consumo de energía que se ve reflejada en la composición de la canal, un pollo deficiente en metionina muestra un aumento de grasa en la canal y bajo contenido de proteínas, como consecuencia de la deficiencia en metionina, el animal hace un esfuerzo para consumir más proteína aumentando la digestión, lo que resulta en un mayor depósito de grasa y una menor eficiencia en el crecimiento total (19).

#### 2.9.2.1 Importancia de los aminoácidos

Las proteínas están constituidas por 20 compuestos orgánicos individuales llamados aminoácidos considerados los más importantes desde el punto de vista nutritivo.

Los tejidos de las aves son capaces de sintetizar algunos aminoácidos presentes en las proteínas siempre que tengan suministros apropiados de nitrógeno alimenticio y otros que no pueden sintetizarse por los tejidos orgánicos y deben

ser suministrados en la dieta.

Cuadro 8. Aminoácidos esenciales recomendados para pollos:  
Raciones con energía metabolizable.

Aminoácidos Esenciales	Ración Inicial (%)	Ración Crecimiento	Ración Salidas (%)
Metionina + Cistina	0.93	0.84	0.78
Metionina	0.51	0.44	0.41
Lisina	1.13	1.00	0.96
Arginina	1.38	1.20	1.01
Treociclina	0.84	0.76	0.71
Triptofano	0.24	0.20	0.18
Isoleucina	0.84	0.75	0.60
Valina	0.86	0.75	0.69
Histidina	0.39	0.35	0.30
Leucina	1.38	1.25	1.06
Glicina + Serina	1.48	1.10	0.91
Fenilalanina y tirosina	1.38	1.20	1.11

FUENTE: HUBBARD FARMS (15).

Las necesidades de aminoácidos de las aves en crecimiento pueden cubrirse con alimentos animales y vegetales de

diferente calidad protéica de donde es preciso elegir más de una fuente protéica y hacer una combinación de modo de cubrir las necesidades de aminoácidos en la dieta del animal (fig. 2).

Los aminoácidos más difíciles de suministrar en las cantidades concretas mediante proteínas alimenticias son la lisina, metionina, cistina y triptofano.

La harina de sangre vacuna constituye un raro ejemplo de una proteína deficiente en isoleucina, aunque contiene lisina y triptofano en cantidades apreciables. La harina de gluten de maíz posee un superávit en isoleucina aunque es deficiente en lisina y triptofano cuando se combinan ambos productos en la proporción de una parte de harina de sangre con 4 partes de harina de gluten de maíz, la mezcla resulta equilibrada con respecto a estos 3 aminoácidos (fig. 2).

Una deficiencia en un aminoácido, va seguida siempre por un crecimiento lento o por una escasa producción, el emplume deficiente, y la canal contiene mayor cantidad de grasa (6).

### 2.9.3 Grasa.

Los requerimientos son bajos y quedan satisfechos con el 2 - 3%, de grasa que contienen las raciones más corrientes - para estos animales. Se considera que si existe un contenido en la ración de 0.1% de grasas, es mínimo suficiente para servir de vehículo a las vitaminas liposolubles (23).

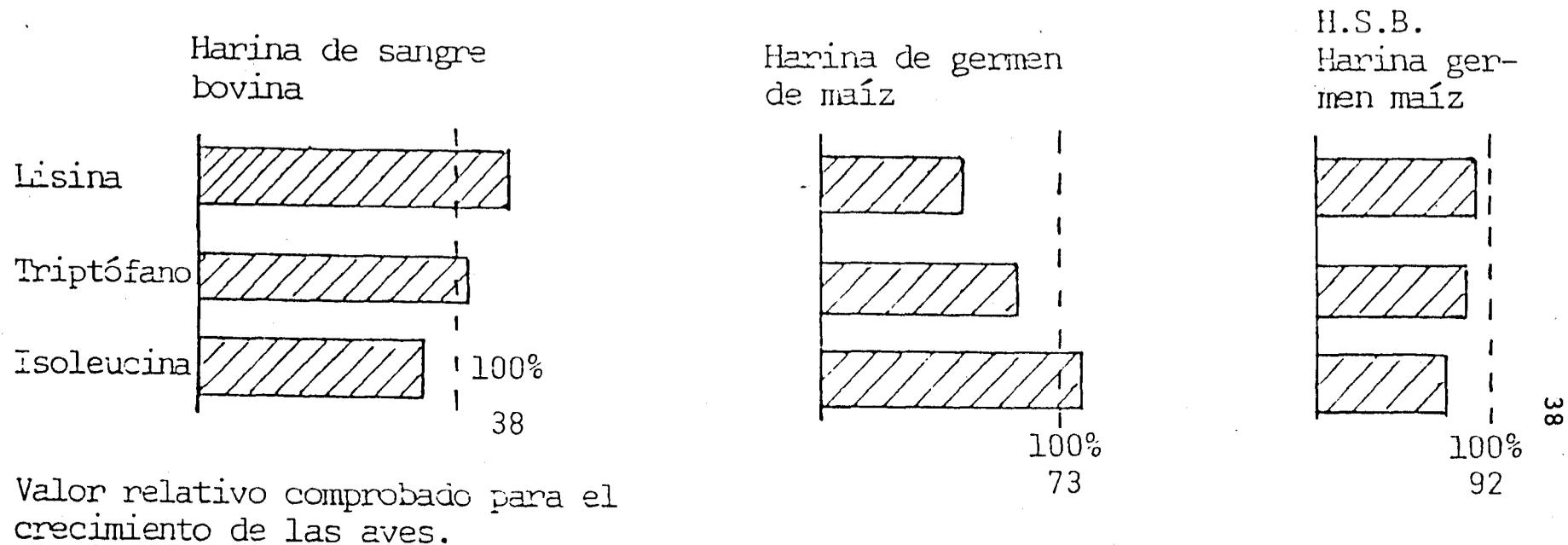


FIG. 2 COMBINACION DE FUENTES DE PROTEINA PARA LOGRAR UN BUEN EQUILIBRIO DE AMINO ACIDOS.

La grasa constituye el 17% de extracto seco en pollos broilers que ya han alcanzado el peso de mercado. El contenido graso de los piensos consumidos por las aves es inferior, la mayoría contienen solo 2 - 5%. Las mejores fuentes de ácidos grasos esenciales están constituidas por los aceites vegetales como son por ejemplo: Aceite de maíz y de soya (6).

Los niveles de grasa recomendados para pollos broilers Hubbard, se presentan a continuación según su etapa de desarrollo.

en la ración de la etapa inicial de crecimiento, sus necesidades de grasa son de 5-6% y de ácido linoleico de 1-4% y en la fase de retirada sólo el 1% de grasa (15).

#### 2.9.4 Energía

Los hidratos de carbono están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno en los cuales el hidrógeno y el oxígeno están en iguales cantidades, abundan en los vegetales apareciendo en forma de azúcares, almidones, pentosas, o celulosa. La mayoría de vegetales almacena sus reservas de energía en forma de almidón como el grano de maíz y tubérculos, siendo el almidón el único hidrato de carbono que es digerido por las aves. Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía de las raciones destinadas a todas las clases de aves (6). Los niveles de energía recomendados para

pollos de engorde de la línea Hubbard para la etapa inicial es 3,100-3,150 Kcal/ME, aumentando 50 unidades para la etapa de crecimiento y 100 para el período de retirada (15).

#### 2.9.5 Minerales

Durante el crecimiento, las necesidades son grandes, no solo por las cantidades que requieren para la formación de su esqueleto, sino, además para suplir las funciones orgánicas derivadas del rápido crecimiento y su elevado metabolismo, - los minerales vienen a constituir el 3.5 - 4.0% del peso total del ave (23).

El calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro, son elementos que deben encontrarse presentes en la dieta en cantidades grandes por ejemplo el calcio debe constituir hasta el 1% de las raciones de crecimiento, mientras que las necesidades de magnesio oscilan por 0.03 - 0.05% de la ración.

El calcio, fósforo y magnesio son componentes importantes en los huesos, su carencia produce una mineralización de ficiente de los huesos, originando pollos con huesos blandos, fáciles de torcer y se fracturan con facilidad, provoca deformidad notable del esqueleto, cáscara de huevo blanda en aves ponedoras.

El fósforo es esencial para su metabolismo energético, el calcio interviene en la coagulación de la sangre y la

contracción muscular, el magnesio es activador de gran número de sistemas enzimáticos (6).

Los niveles nutricionales en cuanto a minerales, para pollos de la línea Hubbard, se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Porcentaje de minerales requeridos en la alimentación de pollos de línea Hubbard.

MINERAL	RACION INICIAL (%)	RACION CRECIMIENTO (%)	R. RETIRADOS (%)
Calcio	0.95-1.00	0.85-0.95	0.80-0.90
Fósforo % disp.	0.45-0.50	0.40-0.45	0.40-0.45
Sodio	0.20	0.20	0.20
Cloro	0.15	0.15	0.15
Magnesio	0.06	0.06	0.06
Potasio	0.60	0.60	0.60

FUENTE: Hubbard Farms (15).

#### 2.9.6 Vitaminas

Todas las vitaminas son compuestos orgánicos no sintetizados por los tejidos corporales y son precisos en las dietas en cantidades pequeñas. Las vitaminas que precisan

las aves son 13, liposolubles A, D, E, K, hidrosolubles, Tiamina, Riboflavina, Ac. nicotínico, Ac. folico, biotina, Ac. Pantoténico, Piridoxina, vit. B<sub>12</sub>, colina. La vitamina C, se sintetiza en los tejidos orgánicos (6).

El nivel mínimo de vitamina A que evita los trastornos de avitaminosis es de 1,450 U.I. La vitamina B, es poco almacenada por las aves, por lo que se hace necesario mantener la constante en la ración 400 U.I./Kg. de alimento.

La riboflavina es precisa en cantidades mínimas 3,000 - gammas por kg. de alimento, las necesidades de vitamina B<sub>6</sub> - quedan satisfechas cuando hay en 100 gramos de la ración 300 gramos de piridoxina. La mínima cantidad necesaria de ácido pantoténico para el pollo es de 10 mg/kg de alimento, los demás componentes del complejo B, ácido nicotínico, biotina y colina pueden resumirse sus necesidades en un kg. de alimento que tenga 16 mg. de nicotinamida, 0.9 de biotina y 1.5 gr. de colina.

Respecto a la vitamina D, los pollos requieren un mínimo de 360 U.I. por kg. de alimento (23).

#### 2.10 Investigaciones realizadas sobre el uso de materiales sustitutos de proteína, en concentrado comercial para pollos de engorde.

A nivel nacional se tiene conocimiento de algunos estudios que evidencian el uso de materias primas como sustitutos

de fuentes primarias de proteínas en la suplementación o elaboración de concentrado comercial para pollos de engorde, estos materiales se caracterizan por ser de bajo costo y fácil obtención local.

Las investigaciones más recientes se detallan a continuación:

En 1989 se realizó la evaluación de Harina de hojas de madrecaao (Gliricidia sepium), en alimentación de pollos de engorde, con lo cual se determinó que la proteína del follaje de madrecaao es de excelente calidad y puede utilizarse hasta un 5% en las raciones para pollo de engorde, ya que fueron estadísticamente similares a las del grupo control sin presentar ningún síntoma de intoxicación sin embargo el nivel del 15% de harina de hoja de madrecaao provocó síntomas de intoxicación en la quinta semana, además redujo el consumo de alimento ocasionando bajas ganancias de pesos por animal por lo que se recomienda utilizar el nivel del 5% y no los de 10 y 15% (14).

En otra investigación en 1989 se usó la harina de hoja de yuca (Manihot esculenta), en alimentación de pollos de engorde. En base a este estudio se concluyó que la proteína aportada por la harina de hoja de yuca puede sustituirse a la proporcionada por la harina de soya en alimentación de aves en niveles de 10, 15 y 20%, además se observó que la harina de hoja de yuca no afectó el consumo ni la conversión de ali

mento de las aves, y no se detectó intoxicación (18).

Otro estudio realizado en 1989 sobre el uso de harina de hoja de Leucaena (Leucaena leucocephala), en alimentación de pollos de engorde, determinó que la proteína del follaje de Leucaena es de buena calidad (22.5% P.C.), y es posible utilizarla como fuente de proteína, toda vez que se realice un balance adecuado de la energía metabolizable y demás nutrientes.

Los niveles recomendados de harina de hoja de Leucaena son 4 y 8%, ya que con estos niveles los pollos incrementaron sus pesos. por otra parte el nivel del 12% de harina de hoja de Leucaena en la ración produjo resultados similares al del grupo control (22).

En 1991, se utilizó la harina de grano de Gandul (Cajanus cajan) en alimentación de pollos de engorde, y se concluyó que la harina de gandul precocido es un excelente sustituto del concentrado comercial en la alimentación de pollos de engorde pudiéndose utilizar hasta un nivel del 24%. El uso del 36% de harina de Gandul precocido presenta la desventaja de no poderse balancear la energía ya que es muy bajo en ésta, afectando el crecimiento y consumo de alimento (16).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización

La investigación, se realizó en la estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el kilómetro 36 Carretera a La Libertad, cantón Talcualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz. Las coordenadas del lugar son: latitud  $13^{\circ}28.3'N$  y longitud  $89^{\circ}05.8'W$ , con una elevación de 30 m.s.n.m., el clima propio del lugar es el de sabana tropical caliente o tierra caliente con una temperatura promedio de  $26^{\circ}C$ , humedad relativa promedio de 73%, y un promedio anual de precipitación de 236.1 mm. Registrándose durante el período en que se realizó el ensayo, Noviembre - Diciembre, un promedio de 19.6 mm. mensual.

#### 3.2 Duración del ensayo

La investigación de campo duró seis semanas, divididas en dos etapas de 3 semanas cada una, iniciación (5 al 25 de Noviembre de 1992) y finalización (26 de Noviembre al 18 de Diciembre de 1992).

#### 3.3 Instalaciones y equipo

##### 3.3.1 Instalaciones

El ensayo se llevó a cabo en una galera tipo dos aguas de 10 m. de largo por 8 metros de ancho con un área total de  $80\text{ m}^2$ , en donde se construyeron 9 secciones con dimensiones

de 2.40 m<sup>2</sup> cada una con capacidad de alojar a 24 pollos por sección, la cual representó un tratamiento con sus tres repeticiones de 8 pollos cada una, las cuales se identificaron con diferentes colores, para llevar su respectivo control.

### 3.3.2 Equipo

En el período de iniciación se usó como fuente de calor 9 focos de 100 watts, colocados al centro de cada una de las 9 secciones, a una altura de 0.4 a 0.8 m según la edad del pollo y las condiciones del medio.

Para su alimentación, se usaron bandejas plásticas con dimensiones de 0.25 m de ancho por 0.4 m de largo durante los primeros 10 días, luego se les cambió a comederos lineales de madera con medidas de 1.0 m de largo por 0.065 m de alto con capacidad de 6 lbs. de concentrado, durante dos semanas, y se usó comederos lineales de 1.10 m de largo por 0.10 m de altura, con capacidad de 12 lbs. de concentrado, hasta terminar la etapa de finalización, manteniendo estos comederos a la altura de la línea dorsal del pollo, también se usó un bebedero plástico de bote con capacidad de un galón y un bebedero lineal de lámina galvanizada con medidas de 0.66 m de largo, 0.08 m de altura con capacidad de dos galones de agua, éstos estaban colocados en cada una de las 9 secciones.

Para la toma de datos se utilizó una báscula tipo reloj con capacidad de 30 lbs.

### 3.4 Unidades Experimentales

Para realizar esta investigación se utilizaron 216 pollos de engorde de la línea Hubbard, de un día de nacidos sin sexar.

### 3.5 Proceso para elaboración de harina de sangre bovina.

#### 3.5.1 Recolección de la sangre.

La sangre se obtuvo a partir de la matanza de animales bovinos. La fuente de abastecimiento fue el rastro Municipal de San Rafael Obrajuelo, departamento de La Paz.

La sangre fresca fue recolectada en recipientes plásticos después que el matarife seccionaba la yugular durante el degüello, luego estos recipientes debidamente sellados fueron trasladados para continuar un proceso de secado.

#### 3.5.2 Secado

El secado se realizó en un desecador solar, construido de madera formando una cámara triangular, la cual forma ángulo de  $60^\circ$  con dimensiones de 2.5 m de largo y 1.25 m de ancho (fig. 3). Sus partes laterales se revistieron de plástico transparente y con sedazos de nylon en su parte frontal, para permitir la salida de los vapores, la sangre se depositó en una bandeja de lámina galvanizada lisa, cuyas dimensiones fueron 1.85 m de largo por 0.92 m de ancho y 0.05 m de alto (fig. 4), la cámara solar se coloca sobre la bandeja -

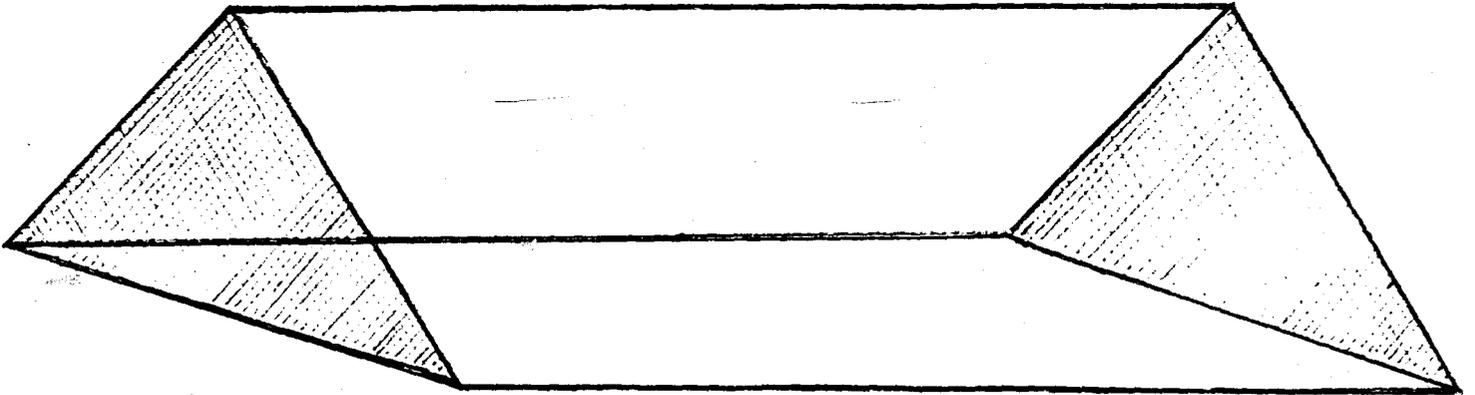


Fig. 3. Desecador Solar.

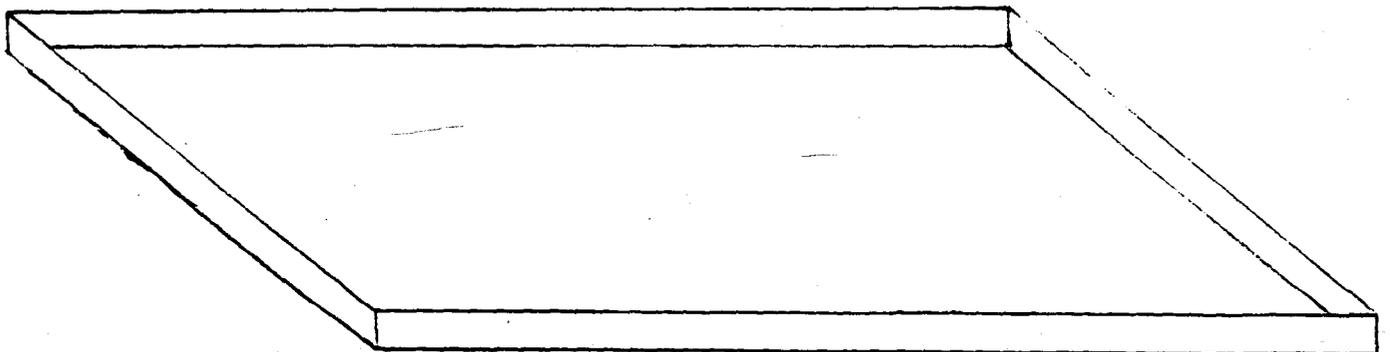


Fig. 4. Bandeja de Lámina Galvanizada.

para comenzar el proceso de desecado, que tenía una duración de 96 horas (4 días). El rendimiento obtenido fue de 1 kilo\_gramo de harina a partir de 10 litros de sangre entera.

En el interior de la cámara solar se alcanzaron tempera\_turas promedios de 47.7°C, durante todo el día lo que permiti\_ó el secado de la sangre en un corto período y además su conservación.

### 3.5.3 Etapas del Secado

Cubicado y tamizado: Consistió en seccionar el coágulo de sangre en partículas y luego se pasó por un tamiz # 10 pa\_ra separar la porción líquida de la sangre (suero) de la por\_ción sólida (coágulo) para lograr un secado más rápido.

Extendido: Luego de obtener la porción sólida, ésta se coloca en las bandejas formando una capa más o menos unifor\_me de 2.5 cm. de espesor acelerando así el proceso de secado.

Molido: Se realiza con el objeto de pulverizar el mate\_rial seco hasta obtener una harina fina, esto se lleva a ca\_bo en un molino de martillo.

### 3.5.4 Adición de Antibiótico

Después de obtener la harina de sangre se procede a apli\_carle un antibiótico, para evitar la proliferación de flora microbiana, este antibiótico se constituye de una mezcla de

las materias primas como son: clorotetraciclina (30.25 gr. /100 lbs de H.S.B.), sulfametazina (30.25 gr/100 lbs de H.B. S.) y penicilina G procaina (8.25 gr/100 lbs de H.S.B.), con las cantidades anteriores se realizó la mezcla para luego adicionarlo a la harina de sangre.

### 3.5.5 Análisis Microbiológico

La sangre es un subproducto de la matanza de animales - bovinos, la cual posee un alto índice de contaminación y sobre todo bajo las condiciones en que se realiza la recolección por el tipo de matanza que se practica en la mayoría de rastros del país, ya que se efectúa en el piso. Para este análisis microbiológico se usaron muestras de harina de sangre bovina tomadas después de finalizada la etapa de secado sin preservante y muestras después de aplicado el antibiótico.

En ambas muestras se investigaron los siguientes microorganismos patógenos; Staphylococos aureus, salmonellas - que provocan infecciones e intoxicaciones en los animales y contaminantes indeseables como levaduras, hongos y coliformes que provocan micotoxicosis.

La selección de los medios de cultivos selectivos tuvo

la siguiente distribución de acuerdo al microorganismo que se determinó con ellos:

Microorganismo	Medios de Cultivo
<u>Staphylococcus aureos</u>	Agar sangre
Coliformes	Mc Conckey
Levaduras y hongos	Papa-Dextrosa-Agar
Salmonellas	Agar S.S.

Con los resultados obtenidos en los análisis practicados en las dos muestras, se demostró que la mezcla sin recibir ningún tratamiento tuvo proliferación de flora microbiana y la muestra tratada con el antibiótico no presentó crecimiento de microorganismos patógenos, demostrando así la necesidad de usar los antibióticos antes mencionados y en las dosis indicadas.

### 3.6 Diseño Estadístico

Para el análisis de los resultados del ensayo se utilizó el diseño completamente al azar, con 9 tratamientos de 3 repeticiones cada uno.

3.6.1 Distribución Estadística para el análisis de Varianza.

F. de V.	G.L. (Grados de Libertad)
Tratamientos	8
Error Experimental	18
TOTAL	26

3.6.2 Modelo Matemático

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Característica bajo estudio, observada en la parcela "j" y donde se aplicó el tratamiento i.

M = Media experimental

i = Efecto del tratamiento i.

$E_{ij}$  = Error experimental de la celda (i, j)

i = # de tratamiento

j = # de repeticiones en cada tratamiento.

3.7 Alimentación

Se usó como alimento base un concentrado comercial, el cual se sustituyó en porciones por harina de sangre bovina y maíz.

### 3.8 Descripción de los tratamientos en estudio

Se usó como alimento base un concentrado comercial el cual se sustituyó en forma parcial por harina de sangre bovina, siendo ésta la dieta principal del ensayo denominado dieta "A"; sin embargo paralela a ésta se realizó una prueba de comparación usando una dieta constituida por concentrado comercial, harina de sangre bovina y una porción de harina de maíz, que se identificó como dieta "B".

Esta prueba de comparación se realizó con el objeto de corregir la deficiencia de energía que presenta al adicionar harina de sangre al concentrado comercial, para luego comparar los resultados de las dos dietas.

Los niveles de harina de sangre usados fueron de 4%, 6%, 8% y 10%, para las dos dietas, y se usaron tanto en el concentrado de iniciación como en el de finalización.

Las materias primas utilizadas para la formulación de cada una de las raciones se detallan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Materias primas suministradas en las dietas.

Materias primas	Proteínas (%)	Energía (Kcal/kg)
Concentrado de inicio	23	3200.00
Concentrado finalizador	21	3200.00
Harina de sangre bovina	79.5	2680.00
Harina de maíz.	9.0	3417.00

FUENTE: García Villatoro (14).

3.9 Descripción de tratamientos en las fases de inicio (i); y finalización (f), para la dieta A.

Los diferentes tratamientos contenían distintos niveles de proteína que variaban de 25.26% a 28.65% para la fase de inicio y de 23.34% a 26.85% para finalización. Los niveles de energía se mantuvieron en un rango de 3148.0 a 3179.2 Kcal/kg de alimento, para ambas fases.

Tratamiento To

Dieta control con un contenido de 100% concentrado comercial.

Tratamiento T<sub>1i</sub>

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado de iniciación.	96	22.08	3,072
Harina de Sangre Bovina	4	3.18	107.2
TOTAL	100	25.26	3,179.2

Tratamiento T<sub>2</sub>i

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado iniciador	94	21.62	3,008
Harina de sangre bovina	6	4.77	160.8
Total	100	26.39	3,168.8

Tratamiento T<sub>3</sub>i

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado iniciador	92	21.16	2,944
Harina de sangre bovina	8	6.36	214.4
Total	100	27.52	3,158.4

Tratamiento T<sub>4</sub>i

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado iniciador	90	20.7	2,880
Harina de sangre bovina	10	7.95	268.0
Total		28.65	3,148.0

Tratamiento T<sub>1</sub>f

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalización	96	20.16	3,072
Harina de sangre bovina	4	3.18	107.2
TOTAL	100	23.34	3,179.2

Tratamiento T<sub>2</sub>f

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalizador	94	19.74	3,008
Harina de sangre bovina	6	4.17	160.8
Total	100	24.51	3,168.8

Tratamiento T<sub>3</sub>f

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (kcal/kg)
Concentrado finalizador	92	19.32	2,944
Harina de sangre bovina	8	6.36	214.4
Total	100	25.68	3,158.4

Tratamiento T<sub>4</sub><sup>f</sup>

Materia Prima	%	Proteína %	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalizador	90	18.9	2,880.00
Harina de Sangre bovina	10	7.95	280.00
Total	100	26.85	3,148.00

3.10 Descripción de tratamientos en las fases de inicio (i), y finalización (f); para la dieta B.

Para la fase de inicio los niveles de proteína oscilaron de 23.73% a 23.88% y para finalización fueron de 21.51% a 21.84%. Los niveles de energía para la fase inicial se mantuvieron de 3200.90 a 3223.90 Kcal/kg, de alimento; y de 3209.50 a 3241.31 Kcal/kg de alimento para la fase de finalización.

Tratamiento T<sub>0</sub>

Correspondió a la ración control que contenía solamente concentrado comercial.

tratamiento T<sub>5</sub><sup>i</sup>

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado iniciación	86	19.78	2,752
Harinas de sangre bovina	4	3.18	107.2
Harina de maíz	10	0.9	341.7
Total	100	23.86	3,200.9

Tratamiento T6i

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado iniciación	75	17.25	2,400
Harina sangre bovina	6	4.77	160.8
Harina de maíz	19	1.71	644.23
TOTAL	100	23.73	3,210.03

Tratamiento T7i

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado Iniciación	66	15.18	2,192
Harina sangre bovina	8	6.36	214.4
Harina de Maíz	26	2.34	802.9
	100	23.88	3,209.4

Tratamiento T8i

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado iniciación	55	12.65	1,760
Harina de sangre bovina	10	7.95	268
Harina de Maíz	35	3.15	1,195.95
	100	23.75	3,223.9

Tratamiento T<sub>5</sub>f

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalizador	82	17.22	2,624
Harina de sangre bovina	4	3.18	107.2
Harina de Maíz	14	1.26	478.38
	100	21.66	3,209.5

Tratamiento T<sub>6</sub>f

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalizador	69	14.49	2,208
Harina de sangre bovina	6	4.77	160.8
Harina de maíz	25	2.25	854.25
Total	100	21.51	3,223.05

Tratamiento T<sub>7</sub>f

MATERIA PRIMA	%	PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalizador	60	12.60	1,920.
Harina de sangre bovina	8	6.36	214.4
Harina de Maíz	32	2.80	1,093.4
Total	100	21.84	3,227.8

Tratamiento T<sub>8</sub>f

MATERIA PRIMA		% PROTEINA (%)	E.M. (Kcal/kg)
Concentrado finalizador	47	9.87	1,504.
Harina de sangre bovina	10	7.95	268.0
Harina de Maíz	43	3.87	1,469.31
Total	100	21.69	3,241.31

4. Plan de Manejo4.1 Limpieza y desinfección.

Seis días antes del recibimiento de los pollos se desinfectó el piso y paredes de la galera con cal y formalina al 10%, y luego se lavó el equipo a utilizar con detergente y formalina.

4.2 Preparación del cuarto de cría

Se construyeron 9 cuartos de cría de 2.40 m<sup>2</sup> cada uno, cubriendo sus paredes con bolsas vacías de concentrado. Así como también se colocó sobre la granza 6 capas de papel periódico y se fue eliminando una diaria. A cada cuarto de cría se le instaló un foco de 100 watts, como fuente de calor y estos fueron encendidos una noche antes de recibir los pollos con el objetivo de verificar el estado de éstos y precalentar el lugar, también se colocó sus respectivos comederos y bebederos.

#### 4.3 Recibimiento de los pollos

Al momento de recibir los pollos se efectuó el primer control de su peso (peso promedio), luego fueron colocados en su respectiva sección o cuarto de cría en donde las primeras 24 horas, solamente se les suministró agua con azúcar (3 gr de azúcar por cada galón de agua), electrolitos y vitaminas, al segundo día se les proporcionó una dieta a base de maíz amarillo molido y el tercer día se ofreció alimento formulado según cada tratamiento.

#### 4.4 Vacunación

Se efectuaron dos vacunaciones contra new - castle, - (Cepa B<sub>1</sub>, la sota), la primera al séptimo día de edad y la segunda a los 21 días, ambas vía ocular.

#### 4.5 VARIABLES EVALUADAS

##### Ganancia de peso

El control de peso vivo se realizó cada semana, pesando todos los pollos y se tomó un promedio por cada repetición, de los cuales se llevó un registro.

##### Incremento de peso

El incremento de peso se determinó cada semana mediante la diferencia de pesos promedios semanales.

##### Consumo de alimento

El consumo de alimento se determinó diariamente, y se

obtuvo haciendo la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y el rechazado del día anterior. Esta operación se realizó en cada una de las repeticiones.

#### Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se determinó utilizando los datos de incremento de peso semanal y el consumo promedio se manal.

#### Peso en canal caliente

El peso en canal caliente se determinó sacrificando el 25% de los pollos al final de la sexta semana, recién evisce rados, excluyendo además, las plumas, cabeza y patas.

#### Peso de vísceras, pigmentación de piel y espesor de tarso

Para determinar el efecto causado por la alimentación de pollos de engorde con harina de sangre bovina, en el peso de vísceras, pigmentación de piel y espesor de tarso, se tomaron los pesos de hígado, intestinos llenos y vacíos de residuos alimenticios y fecales, longitud de vesícula, usando para ello una balanza tipo de reloj de 30 libras y escalímetro respectivamente. La pigmentación de la piel se tomó con un abanico colorimétrico de Roche y el espesor del tarso se midió con un pie de Rey.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Pesos totales

De acuerdo al análisis estadístico para los pesos finales totales (cuadros A.7 al A.12), se determinó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.

Este resultado se atribuye a que los diferentes niveles de harina de sangre evaluadas, no produjeron ningún efecto sobre los pesos finales alcanzados, lo que indica que todos los tratamientos presentaron pesos similares.

Los pesos promedio por ave, alcanzados por los diferentes tratamientos al final del período experimental fueron:

$$\begin{aligned} T_0 &= 1797.83 \text{ gr}; T_1 = 2003.83 \text{ gr}; T_2 = 1882.90 \text{ gr}; \\ T_3 &= 1804.93 \text{ gr} \text{ y } T_4 = 1790.73 \text{ gr.} \end{aligned}$$

En la figura 5 se observan las curvas de crecimientos alcanzadas por los pollos al final del ensayo y en la figura 6 las de los pollos alimentados con la dieta "B".

### 5.2 Incrementos de peso

En base al análisis de varianza de los incrementos de peso finales (cuadros A.20 al A.25), pudo determinarse que no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

Tal resultado se debió a que los incrementos de peso fi

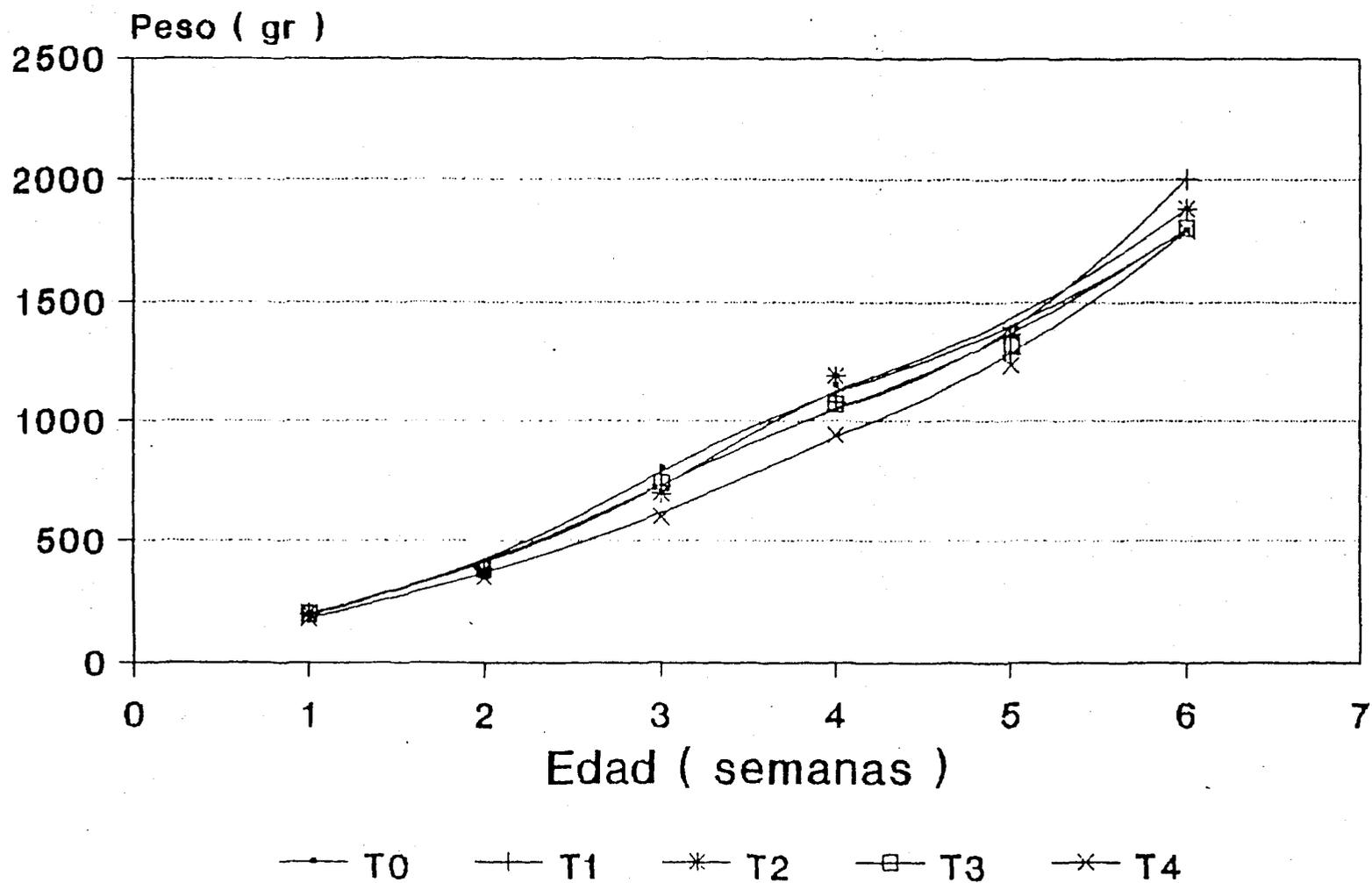


Figura 5: Curvas de crecimiento de pollos de engorde suplementados con diferentes niveles de harina de sangre en sustitución del concentrado (Dieta "A").

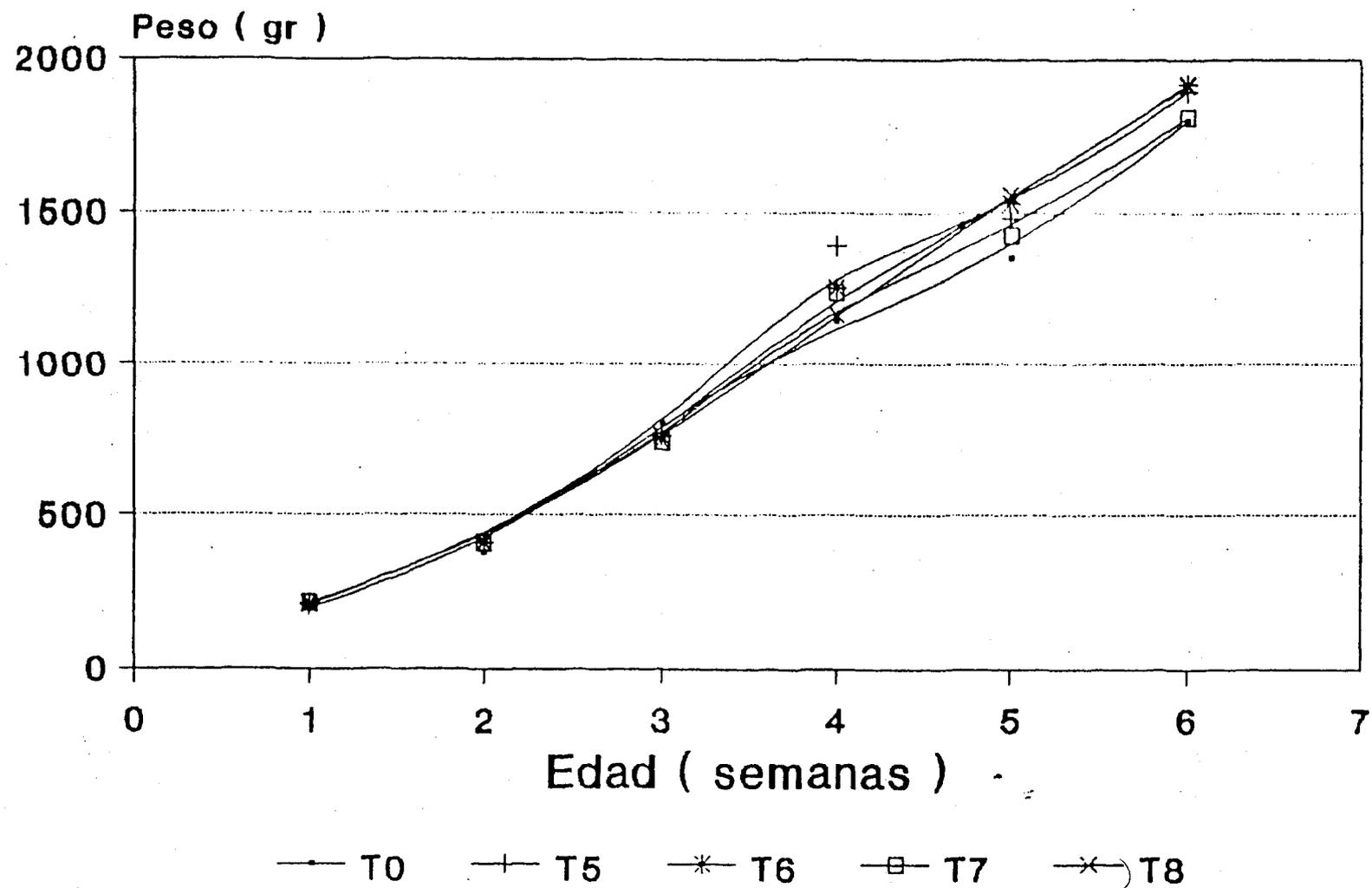


Figura 6: Curvas de crecimiento de pollos de engorde suplementados con diferentes niveles de harina de sangre en sustitución del concentrado adicionando maíz para balancear energía (Dieta B).

nales, no fueron afectados por los niveles de harina de sangre evaluadas, lo que indica que los pollos se adaptaron al consumo de harina de sangre y les fue indiferente para sus incrementos de peso por lo que al final éstos fueron similares.

Los promedios finales de los incrementos de peso por día para cada tratamiento fueron:

$T_0 = 45.87$  gr.;  $T_1 = 51.64$  gr.;  $T_2 = 48.16$  gr.;

$T_3 = 45.97$  gr. y  $T_4 = 46.07$  gr., que se presentan en la figura 7, de igual manera en la misma figura se observan los incrementos alcanzados con la dieta "B".

### 5.3 Consumo de Alimento

Según los datos registrados de consumo de alimento (cuadros A.14 al A.19), no existieron variaciones entre los tratamientos en ensayo, lo que indica que las cantidades de alimento consumidas fueron similares.

En la figura 8 se presentan los valores de consumo total alcanzados en el ensayo, y puede observarse cuantitativamente que los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  presentan una tendencia a disminuir el consumo a medida se aumentó el nivel de harina de sangre, a excepción del  $T_4$  que mostró un ligero incremento. De igual manera en la misma figura se presenta el consumo alcanzado en la dieta "B".

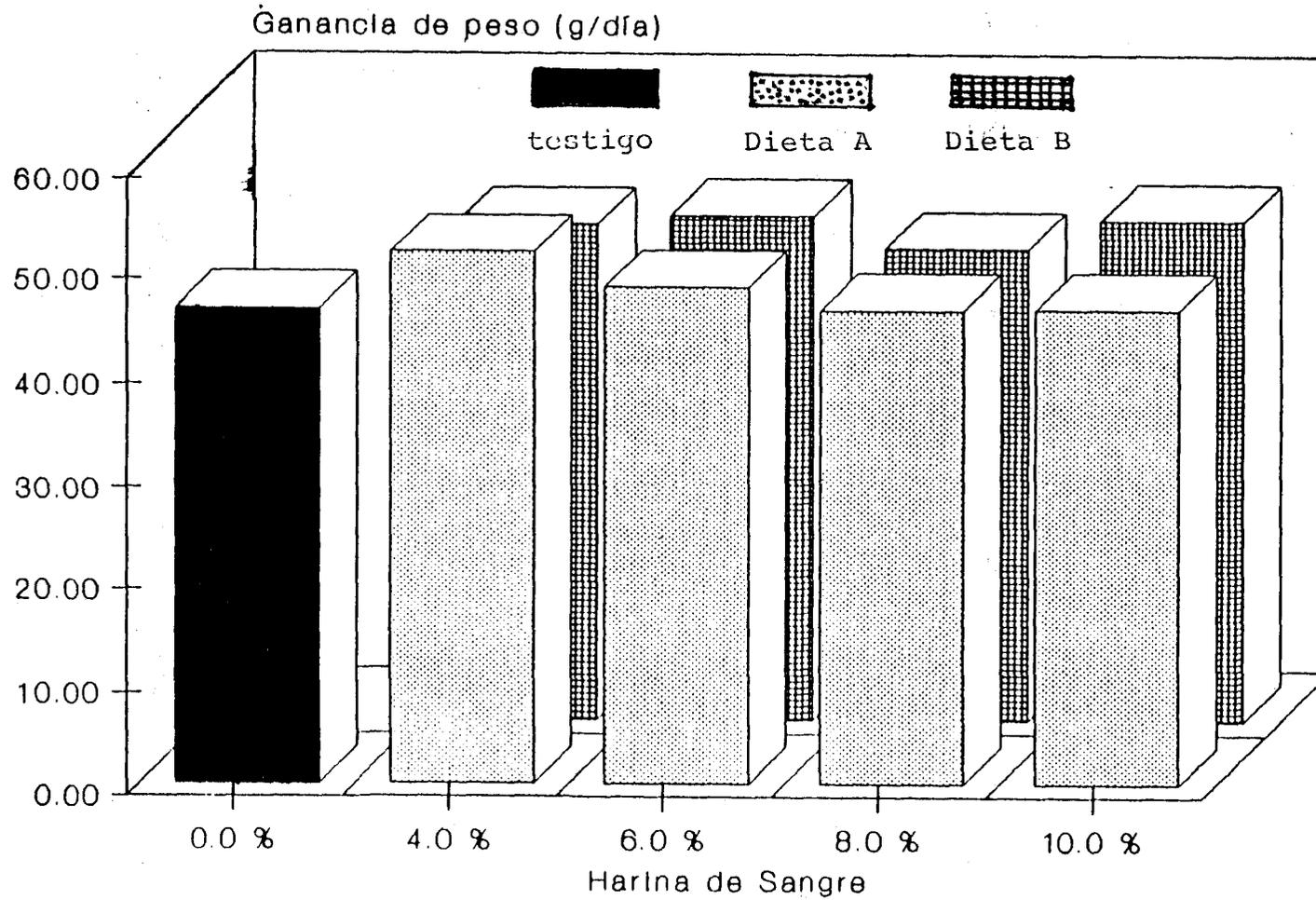


Figura 7: Incrementos de peso de pollos suplementados con harina de sangre en sustitución del concentrado con o sin adición de maíz

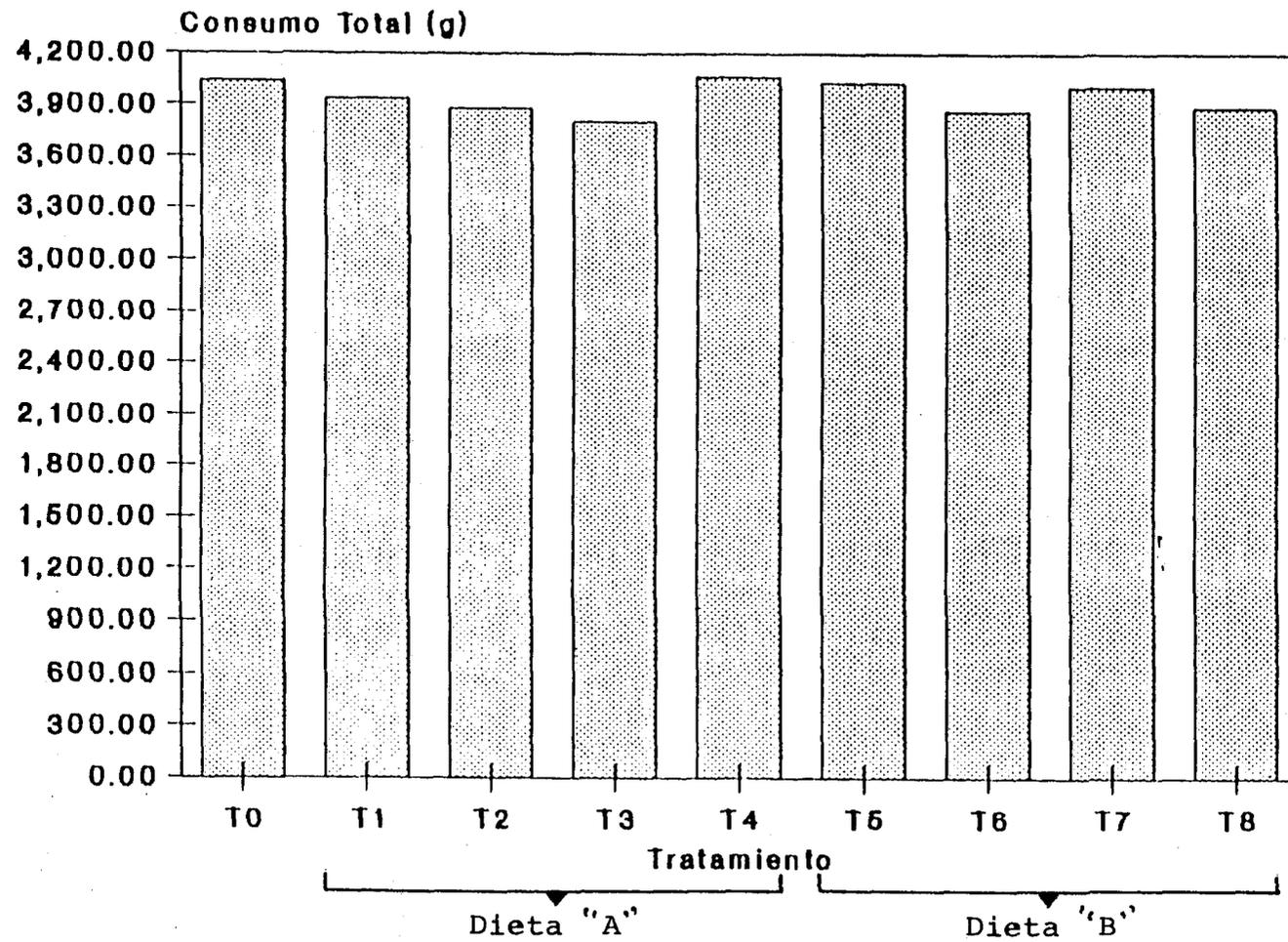


Figura 8: Consumo voluntario total de pollos suplementados con diferentes niveles de harina de sangre.

#### 5.4 Conversión alimenticia

De acuerdo al análisis estadístico para la conversión promedio por tratamiento (cuadro A.47), puede determinarse que no existieron diferencias estadísticas en cuanto a la conversión promedio, lo que indica que todos los tratamientos - evaluados tuvieron similar conversión alimenticia.

La conversión promedio por ave por tratamiento durante el período experimental fueron:

$$T_0 = 1:2.10; \quad T_1 = 1:1.81; \quad T_2 = 1:1.92;$$

$$T_3 = 1:2.10 \quad \text{y} \quad T_4 = 1:2.10$$

La conversión alimenticia promedio por tratamiento alcanzada en el ensayo se presentan en la figura 9, simultaneamente en la misma figura se observa la conversión alcanzada con la dieta "B".

#### 5.5 Rendimiento en canal

En base al análisis de varianza para el rendimiento en canal caliente (cuadros A.33 al A.35), se puede determinar que existieron diferencias significativas lo que indica que estadísticamente los rendimientos obtenidos fueron diferentes para cada tratamiento.

Al realizar la prueba de Tukey se determinó que fue el tratamiento  $T_1$  el que resultó ser estadísticamente superior a los tratamientos  $T_0$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  que también resultaron ser similares entre sí.

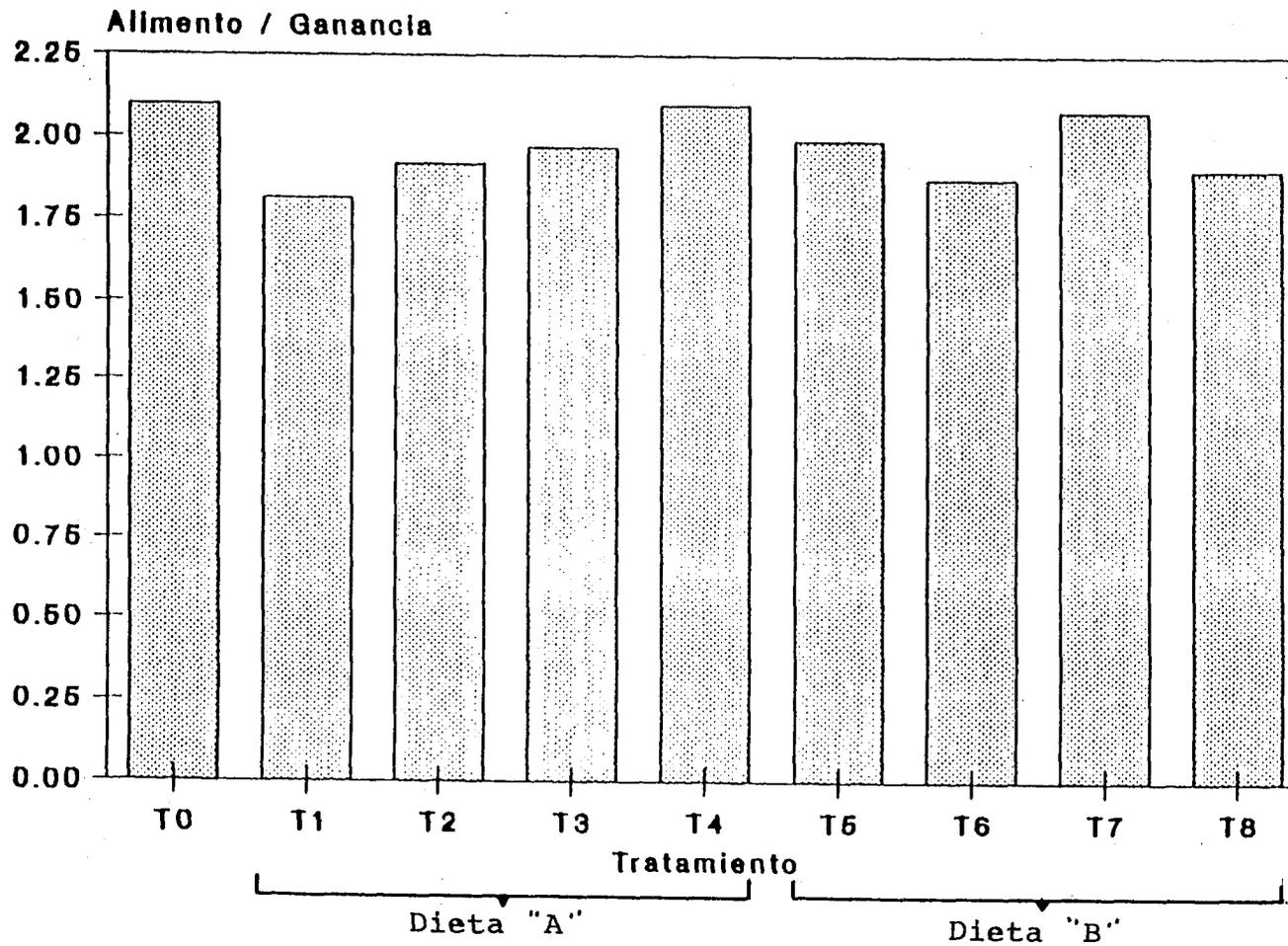


Figura 9: Conversión alimenticia de pollos suplementados con diferentes niveles de harina de sangre.

Este resultado se debe a que a niveles bajos de harina de sangre (4%,  $T_1$ ), no se produce un desbalance significativo en la ración.

Los rendimientos en canal caliente para cada tratamiento fueron:  $T_0 = 1447.47$  gr.;  $T_1 = 1639.27$  gr.  $T_2 = 1561.67$  gr.;  $T_3 = 1469.03$  y  $T_4 = 1449.83$  gr. que se presentan gráficamente en la figura 10, simultáneamente con los obtenidos en la dieta "B".

#### 5.6 Peso de Hígado, digestivos llenos y vacíos, tamaño de vesícula y espesor de tarso.

Para determinar el efecto del uso de harina de sangre bovina como suplemento de proteínas en concentrado en el peso de hígado, digestivos llenos y vacíos, tamaño de vesícula y espesor de tarso, mediante el análisis de varianza se comprobó que no existieron diferencias significativas, considerando que los pesos y medidas de todos los órganos antes mencionados fueron estadísticamente similares para todos los tratamientos (cuadros A.36 al A.45), lo que indica que los niveles de harina de sangre bovina no influyeron en los pesos y medidas alcanzadas por estos órganos.

#### 5.7 Coloración de piel

En base a los resultados obtenidos sobre la coloración de la piel de pollos alimentados con harina de sangre (cuadro A.46), se determinó que el tratamiento  $T_0$  produjo una -

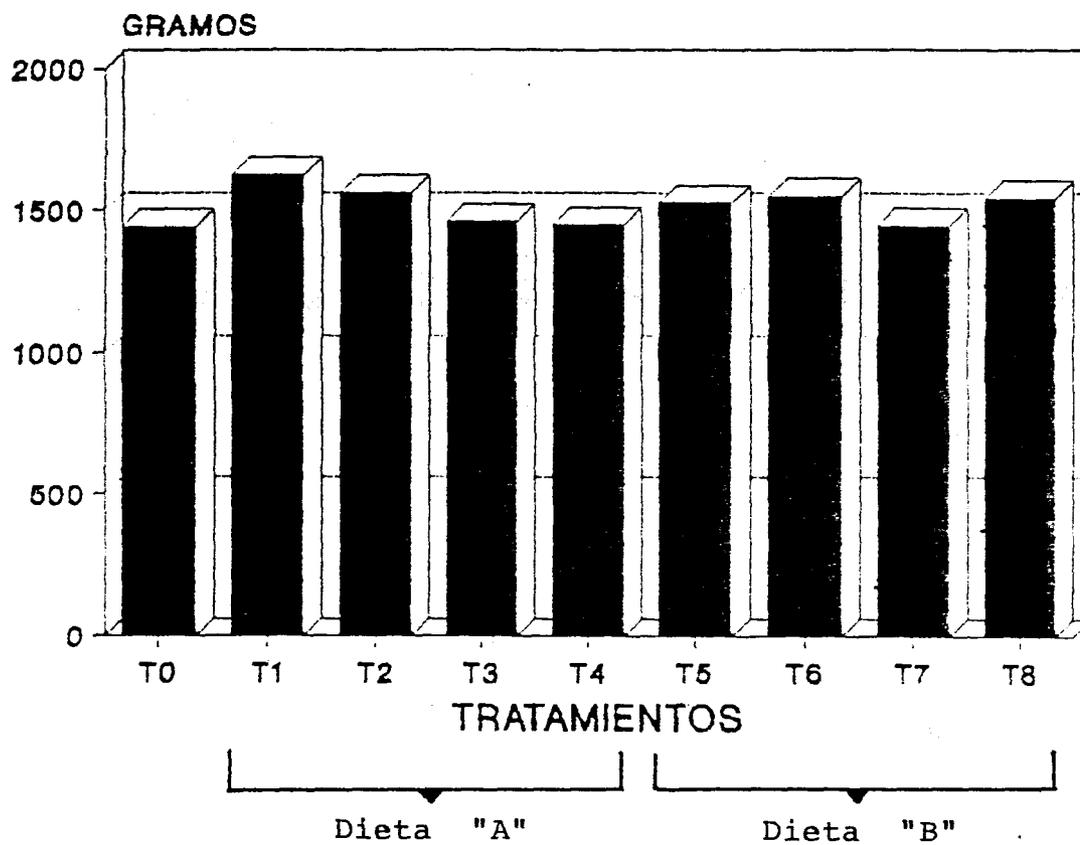


Fig. 10 . Pesos promedios de rendimiento en canal caliente por tratamiento, de pollos de engorde alimentados con harina de sangre bovina.

mayor pigmentación respecto a los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$ .

Este resultado pudo deberse a la reducción de pigmentos contenidos en el concentrado comercial, al hacer las sustituciones parciales de éste por la harina de sangre en los niveles evaluados.

De igual forma en la prueba corrida paralela a la investigación se determinó que fue el tratamiento  $T_0$  el de mayor pigmentación respecto a los demás tratamientos.

#### 5.8 Análisis de la prueba de comparación (Dieta B).

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante análisis de varianza realizados a las diferentes variables evaluadas, se puede determinar que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos de ambas dietas, por lo que sus resultados fueron similares.

En cuanto a lo económico se determinó que el mayor beneficio se obtuvo de la prueba comparativa, donde se encontró que el tratamiento  $T_8$  fue el que reportó menores costos de producción y un mayor ingreso neto por ave (cuadro A.48).

Es importante mencionar que los tratamientos que mayor rentabilidad reportaron fueron los que recibieron una ración con altos niveles de harina de sangre mezclada con harina de maíz, y el de mayor costo de producción y menor beneficio neto fue el tratamiento testigo  $T_0$ .

### 5.9 Análisis Económico

En base al análisis económico realizado (cuadro A.48) puede observarse que el tratamiento  $T_3$  fue el que menores costos de producción por ave presentó (¢ 16.92) seguido de  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_4$  y del testigo  $T_0$  que fue el que mayor costo reportó (¢ 18.09) y del que menor ingreso se obtuvo (¢ 2.00/kg de carne).

Sin embargo en el mismo cuadro se presenta el análisis de la prueba de comparación donde puede observarse que el tratamiento  $T_8$  fue el que reportó menor costo de producción por ave (¢ 14.94) y del que se obtuvo un mayor beneficio económico al dejar éste un ingreso neto de ¢ 4.84/kg; seguido del tratamiento  $T_6$  con ¢ 4.04/kg.

## 6. CONCLUSIONES

1. La harina de sangre bovina es un buen suplemento para la alimentación de pollos de engorde que puede ser utilizada en los niveles de 4%, 6%, 8% y 10%.
2. El uso de harina de sangre bovina en la alimentación de pollos de engorde no produce ningún efecto nosivo, empleando los niveles evaluados.
3. Al realizar una comparación estadística de los resultados obtenidos entre las dietas A y B, se determinó que no existieron diferencias significativas para las variables evaluadas.
4. La dieta "B" constituida por 10% de harina de sangre bovina más concentrado comercial y harina de maíz, fue la que produjo mayores beneficios económicos por lo que el nivel del 10% de harina de sangre bovina, se considera el más adecuado de sustitución en la dieta de pollos de engorde.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de harina de sangre bovina como - fuente protéica en la alimentación de pollos de engorde para reducir los costos de producción.
2. Al usar harina de sangre bovina, ésta debe ser tratada con antibióticos, para inhibir el crecimiento de flora microbiana.
3. Para la alimentación de pollos de engorde se recomienda utilizar; en la fase de inicio una mezcla constituida - por: 10 lbs. de harina de sangre bovina; 55 lbs. de con centrado comercial de iniciación más 35 lbs. de harina de maíz y en finalización; 10 lbs. de harina de sangre bovina; 47 lbs de concentrado comercial de finalización y 43 lbs. de harina de maíz, que para la dieta "B" cons tituyó el tratamiento T<sub>8</sub>.
4. Se recomienda investigar sobre el uso de harina de san- gre bovina para integrar la dieta de otras especies de animales domésticos.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ANUARIOS DE ESTADISTICAS AGROPECUARIAS, 1990-1991. 1991. El Salvador. Dirección General de Economía Agropecuaria, - M.A.G. Revista Semestral N° 30. P. 20 - 25.
2. AVILA, G.E. 1986. Alimentación de las aves. México, D.F., Pegaso. P. 51 - 55.
3. AYALA ORTIZ, H.R.T. 1989. Elaboración Artesanal de Harina de Sangre Bovina y su control de Calidad. Tesis. Ing. Agrónomo. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 105 p.
4. BIDDLE, G. H. 1965. Manual de Producción Avícola. Trad. - por Ramón Palazon B. México, D.F. Azteca. P. 214.
5. BOGART, R.; TAYLOR, R.E. 1988. Producción Comercial de Animales de granja; bovinos, porcinos, ovinos, equinos y - aves de corral. México, D.F. Limosa. P. 402 - 403.
6. CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. 1968. Producción Avícola. Trad. por Pedro Ducar Malvenda. Zaragoza, España, Acribia. P. 235, 193 - 211.
7. CASTELLO LLOBET, J. A. 1975. Curso de Avicultura, Alimentación. Arenys del Mar, Barcelona, Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura. 3a. parte, vol. 2. P. 85, - 103-106, 706.

8. DIVAKARAN, S. 1983. Industrialización y Aprovechamiento de la sangre animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de Servicios Agrícolas (32): 101.
9. DUKES, H.H. 1969. Fisiología de los animales domésticos. Trad. por Francisco Castejon Calderón. 3a. Ed. Madrid, España, Aguilar. P. 17 - 47.
10. EL SALVADOR. DIRECCION GENERAL DE GANADERIA. 1979. Reguladores inherentes al control de calidad de materias primas y concentrados destinados a alimentación y nutrición animal en El Salvador. Departamento de Control de calidad de materias primas y concentrados, División de Investigación. San Salvador, El Salvador, M.A.G. P. 33
11. EL SALVADOR. DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGROPECUARIA. 1985. Boletín Técnico Informativo. Vol. 17. P. 12.
12. FLORES, J.A. 1975. Bromatología Animal. México, D. F. Herrera. P. 544.
13. FRANDSON, R.D. 1984. Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Trad. por Vicente Agot Armer. 3a. Ed. México, D.F., Interamericana. P. 155-162.
14. GARCIA VILLATOROS, J.Z. 1990. Evaluación de harina de hojas de madrecaao (Gliricidia sepium), en la alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Sal

- vador, El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.  
P. 18.
15. HUBBARD FARMS. 1991-1992. Manual de Manejo para Pollo de Engorde Hubbard. Walpole, New Hampshire, E.U.A. s. n.  
P. 4-12.
16. LOPEZ BELTRAN, R.A. 1991. Uso de harina de grano de gandul (Cajanus cajan), en la alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 25.
17. McDONALD, P; EDWARDS, S.A.; GREENKANGH, J.F. 1969. Nutrición Animal. Trad. por Aurora Pérez. Zaragoza, España, Acribia. P. 350.
18. MORALES GONZALEZ, J.A. 1989. Uso de harina de hoja de yuca (Manihot esculenta), en alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 28.
19. MORGAN, J.I.; LEWIS, D. 1965. Nutrición de Cerdos y Aves. Trad. por Jesús Sainz y Sainz-Pardo; Esain Escobar. Zaragoza, España, Acribia. P. 8 - 9, 144 - 145.
20. NORTH, M.O. 1986. Manual de Producción Agrícola. Trad. Por Ing. Michael Carrol. 2a. Ed. México, D.F., El manual Moderno. P. 538.

21. NUSSHAG, W. 1967. Compendio de Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Trad. por José Roberto Muñoz de Arenillas. Zaragoza, España, Acribia. P. 49-53
22. ORTIZ SIBRIAN, M.L. 1989. Uso de harina de hoja de Leucaena (Leucaena leucocephala), en la alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 25.
23. PORTILLO, H.J.A.; ARIAS, G.E.J.; GRANADOS, S.A. 1985. Proyecto de Factibilidad Técnico - Económica de una planta de piensos a partir de desechos provenientes de matanza de animales. Tesis. Ing. Ind. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ing. y Arq. 155 p.
24. REVUELTA GONZALES, L. 1953. Bromatología Zootecnia y Alimentación Animal. Madrid, España, Salvat. P. 654.
25. RISSE, J. 1970. La Alimentación del ganado; ovino, bovino, Porcino y Aves. Trad. por Pedro Casta Batllori. Barcelona, España, Blome. P. 136 - 137.
26. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. 1983. Información sobre - Tiangues y Rastros. San Salvador, El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 12 p.

# ANEXOS

Cuadro A.1. Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la primera semana de ensayo (gr).

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio.	
	I	II	III			
To	184.300	209.100	184.300	277.700	192.57	
A	T1	205.500	185.700	198.500	589.700	196.57
	T2	202.000	184.300	205.500	591.800	197.27
	T3	198.500	205.500	184.300	588.300	196.10
	T4	184.300	177.200	173.600	535.100	178.37
B	T5	212.600	210.900	202.000	625.500	108.50
	T6	202.000	202.000	209.100	613.100	205.37
	T7	212.600	214.400	198.500	625.500	208.500
	T8	212.600	202.00	212.600	627.400	209.13

Cuadro A 2. Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la segunda semana de ensayo (gr).

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio	
	I	II	III			
To	361.500	396.900	361.500	1119.900	373.30	
A	T1	404.000	361.500	389.800	1155.300	385.10
	T2	393.400	345.200	389.800	1128.400	376.13
	T3	386.300	382.700	357.900	1126.900	375.63
	T4	357.900	343.700	336.700	1038.300	346.10
B	T5	404.000	423.100	396.900	1224.000	408.00
	T6	396.900	414.600	421.700	1233.200	411.07
	T7	410.800	407.500	396.900	1215.200	405.07

Cuadro A.3. Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la tercera semana de ensayo (gr).

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio	
	I	II	III			
To	893.000	829.200	676.900	2399.100	799.70	
A	T1	691.000	790.300	705.200	2186.500	728.83
	T2	726.400	666.200	694.600	2087.200	695.73
	T3	779.600	776.100	666.200	2215.900	738.63
	T4	609.500	581.200	602.400	1793.100	597.70
B	T5	758.400	751.300	758.400	2268.100	756.03
	T6	758.400	751.300	758.400	2268.100	756.03
	T7	744.200	740.600	727.100	2211.900	737.30
	T8	715.800	737.100	772.500	2225.400	741.80

Cuadro A.4. Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la cuarta semana de ensayo (gr).

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio	
	I	II	III			
To	1256.800	1134.000	1048.900	3439.700	1146.57	
A	T1	1077.300	1020.600	1134.000	3231.900	1077.30
	T2	992.200	1266.300	1304.100	3562.600	1187.53
	T3	1077.300	1063.100	1063.100	3203.500	1067.83
	T4	935.500	939.100	946.200	2820.800	940.27
B	T5	1464.700	1332.400	1379.700	4176.800	1392.27
	T6	1209.600	1134.000	1417.400	3761.600	1253.87
	T7	1162.300	1367.900	1187.500	3717.700	1239.23
	T8	1105.600	1112.700	1282.800	3501.100	1167.03

Cuadro A.5. Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la quinta semana de ensayo (gr).

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio	
	I	II	III			
To	1318.300	1399.800	1339.800	4057.900	1352.63	
A	T <sub>1</sub>	1102.100	1367.900	1375.000	3845.000	1281.67
	T <sub>2</sub>	1339.500	1350.100	1403.300	4092.900	1364.30
	T <sub>3</sub>	1304.100	1389.100	1275.700	3968.900	1322.97
	T <sub>4</sub>	1190.700	1229.700	1273.800	3694.200	1231.40
B	T <sub>5</sub>	1520.300	1413.900	1509.600	4443.800	1481.27
	T <sub>6</sub>	1460.000	1513.200	1619.500	4592.700	1530.90
	T <sub>7</sub>	1389.100	1484.800	1406.900	4280.800	1426.93
	T <sub>8</sub>	1509.600	1584.000	1573.400	4667.000	1555.67

Cuadro A.6. Pesos por tratamiento y repetición en pollo de engorde durante la sexta semana de ensayo (gr).

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio	
	I	II	III			
To	1736.400	1849.800	1807.300	5393.500	1797.83	
A	T <sub>1</sub>	2010.700	2044.700	1956.100	6011.500	2003.83
	T <sub>2</sub>	1846.300	1906.500	1895.900	5648.700	1882.90
	T <sub>3</sub>	1789.600	1888.800	1736.400	5414.800	1804.93
	T <sub>4</sub>	1633.600	1842.700	1895.900	5372.200	1790.73
B	T <sub>5</sub>	1980.900	1963.200	1139.900	5684.000	1894.67
	T <sub>6</sub>	1832.100	2027.000	1903.00	5762.100	1920.70
	T <sub>7</sub>	1771.700	1814.300	1849.800	5435.800	1811.93
	T <sub>8</sub>	1846.200	1913.600	1977.300	5737.100	1912.37

Cuadro A.7. Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la primera semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	2389.2850	298.66	3.62*	2.51	3.71
Error Exp.	18	1484.7802	82.49			
TOTAL	26	3874.0062				

Coefficiente de variación = 4.56%

\* Significativo al 5%

Cuadro A.8. Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la segunda semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	11494.4854	1436.81	4.71*	2.51	3.71
Error Exp.	18	5486.4121	304.80			
TOTAL	26	16980.8175				

Coefficiente de variación = 4.51%

\* Significativo al 5%

Cuadro A.9. Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la tercer semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	75367.6151	7420.95	3.87*	2.51	3.71
Error Exp.	18	43774.6830	2431.93			
TOTAL	26	119142.2980				

Coefficiente de variación = 6.77%

\* Significativo al 5%

Cuadro A.10. Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la cuarta semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	8	400584.9868	50073.12	4.91*	2.51	3.71
Error Exp.	18	183612.7265	10200.71			
TOTAL	26	584197.7133				

Coefficiente de variación = 8.68%

\* Significativo al 5%

Cuadro A.11. Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la quinta semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	300822.0930	37602.76	7.26*	2.51	3.71
Error Exp.	18	93193.5586	5117.42			
TOTAL	26	394015.6516				

Coefficiente de variación = 5.16%

\* Significativo al 5%

Cuadro A.12. Análisis de varianza de pesos por tratamiento y repetición durante la sexta semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	126410.7829	15801.35	2.18 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	130245.2126	7235.85			
TOTAL	26	256655.9955				

Coefficiente de variación = 4.55%

n.s.: no significativo.

Cuadro A.13. Pruebas de Tukey para la comparación de medias de los pesos alcanzados en cada una de las semanas de ensayo.

Semana	Tratamientos									
	Signi- ficancia	To	Dieta A				Dieta B			
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
1	Media Compara- ción.	192.57 AB	196.57 AB	197.27 AB	196.10 AB	178.37 B	208.50 A	204.37 AB	208.50 A	209.13 A
2	Media Compa- ración	373.30 AB	385.10 AB	376.13 AB	375.63 AB	346.10 B	408.00 A	411.07 A	405.07 A	406.37 A
3	Media Compa- ración	799.70 A	728.83 AB	695.13 AB	738.63 AB	597.70 B	756.03 A	756.03 A	737.30 AB	741.80 A
4	Media Compa- ración	1146.57 ABC	1077.30 BC	1187.53 ABC	1067.83 BC	940.27 C	1392.27 A	1253.87 AB	1239.23 AB	1167.03 ABC
5	Media Compa- ración	1352.63 ABC	1281.67 BC	1364.30 ABC	1322.97 BC	1231.40 C	1481.27 AB	1530.90 A	2536.93 ABC	2555.67 A
6	Media Compa- ración	1997.83	2003.83	1882.90	1804.93	1790.73	1894.67	1920.70	1811.93	1912.37
				NO	HAY	SIGNIFICANCIA	ESTADISTICA			

87

A = Tratamientos superiores

AB = Tratamientos con altos rendimientos pero inferiores a "A".

ABC = Tratamientos con buenos rendimientos pero inferiores a "A" y "AB".

BC = Tratamientos con rendimientos bajos inferiores a los anteriores.

C = Tratamientos inferiores a los demás tratamientos.

Cuadro A.14. Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la primera semana de ensayo (gr).

Trata- mientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	190.1	190.1	190.1	570.3	190.1
T <sub>1</sub>	165.7	165.7	165.7	497.1	165.7
T <sub>2</sub>	178.0	178.0	178.0	534.0	178.0
A T <sub>3</sub>	182.5	182.5	182.5	547.5	182.5
T <sub>4</sub>	179.8	179.8	179.8	539.4	149.8
T <sub>5</sub>	183.2	183.2	183.2	549.6	183.2
B T <sub>6</sub>	181.2	181.2	181.2	543.6	181.2
T <sub>7</sub>	328.8	328.8	328.8	986.4	328.8
T <sub>8</sub>	185.3	185.3	185.3	555.9	185.3

Cuadro A.15. Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la segunda semana de ensayo (gr).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	376.7	376.7	376.7	1130.1	376.7
T <sub>1</sub>	306.3	306.3	306.3	918.9	306.3
A T <sub>2</sub>	367.2	367.2	367.2	1101.6	367.2
T <sub>3</sub>	355.5	355.5	355.5	1066.5	355.5
T <sub>4</sub>	375.4	375.4	375.4	1126.2	375.4
T <sub>5</sub>	371.3	371.3	371.3	1113.9	371.3
B T <sub>6</sub>	313.0	313.0	313.0	939.0	313.0
T <sub>7</sub>	379.4	379.4	379.4	1138.2	379.4
T <sub>8</sub>	371.2	371.2	371.2	1113.6	371.2

Cuadro A.16. Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la tercera semana de ensayo (gr).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	615.5	615.5	615.5	1846.5	615.5
T <sub>1</sub>	575.1	575.1	575.1	1725.3	575.1
A T <sub>2</sub>	590.0	590.0	590.0	1770.0	590.0
T <sub>3</sub>	599.1	599.1	599.1	1797.3	599.1
T <sub>4</sub>	551.5	551.5	551.5	1654.5	551.5
T <sub>5</sub>	607.1	607.1	607.1	1821.3	607.1
T <sub>6</sub>	593.5	593.5	593.5	1780.5	593.5
B T <sub>7</sub>	588.5	588.5	588.5	1765.5	588.5
T <sub>8</sub>	585.2	585.2	585.2	1755.6	585.2

Cuadro A.17. Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la cuarta semana de ensayo (gr).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	791.4	791.4	791.4	2374.2	791.4
T <sub>1</sub>	768.0	768.0	768.0	2304.0	768.0
A T <sub>2</sub>	745.4	745.4	745.4	2236.2	745.4
T <sub>3</sub>	709.5	709.5	709.5	2128.5	709.5
T <sub>4</sub>	751.5	751.5	751.5	2254.5	751.5
T <sub>5</sub>	732.7	732.7	732.7	2198.1	732.7
T <sub>6</sub>	770.4	770.4	770.4	2311.2	770.4
B T <sub>7</sub>	779.2	779.2	779.2	2337.6	779.2
T <sub>8</sub>	786.7	786.7	786.7	2360.1	786.7

Cuadro A.18. Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la quinta semana de ensayo (gr).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	1032.2	1032.2	1032.2	3096.6	1032.2
A	T <sub>1</sub>	936.1	936.1	2808.3	936.1
	T <sub>2</sub>	888.8	888.8	2666.4	888.8
	T <sub>3</sub>	885.9	885.9	2657.7	885.9
	T <sub>4</sub>	951.0	951.0	2853.0	951.0
B	T <sub>5</sub>	925.3	925.3	2775.9	925.3
	T <sub>6</sub>	938.8	938.8	2816.4	938.8
	T <sub>7</sub>	873.9	873.9	2621.7	873.9
	T <sub>8</sub>	965.9	965.9	2897.7	965.9

Cuadro A.19. Consumo promedio por tratamiento y repetición durante la sexta semana de ensayo (gr).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	1034.1	1034.1	1034.1	3102.3	1034.1
A	T <sub>1</sub>	1183.7	1183.7	3551.1	1183.7
	T <sub>2</sub>	1110.7	1110.7	3332.1	1110.7
	T <sub>3</sub>	1068.7	1068.7	3206.1	1068.7
	T <sub>4</sub>	1252.7	1252.7	3758.1	1252.7
B	T <sub>5</sub>	1212.1	1212.1	3636.3	1212.1
	T <sub>6</sub>	1066.0	1066.0	3198.0	1066.0
	T <sub>7</sub>	1055.2	1055.2	3165.6	1055.2
	T <sub>8</sub>	993.0	993.0	2979.0	993.0

Cuadro A.20. Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la primera semana de ensayo (gr/día).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	25.31	26.83	25.31	77.450	25.82
T <sub>1</sub>	28.36	25.11	27.33	80.800	26.93
T <sub>2</sub>	27.34	22.99	26.33	76.660	25.55
A T <sub>3</sub>	26.83	25.31	24.80	76.940	25.65
T <sub>4</sub>	24.80	23.79	23.30	71.890	23.96
T <sub>5</sub>	27.34	30.31	27.84	85.490	28.50
B T <sub>6</sub>	27.84	30.37	30.37	88.580	29.53
T <sub>7</sub>	28.31	27.59	28.34	84.240	28.08
T <sub>8</sub>	27.84	26.34	30.39	84.530	28.18

Cuadro A.21. Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la segunda semana de ensayo (gr/día).

Trata- miento	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		
To	75.93	61.76	45.06	182.750	60.92
T <sub>1</sub>	41.00	61.26	45.06	147.320	49.11
A T <sub>2</sub>	47.57	45.86	43.54	136.970	45.66
T <sub>3</sub>	56.19	56.20	43.19	155.580	51.86
T <sub>4</sub>	35.94	33.93	37.96	107.830	35.94
T <sub>5</sub>	50.63	46.89	51.64	149.160	49.12
B T <sub>6</sub>	51.64	48.10	48.10	147.840	49.28
T <sub>7</sub>	47.63	47.59	47.17	142.390	47.46
T <sub>8</sub>	44.04	50.11	49.60	143.750	47.92

Cuadro A.22. Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la tercera semana de ensayo (gr/día).

Trata- mientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	51.97	43.54	53.14	148.650	49.55	
A	T <sub>1</sub>	55.19	32.90	61.26	149.350	49.78
	T <sub>2</sub>	37.97	85.73	87.07	210.770	70.26
	T <sub>3</sub>	42.53	41.00	57.56	141.090	47.03
	T <sub>4</sub>	46.57	51.13	49.11	146.810	48.94
B	T <sub>5</sub>	100.90	83.01	88.76	272.670	90.89
	T <sub>6</sub>	64.46	54.76	94.14	213.360	71.12
	T <sub>7</sub>	59.73	89.61	65.77	215.110	71.10
	T <sub>8</sub>	55.69	53.66	72.9	182.250	60.75

Cuadro A.23. Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la cuarta semana de ensayo (gr/día).

Trata- mientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	8.79	37.97	41.56	88.320	29.44	
A	T <sub>1</sub>	3.54	49.61	34.43	87.580	29.19
	T <sub>2</sub>	49.61	11.97	14.17	75.750	25.25
	T <sub>3</sub>	32.40	46.57	30.37	109.340	36.45
	T <sub>4</sub>	36.46	41.51	46.80	124.770	41.59
B	T <sub>5</sub>	7.94	11.64	18.56	38.140	12.71
	T <sub>6</sub>	35.77	54.09	28.87	118.730	39.58
	T <sub>7</sub>	32.40	16.70	31.34	80.440	26.81
	T <sub>8</sub>	57.71	67.33	41.51	166.550	55.52

Cuadro A.24. Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la quinta semana de ensayo (gr/día).

Trata- mientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	59.73	64.29	66.79	190.810	63.60	
A	T <sub>1</sub>	129.8	96.69	83.01	309.500	103.17
	T <sub>2</sub>	72.40	79.49	70.37	222.260	74.09
	T <sub>3</sub>	69.36	71.39	65.81	206.560	68.85
	T <sub>4</sub>	63.27	87.57	88.87	239.710	79.90
B	T <sub>5</sub>	65.80	78.47	32.90	177.170	59.06
	T <sub>6</sub>	53.10	73.40	40.50	167.060	55.69
	T <sub>7</sub>	54.66	47.07	63.27	165.000	55.00
	T <sub>8</sub>	48.09	47.09	57.70	152.880	50.96

Cuadro A.25. Incrementos de peso por tratamiento y repetición en pollos de engorde durante la sexta semana de ensayo (gr/día).

Trata- mientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	44.35	46.88	46.37	137.600	45.87	
A	T <sub>1</sub>	51.58	53.11	50.22	154.910	51.64
	T <sub>2</sub>	46.98	49.21	48.30	144.490	48.16
	T <sub>3</sub>	45.46	48.09	44.35	137.900	45.97
	T <sub>4</sub>	41.41	47.59	49.21	138.210	46.07
B	T <sub>5</sub>	50.52	50.07	43.94	144.530	48.18
	T <sub>6</sub>	46.57	52.14	48.40	147.110	49.04
	T <sub>7</sub>	44.55	45.71	47.18	137.440	45.81
	T <sub>8</sub>	46.67	48.90	50.42	145.990	48.66

Cuadro A.26. Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la primera semana.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	76.9594	9.62	4.44*	2.51	3.71
Error Exp.	18	39.0433	2.17			
TOTAL	26	116.0027				

\*Significativo al 5%

Cuadro A.27. Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la segunda semana.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	1004.6728	125.58	2.57*	2.51	3.71
Error Exp.	18	880.0791	48.89			
TOTAL	26	1884.7519				

\* Significativo al 5%

Cuadro A.28. Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la tercera semana.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	5340.7318	667.59	3.02*	2.51	3.71
Error exp.	18	3974.7974	220.82			
TOTAL	26	9315.5292				

\* Significativo al 5%

Cuadro A.29. Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la cuarta semana.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	3518.8421	439.86	2.12 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	3742.6333	207.92			
TOTAL	26	7261.4755				

n.s.: No significativo al 5%

Cuadro A.30. Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la quinta semana.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	6378.4153	797.30	4.08*	2.51	3.71
Error exp.	18	3518.1936	195.46			
TOTAL	26	9896.6089				

\* Significativo al 5%

Cuadro A.31. Análisis de varianza para el incremento de peso promedio de la sexta semana.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	93.7048	11.71	2.00 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	105.2758	5.85			
TOTAL	26	198.9806				

n.s.: no significativo al 5%

Cuadro A.32. Pruebas de Tukey para la comparación de medias de los incrementos de peso alcanzados en cada una de las semanas de ensayo.

Semana	Tratamientos significación	T <sub>0</sub>	Dieta A				Dieta B			
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
1	Media	25.82	26.93	25.55	25.65	23.96	28.50	29.53	28.08	28.18
	Comparación	AB	AB	AB	AB	B	A	A	AB	AB
2	Media	60.92	49.11	45.66	51.86	35.94	49.72	49.28	47.46	47.92
	Comparación	A	AB	AB	AB	B	AB	AB	AB	AB
3	Media	49.55	49.78	70.26	47.03	48.94	90.89	71.12	71.70	60.75
	Comparación	AB	AB	AB	B	AB	A	AB	AB	AB
4	Media	29.44	29.19	25.25	36.45	41.59	12.71	39.58	26.81	55.52
	Comparación		NO	HAY	SIGNIFICANCIA	ESTADISTICA				
5	Media	63.60	103.17	74.09	68.85	79.90	59.06	55.69	55.00	50.96
	Comparación	AB	A	AB	AB	AB	B	B	B	B
6	Media	45.87	51.64	48.16	45.97	46.07	48.18	49.04	45.81	48.66
	Comparación		NO	HAY	SIGNIFICANCIA	ESTADISTICA				

A = Tratamiento superior  
 B = Tratamiento inferior  
 AB = Tratamientos intermedios similares entre ellos.

Cuadro A.33. Rendimiento en canal caliente de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de harina de sangre bovina (gr).

Tratamientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	1395.500	1480.500	1466.400	4341.400	1447.47	
A	T <sub>1</sub>	1669.800	1632.800	1615.200	4917.800	1639.27
	T <sub>2</sub>	1534.100	1537.200	1613.700	4685.000	1561.67
	T <sub>3</sub>	1477.100	1519.500	1395.500	4392.100	1464.03
	T <sub>4</sub>	1349.500	1473.400	1526.600	4349.500	1449.83
B	T <sub>5</sub>	1611.600	1587.600	1399.000	4498.200	1532.73
	T <sub>6</sub>	1488.400	1629.300	1533.700	4651.400	1550.47
	T <sub>7</sub>	1430.800	1488.400	1474.200	4393.400	1464.47
	T <sub>8</sub>	1502.500	1566.300	1636.400	4705.200	1568.40

Cuadro A.34. Análisis de varianza de peso en canal caliente por tratamiento y repetición al final de la sexta semana de ensayo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.N.	F.C.	F. tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	107381.7660	13422.72	2.93*	2.51	3.71
Error Exp.	18	82464.1142	4581.34			
TOTAL	26	189845.8802				

Coefficiente de variación = 4.45%

\* Significativo al 5%

Cuadro A.35. Prueba de Tukey para la comparación de medias del rendimiento en canal caliente.

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	
Peso en Canal	Media 1447.47	1639.27	1561.67	1464.03	1449.83	1532.73	1550.47	1464.47	1568.40	
Caliente	Comparación	B	A	AB	B	B	AB	AB	B	A

A = Tratamiento superior

B = Tratamiento inferior

AB = Tratamientos intermedios, similares entre ellas.

Cuadro A.36. Pesos promedio por tratamiento y repetición del hígado (gr).

Tratamiento	Repeticiones				Promedio	
	I	II	III	TOTAL		
T <sub>0</sub>	48.200	53.900	49.600	151.700	50.57	
A	T <sub>1</sub>	53.900	46.800	49.600	150.300	50.10
	T <sub>2</sub>	49.600	46.800	49.600	116.000	38.67
	T <sub>3</sub>	52.500	53.900	42.500	148.900	49.63
	T <sub>4</sub>	49.600	44.000	51.100	144.700	48.23
B	T <sub>5</sub>	45.400	46.800	55.300	147.500	49.17
	T <sub>6</sub>	49.600	48.200	48.200	146.000	48.67
	T <sub>7</sub>	48.200	44.700	55.300	148.200	49.40
	T <sub>8</sub>	51.000	52.400	46.800	150.200	50.07

Cuadro A.37. Pesos promedio por tratamiento y repetición de digestivos llenos (gr).

Trata- mientos	Repetición			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	233.900	248.100	219.700	701.700	233.900	
A	T <sub>1</sub>	241.000	262.200	212.600	715.800	238.600
	T <sub>2</sub>	219.700	283.200	191.400	649.300	216.430
	T <sub>3</sub>	219.700	245.300	212.600	677.600	225.850
	T <sub>4</sub>	195.600	243.200	233.900	672.700	224.230
B	T <sub>5</sub>	245.600	226.800	218.300	690.700	230.230
	T <sub>6</sub>	239.600	269.300	226.800	735.700	245.230
	T <sub>7</sub>	233.100	226.800	219.700	679.600	226.530
	T <sub>8</sub>	233.900	233.900	233.900	701.600	233.87

Cuadro A.38. Pesos promedios por tratamiento y repetición de digestivos vacíos (gr).

Trata- miento	Repetición			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	184.300	192.700	167.100	544.100	181.370	
A	T <sub>1</sub>	189.900	216.700	161.500	568.100	189.370
	T <sub>2</sub>	167.200	182.800	153.000	503.000	167.670
	T <sub>3</sub>	165.800	177.100	157.300	500.200	166.730
	T <sub>4</sub>	189.900	506.000	180.400	876.300	292.100
B	T <sub>5</sub>	177.600	171.900	171.900	521.400	173.800
	T <sub>6</sub>	183.300	207.100	169.100	559.500	186.500
	T <sub>7</sub>	177.600	169.100	170.500	517.200	172.400
	T <sub>8</sub>	177.600	176.200	176.200	530.000	176.67

Cuadro A.39. Longitud de vesícula por tratamiento y repetición (cm).

Tratamiento	Repetición			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	2.95	2.90	2.50	8.35	2.78	
A	T <sub>1</sub>	3.00	2.90	2.95	8.85	2.95
	T <sub>2</sub>	2.75	2.70	2.90	8.35	2.78
	T <sub>3</sub>	2.95	2.8	2.85	8.6	2.86
	T <sub>4</sub>	3.00	3.05	2.70	8.75	2.92
B	T <sub>5</sub>	3.00	2.75	2.95	8.70	2.90
	T <sub>6</sub>	2.75	2.85	2.75	8.35	2.78
	T <sub>7</sub>	2.90	2.85	2.90	8.65	2.88
	T <sub>8</sub>	2.85	3.10	2.70	8.65	2.88

Cuadro A.40. Medida de espesor del tarso por tratamiento y repetición (mm).

Tratamiento	Repetición			TOTAL	Promedio	
	I	II	III			
To	16.500	15.000	16.500	48.000	16.00	
A	T <sub>1</sub>	15.000	14.500	15.500	45.000	15.00
	T <sub>2</sub>	16.500	16.500	15.000	48.000	16.00
	T <sub>3</sub>	15.000	15.500	15.000	45.500	15.17
	T <sub>4</sub>	16.000	15.000	15.500	46.500	15.50
B	T <sub>5</sub>	14.500	16.500	16.500	47.500	15.83
	T <sub>6</sub>	16.000	15.000	14.500	45.500	15.17
	T <sub>7</sub>	15.000	16.500	16.000	47.500	15.83
	T <sub>8</sub>	14.500	15.000	16.500	46.000	15.33

Cuadro A.41. Análisis de varianza de los pesos promedios del Hígado.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	324.5201	40.57	0.73 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	999.8066	55.54			
TOTAL	26	1324.3267				

n.s: No significativo al 5%

Cuadro A.42. Análisis de varianza de los pesos promedios de los digestivos llenos.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	1739.9204	217.49	0.65 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	6048.8062	336.04			
TOTAL	26	7788.7266				

n.s.: No significativo al 5%

Cuadro A.43. Análisis de varianza de los pesos promedios de digestivos vacíos.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	36901.2099	4612.65	1.15 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	71983.0159	3999.06			
TOTAL	26	108884.2257				

n.s.: No significativo al 5%

Cuadro A.44. Análisis de varianza para la medida de longitud promedio de la vesícula.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	0.0950	0.01	0.60 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error Exp.	18	0.3567	0.02			
TOTAL	26	0.4517				

n.s.: No significativo al 5%

Cuadro A.45. Análisis de varianza para la medida de espesor promedio del tarso.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	8	3.6296	0.45	9.72 <sup>ns</sup>	2.51	3.71
Error exp.	18	11.3333	0.63			
TOTAL	26	14.9630				

n.s.: No significativo al 5%

Cuadro A.46. Coloración de piel por tratamiento y repetición (grados).

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
To	3	2	3
T1	2	3	1
T2	2	1	1
T3	1	2	2
T4	1	3	1
T5	2	1	1
T6	1	2	2
T7	2	1	1
T8	1	2	1

Cuadro A.47. Resultados de consumo y conversión alimenticia de los pollos alimentados con harina de sangre bovina.

	Cons. 1	Cons. 2	Cons. 3	Cons. 4	Cons. 5	Cons. 6	Total	gr/día	Conversión Alimenticia.
To	190.10	376.70	615.50	791.40	1032.20	1034.10	4040.00	96.19	2.10
T <sub>1</sub>	165.70	306.30	575.10	768.00	936.10	1183.70	3934.90	93.69	1.81
T <sub>2</sub>	178.00	367.20	590.00	745.40	888.80	1110.70	3880.10	92.38	1.92
A T <sub>3</sub>	182.50	355.50	599.10	709.50	885.90	1068.70	3801.20	96.71	2.10
T <sub>4</sub>	179.80	375.50	551.50	751.50	951.00	1252.70	4062.00	96.71	2.10
T <sub>5</sub>	183.32	371.30	607.10	732.70	925.00	1212.10	4031.52	95.99	1.99
T <sub>6</sub>	181.20	313.00	593.50	770.40	938.00	1066.00	3862.10	91.95	1.88
B T <sub>7</sub>	328.80	379.40	588.50	779.20	873.90	1055.20	4005.00	95.36	2.08
T <sub>8</sub>	185.30	371.20	585.20	786.70	965.90	993.00	3887.30	92.55	1.90



Cuadro A.48. ANALISIS ECONOMICO

CONCEPTO POR POLLO	Unidad	T R A T A M I E N T O S									
		To	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	
Precio de compra	¢	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
Consumo de concentrado	kg	4.04	3.77	3.65	3.49	3.65	3.35	2.73	2.48	1.91	
Consumo de H.S. Bovina	kg	0.00	0.15	0.23	0.30	0.40	0.16	0.23	0.32	0.90	
Consumo de maíz	kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.90	0.12	0.15	
Costo de Concentrado	¢	11.07	10.36	9.99	9.58	10.03	9.18	7.48	6.78	5.25	
Costo de H.S. Bovina <sup>2/</sup>	¢	0.00	0.16	0.24	0.32	0.43	0.17	0.24	0.34	0.41	
Costo de maíz	¢	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	1.29	1.72	2.26	
Electrolitos y vitaminas	¢	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
Vacuna (New Castle)	¢	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
Granza (p/camada)	¢	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	
Desinfección de instalaciones	¢	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
Energía eléctrica	¢	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	
Mano de obra	¢	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	
Bolsas plásticas	¢	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Hielo	¢	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
<b>TOTALES</b>		<b>18.09</b>	<b>17.15</b>	<b>17.15</b>	<b>16.92</b>	<b>17.48</b>	<b>17.11</b>	<b>16.03</b>	<b>15.86</b>	<b>14.94</b>	

104

Dieta "A"

Dieta "B"

<sup>2/</sup> El costo de la harina de sangre se obtuvo sumando los costos del antibiótico, mano de obra y transporte, (¢ 47.54/gg).

Continuación de cuadro A.48.

CONCEPTO POR POLLO	Unidad	T R A T A M I E N T O S								
		To	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Peso promedio por pollo	kg	1.79	2.00	1.88	1.80	1.79	1.89	1.92	1.81	1.91
Peso promedio en canal	kg	1.50	1.69	1.60	1.51	1.50	1.58	1.60	1.51	1.62
Precio de venta/kg	¢	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06
Ingreso/venta/pollo	¢	21.09	23.76	22.50	21.23	21.09	22.21	22.50	21.23	22.78
Beneficio neto/pollo	¢	3.00	6.22	5.35	4.31	3.61	5.10	6.47	5.37	7.84
Ingreso Neto/Kg	¢	2.00	3.68	3.34	2.85	2.40	3.22	4.04	3.55	4.84

Dieta "A"

Dieta "B"