

**APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DE MATADERO
(SANGRE VACUNA) EN LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADOS
(PELLET) PARA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE.**

DINA LUZ CERON BETANCURT

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
POPAYÁN
2007**

**APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DE MATADERO
(SANGRE VACUNA) EN LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADOS
(PELLET) PARA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE.**

DINA LUZ CERON BETANCURT

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial
Para optar el título de Químico**

Directora: M.Sc. ISABEL BRAVO REALPE

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
POPAYÁN
2007**

Nota de Aceptación

Director

M.Sc Isabel Bravo Realpe

Jurado

M.Sc Efrén Giraldo

Jurado

M.Sc Fernando Hernández

Fecha de sustentación: Popayán, febrero 13, 2007

TABLA DE CONTENIDO

		Pagina
1	RESUMEN	
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
➤	Fuentes de proteína	1
➤	Fuentes de energía	1
➤	Fuentes de minerales	1
2.1	Hipótesis de trabajo	2
3	OBJETIVOS	3
3.1	Objetivo general	3
3.2	Objetivos específicos	3
4	MARCO TEÓRICO	4
4.1	POLLOS DE ENGORDE	4
4.2	NECESIDADES NUTRICIONALES DEL POLLO DE ENGORDE	5
4.2.1	Agua	6
4.2.2	Proteínas	6
4.2.3	Aminoácidos	6
4.2.4	Carbohidratos	8
4.2.5	Grasas	9
4.2.6	Minerales.	10
4.2.7	Vitaminas	10
4.3	CONCENTRADOS PECUARIOS	11
➤	Iniciación	12
➤	Levante	12
➤	Ponedoras	12
➤	Engorde	12
➤	Palatabilidad	13
➤	Conversión alimenticia	13
➤	Grado de digestibilidad	14
➤	Estabilidad del Concentrado	14
4.4	DESECHOS DE MATADERO	14
4.4.1	Sangre de ganado vacuno.	15
➤	Recolección por recipiente fijo	15
➤	Recolección por recipiente móvil	15
➤	Recolección por cuchillo hueco	15
4.4.1.1	Aprovechamiento de la sangre de ganado como alimento	16
4.5	INGREDIENTES EN LA MEZCLA DE LOS CONCENTRADOS	17
4.5.1	Soya.	17
4.5.2	Maíz.	17
4.5.3	Mogolla.	17

4.5.4	Cebada.	17
4.5.5	Miel de purga.	18
4.5.6	Harina de sangre	18
5.	METODOLOGÍA	19
5.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	19
5.2	PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE SANGRE	19
5.2.1	Recolección de la sangre	19
5.2.2	Cocción de la sangre	19
➤	Enfriado y triturado	20
5.2.3	Almacenamiento	20
5.3	VALORACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS INGREDIENTES SELECCIONADOS PARA EL CONCENTRADO	21
5.3.1	Humedad	21
5.3.2	Cenizas	21
5.3.3	Fibra	21
5.3.4	Grasa	21
5.3.5	Proteína	21
5.3.6	Fósforo	22
5.3.7	ENN	22
5.3.8	VC	22
5.3.9	Aminoácidos	22
5.3.9.1	Método PICO-TAG	23
➤	Hidrólisis	23
➤	Derivatización	23
5.3.9.2	Análisis por HPLC	24
5.4	FORMULACIÓN Y PREPARACIÓN DEL CONCENTRADO	25
5.4.1	Formulación.	25
5.4.2	Mezcla y elaboración	26
5.5	CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL CONCENTRADO ELABORADO	27
5.6	EVALUACIÓN DEL CONCENTRADO EXPERIMENTAL EN LA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE	28
5.7	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	29
6.	RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS	30
6.1	PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE SANGRE	30
6.1.1	Recolección de la sangre	30
6.1.2	Cocción de la sangre	30
6.1.2.1	Humedad de la Harina	31
6.1.3	Enfriamiento de la Harina de Sangre	32
6.1.4	Consistencia de la harina	32
6.1.5	Almacenamiento y conservación de la Harina de Sangre.	33
6.1.6	Consideraciones de la Harina de sangre obtenida.	33
6.2	VALORACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS	35

	INGREDIENTES SELECCIONADOS PARA EL CONCENTRADO	
6.2.1	Análisis de la Mogolla	36
6.2.2	Análisis del salvado de maíz	39
6.2.3	Análisis de la Cebada	41
6.2.4	Análisis de la Soya	43
6.2.5	Análisis de la harina de sangre	45
6.3	FORMULACION Y PREPARACION DELCONCENTRADO	50
6.3.1	Formulación	50
6.3.2	Preparación del Concentrado	50
6.4	CARACTERIZACION QUIMICA DEL CONCENTRADO ELABORADO	51
6.5	EVALUACION DEL CONCENTRADO EXPERIMENTAL EN LA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE	55
6.5.1	Análisis Estadístico De Los Resultados	57
6.5.2	Consideraciones finales del Concentrado Experimental	68
7	CONCLUSIONES	73
8	RECOMENDACIONES	75
9	BIBLIOGRAFIA	76

LISTA DE TABLAS

Tabla.	Pág.
1 Desperdicio de sangre en el matadero municipal de la ciudad de Popayán	1
2 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde en función de la edad	5
3 Desechos comestibles de matadero de mayor utilización en la alimentación animal en Colombia	16
4 Parámetros programados para la determinación por HPLC	24
5 Formulación del Concentrado	25
6 Diseño Experimental	28
7 Porcentaje de humedad de las materias primas	35
8 Composición nutricional de las materias primas (Base seca)	35
9 Contenido de aminoácidos de las materias primas	35
10 Contenido porcentual de aminoácidos en la proteína de los ingredientes	36
11 Contenido de carbohidratos y valor calórico de las materias primas	36
12 Contenido de aminoácidos de la Harina de Sangre	45
13 Parámetros para formulación del Concentrado	50
14 Caracterización Química del Concentrado. (Base seca)	51
15 Requisitos que debe cumplir un concentrado balanceado para pollos de engorde	52
16 Porcentaje de Aminoácidos en Concentrado Experimental	53
17 Peso de los pollos en función del tiempo. Tratamiento1 (Concentrado Experimental).	55
18 Peso de los pollos en función del tiempo. Tratamiento2 (Mezcla 50/50 Concentrado Experimental/ Concentrado Comercial.)	56
19 Peso de los pollo en función del tiempo Tratamiento3 (Concentrado Comercial)	56
20 Estadística descriptiva de los resultados	57
21 Medidas marginales estimadas	57
22 Comparación por pares	58
23 Estimaciones para el efecto del Tiempo	59
24 Efecto de la Interacción Concentrados vs Tiempo	60
25 Prueba de Duncan para el promedio total de los pesos en función de los tratamientos	61
26 ANOVA de un factor	62
27 Prueba de Duncan para Pesos de semana 1	63
28 Prueba de Duncan Para semana 2	63
29 Prueba de Duncan Para semana 3	64
30 Prueba de Duncan Para semana 4	64
31 Prueba de Duncan para semana 5	65
32 Prueba de Duncan para semana 6	66
33 Prueba de Duncan para semana 7	66
34 Conversión Alimenticia de los diferentes Concentrados	68

LISTA DE FIGURAS

Figura.		Pág.
1	Proceso de transaminación de los aminoácidos	7
2	Aminoácidos esenciales en la dieta de los pollos de engorde	8
3	Esquema de digestión y absorción de carbohidratos en animales no rumiantes	9
4	Algunas vitaminas esenciales para el desarrollo de los pollos de engorde	10
5	Cocción de la sangre vacuna	20
6	Harina de sangre	21
7	Estación de trabajo PICO-TAG	23
8	Secuencia de la mezcla de los ingredientes para la elaboración del concentrado	26
9	Obtención y secado del pellet	27
10	Montaje de Jaulas	29
11	Pollos utilizados en el ensayo	29
12	Consistencia migajosa de la Harina de sangre	31
13	Secuencia de secado de los coágulos	32
14	Consistencia de la harina de sangre	33
15	Cromatograma de HPLC para la mogolla	38
16	Cromatograma de HPLC para el salvado de maíz	40
17	Cromatograma de HPLC para la cebada	42
18	Cromatograma de HPLC para la Soya	44
19	Cromatograma de HPLC para la harina de sangre elaborada	46
20	Cromatograma de HPLC para la Harina de Sangre Cristalizada	48
21	Consistencia de pellet	51
22	Cromatograma de HPLC para el Concentrado Experimental	54
23	Medidas Marginales estimadas	61
24	Peso de los pollos con el paso del tiempo	67
25	Conversión Alimenticia para los diferentes tratamientos en la cuarta semana.	69
26	Conversión Alimenticia para los diferentes tratamientos en la séptima semana	70
27	Emplume de los pollos	71
28	Pollo alimentado con Concentrado Experimental.	71
29	Coloración de la piel de los pollos	72
30	Pollo sano alimentado con Concentrado Experimental	72

LISTA DE ACRÓNIMOS

Cl: Cloro

P: Fósforo

Na: sodio

Ca: Calcio

Mg: Magnesio

Lys: Lisina

Cys: Cisteína

Met: Metionina

NaCl: Cloruro de Sodio

PITC: Fenilisotiocianato

PTC: Feniltiocarbamilaminoácidos

HPLC: Cromatografía Líquida de Alta Resolución

ENN: Extracto no nitrogenado

PVM: Premezcla de vitaminas y minerales

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso doy gracias por permitirme día a día levantarme y tener mis cinco sentidos preparados para trabajar en este proyecto.

A la Universidad del Cauca por apoyarme en este proyecto, a los profesores por guiarme hacia los caminos de la ciencia y permitirme descubrir aquellos que me llenan.

A Aristófeles Ortiz por su gran colaboración y en su nombre a Cenicafé por su recibimiento y ayuda.

A la profesora Isabel Bravo pues es ella quien ha puesto su confianza en mí, por su inmensa paciencia y por su gran sentido de cooperación no solo a nivel pedagógico sino personal.

A mis padres por su apoyo incondicional y entusiasmo en toda mi carrera, a mis hermanas y hermanos por estar allí dispuestos a colaborarme para alcanzar una de mis primeras y mas importantes metas.

A Alvaro por su apoyo y entusiasmo.

A mis compañeros por lo aprendido y vivido.

*Dedicado a
la memoria
de aquel
que fuera
quien más
orgullosa
estaría con
este paso*

JCC

1. RESUMEN

En este trabajo se formuló y preparó un Concentrado alimenticio en forma de pellet para pollos, con base en desechos de matadero en mezcla con ingredientes cereales como mogolla, soya, cebada, salvado de maíz. La formulación de la dieta se realizó por el método de tanteo

A las materias primas seleccionadas se les realizó una valoración bromatológica que comprende las determinaciones de humedad, grasa, proteína, fibra, cenizas, Fósforo, ENN, valor calórico, además de un análisis cuantitativo de los aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina mediante HPLC

El concentrado se evaluó bromatológicamente y se valoró en dieta alimenticia para pollos de engorde durante un periodo de 45 días, con un diseño aleatorio de tres tratamientos, observando la ganancia de peso con cada tratamiento.

Los resultados de los análisis bromatológicos y de aminoácidos de las materias primas y del **Concentrado Experimental**, exponen un contenido apropiado de nutrientes por lo que pueden ser usados en la nutrición de pollos y otras especies. La valoración del **Concentrado Experimental** en la dieta alimenticia de los pollos, demuestra una ganancia de peso y talla de los animales verificando que el concentrado preparado es una buena alternativa para la alimentación de aves de corral.

Este trabajo demuestra que la sangre proveniente del ganado vacuno, obtenida en los mataderos, presenta alta riqueza nutricional y que el método relacionado para su conversión en alimento apto para consumo y fuente de proteína, permite obtenerla con la mayor calidad e incluirla en el procesamiento y elaboración de concentrados para aves.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las graves deficiencias en fuentes de proteína y sus elevados costos, para la elaboración de concentrados alimenticios, que afronta el sector pecuario en varios países del mundo ha sido y será motivo de constante preocupación por parte de las autoridades con ingerencia en el sector agropecuario. Esta problemática se ha hecho más evidente en aquellos países en vías de desarrollo, en los cuales, no se cuenta con las condiciones técnicas para desarrollar planes apropiados en la alimentación animal. Los Organismos Nacionales e Internacionales, con ingerencia en la producción animal, han venido implementando políticas especiales de fomento y divulgación, con miras a buscar nuevas alternativas de explotación de fuentes proteínicas que sustituyan al menos parcialmente a la harina de pescado en las fórmulas de concentrados comerciales.¹

El sector avícola no se queda atrás en esta búsqueda y aunque su desarrollo ha ido en crecimiento¹, se ve limitado por varios factores que influyen sobre la producción. El más limitante es el factor alimentación dentro del cual se han determinado aspectos importantes a considerar y en orden de importancia son:

- **Fuentes de proteína:** especialmente en climas fríos la disponibilidad de fuentes de proteína para aves es prácticamente nula y en Colombia la producción actual resulta insuficiente para cubrir la demanda para la explotación avícola, siendo necesaria la importación de estas fuentes, de países como Ecuador y Perú¹.
- **Fuentes de energía:** La industria de alimentos concentrados cuyos productos se destinan en casi un 90% a la producción de aves y cerdos, no ha sido efectiva en dinamizar la producción vegetal nacional, esta producción en muchos casos se desperdicia y en otras se reemplaza por cultivos ilícitos o monocultivos que terminan por deteriorar la tierra, llevando a la industria de concentrados a crecer fundamentalmente sobre la base de importación en sus ingredientes básicos, entre los que se destacan los cereales y la soya, despreciando y desaprovechando, por falta de investigación y tecnología, materias primas que se tienen a la mano
- **Fuentes de minerales:** Estas fuentes son generalmente importadas y su inclusión en la dieta aumenta los costos de producción.

Por otro lado, los subproductos obtenidos de la industria cárnica no son eficientemente procesados y se convierten en una problemática ambiental. En muchos países y ciudades, estos subproductos denominados “desechos” son vertidos a los arroyos y ríos y en el mejor de los casos se arrojan a los basureros municipales, donde incrementan los focos de contaminación y generan un

problema ambiental al no ser procesados. Estos subproductos contienen aminoácidos esenciales y son fuente proteica de alta calidad. En la ciudad de Popayán, las cantidades desperdiciadas de sangre de ganado vacuno se relacionan en la tabla 1.

Tabla1. Desperdicio de sangre en el matadero municipal de la ciudad de Popayán

Desperdicio	Diario	Semanal	Mensual	Anual
Toneladas de sangre	0.840	5.04	20.16	240

Fuente. Matadero Municipal de Popayán.

2.1 Hipótesis del Trabajo

Al utilizar la sangre que se desecha en los mataderos, en la elaboración de una fuente proteica de alta calidad nutricional, como complemento nutricional de las raciones de aves, se puede dar solución a la carencia de fuentes de proteína en la industria de concentrados y de paso evitar que estos subproductos sean arrojados a los ríos, evitando contaminación ambiental.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Aprovechar la sangre desechada en los mataderos, para la formulación y preparación de un concentrado balanceado para pollos de engorde.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer los parámetros más adecuados para la obtención de la harina de sangre.
- Realizar la caracterización bromatológica y de los aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina de la harina de sangre y de otros ingredientes como: Salvado de maíz, mogolla, cebada y soya.
- Formular y preparar el concentrado para pollos de engorde a partir de la mezcla de la harina de sangre, salvado de maíz, soya, mogolla, cebada y melaza.
- Realizar la caracterización bromatológica y de aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina de los concentrados preparados para valorar su contenido nutricional.
- Evaluar el concentrado en la nutrición de pollos de engorde por un periodo de 45 días.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 POLLOS DE ENGORDE

La producción comercial de pollo de engorde constituye una actividad altamente rentable, debido a los adelantos que experimenta constantemente la industria avícola en todos los campos que tienen relación con ella¹.

El pollo de engorde comercial encabeza la industria productora de carne en su primaria labor de convertir eficientemente ingredientes de origen animal y vegetal en alimentos con proteína de alta calidad.¹

La alimentación de las aves de corral ha cambiado más que la alimentación de cualquier otra especie de animales domésticos. Hoy la vasta mayoría de aves de corral se produce en grandes unidades donde prevalece la ciencia y la tecnología². Las prácticas de cría en un comienzo estaban limitadas a mejorar el potencial económico de las razas puras; sin embargo, gradualmente se fueron cruzando razas para mejorar la productividad. Por último se desarrollaron nuevas razas sintéticas, las cuales aprovechan mejor el alimento.

Las principales razas productoras de carne son la Plymouth rock blanca, Cornisa, Sussex clara, Arbor acres, Ross y Hubbard.¹ Las aves productoras de carne ponen pocos huevos, los pollos crecen rápidamente y empluman pronto.

Las características que deben presentar las aves productoras de carne son³:

Macho:

- Pico fuerte y curvado
- Cabeza mediana con cresta y barbillas de poco desarrollo
- Cuello largo y grueso
- Patas cortas, gruesas y muy separadas
- Pies con dedos muy gruesos

Hembra:

- Talla menor que el macho
- Cabeza mas pequeña
- Cuello delgado
- Pechuga grande y redondeada
- Patas cortas, delgadas y sin espolón

La crianza y engorde eficiente de pollos necesita combinar tres elementos básicos para obtener un pollo de óptimas características¹:

- Excelente material genético (pollo), que sea capaz de convertir más eficientemente el alimento y estar listo para el mercado en menor tiempo.
- Alimento, que cubra todas las necesidades nutricionales del pollo.
- Manejo, que incluya una buena prevención contra enfermedades y debe incluir los cuidados adecuados en cuanto a cama, ventilación, iluminación y temperatura del galpón, para que permita, al pollo, desarrollar su potencial genético y al alimento cumplir con su misión para lograr “Un pollo sano, buen peso y buena conversión alimenticia”.

4.2 NECESIDADES NUTRICIONALES DEL POLLO DE ENGORDE

La producción de pollo de engorde es una empresa altamente especializada que depende mucho de la eficiencia alimentaría, por tanto es esencial que las raciones suministren todos los requerimientos nutricionales para un rápido crecimiento y buena calidad de carne⁴.

En la tabla 2 se registran los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo de los pollos y seguidamente se especifican las funciones de estos nutrientes en el organismo animal.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde en función de la edad

Nutriente	Edad en días	
	0- 40	40- 65
Energía Kcal/Kg	2900	2800
% Proteína	20-22	18-20
% grasa	2.5	2.5
% fibra	3.5	3.5
% Fósforo	0.45	0.40
% Met	0.40	0.40
% Lys	1.06	1.06
% Cys	0.39	0.39
% Ca	1.4	1.4
% Na	0.3	0.3

Fuente: Requerimientos nutricionales de las aves, Washington, D.C, National Academy of Sciences.

4.2.1 Agua. Probablemente el nutriente más importante para los pollos porque una deficiencia afectará adversamente el desarrollo del pollo más rápidamente que la falta de cualquier otro nutriente, el agua suaviza el alimento en el buche y lo prepara para ser molido en la molleja⁵.

Las funciones del agua en el organismo animal son: transportar nutrientes, residuos, hormonas y gases, hacer parte del protoplasma celular, participar en la digestión, absorción, metabolismo, secreción y excreción⁶.

4.2.2 Proteínas. Son los materiales que desempeñan un mayor número de funciones en las células de todos los seres vivos. Por un lado, forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, plumas, cartílagos etc.) y por otro, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras (asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre)⁷. Las aves tienen un requerimiento de proteína del 18% al 22% dependiendo de su fase de desarrollo.

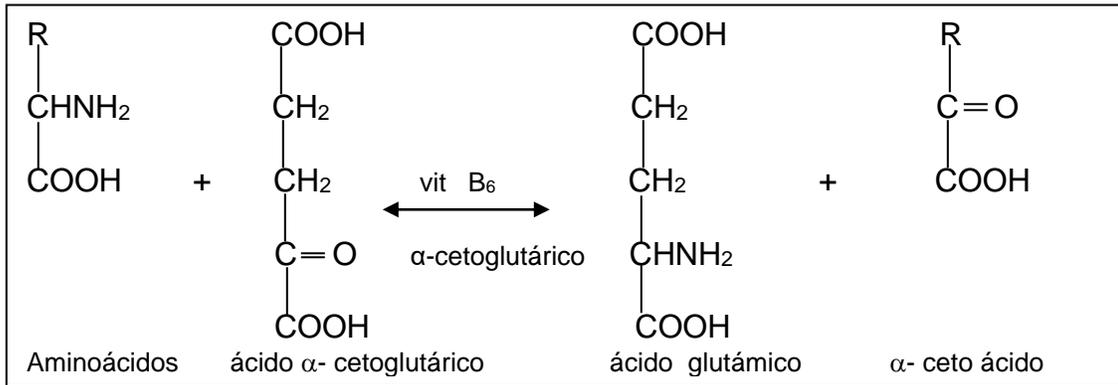
Los pollos pueden obtener estas proteínas de fuentes vegetales o animales como pescado, cereales, leguminosos, semillas y frutos. Las enzimas se encargan de hidrolizarlas y los aminoácidos liberados son absorbidos hacia la corriente sanguínea donde se utilizan en la síntesis de proteínas requeridas para el crecimiento, mantenimiento y reparación de células del cuerpo³.

4.2.3 Aminoácidos. Son los nutrientes esenciales, en lugar de la molécula de proteína en si. Proporcionan los elementos necesarios para la síntesis proteica. Existen muchas reacciones en el organismo animal vinculadas con los aminoácidos, las cuales facilitan, la ínter-conversión de unos en otros, la utilización de estos para suministrar energía al cuerpo y finalmente la excreción del amoniaco excedente⁸.

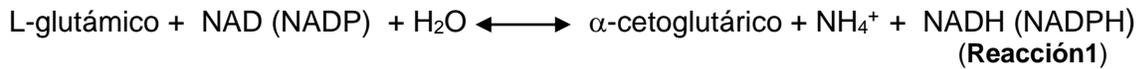
En la transaminación (figura1), se permite el paso de amoniaco de un aminoácido a la fracción cetónica de un α -cetoácido. La transaminasa más importante comprende los ácidos glutámico y α -cetoglutámico, esta reacción es reversible y requiere de la vitamina B₆ como cofactor y sirve para producir los siguientes procesos⁸:

1. Los aminoácidos excedentes, esenciales o no, pueden ser relevados de su amoniaco (a glutámico) y los cetoácidos metabolizados en el ciclo ATC para la formación de energía (reacción a la derecha)
2. Los aminoácidos dispensables pueden sintetizarse a partir del ácido glutámico y los intermediarios del ATC (reacción a la izquierda).

Figura 1. Proceso de transaminación de los aminoácidos



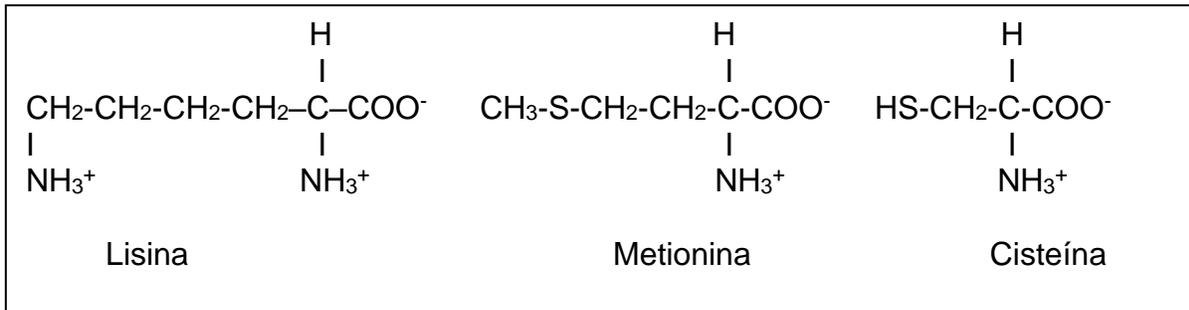
Otra reacción en la que participan los aminoácidos es la desaminación (reacción 1), en la cual el amoniacos se puede liberar para entrar al ciclo de la urea y ser excretado y el α -cetoglutárico puede entrar en el ciclo ATC⁸.



Esta es una reacción exergónica, ya que es una deshidrogenación y no una hidrólisis. Se desvía hacia la derecha bajo la influencia de ADP y GDP (lo que indica falta de energía) y hacia la izquierda bajo el efecto de ATP y GTP (lo que indica un exceso de energía)⁸.

Algunos aminoácidos se forman a medida que se requieren pero otros deben obtenerse del alimento, estos son llamados esenciales, no obstante los demás también son importantes. En la dieta de los pollos de engorde, hay tres aminoácidos, figura 2, que son esenciales para su buen desarrollo y crecimiento y su presencia favorece la defensa contra enfermedades y así mismo el buen funcionamiento de todo el organismo, estos aminoácidos son: lisina (requerido por las aves en un 1.06%), Metionina (requerido en un 0.40%) y cisteína (requerido en un 0.39%)⁹.

Figura 2. Aminoácidos esenciales en la dieta de los pollos de engorde



4.2.4 Carbohidratos. Componen la porción más grande en la dieta de las aves. Se encuentran en grandes cantidades en las plantas, aparecen ahí usualmente en forma de azúcares, almidones o celulosa. El almidón es la forma en la cual las plantas almacenan su energía, y es el único carbohidratos complejo que las aves pueden realmente digerir⁵.

Mediante un procedimiento analítico sencillo no se puede determinar el grupo de carbohidratos puesto que está integrado por numerosas entidades Químicas que carecen de una característica analítica común. Por lo tanto toda esta fracción está dividida en dos grupos: una parte insoluble en ácidos y bases a la que se llama fibra bruta y una fracción soluble a la que se denomina extracto no nitrogenado.¹⁰

Muchas veces los carbohidratos complejos son repetición de moléculas como glucosa y el compuesto varía en complejidad según como se unen, por ejemplo: el almidón tiene uniones α (1-4), α (1-6) y la celulosa β (1-4); igual sucede cuando carbohidratos se unen con sustancias que no pertenecen al grupo como pasa con la lignina y el silicio⁹.

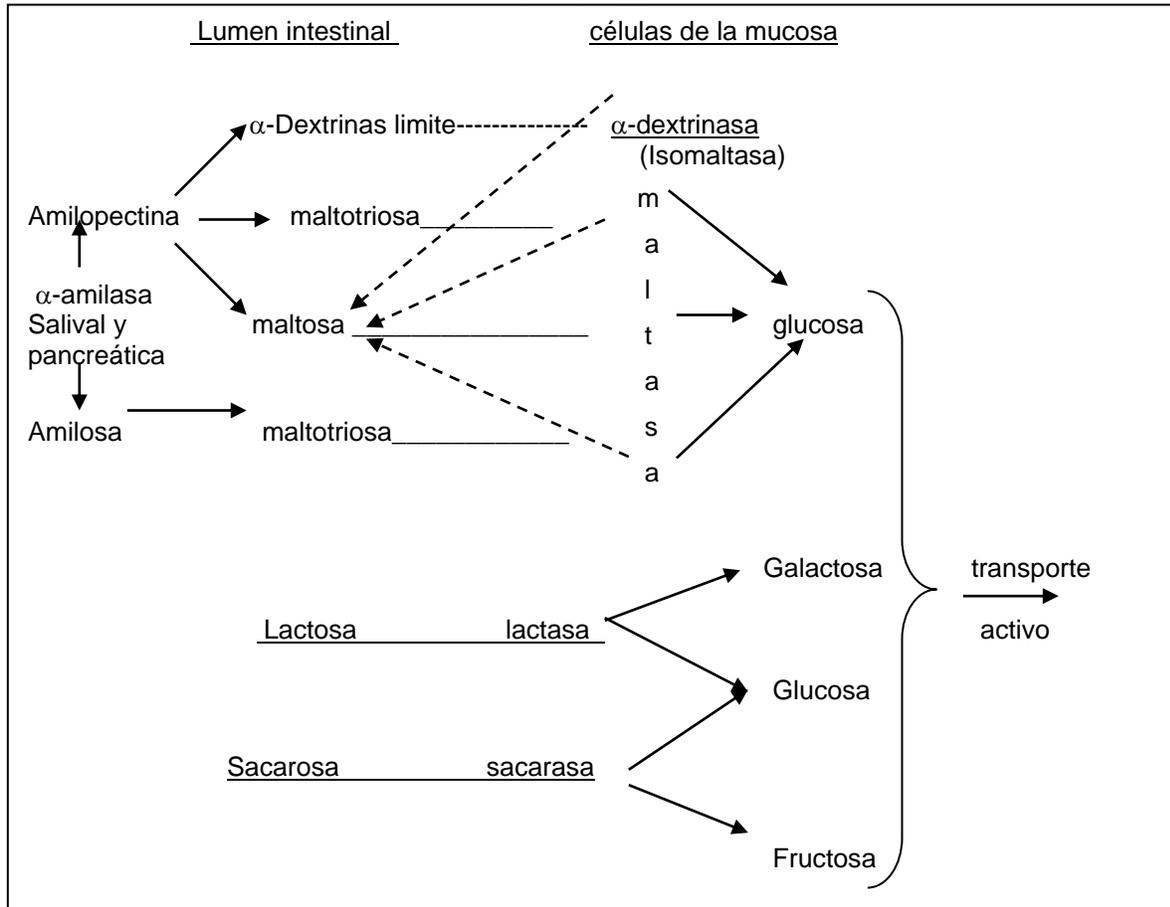
Entre los carbohidratos se encuentran;

- Monosacáridos: como glucosa, galactosa, fructosa, ribosa.
- Disacáridos: Sacarosa, lactosa y en menor cantidad maltosa, son reductores con excepción de la sacarosa.
- Polisacáridos: Son polímeros de glucosa entre los cuales se encuentran, almidón, Glucógeno, celulosa y pectina.

La figura 3 muestra los diversos carbohidratos digeribles por los animales no rumiantes, sus enzimas y productos finales respectivos. La α -amilasa, elaborada por las glándulas salivales y el páncreas, ataca los enlaces internos del tipo α -1,4 hidrolizándola amilosa a maltosa y maltotriosa. La hidrólisis de la amilopectina ramificada produce además α -dextrinas límites que están integradas por 8 a 10

moléculas de glucosa cada una con un enlace ramificante de el tipo α -1,6, además de los enlaces α -1,4. La maltasa, secretada por la mucosa intestinal, rápidamente hidroliza la maltosa y maltotriosa en glucosa, mientras que la enzima α -dextrinasa (isomaltasa) hidroliza a las α -dextrinas límite en glucosa y maltosa.⁸

Figura 3. Esquema de digestión y absorción de carbohidratos en animales no rumiantes.



Fuente: G.M. Gray, federation proc.

4.2.5 Grasas. Son una fuente importante de energía para las dietas actuales de aves porque contienen más del doble de energía que cualquier otro nutriente, además sirve de elemento estructural de los tejidos y son esenciales para diversas reacciones del metabolismo intermediario.⁸ En el proceso de digestión estas sustancias son transformadas en sustancias semejantes, pero características del organismo que las ingiere, por eso las grasas son consideradas como precursores dietéticos.¹⁰

La grasa es un componente necesario de los tejidos vivos y es esencial en la nutrición animal. Es el principal material de reserva corporal debido a que puede

almacenarse y movilizarse. Su ingesta equilibrada asegura el aporte de ácidos grasos esenciales responsables de la integridad de la membrana, síntesis de hormonas, fertilidad, y eclosión del pollito.² Su ingesta también asegura vitaminas liposolubles A, D y E. El requerimiento mínimo de grasa de grasa por las aves es de 2.5% en todos los periodos de su vida².

La total exclusión de la grasa de la dieta produce disminución en el crecimiento de los animales, descamación de la piel, perjudica la reproducción y daña los riñones. Las anomalías se curan adicionando a la dieta ácidos grasos linoleico y α linolénico y araquidónico que tienen dobles enlaces en C₆ y C₃ W₆ y W₃ contados a partir del metilo terminal y no pueden ser sintetizados como los demás. La grasa es por lo tanto necesaria para los tejidos vivos y esencial en la dieta animal.⁶

4.2.6 Minerales. Esta clase de nutriente está dividida en macrominerales: Ca, P, Mg, K, Na, Cl y los microminerales o elementos traza: Zn, I, Mo, Se, Fe, Mn, Cu. Aunque los microminerales son requeridos en pequeñas cantidades, la falta en la dieta puede ser perjudicial para los pollos como la falta de un macromineral.⁵

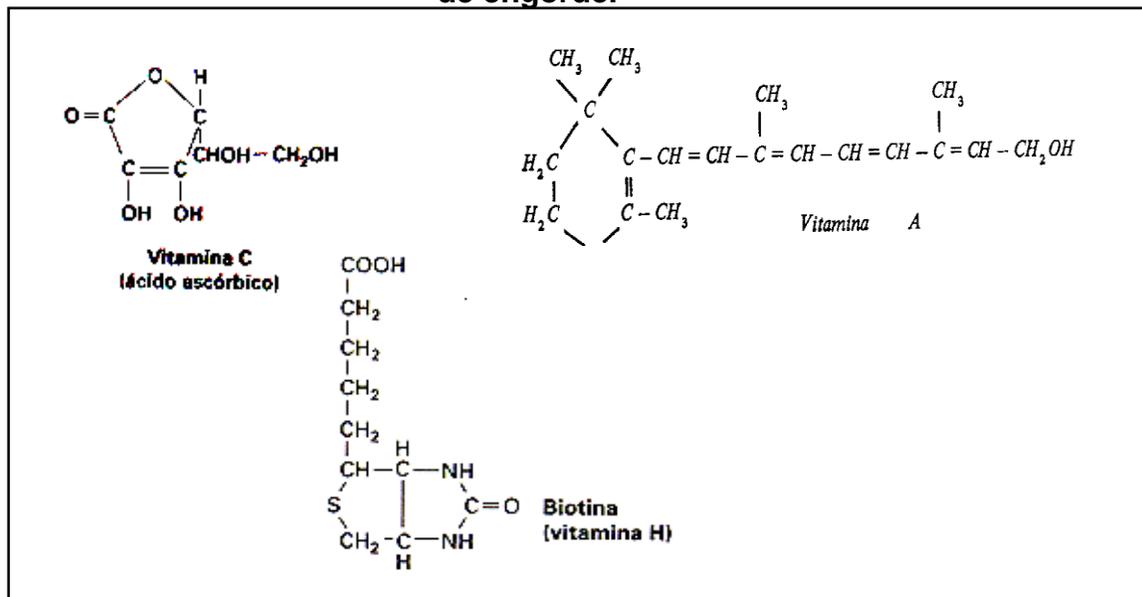
Los minerales tienen un número importante de funciones en las aves. La más reconocida ampliamente es la formación de huesos fuertes, rígidos y duros. Las gallinas ponedoras también requieren minerales, principalmente calcio, para la formación del cascaron. Los minerales son necesarios para la formación de células de la sangre, activación de enzimas, metabolismo de energía, y la función adecuada del músculo. Raciones carentes de Calcio y Fósforo producen crecimiento retardado y raquitismo en los pollos jóvenes.¹¹

El requerimiento de Calcio en las aves varía entre 0.8% y 1.0% y el de Fósforo entre 0.30% y 0.45%.¹²

4.2.7 Vitaminas. Las vitaminas son compuestos orgánicos que se utilizan en el metabolismo, en la defensa del organismo y en el crecimiento. Tienen funciones en la formación de hormonas, de material genético, de sustancias químicas para el sistema nervioso. Las marcadas deficiencias de una sola vitamina en la dieta de los pollos, interrumpe el proceso metabólico en el cual interfiere la vitamina¹³.

Las vitaminas esenciales para el buen desarrollo de los pollos son: colina, ácido nicotínico, piridoxina, biotina, ácido fólico, vitaminas C, E, K, B₂, A.¹³ La estructura de algunas de estas vitaminas se muestra en la figura 4.

Figura 4. Algunas vitaminas esenciales para el desarrollo de los pollos de engorde.



La falta de cualquiera de estos nutrientes afectara adversamente el desarrollo de los pollos. Es por ello que la inclusión en la dieta de cada uno de estos nutrimentos se debe asegurar para poder lograr un excelente producto.

4.3 CONCENTRADOS PECUARIOS

La significación económica de la producción animal ha aumentado extraordinariamente en los últimos decenios, la carne, el queso, la mantequilla, los huevos son apreciados cada vez más como alimento de gran valor biológico y producidos a gran escala, convirtiendo los animales en verdaderas fabricas de nutrientes para el hombre. Evidentemente la obtención de tales materias requiere una alimentación cuidadosa y equilibrada de los animales productores y es por ello que el conocimiento exacto del valor nutritivo de los concentrados y de las materias primas utilizadas en su alimentación es de importancia decisiva¹⁰.

Con la creciente industria avícola, paralelamente ha ido creciendo la producción de concentrados para aves, estos concentrados son suplementos que poseen proteína, grasa, minerales y vitaminas, en concentraciones superiores a las normales encontrados en los alimentos básicos.¹⁰

Habitualmente las industrias productoras de concentrados ofrecen cuatro líneas de alimento para las aves:

- **Iniciación:** Se suministra desde el nacimiento del pollo hasta las dos primeras semanas de vida, proporcionando los nutrientes necesarios para fortalecer huesos y prevenir enfermedades.
- **Levante:** Se suministra a los pollos a partir de la segunda semana hasta la quinta semana de vida, proporciona los nutrientes necesarios para crecimiento, emplumar, tonificar músculos y para realizar las funciones vitales de los pollos.
- **Engorde:** Se suministra a los pollos a partir de la quinta semana de vida hasta el sacrificio de los mismos. Proporciona los nutrientes necesarios para la ganancia de peso y crecimiento acelerados del pollo.
- **Ponedoras:** Se suministra a las gallinas ponedoras en su etapa de postura. Proporciona el calcio necesario para la formación del cascaron y crecimiento adecuado del embrión.

Entre las principales materias primas utilizadas en la elaboración de concentrados para aves se encuentran¹⁰:

a) Granos: sorgo, maíz, arroz, cebada, trigo, soya.

b) Tortas o subproductos de extracción de aceites: tortas de soya, algodón y ajonjolí, coco.

c) Harinas: harina de pescado, alfalfa, harina de soya.

d) Subproductos: del trigo, salvado, del arroz, del maíz, melaza de caña, harinas de subproductos avícolas y de ganado vacuno¹⁴.

e) Minerales, vitaminas, antibióticos y aditivos: harina de huesos, carbonato de calcio, fosfato bicálcico, sal, óxido de hierro.

Estos ingredientes entre otros, son los que proporcionan a la dieta, la proteína, grasa, energía y minerales que el animal necesita. Los altos costos y la carencia o escasez de algunas de estas materias primas son el factor limitante de la producción avícola.

Un concepto muy importante en los balanceados pecuarios es la energía. Esta proporciona el calor necesario para la realización del trabajo y funciones vitales de las aves.

Otros nutrientes importantes en la alimentación de las aves y que es fundamental que se encuentren incluidos en la ración, son las vitaminas. Básicamente se

encuentran en los alimentos de origen animal como las harinas de pescado, bacalao, harina de carne, sangre y hueso y en los alimentos de origen vegetal como el maíz amarillo, aceites vegetales, cacahuate, soya y levadura.¹⁵

Por otro lado, los minerales desempeñan un papel muy importante en la nutrición de las aves. El esqueleto de las aves está formado principalmente por calcio y fósforo; el potasio se encuentra principalmente en los músculos; el hierro en la sangre y el yodo en la glándula tiroides. Los granos son deficientes en minerales, por lo que en los balanceados para pollos es necesario suplementar Calcio, Fósforo y sales. La piedra caliza y conchas son una buena fuente de calcio.¹

La industria de alimentos concentrados, debe ser eficiente en generar alimentos balanceados que cubran de manera total estas necesidades de los pollos. Efectivamente esta industria se ha encaminado en elaborar concentrados que proporcionen todos los nutrientes y generen, en los animales productores, ganancias de peso considerables, sin embargo, la utilización de promotores y aceleradores de crecimiento, colorantes artificiales, saborizantes y aglutinantes químicos, generan productos cárnicos de coloración poco agradable y de sabor final no muy apetecible.¹¹ La mezcla adecuada y controlada de sustancia vegetales y animales, puede generar un alimento balanceado que cubra todos los requerimientos de los pollos, sin sacrificar el sabor final de la carne.

La avicultura del nuevo milenio deberá enfrentar nuevos desafíos, como la restricción al uso de promotores de crecimiento, costos elevados de las materias primas, poca oferta de fuentes de proteína y reducción en el costo final de producción, por lo tanto es en estas áreas de nutrición y de alimentación que los técnicos deberán ser progresistas y trabajar siempre en búsqueda de alternativas que continúen viabilizando la producción².

Es importante tener en cuenta en la elaboración de los concentrados que la calidad final no solo la determina la capacidad de generar la mayor ganancia de peso¹⁶, es necesario que el alimento presente otras características como:

- **Palatabilidad.** Indicador que mide la aceptación del alimento por los animales. Si este exhibe sabor y textura agradable para los animales estos lo comerán sin ningún problema. Por ello es necesario tener en cuenta adicionar edulcorantes como la melaza.
- **Conversión alimenticia.** Constituye el indicador que proporciona mejor información sobre la valoración nutricional de un producto, el cual se obtiene conociendo la cantidad de alimento consumido por el animal y los gramos de peso ganado al consumir dicha cantidad de alimento⁸.

- **Grado de digestibilidad.** Mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto debido a la absorción. La prueba de digestibilidad cuantifica los nutrientes consumidos y las cantidades eliminadas en las heces⁸.
- **Estabilidad del concentrado.** Indicador que proporciona información acerca de la duración de un producto sin que este presente alteraciones a través del tiempo en condiciones de almacenamiento óptimas. Estas alteraciones pueden ser causadas por condiciones ambientales como luz, calor y humedad o por reacciones de descomposición del producto.

4.4 DESECHOS DE MATADERO

El sacrificio de animales para el consumo humano, no solo genera carne en canal sino una considerable cantidad de partes que pueden incluso ser el 50% del peso inicial del animal. Estos por no ser el fin primordial del sacrificio son llamados subproductos los cuales presentan diversidad de características fisicoquímicas que les aportan un valioso potencial para uso alimentario e industrial.¹⁴ Al analizar la diversidad de procesos industriales en los cuales se pueden incorporar los subproductos de matadero y los altos volúmenes que de estos se producen en el sacrificio, se esperaría una vigorosa actividad industrial, sin embargo, el panorama real es bien opuesto lo que conlleva al mal aprovechamiento de estos subproductos a nivel industrial y comercial.¹⁴

Actualmente los costos de producción de la carne en canal, se han incrementado más rápidamente que el valor de comercialización de la carne y los márgenes de beneficio han disminuido. Tratar adecuadamente estos subproductos ayudaría en gran parte a reducir los costos de producción, convirtiéndolos en una alternativa económica para el productor, mediante los cuales se pagan los gastos de transformación, se generan beneficios en mataderos y se hace competitiva la proteína animal con la vegetal.¹⁴

La industria cárnica tiene la obligación de evitar la contaminación ambiental que generan estos subproductos al no ser tratados. En Colombia se debe cumplir la reglamentación sanitaria para los mataderos la cual se encuentra recopilada en la ley 09 de 1979 y en los decretos reglamentarios 2278 de 1982 y el decreto 1036 de 1991 del Ministerio de Salud Pública.¹⁷

En nuestro país y específicamente en el departamento del Cauca, esta reglamentación no ha sido cumplida cabalmente debido a la falta de inversión en investigación y en tecnología en las plantas de sacrificio animal, trayendo como consecuencia el cierre temporal de las plantas y en el mejor de los casos gran parte de los subproductos, como ejemplo la sangre resultante del faenado de los

animales, va a parar a los basureros municipales, en donde se acumulan grandes cantidades de este material aumentando en estos lugares los focos de contaminación ambiental y generando inconvenientes a la población adyacente.

El problema es mas amplio, al mirarlo en los municipios alejados de la población urbana, en los cuales aunque se manejen menores cantidades de subproductos debido al menor sacrificio de animales, estos desechos son arrojados a los riachuelos y ríos que atraviesan la población, generando inconvenientes sanitarios, ecológicos y contaminación humana.

4.4.1 Sangre de ganado vacuno. La sangre es el primer subproducto que se obtiene durante el sacrificio de los animales, su composición es la base para su aprovechamiento. Esta es usualmente estéril en animales sanos y esta totalmente libre de microorganismos.¹³ La sangre se comienza a contaminar exactamente en el momento del sangrado. La calidad de la sangre para aprovecharla en la alimentación depende básicamente del método de recolección. En la industria cárnica existen diferentes métodos para la recolección de la sangre, los cuales se usan dependiendo de la infraestructura y grado de tecnificación del centro de beneficio. Estos métodos son¹⁴:

- **Recolección por recipiente fijo.** Consiste en una tolva enterrada en el suelo a la cual llega por gravedad la sangre que resulta del sacrificio del animal. La sangre que aquí se recolecta contiene mayor carga bacteriana debido a que se mezcla con material regurgitado y contaminantes comunes del suelo.
- **Recolección por recipiente móvil.** Esta recolección se hace directamente del cuello del animal, recibiendo la sangre en recipientes móviles de fácil manipulación evitando que la sangre recolectada toque el suelo. Si los recipientes están perfectamente limpios y desinfectados se evitará al máximo la contaminación de esta sangre.
- **Recolección por cuchillo hueco.** Consiste en un cuchillo tubular de hoja hueca que se introduce en la yugular, este esta conectado por un extremo una manguera de plástico flexible a través de la cual fluirá la sangre hacia un recipiente que se encuentra tapado. Este método permite una limpia recolección de la sangre, evitando su contaminación.

De estos tres métodos el más utilizado en la industria cárnica es el del recipiente fijo, ya que la sangre que resulta en los mataderos, básicamente se desecha y va a parar a los basureros municipales, por lo cual no necesita que sea recolectada libre de microorganismos. Cuando la sangre va a ser utilizada en alimentación humana es necesario recolectarla con el método de recipiente móvil o por cuchillo hueco, evitando al mínimo la contaminación microbiológica.

4.4.1.1 Aprovechamiento de la sangre de ganado como alimento. La alta riqueza nutricional de los subproductos de origen animal permite que se utilicen en la elaboración de alimentos tanto para consumo humano como animal. Por ejemplo, la sangre entera se aprovecha para elaborar productos tradicionales como: morcilla, sangre frita, sopas con sangre, panes y tortas y como una alternativa en la reducción de costos se ha venido implementando el uso de la sangre en productos de pasta fina como salchichas y mortadelas, en donde se adiciona sangre entera en un 0.5 – 2%¹⁴.

Otro uso que se le da a la sangre es su incorporación en las raciones de monogástricos, donde se usa como complemento nutricional, estabilizador de vitaminas y fuente de Lisina, aportando los elementos faltantes de las mezclas de cereales y otros productos vegetales y mejorando mucho el valor nutritivo de la ración total¹⁷

La incorporación de estos desechos en las dietas de monogástricos ha sido bastante limitada y hasta eliminada, debido a una serie de factores como por ejemplo: Diferencias en el procesamiento, que puedan provocar reducción en el valor nutritivo de dichos subproductos. Los ingredientes de origen animal han sido tradicionalmente considerados como la principal fuente de contaminación bacteriana de los alimentos terminados.¹⁴ Esto es básicamente por la falta de investigación en el procesamiento de estos productos, por tal motivo surge la necesidad de optimizar el proceso de obtención de la harina de sangre y adecuarla a la elaboración de los alimentos concentrados para aves, de esta manera aprovechar su alto contenido proteico y de paso solucionar la carencia de fuentes de proteína, reducir los costos de elaboración de los concentrados y evitar el impacto ambiental negativo que provocan estos desechos de matadero al no ser procesados.

En la tabla 3 se resume los desechos de matadero de mayor utilización en Colombia¹⁷.

Tabla 3. Desechos comestibles de matadero de mayor utilización en la alimentación animal en Colombia.

Especie animal	Desechos utilizados
Vacuno	Grasa, huesos, contenido ruminal,
Porcino	Grasa, huesos, contenido ruminal, cascos, vísceras abdominales
Aves	Plumas, vísceras

Fuente: Colproas

4.5 INGREDIENTES EN LA MEZCLA DE LOS CONCENTRADOS

En la elaboración de los concentrados pecuarios habitualmente se utiliza mezcla de fuentes proteicas, minerales y energéticas que aseguren la calidad del concentrado.

Algunas de las materias primas más utilizadas son: harina de pescado, soya, subproductos de trigo, harina de huesos, subproductos del arroz, del maíz, cebada, mijo y Minerales. Cabe destacar que en muchas ocasiones y por falta de investigación se dejan de lado productos de origen vegetal y animal que con buen proceso, manejo y estudio serian de gran provecho en la producción de balanceados animales.

A continuación se citan algunos ingredientes utilizados en la fabricación de concentrados.

4.5.1 Soya. Estudios en animales han demostrado que la soja brinda excelentes recursos proteicos, contiene alrededor del 40% de proteína y combinada con otras proteínas de origen vegetal y animal mejoran el valor nutricional de los alimentos.

4.5.2 Maíz. Este cereal presenta gran diversidad de usos; presenta buena palatabilidad y su grano es muy nutritivo, con un elevado porcentaje de carbohidratos fácilmente digeribles, grasas y proteínas¹⁸.

Contiene un porcentaje de proteínas adecuado para la alimentación de las aves, principalmente prolamina (zeína), pero como tal, no contiene un perfil de aminoácidos ideal para las aves. Por tanto se recomienda enriquecerlo con otro alimento que supla estos aminoácidos.¹⁸

4.5.3 Mogolla. Es el producto residual de la molienda del grano de trigo, correspondiente al último tamizado de la harina¹⁵.

En aves (etapas de iniciación, crecimiento y postura) puede representar hasta 20% del concentrado; en general los niveles de inclusión son menores en producción de broilers que en postura, proceso que permite niveles de fibra más altos y de energía levemente más bajos en las raciones¹⁸.

4.5.4 Cebada. En el mercado nacional se encuentran la cebada cervecera la cual tiene mayor valoración por la industria de piensos. Los análisis medios de los últimos seis años muestran una tendencia en la cebada cervecera hacia un mayor contenido en proteína (11,1 vs. 10,8%) y almidón (51,5 vs. 49,7%) y un menor contenido en fibra bruta (5,1 vs. 6,4). Sin embargo, existen diferencias notables en función de la climatología y la zona de procedencia.¹⁵

4.5.5 Miel de purga. El subproducto viscoso resultante de la elaboración de azúcar refinada. Este ingrediente además de proveer las energías necesarias para los animales, incluye en su dieta minerales necesarios para su buen desarrollo, además confiere al concentrado final características más palatables². Contiene gran cantidad de azúcares reductores y alto contenido de cenizas.

4.5.6 Harina de sangre. La harina de sangre es el residuo cocido y finamente molido derivado de la sangre cruda del ganado de engorda, excluyendo todo material extraño como pelos, contenido ruminal, orina y otros, con excepción de niveles traza inevitables en cualquier buen proceso de manufactura. La sangre desecada, compuesta de sangre deshidratada, es un suplemento de proteína para las aves contiene alrededor de un 80% de proteína cruda y es excelente fuente de aminoácidos¹⁴.

5. METODOLOGIA

El trabajo realizado comprendió varias etapas, que se desarrollan de la siguiente manera:

5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La sangre es proporcionada en el Matadero Municipal de La Ciudad de Popayán. El número de reces sacrificadas en este matadero es un promedio de 70 reces diarias.

Los análisis bromatológicos se realizan en los laboratorios de Agroquímica de la Universidad del Cauca.

Los análisis de aminoácidos se realizan por HPLC en los laboratorios de Fisiología Vegetal de las instalaciones de CENÍCAFÉ Chinchiná Caldas.

La preparación del concentrado se realiza en la planta piloto de Concentrados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.

El trabajo de campo con los pollos se efectúa en la finca San Francisco ubicada en la Vereda San Bernardino municipio de Popayán.

5.2 PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE SANGRE

La calidad higiénica de la harina de sangre final se asegura, con una correcta manipulación de la sangre desde su recolección y almacenamiento.

5.2.1 Recolección de la sangre. El método utilizado para la recolección de la sangre es el método del recipiente móvil. Este permite una menor contaminación de la sangre desde el momento del sangrado del animal y asegura una mayor calidad higiénica de la misma. La sangre se recoge en baldes perfectamente limpios de 20litros que se tapan inmediatamente después de recolectarla. Esta sangre debe ser almacenada en refrigerador en el menor tiempo posible, hasta el momento de realizar la cocción.

5.2.2 Cocción de la sangre. La cocción de la sangre se realiza en una caldera en la cual se evapora el agua de la sangre (figura 5), hasta quedar con una humedad alrededor del 60%. Esta humedad se logra cuando la sangre presenta una consistencia migajosa y los coágulos formados no escurren agua. El calor de

cocción inicialmente debe manejarse moderadamente alto, donde la sangre alcanza una temperatura de 65°C, hasta que se hayan formado los coágulos. Una vez formados los coágulos, se reduce el calor de cocción, manteniendo la sangre con una temperatura alrededor de 50°C, hasta que salga el agua contenida en los coágulos y estos tomen mayor consistencia. Para verificar la pérdida de agua se corta un coagulo a la mitad y se observa si aun contiene o no agua, cuando el coagulo está seco se presiona un poco para verificar que no escurra.

Figura 5. Cocción de la sangre vacuna



- **Enfriado y triturado.** Una vez realizada la cocción, el producto se enfría por completo a temperatura ambiente. Los coágulos formados se trituran con la mano para reducir su tamaño y dar uniformidad, (figura 6). El producto final es de color marrón, presenta consistencia migajosa y no escurra agua.

5.2.3 Almacenamiento. La harina de sangre elaborada se almacena en refrigerador a 0 °C y solo debe ser retirada de este cuando vaya a ser utilizada. Para poder almacenar la harina de sangre esta debe estar a temperatura ambiente, (15- 20 °C)

Figura 6. Harina de sangre



5.3 VALORACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS INGREDIENTES SELECCIONADOS PARA EL CONCENTRADO.

Para valorar el contenido nutricional de las materias primas se realiza el análisis bromatológico a la harina de sangre, mogolla, salvado de maíz, cebada y soya. De acuerdo a la metodología reportada por Bernal (1993)¹⁰.

La metodología utilizada se relaciona a continuación.

5.3.1 Humedad. El método Se basa en la pérdida de peso que sufre el alimento al calentarse a 105 °C. Este valor incluye además del agua propiamente dicha, las sustancias volátiles que acompañan al alimento.

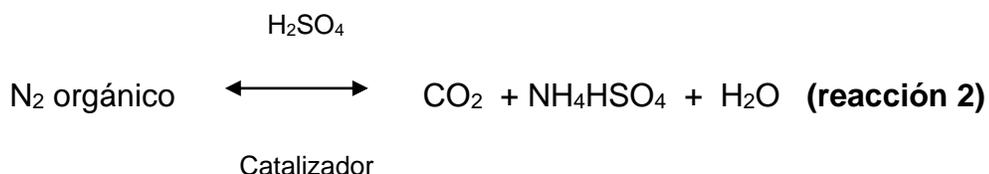
5.3.2 Cenizas. Es el residuo inorgánico de una muestra incinerada aumentando la temperatura gradualmente hasta 550 °C. En esta temperatura se mantiene la muestra aproximadamente 4 horas, tiempo en el cual se pierde la materia orgánica de la muestra, quedando solo las cenizas y allí los minerales.

5.3.3 Fibra. Para su determinación se efectúan dos digestiones: la primera con ácido sulfúrico y la segunda con hidróxido de sodio, para eliminar proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasa, vitaminas y otros compuestos diferentes que interfieren en su determinación.

5.3.4 Grasa. Se hace la extracción soxhlet con éter de petróleo, de la muestra previamente seca, manteniendo la muestra en reflujo durante 4 horas, finalmente se destila el éter, obteniendo la grasa.

5.3.5 Proteína. Para su determinación se utiliza el método de kjeldhal el cual consiste en:

a) Oxidación de la muestra con ácido sulfúrico y catalizadores, durante la cual la materia orgánica se destruye y el nitrógeno se convierte en sulfato ácido de amonio según la reacción 2.

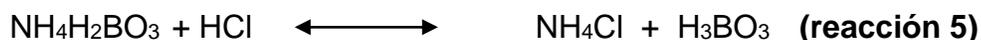


b) Descomposición del sulfato ácido de amonio por medio de un exceso de álcali fuerte para liberar el amoniaco, el cual se recoge por destilación sobre ácido bórico.

Las reacciones que suceden son la reacción 3 y 4.



c) Titulación del borato de amonio formado con solución patrón de HCl ó H₂SO₄. La reacción de titulación es la reacción 5:



Para expresar la cantidad de proteína bruta se multiplica el porcentaje de nitrógeno determinado por el factor 6.25, asumiendo un promedio de Nitrógeno en proteína de 16%.

5.3.6 Fósforo. La determinación se hace en el extracto ácido de las cenizas mediante colorimetría a 660nm, en presencia de molibdato de amonio y tartrato de antimonio y potasio, previa reducción con ácido ascórbico.

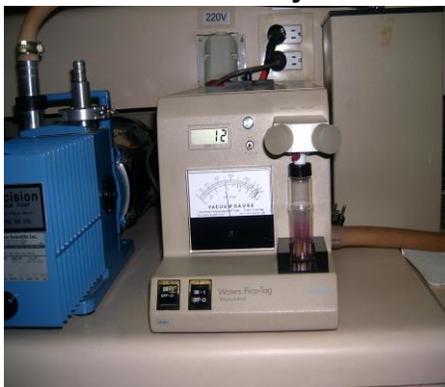
5.3.7 ENN. Se determina por cálculo; restando de 100, los porcentajes de Humedad, Grasa, Fibra, Cenizas y Proteína.

5.3.8 Valor Calórico. Se determina mediante la suma de los productos de: (%Grasa x 9), (% Proteína X 4) y (ENN X 4).

5.3.9 Aminoácidos. Para la determinación de Aminoácidos se utiliza la metodología PICO-TAG y cromatografía líquida de alta resolución.¹⁹ para llevar a cabo la metodología PICO-TAG, es necesario realizar a las muestras, un proceso de resecado, con una solución 2:2:1 de etanol, agua, trietilamina para evitar interferencias de sales, lípidos y otras sustancias presentes en ellas. Este proceso se lleva a cabo en la estación de trabajo PICO-TAG, la cual consta de una bomba

de vacío que permite el secado de las muestras sin utilizar calor, además de un horno en el que se realiza la hidrólisis de las proteínas, (figura 7).

Figura 7. Estación de trabajo PICO-TAG

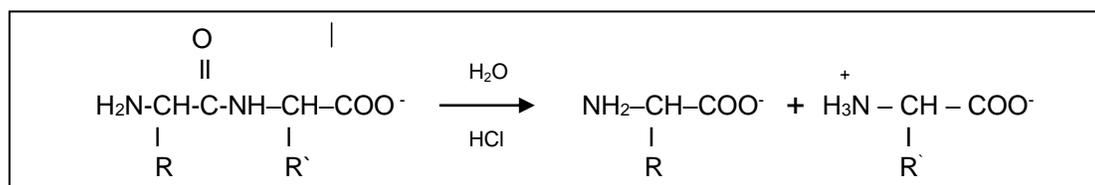


5.3.9.1 Método PICO-TAG: El método PICO-TAG involucra dos pasos.²⁰

1. Hidrólisis de las proteínas para producir aminoácidos libres.
2. Derivatización de los aminoácidos con PITC

➤ **Hidrólisis.** Consiste en romper los enlaces peptídicos y liberar los aminoácidos presentes en las muestras. La hidrólisis se lleva a cabo sometiendo la muestra a reflujo con HCl 6N que contiene 1% de fenol, a 110°C durante 24 horas. Posteriormente se seca la solución de HCl dejando libres los aminoácidos como sus sales²⁰, (reacción 6). Realizado el paso de hidrólisis la muestra debe someterse nuevamente a resecado para retirar por completo el exceso de reactivos y evitar la aparición de picos extras en los cromatogramas²¹.

Reacción 6. Hidrólisis de las proteínas

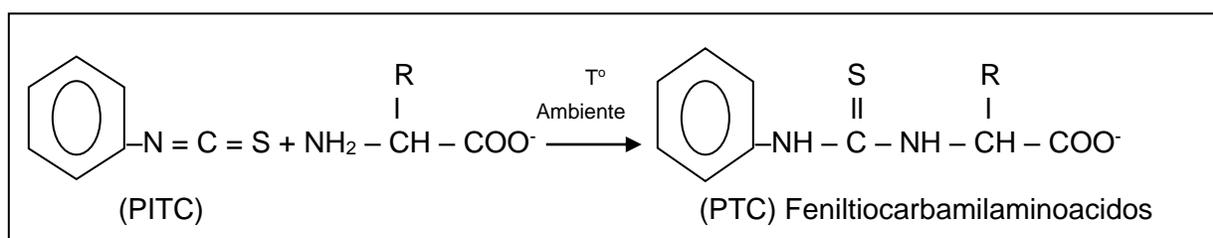


➤ **Derivatización.** Las muestras hidrolizadas son tratadas con una solución 7:1:1:1 de etanol, agua, trietilamina, fenilisotiocianato. La mezcla se agrega a las muestras y se deja actuar a temperatura ambiente durante 20 minutos para que el derivatizante entre en contacto con los aminoácidos libres y se lleve a cabo la reacción de rompimiento del último grupo amino. Después de 20 minutos se seca la muestra en la estación de trabajo PICO-TAG. En este paso se producen PTC

(feniltiocarbamilaminoácidos), reacción 7, los cuales absorben en un amplio espectro UV y son fácilmente analizados por HPLC.²⁰

Es necesario llevar a cabo nuevamente el proceso de resecado de la muestra, para evitar picos extras en los cromatogramas.

Reacción 7. Derivatización de los aminoácidos.



5.3.9.2 Análisis por HPLC. Realizados los pasos de hidrólisis y derivatización, las muestras se analizan cuantitativamente por HPLC, utilizando el método de flujo de gradiente. El gradiente separa los componentes de la muestra como una función de la afinidad del compuesto por la fase móvil utilizada respecto a la afinidad por la fase estacionaria. Así los compuestos eluirán a las concentraciones mayores de aquella fase móvil con la que tengan mayor afinidad.

Se determinan los aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina por HPLC en Equipo Waters, modelo 486,¹⁹ y columna C18 Waters, detector UV-Vis, en una longitud de onda de 254nm. Para la curva de calibración se utilizan aminoácidos estándar (AA-S-18) de Metionina, Cisteína y Lisina, a los cuales se les realiza el proceso de derivatización y resecado y se preparan en concentraciones de 1.0%, 0.50%, 0.25%, 0.20%. La ecuación de la recta de la curva de calibración se expresa como: $Y = mx + b$ y presenta un coeficiente de correlación lineal, $R = 0.9999$.

En la tabla 4 se fijan los parámetros programados para el gradiente y el equipo HPLC.

Tabla 4. Parámetros programados para la determinación por HPLC

Tiempo minutos	Flujo mL/min	% A	% B	Curva
-	0.8	100	0	-
10.0	0.8	54	46	5
10.5	0.8	0	100	6
11.5	0.8	0	100	6
12.0	1.3	0	100	6
12.5	1.3	100	0	6
20.0	1.1	100	0	6
20.5	0.8	100	0	6

- Eluente A (Acetato de sodio trihidratado, agua, TEA)
- Eluente B (Acetonitrilo, agua)
- Diluyente (Fosfato ácido de sodio)
- El tiempo de corrido se fija en 20.5 minutos.
- La temperatura de la columna se fija a 35 °C con un máximo de 50 °C.
- El volumen de inyección es de 5 uL.
- La presión se pone en un límite de 3500 psi.

5.4 FORMULACIÓN Y PREPARACIÓN DEL CONCENTRADO

Valorado el contenido nutricional de los ingredientes seleccionados se formula una dieta experimental para pollos de engorde.

Las materias primas seleccionadas fueron adquiridas en el granero comercial, Erazo Hermanos. La PVM es la mezcla comercial Oromix.

5.4.1 Formulación. La dieta se elabora por el método de prueba y error ó método de tanteo, uno de los más empleados para balancear raciones, debido a su facilidad en el planteamiento y operación, manualmente está sujeto a la utilización de pocos alimentos y nutrientes.³ Los parámetros tenidos en cuenta para la formulación se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Formulación del Concentrado

Insumo	Cantidad Kg.	% Proteína	% Proteína Aportado.
Harina de sangre	8.0	88.0	7.04
Mogolla	20.0	16.2	3.24
Harina de Soya	9.42	43.0	4.05
Salvado de maíz	36.58	10.36	3.79
Cebada	18.0	10.46	1.88
Melaza	6.0	0	0
PVM	2.0	0	0
Total	100.0		20.0

5.4.2 Mezcla y elaboración. La premezcla de vitaminas y minerales se debe mezclar inicialmente con la mogolla de trigo. Seguidamente se mezclan las harinas de: Maíz, Mogolla, Cebada y Soya, agregando poco a poco la Harina de sangre y se continúa mezclando. Finalmente se adiciona la melaza disuelta en un poco de agua para facilitar su incorporación a la mezcla. En la Figura 8 se muestra la secuencia en la mezcla de los ingredientes

Figura 8. Secuencia de la mezcla de los ingredientes para la elaboración del concentrado



Mezcla de las Harinas Vegetales



Mezcla con la Harina de Sangre



Mezcla de la Melaza



Mezcla total

Una vez mezclados y homogenizados los ingredientes se pasa la mezcla por el molino un mínimo de tres veces. Se recoge el pellet en baldes limpios y secos, espolvoreándole un poco con cebada para evitar que se apelmace y se pegue entre si. Finalmente el pellet obtenido se extiende en plásticos y se deja secar a temperatura ambiente. Se empaca en bolsas y se almacenan en un lugar fresco y seco. La figura 9 muestra la secuencia de la obtención del pellet.

Figura 9. Obtención y secado del pellet.



Paso de Mezcla por el molino



Obtención del pellet



Secado del pellet



Pellet listo



Empacado

5.5 CARACTERIZACION QUIMICA DEL CONCENTRADO ELABORADO.

Con el fin de evaluar la calidad nutricional del concentrado experimental se le realiza el análisis bromatológico, utilizando la metodología reportada por Bernal (1993), descrita en los numerales **5.3.1 a 5.3.9**. Estas determinaciones se realizan en los laboratorios de Agroquímica de la Universidad del Cauca.

En el numeral **5.3.9 a 5.3.9.2** se relaciona la metodología utilizada en el análisis cuantitativo de los aminoácidos: Metionina, Cistina y Lisina realizado al **Concentrado Experimental**. Estos análisis se realizan en los laboratorios de fisiología vegetal de las instalaciones de CENICAFÉ Chinchiná Caldas.

5.6 EVALUACION DEL CONCENTRADO EXPERIMENTAL EN LA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE

Con el propósito de evaluar el **Concentrado Experimental** en la nutrición de pollos de engorde, se hace un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y dos réplicas por tratamiento, para un total de seis tratamientos. Los tratamientos utilizados y su descripción se resumen en la tabla 6.

Tabla 6. Diseño Experimental

TTO	DESCRIPCIÓN	PRESENTACION	UBICACIÓN
1	Concentrado Experimental. Es el concentrado elaborado	Pelletizado	Se suministra a los pollos distribuidos en las jaulas A1 y A2.
2	Mezcla de concentrados. Representa la mezcla 50/50 de los concentrados comercial y experimental .	50% pellet 50% polvol	Se suministra a los pollos distribuidos en las jaulas B1 y B2.
3 Control	Concentrado Comercial. El Concentrado Comercial es Itacol iniciación y engorde	Iniciación-polvo Engorde - Pellet	Suministrado a los pollos distribuidos en la jaulas C1 y C2.

A cada uno de los tratamientos se le asigna un concentrado como se especifica en la tabla 6.

El concentrado Comercial Itacol iniciación se suministra hasta la quinta semana y a partir de esta se suministra Itacol Engorde

A cada tratamiento se le asignan aleatoriamente 7 pollos y para cada tratamiento se hace dos replicas para un total de 14 pollos por tratamiento. Los pollos se ubican en jaulas de metro por metro, denominadas: **A1, A2, B1, B2, C1 y C2**, (figura 10).

Figura 10. Montaje de Jaulas



Los pollos utilizados en el ensayo son de raza Broiler de 15 días de nacidos con todas las vacunas suministradas. El peso inicial promedio para todos los pollos fue de 345 gramos. Figura 11.

Figura 11. Pollos utilizados en el ensayo



En la evaluación del **Concentrado Experimental** se registra el peso inicial de los pollos en cada tratamiento y se lleva un registro semanal de la ganancia de peso de los pollos, durante un periodo de tiempo de 45 días.

5.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Con el propósito de validar los resultados obtenidos se hace un tratamiento estadístico consistente en un Análisis de Varianza para saber si hay diferencia entre los tratamientos y se realizan pruebas de Duncan para saber entre cuáles tratamientos hay diferencia significativa.

6. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANALISIS

6.1 PRODUCCION DE LA HARINA DE SANGRE

Para obtener una harina de sangre que cumpla con las expectativas de calidad, tanto nutricional como física, es necesario realizar un adecuado manejo de la sangre desde su recolección hasta la terminación del producto. La clave para el óptimo aprovechamiento de los subproductos de origen animal se basa en: el método de recolección, la frescura de la materia prima y la uniformidad en el proceso¹⁴.

6.1.1 Recolección de la sangre. Cuando la sangre se recolecta por el método de recipiente fijo, al caer al suelo se contamina con material regurgitado por el animal, pelos y estiércol, debido a esto, esta sangre presenta alto porcentaje de contaminación y en menos de tres días la harina elaborada comienza a tomar un olor desagradable (putrefacto), sufriendo un proceso rápido de descomposición, aun conservándose en refrigerador. Por tal motivo no es recomendable utilizar este método para recolectar sangre que será utilizada en la elaboración de concentrados.

Para recolectar la sangre se utiliza entonces el método de recipiente móvil, recolectando la sangre directamente del cuello del animal, lo que permite una mayor calidad higiénica de la sangre, comparada con el método de recipiente fijo. Los resultados microbiológicos en una comparación utilizando los diferentes métodos de recolección presentan los siguientes datos¹⁴.

Recipiente fijo: Mesófilos aerobios (u.f.c.g⁻¹): 52480, Coliformes (u.f.c.g⁻¹): 100

Recipiente móvil: Mesófilos aerobios (u.f.c.g⁻¹): 741, Coliformes (u.f.c.g⁻¹): 12.88

6.1.2 Cocción de la sangre. En la cocción de la sangre se evalúa el efecto de las temperaturas altas y bajas.

La temperatura alta (60°C – 65°C), favorece el rápido secado del suero de la sangre y la aparición de los coágulos, pero se debe tener en cuenta que con temperaturas muy altas durante tiempos prolongados, se produce secamiento excesivo y calcinación de la sangre y se pueden perder contenidos importantes de aminoácidos y otros nutrientes. Mas adelante se vera que el calentamiento excesivo de la sangre conlleva a perdidas de aminoácidos. Por tanto no es recomendable manejar solo temperaturas altas en este proceso.

La temperatura baja (45 - 50°C), favorece el adecuado secado de los coágulos, evitando que estos se quemen y se calcinen y permite obtener una consistencia migajosa que se puede observar en la figura 12.

Por tanto el manejo del calor de cocción de la sangre, es de suma importancia, y se debe realizar primero con una temperatura moderadamente alta a que aparezcan los coágulos, seguida de calentamiento bajo hasta que el agua en los coágulos haya salido y así dar a la harina la consistencia deseada.

Figura 12. Consistencia migajosa de la Harina de sangre.



Mezclar continuamente la sangre durante el proceso de cocción favorece la protección de la sangre en el interior del recipiente, formando vapores de agua que facilitan el secado de los coágulos y la concentración de las células rojas, sin permitir que se queme. El tiempo de cocción depende solo de la cantidad de sangre que se coloque a cocinar y tardará hasta que el agua en el interior de los coágulos sea retirada. Se debe tener presente que 2 litros de sangre tardan un promedio de 45 minutos en estar listos como harina de sangre y 30 litros un promedio de 4 horas.

6.1.2.1 Humedad de la Harina. La humedad con que debe quedar la harina de sangre, después de la cocción, debe estar alrededor del 60% de tal manera que los coágulos que se forman, al ser partidos en la mitad, no presenten agua en su interior y que al presionarlos, no escurran. (Figura 13). Si los coágulos de la harina de sangre quedan goteando, la harina se dañará en menos de 10 días, presentando primero un olor putrefacto y coloración pardosa, que indican que no puede utilizarse en la elaboración del concentrado.

Figura 13. Secuencia de secado de los coágulos



6.1.3 Enfriamiento de la Harina de Sangre. Antes de guardar la harina de sangre en el refrigerador es importante enfriarla por completo a temperatura ambiente, hasta alcanzar una temperatura entre 15-20 °C, removiendo la harina para lograr un enfriado uniforme, esto evita que se lleven a cabo reacciones de descomposición que terminan por dañar el producto.

6.1.4 Consistencia de la harina. La forma de utilizar las harinas de sangre en el sector pecuario ha sido tradicionalmente en forma de gránulos cristalinos, manejando porcentajes de humedad entre 8 y 13%, que permiten su fácil almacenamiento, transporte y prolongada duración¹⁷

En este trabajo inicialmente, después de enfriar la harina, esta se secaba al sol hasta obtener una harina en forma de gránulos cristalinos de consistencia dura, pero en esta forma la harina presenta estos inconvenientes:

1. Su ensayo previo en pollos y cerdos muestra que no son digeridos, siendo excretados como cristales enteros, limitando así su utilidad.
2. el excesivo calentamiento de la Harina de sangre hasta obtener cristales, conlleva a pérdidas de aminoácidos como Metionina y Cisteína. Esto se puede observar mas adelante.
3. La extrema dureza de los cristales es un inconveniente para la elaboración del concentrado ya que no se apelmazan perfectamente con los demás ingredientes y se necesita demasiada agua y un aglutinante para la obtención del pellet.

Por tal motivo cuando la sangre ya ha sido cocinada y enfriada a temperatura ambiente, no se realiza el proceso de secado al sol pero si se realiza un proceso de trituración manual de los coágulos para darle una uniformidad al tamaño de los mismos, figura 12, así se obtiene una consistencia migajosa, no cristalina y que desborona fácilmente. Figura 14.

Figura 14. Consistencia de la Harina



6.1.5 Almacenamiento y conservación de la Harina de Sangre. La harina de sangre elaborada debe almacenarse en el menor tiempo posible en refrigerador. Aquí la harina conserva intactas sus características organolépticas durante un período de un mes, si no se rompe la cadena de frío, este período se prolonga durante mas de tres meses.

6.1.6 Consideraciones acerca de la Harina de sangre obtenida. La harina de sangre ha sido evaluada y estudiada para fines nutricionales, pero su incorporación en la dieta de monogástricos ha sido bastante limitada y hasta eliminada debido a tres aspectos fundamentales:

1. Los ingredientes de origen animal han sido tradicionalmente considerados como la principal fuente de contaminación bacteriana de los alimentos terminados.¹⁷
2. Las diferencias en el procesamiento que puedan afectar el valor nutritivo de este subproducto.²²
3. El grado de digestibilidad se ve afectado cuando esta harina se deja cristalizar en el momento de realizar el secado. Este factor también afecta la mezcla de este ingrediente en la ración, ya que no permite la fácil formación del pellet, haciéndose necesaria la adición de aglutinantes y agua en exceso.¹⁴

Estos aspectos han sido evaluados y analizados en este trabajo y para cada uno de ellos se presenta una alternativa de solución.

En cuanto al primer inconveniente, la contaminación bacteriana de cualquier sustancia alimenticia es manejable mediante la buena manipulación, procesamiento y almacenamiento del alimento. La metodología elaborada para la obtención de la harina de sangre, enmarca los cuidados a tener en cuenta para evitar la contaminación de la sangre tanto en el método de recolección como en el almacenamiento.

En cuanto a la segunda limitación, se ha logrado en este trabajo, la estandarización de la metodología de obtención de la harina de sangre, de esta manera, siguiendo el protocolo, como las temperaturas de cocción, humedad final del producto, consistencia y pruebas de punto final de la harina, el producto presentará siempre óptima calidad. Cabe resaltar que en análisis previos del producto elaborado se obtuvieron muy buenos y beneficiosos porcentajes de nutrientes, los cuales se especifican mas adelante.

Para la tercera limitación, se plantea para la harina de sangre una consistencia migajosa, la cual desborone fácilmente y que finalmente se maneje con un porcentaje de humedad alrededor del 60%, en este se consigue la mayor digestibilidad de la harina y al mismo tiempo buen grado de mezcla de este ingrediente con el resto de los ingredientes en la ración, favoreciendo la compactación de los ingredientes y la formación del pellet, sin adicionar aditivos para lograr este fin.

Si se toman en cuenta estas consideraciones en el manejo de la sangre para elaborar harina como ingrediente proteico de las raciones animales, se obtendrá un producto de excelente calidad nutricional y no solamente se da una solución a las carencias de proteína animal en el país, sino que se redunda también en beneficio del medio ambiente, en el momento en que estos subproductos se conviertan en fuente proteica de las raciones y se incorporen a la mezcla de balanceados animales, evitando que vayan a parar a los afluentes cercanos ó a los basureros municipales.

La harina de sangre elaborada es muy estable bajo condiciones de almacenamiento óptimas, conservando el producto a 0 °C, y cuidando que este solo sea retirado del refrigerador una vez vaya a ser utilizado. Al cabo de 2 meses la harina mantiene estables sus contenidos nutricionales y no presenta alteraciones físicas que evidencien reacciones de descomposición, es decir que se mantienen intactas sus características organolépticas en cuanto a textura, olor, color, y al ser utilizada en la elaboración de raciones alimenticias, estas ultimas presentan optima calidad durante más de 3 meses.

6.2 VALORACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS INGREDIENTES SELECCIONADOS PARA EL CONCENTRADO.

En las tablas 7, 8, 9, 10 y 11 se relacionan los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio de las muestras utilizadas para la elaboración del **Concentrado Experimental**.

Tabla 7 Porcentaje de humedad de las materias primas

Ingrediente	Mogolla de trigo	Salvado de maíz	Cebada	Soya	Harina de sangre
% Humedad	11.27	11.84	13.70	12.0	60.0

Tabla 8. Composición nutricional de las materias primas (Base seca)

Nutriente	Mogolla de trigo	Salvado de maíz	Cebada	Soya	Harina de sangre
%Proteína	16.46	10.36	10.46	43.0	88.0
%Grasa	3.2	4.45	1.19	1.09	0.5
%Fibra	7.55	4.9	4.31	6.9	0
%Cenizas	5.79	1.61	1.51	5.47	3.89
%Fósforo	0.99	0.92	0.85	0.13	0.23

Tabla 9. Contenido de aminoácidos de las materias primas. (Base seca)

Aminoácido	Mogolla de trigo	Salvado de maíz	Cebada	Soya	Harina de sangre
% Metionina	0.68	0.25	0.23	1.3	1.08
% Cisteína	2.41	1.90	1.07	4.9	7.85
% Lisina	1.75	0.13	0.16	7.4	4.3

Tabla 10. Contenido porcentual de aminoácidos en la proteína de los ingredientes

Aminoácido	Mogolla de trigo	Salvado de maíz	Cebada	Soya	Harina de sangre
% Metionina en proteína	4.24	2.41	2.26	3.06	1.22
% Cisteína en proteína	14.9	18.33	10.29	11.50	8.92
% Lisina en proteína	10.80	1.32	1.54	17.20	4.88

Tabla 11. Contenido de carbohidratos y valor calórico de las materias primas

INGREDIENTE	ENN (carbohidratos g)	VALOR CALORICO (cal)
Mogolla	59.46	321.8
Salvado de maíz	69.38	349.3
Cebada	71.22	330.1
Soya	38.17	313.3
Harina de sangre	1.30	151.0

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de las materias primas, se observa en la tabla 7, que las humedades de todos los ingredientes, exceptuando la harina de sangre, están alrededor del 13% lo que facilita su almacenamiento, conservación y manipulación, ya que la carga bacteriana que se puede desarrollar es mínima bajo estas condiciones, asegurando así la calidad en almacenamiento de las materias primas y de los productos que se elaboren con ellas.

6.2.1. Análisis de la Mogolla. De la tabla 8 se deduce que la mogolla contiene un porcentaje de proteína alto, teniendo en cuenta que los cereales presentan según Pérez (2000), valores promedio de proteína de 7-12%. Esta proteína es de alto valor biológico en la nutrición de las aves, debido a que los porcentajes obtenidos de los aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina, (Tabla9), son superiores a los requerimientos de estos aminoácidos en la dieta de los pollos, evidenciando que esta proteína sule estas necesidades.

La figura 15 muestra el cromatograma de HPLC obtenido en el análisis de aminoácidos para la mogolla, donde se pueden observar los picos que hacen

referencia a la presencia de: Metionina, Cisteína y Lisina. De este Cromatograma se puede deducir que el contenido de Cisteína para la solución preparada con la proteína de este es mayor que el contenido de Lisina y este a su vez mayor que el contenido de Metionina.

De la tabla 8 se puede observar que: La Mogolla presenta porcentajes de ceniza y Fósforo superiores a las otras materias primas analizadas.

El contenido de grasa en la mogolla cubre los requerimientos de este nutriente en la dieta de los pollos. Según Pardo (2003), el contenido de grasa para la mogolla se halla dentro del rango encontrado para cereales y el contenido de fibra es ligeramente superior a valores reportados por este autor, esto puede atribuirse a diferencias en el procesamiento del trigo.

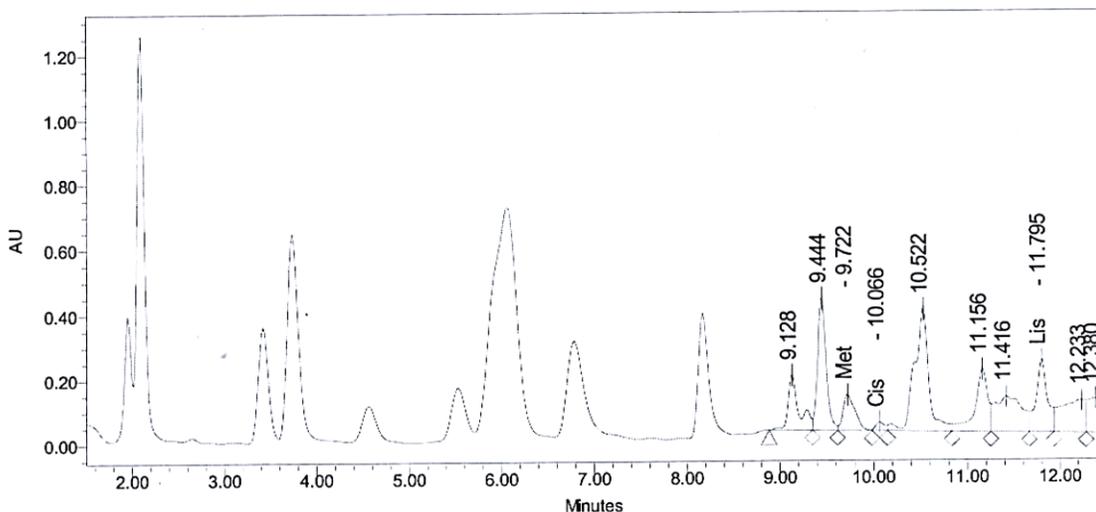
De la tabla 11 se deduce que el valor calórico hallado para la mogolla, se encuentra, según Pérez (2000), dentro del rango esperado para cereales, representando una alternativa valiosa en la solución de fuentes energéticas para los balanceados alimenticios.

Figura 15. Cromatograma de HPLC para la mogolla.

Sample Information

SampleName	mogolla2	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 01:03:45 PM
Injection	2	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 02:05:32 PM
Run Time	20.5 Minutes		

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		9.128	1397183	170839		
2		9.444	2586500	409190		
3	Met	9.722	965203	112551	0.051	%
4	Cis	10.066	170925	25493	0.179	%
5		10.522	3999834	377102		
6		11.156	1818391	195766		
7		11.416	2204444	109482		
8	Lis	11.795	1894146	223795	0.130	%
9		12.233	1834203	99778		
10		12.380	3485394	105151		

6.2.2 Análisis del salvado de maíz. En la tabla 8 se muestra un porcentaje de proteína para el salvado de maíz que se encuentra, según Pérez (2000), dentro del rango de proteína encontrado para cereales. Esta proteína es de moderado valor biológico en la alimentación de las aves, debido a que los contenidos de Metionina y Lisina en el salvado de Maíz, (tabla 9), están por de bajo de los requerimientos del pollo. La mayoría de los cereales, presentan Según Lorenz (1991), deficiencia en Lisina y cisteína, por ello es necesario suplementar la ración con materiales que aseguren la inclusión de estos nutrientes. Estas deficiencias son suplidas por ingredientes como la harina de sangre y la mogolla, que presentan mayores contenidos de estos aminoácidos.

La figura 16 muestra el Cromatograma obtenido en el análisis de aminoácidos por HPLC para el salvado de maíz y los respectivos picos de Metionina, Cisteína y Lisina. De este Cromatograma se puede deducir que el salvado de maíz presenta mayor contenido de cisteína comparado con el contenido de Metionina y Lisina en la solución preparada con la proteína de este material.

En la tabla 8 se puede observar que: El contenido de cenizas del salvado de maíz es uno de los más bajos dentro de los materiales analizados.

El contenido de Fósforo en este cereal cubre los requerimientos de este mineral en la dieta de los pollos.

El contenido de fibra se encuentra según Pérez (2000) dentro del rango indicado para cereales.

El contenido de grasa encontrado para el salvado de maíz esta por encima de los porcentajes de grasa encontrados para cereales según Lorenz (1991). Debido a que en la ración elaborada no se agregará grasa, el salvado de maíz junto con la mogolla representan la fuente de este nutriente en la ración.

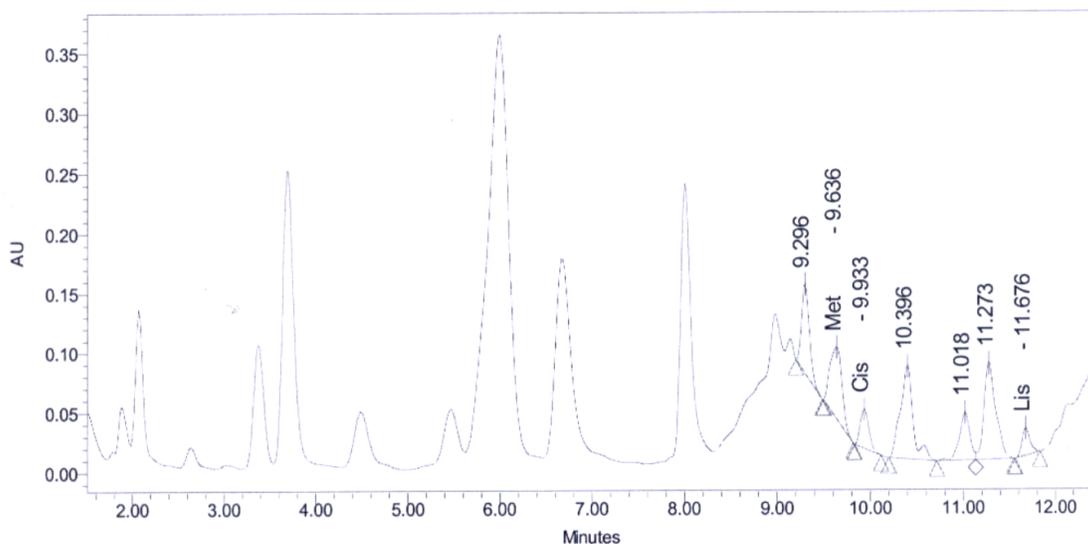
El salvado de maiz presenta el mayor contenido calorico entre las muestras analizadas suministrando a la ración elaborada la energía necesaria para su optimo balance.

Figura 16. Cromatograma de HPLC para el salvado de maíz

Sample Information

SampleName	salvado2	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 01:28:25 PM
Injection	3	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 02:06:38 PM
Run Time	20.5 Minutes		

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		9.296	436754	75108		
2	Met	9.636	529721	60291	0.030	%
3	Cis	9.933	211398	32586	0.222	%
4		10.396	730619	77993		
5		11.018	306296	39472		
6		11.273	715701	81293		
7	Lis	11.676	139075	23196	0.016	%

6.2.3 Análisis de la Cebada. De la tabla 8 se puede observar que el contenido de proteína en la cebada se encuentra dentro del rango hallado para cereales según Lorenz (1991) y según Pardo (2003) este valor se encuentra entre los valores más altos de proteína hallados en las diferentes variedades de cebada.

De la tabla 9 se deduce que la proteína de la cebada no cubre los requerimientos de Metionina y Lisina en la dieta de los pollos, deduciendo que la proteína de la cebada es de moderado valor biológico para la alimentación de estos animales. Los requerimientos de Cisteína si son suplidos por este cereal.

La figura 17 muestra el Cromatograma obtenido en el análisis de aminoácidos para la cebada y los respectivos picos de Metionina, Cisteína y Lisina, donde se puede observar que la cebada presenta mayores contenidos de Cisteína, comparado con la Metionina y Lisina.

En la tabla 8 se aprecia que este cereal presenta el valor más bajo de Cenizas pero uno de los más altos porcentaje de Fósforo entre los materiales analizados. Este ingrediente junto con el salvado de maíz y la mogolla de trigo conforman la fuente de este mineral para la dieta de los pollos.

En la tabla 8 se aprecia que el porcentaje de grasa para la cebada se encuentra según Pérez (2000) por debajo de los porcentajes reportados para este cereal y según el mismo autor, el contenido de fibra está dentro del rango encontrado para la cebada.

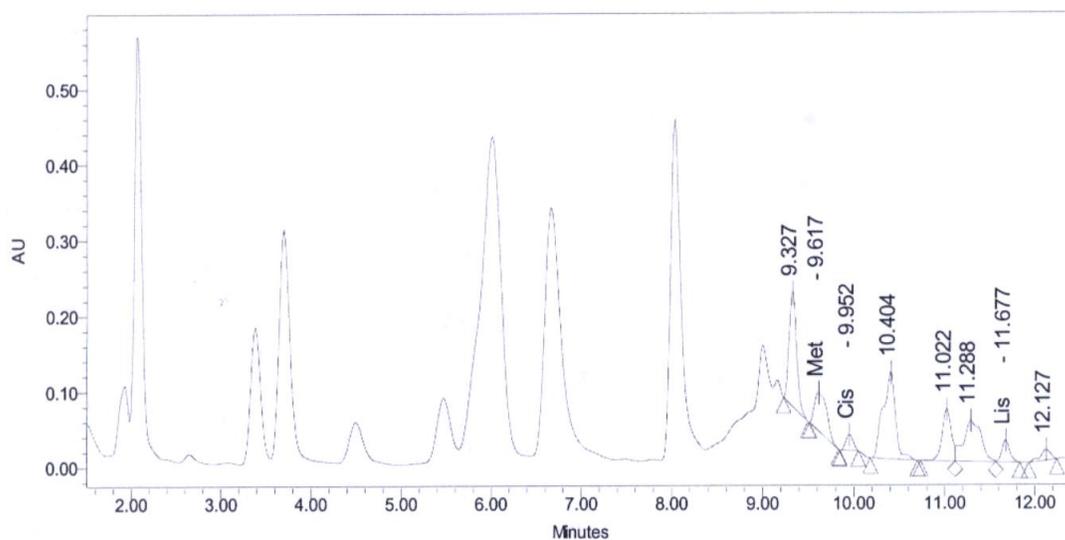
La cebada presenta el mayor contenido de carbohidratos entre las muestras analizadas, tabla 11 y presenta un valor calórico que se encuentra dentro del rango para cereales según autores como Pérez (2000) y Pardo (2003), convirtiendo la cebada en fuente de energía para las raciones.

Figura 17. Cromatograma de HPLC para la cebada

Sample Information

SampleName	cebada2	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 01:52:08 PM
Injection	4	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 02:07:38 PM
Run Time	20.5 Minutes		

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		9.327	867709	151387		
2	Met	9.617	489775	50295	0.028	%
3	Cis	9.952	121761	21220	0.127	%
4		10.404	1078800	114098		
5		11.022	486378	69392		
6		11.288	738756	54791		
7	Lis	11.677	175936	28909	0.019	%
8		12.127	113734	14298		

6.2.4 Análisis de la Soya. Los resultados relacionados en las tablas 8 y 9 muestran que la soya, presenta el mayor contenido de proteína y de aminoácidos Metionina y Lisina entre las sustancias vegetales seleccionadas. Esta proteína es de elevado valor biológico para la alimentación de los pollos, debido a que cubre los requerimientos de los aminoácidos indispensables como Metionina, Cisteína y Lisina en la dieta de las aves.

En la figura 18 se aprecia el Cromatograma de HPLC para la soya y se observan los picos que hacen referencia a la presencia de los aminoácidos Metionina, Cisteína y Lisina. También se observa que el contenido de lisina para la solución preparada con la proteína de este material es superior que el contenido de cisteína y este a su vez es superior que el de Metionina. La soya representa la fuente de lisina en la dieta elaborada, pues contiene el más alto porcentaje de lisina en su proteína.

En la tabla 8 se aprecia que el contenido de cenizas encontrado en la soya es uno de los más altos valores entre los materiales analizados, indicando mayor contenido de minerales.

Los porcentajes de grasa y fibra para la soya, reportados en la tabla 8 y el contenido de carbohidratos, tabla 11 se encuentran según Pérez (2000) y Pardo (2003), dentro de los parámetros adecuados encontrados en las diferentes especies de este cereal.

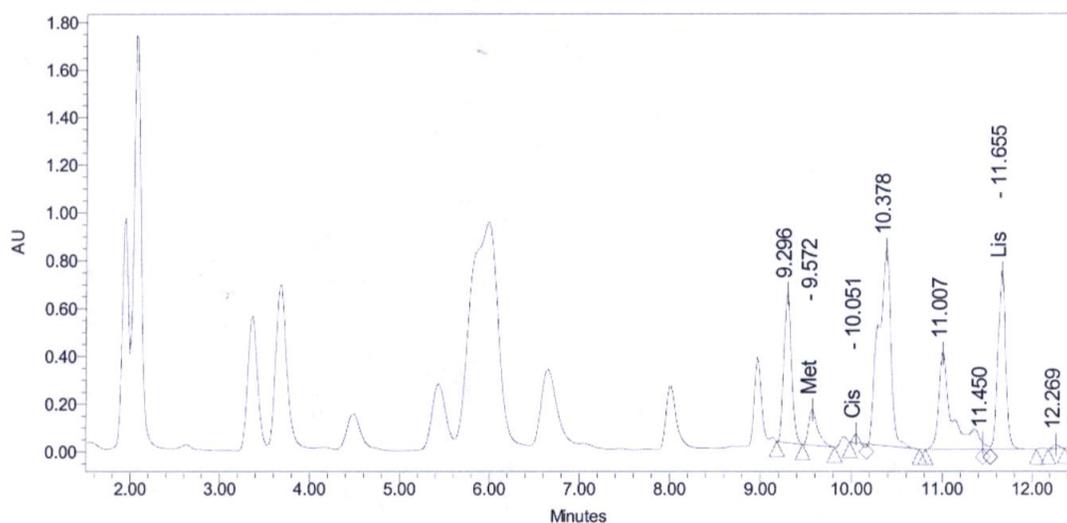
La soya representa una alternativa valiosa en la nutrición, debido a que además de ser fuente de proteína de excelente calidad biológica, aporta carbohidratos y energía.

Figura 18. Cromatograma de HPLC para la Soya

Sample Information

SampleName	soya2	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 02:15:22 PM
Injection	5	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 02:09:49 PM
Run Time	20.5 Minutes		

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		9.296	3681233	627974		
2	Met	9.572	1050403	149999	0.055	%
3	Cis	10.051	188874	37839	0.198	%
4		10.378	7873572	827518		
5		11.007	4280225	404625		
6		11.450	82711	25835		
7	Lis	11.655	4445806	743201	0.296	%
8		12.269	82241	17076		

6.2.5 Análisis de la harina de sangre. El análisis bromatológico de la Harina de sangre relacionado en la tabla 8, muestra que esta Harina presenta el mayor porcentaje de proteína entre las muestras analizadas. Este valor se encuentra por encima de los valores reportados para proteína en las harinas de sangre según Grass y Villa (2002). La Harina de sangre elaborada presenta los mayores contenidos de Cisteína entre las sustancias analizadas. Los contenidos de Metionina y Lisina en la harina de sangre elaborada se encuentran por encima de los contenidos de estos aminoácidos en los cereales analizados (mogolla, salvado de maíz y cebada). La proteína de la Harina de sangre elaborada, es de alto valor biológico en la nutrición de los pollos, ya que su contenido de aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina, tabla 9, cubre los requerimientos de estos aminoácidos en la dieta de los pollos.

La figura 19 muestra el Cromatograma obtenido en el análisis de aminoácidos para la Harina de sangre obtenida, aquí, se pueden visualizar picos que hablan de la presencia de Metionina, Cisteína y Lisina, cuantificados y de otros aminoácidos como Asparagina, Glutamina, Arginina, Alanina, Prolina y Valina que no se cuantifican, deduciendo que la harina de sangre presenta otros aminoácidos en su proteína, que elevan su valor biológico.

La tabla 12 muestra una comparación entre el contenido de aminoácidos para las Harina de sangre cristalizada y la Harina de sangre obtenida, de esta tabla se deduce que la Harina de sangre elaborada presenta mayores contenidos de Metionina y Cisteína comparado con la harina de sangre comercial, que ha tenido secado excesivo y ha sido expuesta al sol, evidenciando que el extremo secado de la sangre conlleva a pérdidas de aminoácidos y por tanto a disminución de su valor biológico. El porcentaje de pérdida de la Cisteína debido al calentamiento excesivo de la sangre, esta alrededor del 50%.

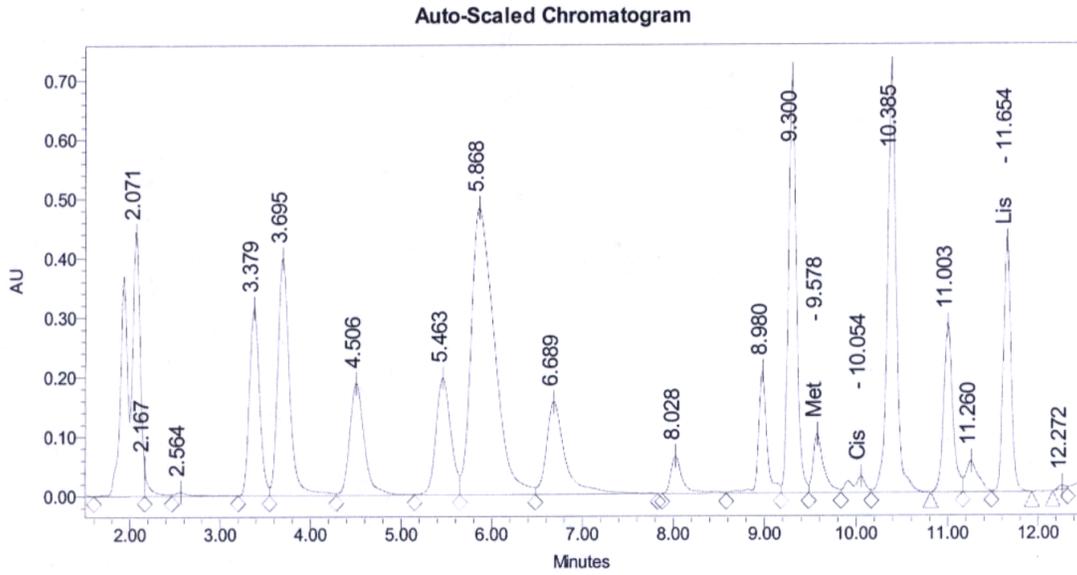
Tabla 12. Contenido de aminoácidos de la Harina de Sangre

Muestra	% Metionina	%Cisteína	% Lysina
Harina de sangre elaborada	1.08	7.85	4.3
Harina de sangre comercial	0.9	4.3	4.3

Figura 19. Cromatograma de HPLC para la Harina de sangre elaborada

Sample Information

SampleName	HSangrehumeda2	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 02:40:12 PM
Injection	6	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 03:49:50 PM
Run Time	20.5 Minutes		



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		1.452	35811	3933		
2		2.071	4619669	442223		
3		2.167	162736	48445		
4		2.564	82473	6472		
5		3.379	2460503	316781		
6		3.695	3622470	399910		
7		4.506	2120742	188237		
8		5.463	2238371	196687		
9		5.868	8617303	482996		
10		6.689	2253714	155868		
11		8.028	575067	63645		

La figura 20 muestra el Cromatograma obtenido en HPLC en el análisis de los aminoácidos para la harina de sangre comercial, destacando igualmente la presencia de los aminoácidos: Metionina, Cisteína y Lisina. Comparando este Cromatograma con el Cromatograma de la harina de sangre obtenida se puede observar la pérdida de los aminoácidos Metionina y Cisteína. El porcentaje de Lisina en la harina de sangre cristalizada se mantiene igual con el calentamiento.

De la tabla 8 se deduce que la harina de sangre no posee fibra y que el porcentaje de fósforo, así como el porcentaje carbohidratos, tabla 11, se encuentran dentro de los rangos reportados para las harinas de sangre, por diferentes autores como Grass y Villa (2002) y Pardo (2003).

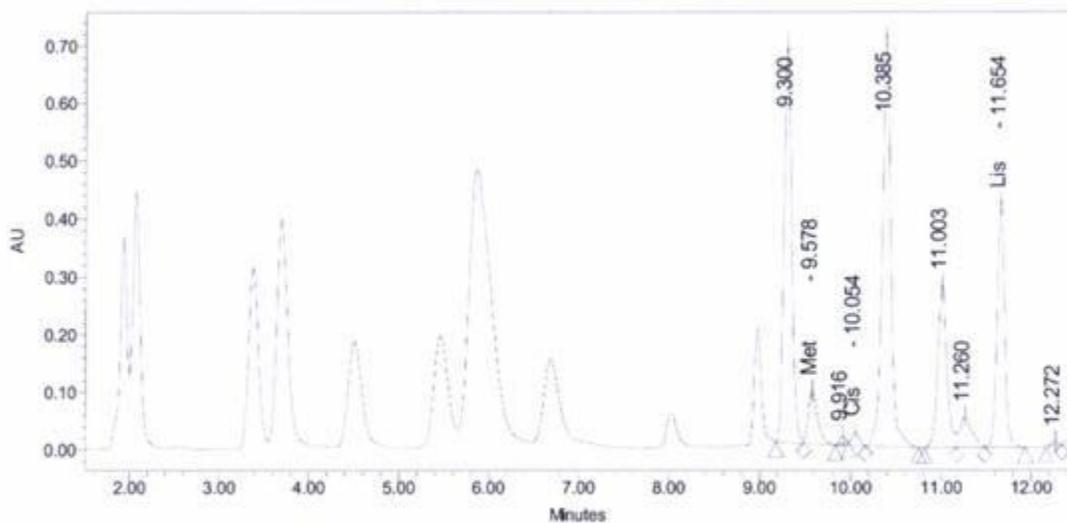
La harina de sangre, presenta un porcentaje de grasa de 0.5%, este porcentaje es de gran utilidad, ya que la alta humedad con que se maneja la harina de sangre, trae consigo un factor de riesgo de contaminación microbiológica y un valor alto de grasa incrementaría ese riesgo debido a la oxidación y rancidez natural que sufren estas sustancias. Es necesario tener mucho cuidado en el almacenamiento de esta harina debido a que la alta humedad que presenta puede llevar a contaminaciones microbiológicas, por ello es recomendable mantener la harina a 4°C hasta el momento de utilizarla.

Figura 20. Cromatograma de HPLC para la Harina de Sangre Cristalizada

Sample Information

SampleName	HSangre	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 03:10:12 PM
Injection	6	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 02:14:11 PM
Run Time	20.5 Minutes		

Auto-Scaled Chromatogram



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		9.300	4091164	689052		
2	Met	9.578	659956	92421	0.036	%
3		9.916	53603	12127		
4	Cs	10.054	164618	24299	0.172	%
5		10.385	4692231	711283		
6		11.003	1984922	283189		
7		11.260	502134	52202		
8	Lis	11.654	2538871	425424	0.172	%
9		12.272	45046	7104		

De los resultados obtenidos para las materias primas en los análisis de laboratorio, en general se deduce que:

La adición de la mogolla en el concentrado optimiza la ración incluyendo los aminoácidos faltantes en las otras sustancias vegetales.

La soya, la mogolla y la harina de sangre son fuente de proteína de alto valor biológico para la alimentación de los pollos, ya que cubren los requerimientos de aminoácidos como: Metionina, Cistina y Lisina necesarios en la dieta de estos animales.

La mogolla presenta el mayor contenido de Metionina, la Harina de sangre presenta el mayor porcentaje de Cisteína y la Soya presenta el mayor contenido de Lisina. Estos tres ingredientes aseguran en la ración a elaborar, adecuados porcentajes de estos aminoácidos y permite que la dieta mantenga un perfil de aminoácidos óptimo.

De la tabla 10 se puede deducir que la Mogolla presenta el mayor contenido de Metionina en la estructura de su proteína, que el salvado de maíz presenta el mayor contenido de Cistina en la estructura de su proteína y que la soya presenta el mayor contenido de Lisina en su proteína, contribuyendo estas tres materias primas a mejorar la calidad proteica de las raciones elaboradas con estos ingredientes.

El aporte de grasa esta representado por el salvado de maíz y las fuentes de Fósforo son la Mogolla, la Cebada y el Salvado de maíz.

Las fuentes de energía para la ración están representadas por la cebada y el salvado de maíz, aportando al Concentrado Experimental a elaborar, contenidos importantes de carbohidratos.

En todos los cromatogramas de HPLC de las muestras analizadas, se observan picos correspondientes a aminoácidos no identificados, pero que seguramente le confieren un valor nutricional adicional a dichos materiales.

6.3 FORMULACION Y PREPARACION DEL CONCENTRADO

6.3.1 Formulación. A continuación se describen los cálculos necesarios para la formulación, teniendo en cuenta los porcentajes de cada insumo descrito en la tabla 13.

Tabla 13. Parámetros para formulación del Concentrado

Insumo	Cantidad Kg.	% Proteína	% Proteína Aportado.
Harina de sangre	8.0	88.0	7.04
Mogolla	20.0	16.2	3.24
Harina de Soya (X)	9.42	43.0	4.05
Salvado de maíz (Y)	36.58	10.36	3.79
Cebada	18.0	10.46	1.88
Melaza	6.0	0	0
PVM	2.0	0	0
Total	100.0		20.0

Cantidad de Cada Insumo para elaborar 100 Kg de Concentrado.

$$8 + 20 + 18 + 6 + 2 = 54 \text{ Kg.}$$

$$100 - 54 = 46 \text{ Kg. Falta para completar 100Kg}$$

$$X + Y = 46 \text{ Kg. Aportan lo que falta}$$

$$X = 46 - Y$$

$$= 7.84 \% \text{ Proteína faltante}$$

$$\% \text{Proteína } X + \% \text{Proteína } Y = 7.84\%$$

$$\frac{43.0(46-Y)}{100} + \frac{10.36Y}{100} = 7.84\%$$

$$19.78 - 0.43Y + 0.1036Y = 7.84\%$$

$$-0.3264Y = -11.94$$

Porcentaje de Proteína aportado

$$7.04 + 3.24 + 1.88 = 12.16\%$$

$$20\% - 12.16\%$$

(Proteína necesaria - proteína aportada)

$$Y = 36.58 \text{ Kg. de salvado de maíz.}$$

$$X = 46 - Y$$

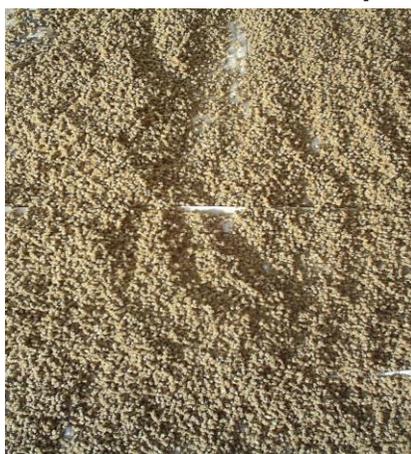
$$X = 46 - 36.58$$

$$X = 9.42 \text{ Kg. de soya.}$$

Para determinar el porcentaje de melaza apropiado para la formulación, se hacen varios ensayos previos adicionando valores superiores al 6%, encontrándose que ocurre un proceso de fermentación no deseable en el producto final. Por esto, se decide utilizar este porcentaje como el apropiado para la formulación de concentrados para pollos. Este mismo resultado es reportado por Pardo (2003).

6.3.2 Preparación del Concentrado. En la preparación de concentrados, se adiciona generalmente aglutinantes como bentonita y lignosol para lograr una compactación adecuada de los ingredientes y evitar la formación de polvo en el proceso. Sin embargo estos aglutinantes carecen de valor nutritivo y aumentan los costos de producción en los concentrados¹⁶. En este trabajo no se adiciono aglutinante, ya que la consistencia obtenida en la harina de sangre logra que ésta actúe como agente aglutinante en el proceso, permitiendo la adherencia de todos los ingredientes, una adecuada consistencia y formación de un pellet compacto y homogéneo. (Figura 21).

Figura 21. Consistencia de pellet.



6.4 CARACTERIZACION QUIMICA DEL CONCENTRADO ELABORADO

En la elaboración del **Concentrado Experimental** se utiliza una premezcla de vitaminas y minerales. Para evaluar el efecto de esta premezcla en el valor nutritivo del **Concentrado Experimental**, Se preparan dos muestras de concentrado, una de las cuales contiene la premezcla de vitaminas y minerales y otra en la que no se adiciona la premezcla. La tabla 14 muestra los resultados obtenidos en el análisis del concentrado.

Tabla 14. Caracterización Química del Concentrado. (Base seca)

Concentrado	Con PVM*	Sin PVM*
% Humedad	12.71	12.70
%Grasa	2.90	2.97
%Proteína	22.1	21.5
%Fibra	5.42	5.39
%Cenizas	2.95	2.1
%Fósforo	0.71	0.59
Carbohidratos (gramos)	66.68	68.04
Valor calórico (calorías)	381.22	384.89

*PVM: Premezcla comercial de vitaminas y minerales

En la tabla 14 se observa que la adición de la premezcla de vitaminas y minerales, tiene influencia en el contenido de cenizas y de fósforo, con relación al concentrado que no contiene la premezcla, aumentando su porcentaje. Sin embargo, no se observa influencia apreciable sobre los valores de grasa, fibra, humedad y proteína. Por esta razón, se selecciona para el estudio con los pollos el Concentrado que contiene la premezcla de vitaminas y minerales llamado **Concentrado Experimental**.

En la tabla 15 se relacionan los requisitos que debe cumplir un concentrado balanceado para pollos de engorde.

Tabla 15. Requisitos que debe cumplir un concentrado balanceado para pollos de engorde.

REQUISITOS	INICIACIÓN	LEVANTE
Humedad	13 % Máximo	13 % Máximo
Proteína	18 % Mínimo	20 % Mínimo
Cenizas	10 % Máximo	15 % Máximo
Grasa	3.0% Mínimo	3.0% Mínimo
Fósforo	0.6% Mínimo	0.7% Mínimo
Fibra	6.0% Máximo	6.0% Máximo

Fuente: FAO, 2002

De la tabla 14 se deduce que la humedad del **Concentrado Experimental** es apropiada para su conservación y almacenamiento; de acuerdo a Pardo (2003) humedades superiores al 13% pueden llevar a daños microbiológicos en el alimento.

De las tablas 14 y 15 se deduce que los porcentajes de Proteína, Cenizas, fibra y Fósforo del **Concentrado Experimental** se encuentran dentro del rango requerido para los concentrados de pollos de engorde. Así mismo, se observa que el porcentaje de grasa obtenido en el **Concentrado Experimental**, es inferior al requisito que deben cumplir los concentrados, el cual según Pardo (2003) debe ser igual o superior a 3%, pero cabe destacar que el porcentaje obtenido en el **Concentrado Experimental** se encuentra dentro del rango para las necesidades de grasa en el pollo. Cabe destacar que la grasa que se encuentra en el **Concentrado Experimental** es principalmente grasa insaturada por que proviene en su mayoría de fuente vegetal y primordialmente aporta a la ración ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles y fosfolípidos y no se vera reflejada en los animales como grasa subcutánea.

En la tabla 16 se relaciona el contenido de aminoácidos encontrado en el **Concentrado Experimental**. De esta tabla se deduce que el **Concentrado Experimental**, presenta mayor porcentaje de Cisteína comparado con los

porcentajes de Metionina y Lisina y cubre los requerimientos de aminoácido en la dieta de los pollos, por tal razón la proteína del **Concentrado Experimental** se clasifica como Proteína de alto valor biológico para la nutrición de pollos de engorde.

Tabla 16. Porcentaje de Aminoácidos en Concentrado Experimental

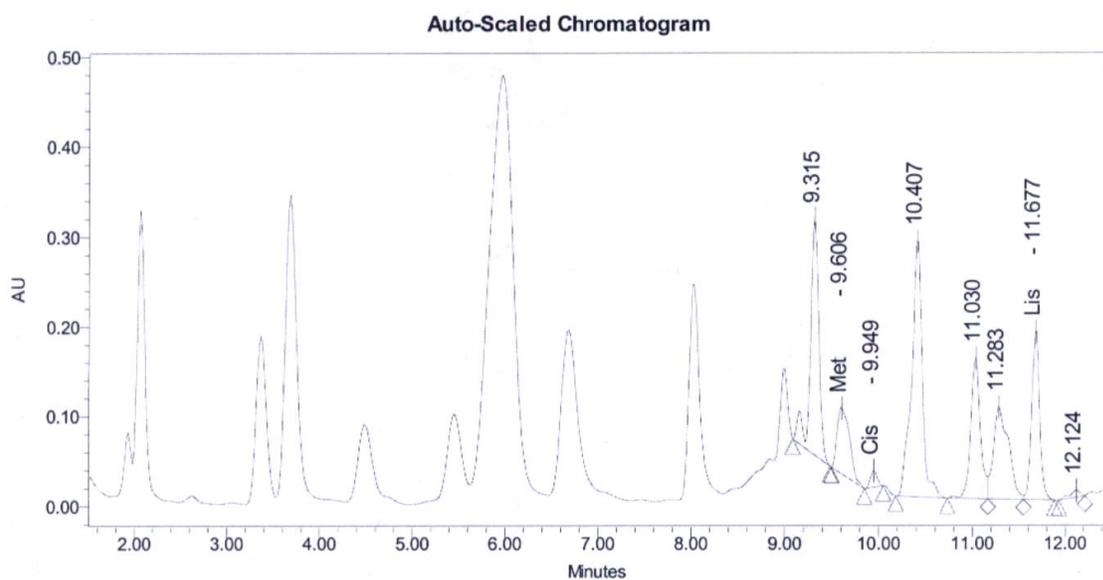
MUESTRA	% Met	% Cys	% Lys	%Met/100g de Proteína	%Lys/100g de Proteína	%Cys/100g de Proteína
Concentrado Experimental	0.60	1.59	1.30	2.72	5.9	7.22

En la figura 22 se puede observar el Cromatograma de HPLC para el **Concentrado Experimental** y los picos que hacen referencia a la presencia de los aminoácidos Cisteína, Lisina y Metionina. El Cromatograma presenta un barrido general donde se pueden visualizar picos que hablan de la presencia de otros aminoácidos como: Alanina, Tirosina, Serina, Glicina, Prolina Asparagina, Glutamina, Valina y Arginina.

Figura 22. Cromatograma para el Concentrado Experimental

Sample Information

SampleName	[]+PVM2	Sample Type	Unknown
Vial	1	Date Acquired	30/09/05 03:48:35 PM
Injection	9	Acq Method Set	AminoAcido_MS
Injection Volume	5.00 ul	Processing Method	AminoAcido_MP
Channel	486	Date Processed	4/10/05 02:19:29 PM
Run Time	20.5 Minutes		



Peak Results

	Name	RT	Area	Height	Amount	Units
1		9.315	1671554	262708		
2	Met	9.606	678126	73810	0.037	%
3	Cis	9.949	95104	17990	0.098	%
4		10.407	2257949	286888		
5		11.030	1125194	157142		
6		11.283	1155944	101863		
7	Lis	11.677	1126223	188245	0.080	%
8		12.124	66735	8031		

6.5 EVALUACION DEL CONCENTRADO EXPERIMENTAL EN LA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE.

En las tablas 17, 18 y 19 se registra el peso de los pollos en función del tiempo para cada uno de los tratamientos.

Tabla 17. Peso, en gramos, de los pollos en función del tiempo. Tratamiento1 (Concentrado Experimental).

Jaula	Semana 1 (peso inicial)	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
A1	320	520	840	1200	1790	2000	2450
A1	340	530	840	1000	1650	2100	2500
A1	360	580	900	1300	1600	2200	2400
A1	350	550	860	1300	1700	2000	2450
A1	400	560	880	1200	1550	2100	2400
A1	350	540	850	1200	1600	2000	2400
A1	360	520	860	1200	1600	1950	2400
A2	360	550	860	1200	1650	2000	2400
A2	350	560	850	1200	1550	2100	2500
A2	320	540	840	1200	1700	2000	2400
A2	380	540	890	1250	1600	2100	2300
A2	340	490	900	1150	1650	2000	2400
A2	360	550	840	1200	1650	2000	2400
A2	380	570	800	1200			
Promedio	355	542,8571	857,8571	1200	1637,692	2042,308	2415,385

**Tabla 18. Peso, en gramos, de los pollos en función del tiempo.
Tratamiento2
(Mezcla 50/50 Concentrado Experimental/ Concentrado Comercial.)**

Jaula	Semana 1 (peso inicial)	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
B1	320	500	850	1150	1550	2000	2550
B1	400	580	900	1150	1600	2100	2500
B1	330	540	850	1200	1550	2100	2450
B1	350	530	830	1150	1650	2000	2400
B1	380	560	850	1150	1500	2000	2450
B1	350	540	850	1200	1600	2000	2470
B1	320	500	800	1150	1650	2100	2500
B2	380	510	890	1150	1550	2000	2600
B2	330	550	800	1200	1600	2000	2400
B2	300	580	800	1150	1600	2100	2600
B2	340	530	850	1100	1600	2100	2500
B2	330	510	800	1200	1550	2100	2500
B2	360	510	850	1150	1550	2000	2500
B2	350	500	850	1150			
Promedio	345,7143	531,4286	840,7143	1160,714	1580,769	2046,154	2493,846

**Tabla 19. Peso, en gramos, de los pollo en función del tiempo Tratamiento3
(Concentrado Comercial)**

Jaula	Semana 1 (peso inicial)	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
C1	330	450	800	1150	1600	2000	2500
C1	320	500	900	1100	1600	1900	2600
C1	330	500	850	1100	1500	2000	2400
C1	320	560	800	1100	1500	2000	2500
C1	340	550	800	1000	1450	2100	2500
C1	320	540	800	1250	1600	2000	2500
C1	340	450	800	1250	1600	2100	2450
C2	360	450	800	1100	1700	2100	2500
C2	340	550	850	1200	1500	2000	2400
C2	350	500	800	1100	1500	2000	2600
C2	360	550	850	1150	1550	2000	2550
C2	300	550	800	1200	1550	2100	2550
C2	380	500	750	1100	1600	2100	2500
C2	320	500	800				
Promedio	336,4286	510,7143	814,2857	1138,462	1557,692	2030,769	2503,846

6.5.1. Análisis Estadístico. En las tablas del 20 al 26 se relacionan los resultados del ANOVA y Pruebas de Duncan, para los tres tratamientos.

En la tabla 20 se observa los resultados del efecto del tiempo y de la interacción tiempo con los diferentes tratamientos (Concentrados) en la ganancia de peso (promedio total de todos los resultados) se ajusta a la mayoría de los modelos. Se selecciona por lo tanto el modelo lineal

Tabla 20. Estadística descriptiva de los resultados
Pruebas de contrastes intra-sujetos

Medida: MEASURE_1

Fuente	TIEMPO	Suma de cuadrados tipo III	gl	Medía cuadrática	F	Significación
TIEMPO	Lineal	143546379	1	1.44E+08	56246.576	.000
	Cuadrático	2089715.385	1	2089715.4	732.317	.000
	Cúbico	124154.274	1	124154.274	49.029	.000
	Orden 4	2467.949	1	2467.949	.964	.333
	Orden 5	11062.393	1	11062.393	5.146	.029
	Orden 6	12378.022	1	12378.022	4.351	.044
TIEMPO * TTOS	Lineal	25288.095	2	12644.048	4.954	.013
	Cuadrático	82603.846	2	41301.923	14.474	.000
	Cúbico	19067.521	2	9533.761	3.765	.033
	Orden 4	366.667	2	183.333	.072	.931
	Orden 5	1775.153	2	887.576	.413	.665
	Orden 6	1106.044	2	553.022	.194	.824
Error(TIEMPO)	Lineal	91875.275	36	2552.091		
	Cuadrático	102728.388	36	2853.566		
	Cúbico	91161.538	36	2532.265		
	Orden 4	92128.372	36	2559.121		
	Orden 5	77386.264	36	2149.618		
	Orden 6	102412.471	36	2844.791		

En la tabla 21 se observa el promedio total de los pesos de los pollos incluyendo todos los resultados obtenidos en los diferentes tiempos de medida. Se aprecia que el promedio de peso es superior para el **Concentrado Experimental**. El menor peso promedio lo registra el concentrado comercial

Tabla 21. Medidas marginales estimadas

Estimaciones

Medida: MEASURE_1

CONCENTRADOS	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
EXPERIMENTAL	1293.077	4.567	1283.815	1302.339
MEZCLA	1285.934	4.567	1276.672	1295.196
COMERCIAL	1270.769	4.567	1261.507	1280.031

En la tabla 22 se presentan los resultados de la comparación entre los concentrados por pares, (Prueba de Bonferroni). En ella se observa que al comparar los resultados del peso promedio total obtenidos con el **Concentrado Experimental**, con la Mezcla y con el Comercial se aprecia diferencia significativa entre el peso promedio obtenido con el **Concentrado Experimental** y con el Concentrado Comercial, siendo el del **Concentrado Experimental** significativamente superior al del Concentrado Comercial (Sig 0,004), pero no hay diferencia significativa con el peso promedio obtenido con la Mezcla (Sig 0.828). Si se compara el Concentrado Mezcla con los otros dos se deduce que no existe diferencia significativa con ninguno de ellos, (Sig 0.828 y 0.073). Mientras que si se compara el Concentrado comercial con los otros dos, el Concentrado Comercial es significativamente inferior al **Concentrado Experimental** (Sig 0.004) pero no presenta diferencia con la mezcla.

Tabla 22. Comparación por pares

Comparaciones por pares

Medida: MEASURE_1

(I) CONCENTRADOS	(J) CONCENTRADOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significancia ^a	Intervalo de confianza % para diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
EXPERIMENTAL	MEZCLA	7.143	6.458	.828	-9.075	23.360
	COMERCIAL	22.308	6.458	.004	6.090	38.525
MEZCLA	PREPARADO	-7.143	6.458	.828	-23.360	9.075
	COMERCIAL	15.165	6.458	.073	-1.053	31.382
COMERCIAL	PREPARADO	-22.308	6.458	.004	-38.525	-6.090
	MEZCLA	-15.165	6.458	.073	-31.382	1.053

95

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de las medias es significativa al nivel .05.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

En la tabla 23 se relaciona la comparación por pares del efecto del tiempo sobre el peso promedio total. Se aprecia que los pesos obtenidos en cada semana aumentan a lo largo del tiempo y que difieren significativamente entre si, demostrando que lógicamente hay aumento de peso por semana.

Tabla 23. Comparación por Pares Para el efecto Del tiempo

Comparaciones por pares

Medida: MEASURE_1

(I) TIEMPO	(J) TIEMPO	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación ^a	Intervalo de confianza al 95 % para diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-183.333*	6.231	.000	-203.700	-162.967
	3	-493.846*	5.274	.000	-511.084	-476.608
	4	-821.282*	10.731	.000	-856.359	-786.206
	5	-1246.667*	11.217	.000	-1283.331	-1210.002
	6	-1694.359*	10.234	.000	-1727.813	-1660.905
	7	-2125.641*	10.897	.000	-2161.259	-2090.023
2	1	183.333*	6.231	.000	162.967	203.700
	3	-310.513*	6.782	.000	-332.682	-288.343
	4	-637.949*	10.595	.000	-672.580	-603.317
	5	-1063.333*	12.622	.000	-1104.589	-1022.077
	6	-1511.026*	10.483	.000	-1545.292	-1476.760
	7	-1942.308*	10.806	.000	-1977.630	-1906.985
3	1	493.846*	5.274	.000	476.608	511.084
	2	310.513*	6.782	.000	288.343	332.682
	4	-327.436*	10.850	.000	-362.901	-291.971
	5	-752.821*	11.931	.000	-791.818	-713.823
	6	-1200.513*	12.184	.000	-1240.339	-1160.686
	7	-1631.795*	10.826	.000	-1667.182	-1596.408
4	1	821.282*	10.731	.000	786.206	856.359
	2	637.949*	10.595	.000	603.317	672.580
	3	327.436*	10.850	.000	291.971	362.901
	5	-425.385*	13.020	.000	-467.944	-382.825
	6	-873.077*	13.877	.000	-918.438	-827.716
	7	-1304.359*	15.646	.000	-1355.500	-1253.218
5	1	1246.667*	11.217	.000	1210.002	1283.331
	2	1063.333*	12.622	.000	1022.077	1104.589
	3	752.821*	11.931	.000	713.823	791.818
	4	425.385*	13.020	.000	382.825	467.944
	6	-447.692*	14.454	.000	-494.938	-400.446
	7	-878.974*	13.118	.000	-921.854	-836.094
6	1	1694.359*	10.234	.000	1660.905	1727.813
	2	1511.026*	10.483	.000	1476.760	1545.292
	3	1200.513*	12.184	.000	1160.686	1240.339
	4	873.077*	13.877	.000	827.716	918.438
	5	447.692*	14.454	.000	400.446	494.938
	7	-431.282*	13.841	.000	-476.526	-386.039
7	1	2125.641*	10.897	.000	2090.023	2161.259
	2	1942.308*	10.806	.000	1906.985	1977.630
	3	1631.795*	10.826	.000	1596.408	1667.182
	4	1304.359*	15.646	.000	1253.218	1355.500
	5	878.974*	13.118	.000	836.094	921.854
	6	431.282*	13.841	.000	386.039	476.526

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de las medias es significativa al nivel .05.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

En la tabla 24 se relaciona la interacción entre el efecto del concentrado y el tiempo sobre los pesos promedios totales de los pollos En la Tabla 25 se relaciona los resultados de la prueba de Duncan para saber entre cuáles tratamientos es la diferencia significativa. La tabla muestra dos subconjuntos, indicando que en el subconjunto 2 se encuentran los resultados promedio del peso de los pollos alimentados con el **Concentrado Experimental** y con el Concentrado Mezcla y son iguales entre sí indicando que entre ellos no hay diferencia significativa, pero que estos resultados son significativamente diferentes y superiores a los del peso de pollos alimentados con el Concentrado comercial que se encuentran en el subconjunto 1.

Tabla 24. Efecto de la interacción Concentrados Vs Tiempo

3. CONCENTRADOS * TIEMPO

Medida: MEASURE_1

CONCENTRADOS	TIEMPO	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
EXPERIMENTAL	1	353.077	6.672	339.546	366.608
	2	540.769	8.815	522.891	558.648
	3	862.308	8.814	844.433	880.182
	4	1200.000	17.081	1165.359	1234.641
	5	1637.692	16.638	1603.949	1671.436
	6	2042.308	17.248	2007.327	2077.289
	7	2415.385	16.482	2381.957	2448.812
MEZCLA	1	345.385	6.672	331.854	358.915
	2	533.846	8.815	515.968	551.725
	3	840.000	8.814	822.125	857.875
	4	1161.538	17.081	1126.897	1196.180
	5	1580.769	16.638	1547.026	1614.513
	6	2046.154	17.248	2011.173	2081.135
	7	2493.846	16.482	2460.419	2527.274
COMERCIAL	1	337.692	6.672	324.162	351.223
	2	511.538	8.815	493.660	529.417
	3	815.385	8.814	797.510	833.259
	4	1138.462	17.081	1103.820	1173.103
	5	1557.692	16.638	1523.949	1591.436
	6	2030.769	17.248	1995.788	2065.750
	7	2503.846	16.482	2470.419	2537.274

Tabla 25. Prueba de Duncan para el promedio total de los pesos en función de los tratamientos

MEASURE_1

Dunca	a,b, c	N	Subconjunt	
			1 ^o	2
CONCENTRADO				
COMERCIAL		1	1270.7	
MEZCLA		1		1285.9
EXPERIMENTAL		1		1293.0
Significació			1.00	.27

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos

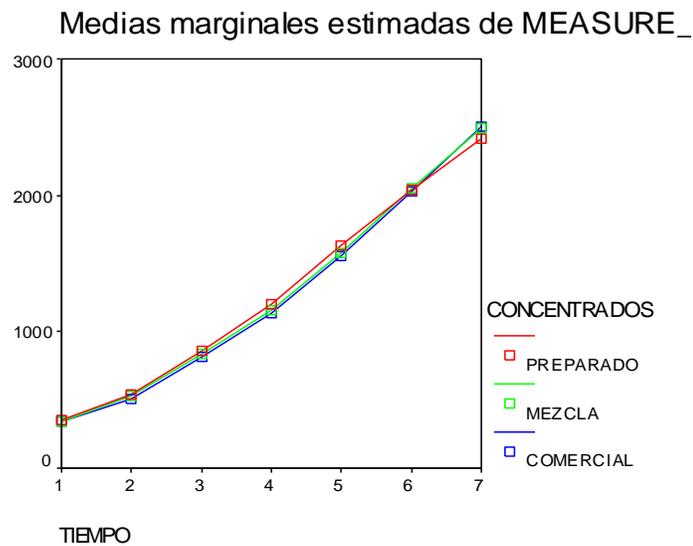
Basado en la suma de cuadrados tipo

El término error es la Media cuadrática (Error) = 271.123.

- a Usa el tamaño muestral de la media armónica
 - $\neq 3.00$
- b Los tamaños de los grupos son distintos.
 - Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo
- c Alfa =

En la figura 23 se muestra el gráfico de estos resultados de las medidas marginales estimadas En ella se observa que el peso promedio para los tres Concentrados incrementa en función del tiempo.

Figura 23. Medidas Marginales estimadas



Como no se observa diferencia entre los resultados promedio totales de los diferentes tratamientos, se decide realizar la estadística con los resultados de los pesos por separado es decir en cada semana. En la tabla 26 se relaciona el ANOVA para los pesos de cada semana

Tabla 26. ANOVA de un factor

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PESO1	Inter-grupos	2414.286	2	1207.143	2.158	.129
	Intra-grupos	21814.286	39	559.341		
	Total	24228.571	41			
PESO2	Inter-grupos	7433.333	2	3716.667	3.780	.032
	Intra-grupos	38350.000	39	983.333		
	Total	45783.333	41			
PESO3	Inter-grupos	13490.476	2	6745.238	6.532	.004
	Intra-grupos	40271.429	39	1032.601		
	Total	53761.905	41			
PESO4	Inter-grupos	26386.693	2	13193.346	3.669	.035
	Intra-grupos	136662.088	38	3596.371		
	Total	163048.780	40			
PESO5	Inter-grupos	44082.051	2	22041.026	6.125	.005
	Intra-grupos	129553.846	36	3598.718		
	Total	173635.897	38			
PESO6	Inter-grupos	1666.667	2	833.333	.215	.807
	Intra-grupos	139230.769	36	3867.521		
	Total	140897.436	38			
PESO7	Inter-grupos	61020.513	2	30510.256	8.639	.001
	Intra-grupos	127138.462	36	3531.624		
	Total	188158.974	38			

En la tabla 26 se aprecia que los pesos de la primera y sexta semana no difieren significativamente entre sí (Sig >0.05) y que en la segunda, tercera, cuarta quinta y séptima semana sí hay diferencia significativa entre los pesos correspondientes a los diferentes tratamientos ya que los valores de significancia son inferiores a 0.05. Pero este análisis no dice entre cuales tratamientos existe la diferencia cuando la hay, por esto se realiza la Prueba de Duncan que se relaciona en las tablas 27 hasta la 33.

En la tabla 27 se observa que en la primera semana del ensayo no existe diferencia significativa entre el peso promedio de los pollos en los diferentes tratamientos, asegurando un adecuado inicio para el ensayo.

Tabla 27. Prueba de Duncan para Pesos de semana 1

PESO SEMANA 1

Duncan^a

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	
COMERCIAL	14	336.43	
MEZCLA	14	345.71	
PREPARADO	14	355.00	
Sig.			.055

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 14.000.

En la segunda semana, (tabla 28), se observa que no hay diferencia significativa entre los pesos de los pollos alimentados con el concentrado Comercial y el Concentrado Mezcla, ni entre los pesos de los pollos alimentados con la Mezcla de Concentrados y el **Concentrado Experimental**. Se observa diferencia entre los datos obtenidos con el Concentrado Comercial y el **Concentrado Experimental**, siendo significativamente mayor el peso promedio de los pollos alimentados con el **Concentrado Experimental**.

Tabla 28. Prueba de Duncan Para semana 2

PESO SEMANA 2

Duncan^a

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
COMERCIAL	14	510.71	
MEZCLA	14	531.43	531.43
EXPERIMENTAL	14		542.86
Sig.		.088	.341

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 14.000.

En la tabla 29, se observa para la tercera semana del ensayo, que los pollos alimentados con el **Concentrado Experimental** y la Mezcla de Concentrados, presentan mayor ganancia de peso comparado con los pollos alimentados con el Concentrado Comercial, estas diferencias son significativas y evidencian que el **Concentrado Experimental** y la Mezcla de Concentrados, presenta mayor aprovechamiento y eficiencia nutricional que el Concentrado Comercial.

Tabla 29. Prueba de Duncan Para semana 3

PESO SEMANA3

Duncan ^a

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
COMERCIAL	14	814.29	
MEZCLA	14		840.71
EXPERIMENTAL	14		857.86
Sig.		1.000	.166

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 14.000.

La tabla 30 muestra en la cuarta semana del ensayo, que la mezcla de concentrados no presenta diferencia significativa con el **Concentrado Experimental** ni con el Concentrado Comercial. Mientras que el **Concentrado Experimental** y el Concentrado Comercial si presentan diferencia entre si, siendo significativamente mayor el peso de los pollos alimentados con el **Concentrado Experimental**, evidenciando este **Concentrado Experimental** mayor calidad nutricional manifestada en mayor ganancia de peso.

Tabla 30. Prueba de Duncan Para semana 4

PESO SEMANA 4

Duncan ^{a, b}

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
COMERCIAL	13	1138.46	
MEZCLA	14	1160.71	1160.71
EXPERIMENTAL	14		1200.00
Sig.		.338	.095

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 13.650.
 b. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará La media armónica de los tamaños de los grupos. Los Niveles de error de tipo I no están garantizados.

En la quinta semana del ensayo, (tabla 31), se puede observar que no existe diferencia significativa entre el peso de los pollos del Concentrado Comercial y el Concentrado Mezcla, pero si se presenta diferencia significativa entre el peso de los pollos del **Concentrado Experimental** y el Concentrado comercial, siendo significativamente mayor el **Concentrado Experimental** ratificando mayor eficiencia Nutricional.

Tabla 31. Prueba de Duncan para semana 5

PESO SEMANA 5

Duncan ^a

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
COMERCIAL	13	1557.69	
MEZCLA	13	1580.77	
EXPERIMENTAL	13		1637.69
Sig.		.333	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 13.000.

Con la prueba de Duncan se deduce que desde la primera hasta la quinta semana del ensayo, el **Concentrado Experimental** presenta mayor eficiencia nutricional y mayor asimilación por parte de los pollos comparado con el Concentrado Comercial, manifestándose en una mayor ganancia de peso de los animales. La mezcla 50/50 de los Concentrados Comercial y **Experimental** mejora la eficiencia del Concentrado Comercial, obteniendo con el concentrado Mezcla mayores pesos en los pollos, comparado con el Concentrado Comercial.

La sexta y séptima semana del ensayo, el Concentrado Comercial utilizado inicialmente (Italcol Iniciación), se reemplaza por Italcol Engorde. A continuación se relaciona la prueba de Duncan para estas semanas.

En la tabla 32 se puede observar que no existe diferencia significativa entre el peso promedio de los pollos en la sexta semana para los tres tratamientos, evidenciando una mayor ganancia de peso de los pollos alimentados con el Concentrado Comercial. Sin embargo, los pollos del **Concentrado Experimental** presentan mayor peso comparado con el peso de los pollos del Concentrado Comercial, pero esta diferencia no es significativa.

Tabla 32. Prueba de Duncan para semana 6

PESO SEMANA 6

Duncan ^a

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	
COMERCIAL	13	2030.77	
EXPERIMENTAL	13	2042.31	
MEZCLA	13	2046.15	
Sig.			.558

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 13.000.

De la tabla 33 se deduce que no hay diferencia significativa entre el Concentrado Comercial y la Mezcla de Concentrados y que el **Concentrado Experimental** difiere de estos dos tratamientos, siendo significativamente menor.

Tabla 33. Prueba de Duncan para semana 7

PESO SEMANA 7

Duncan ^a

CONCENTRADOS	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
EXPERIMENTAL	13	2415.38	
MEZCLA	13		2493.85
COMERCIAL	13		2503.85
Sig.		1.000	.670

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

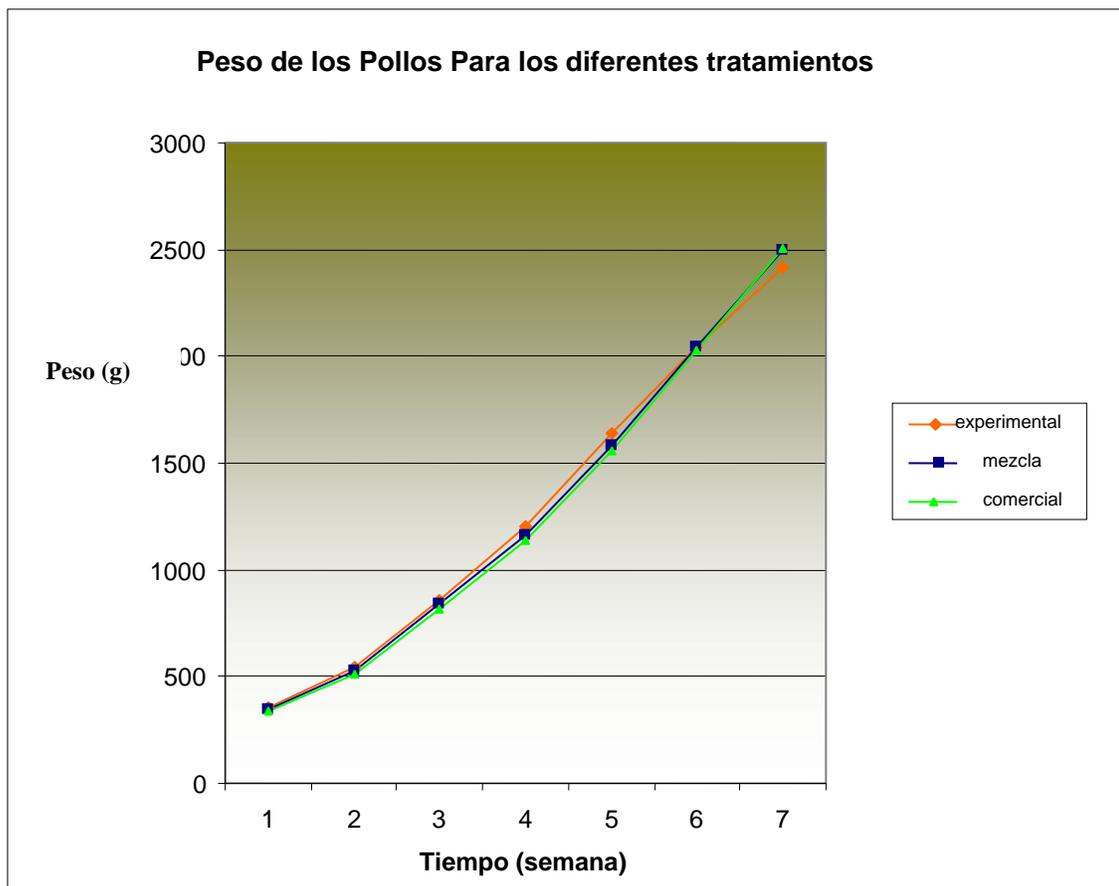
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 13.000.

Con la prueba de Duncan para la sexta y séptima semana del ensayo, se deduce que hay una mayor ganancia de peso de los pollos alimentados con el Concentrado Comercial comparado con los pollos del **Concentrado Experimental**, esto se debe, posiblemente, a que el Concentrado Comercial de engorde posee mayores contenidos de grasa, óptimos para asegurar una mayor ganancia de peso durante las últimas semanas de tratamiento. Así mismo la Mezcla del **Concentrado Experimental** y del Concentrado Comercial, permite obtener un alimento de mayor eficiencia nutricional, manifestándose en una mayor

ganancia de peso, comparado con el peso de los pollos del **Concentrado Experimental**.

La figura 24 muestra el peso de los pollos en los diferentes tratamientos en función del tiempo. El **Concentrado Experimental** representado por la línea naranja presenta mayor eficiencia nutricional y aprovechamiento por parte de los pollos, manifestándose en una mayor ganancia de peso, durante la segunda, tercera, cuarta y quinta semana del ensayo, comparado con el Concentrado Comercial, representado por la línea verde. En esta figura se puede observar en las dos últimas semanas, la mayor ganancia de peso en los pollos del Concentrado Comercial debido al cambio del Concentrado Comercial Iniciación a Engorde durante las dos últimas semanas del ensayo.

Figura 24. Peso de los pollos en función del tiempo.



6.5.2 Consideraciones finales del Concentrado Experimental

Una de las variables para evaluar la calidad de los concentrados es la conversión alimenticia, esta hace referencia a la cantidad de alimento consumido por las aves y la ganancia de peso obtenida en el animal²³. La conversión alimenticia mejora cuando se aproxima a uno (1), refiriéndose a 1Kg de peso ganado por cada Kg de alimento consumido. Según Cano (1996), rangos de conversión alimenticia entre 1.8 y 2.1 mejoran la eficiencia nutricional de los alimentos.

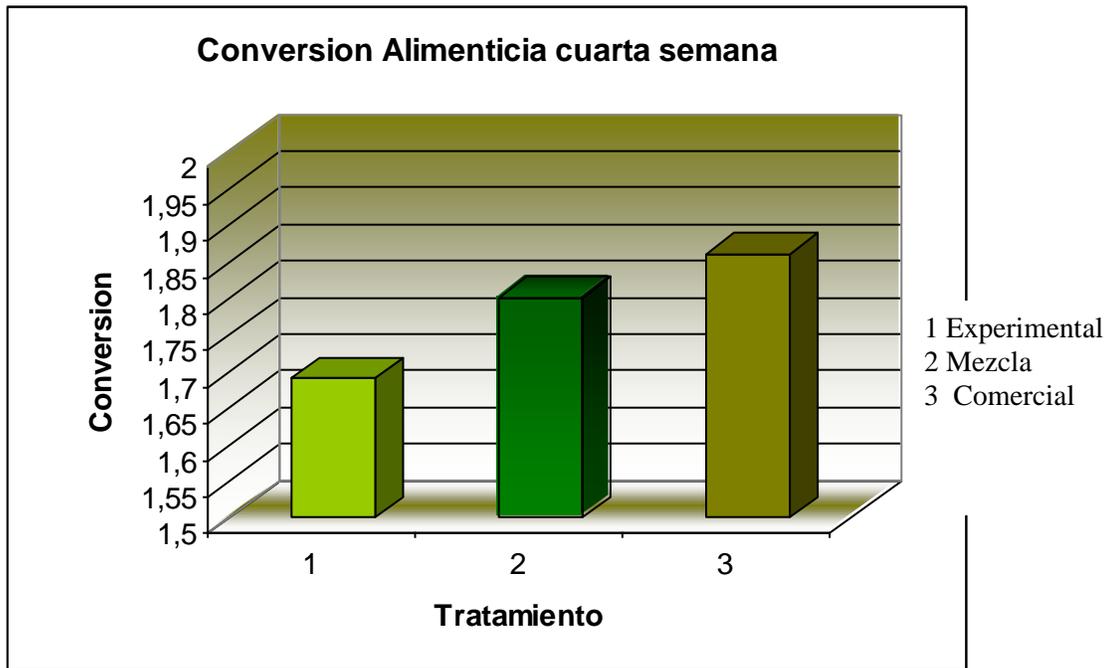
Tabla 34. Conversión Alimenticia de los diferentes Concentrados.

Concentrado	Alimento consumido acumulado g/ave		Ganancia de peso acumulado g/ave		Conversión Alimenticia	
	Cuarta semana	Séptima semana	Cuarta semana	Séptima semana	Cuarta semana	Séptima semana
Experimental	1430	4130	845	2060	1.69	2,00
Mezcla	1468	4169	815	2148	1.80	1,94
Comercial	1493	4186	802	2167	1.86	1,93

En la tabla 34 se puede observar que la conversión alimenticia en la cuarta semana, es menor para el **Concentrado Experimental**, corroborando que durante las primeras semanas este Concentrado presenta mayor eficiencia nutricional y mejor aprovechamiento por parte de los pollos comparado con el Concentrado Comercial y el Concentrado Mezcla.

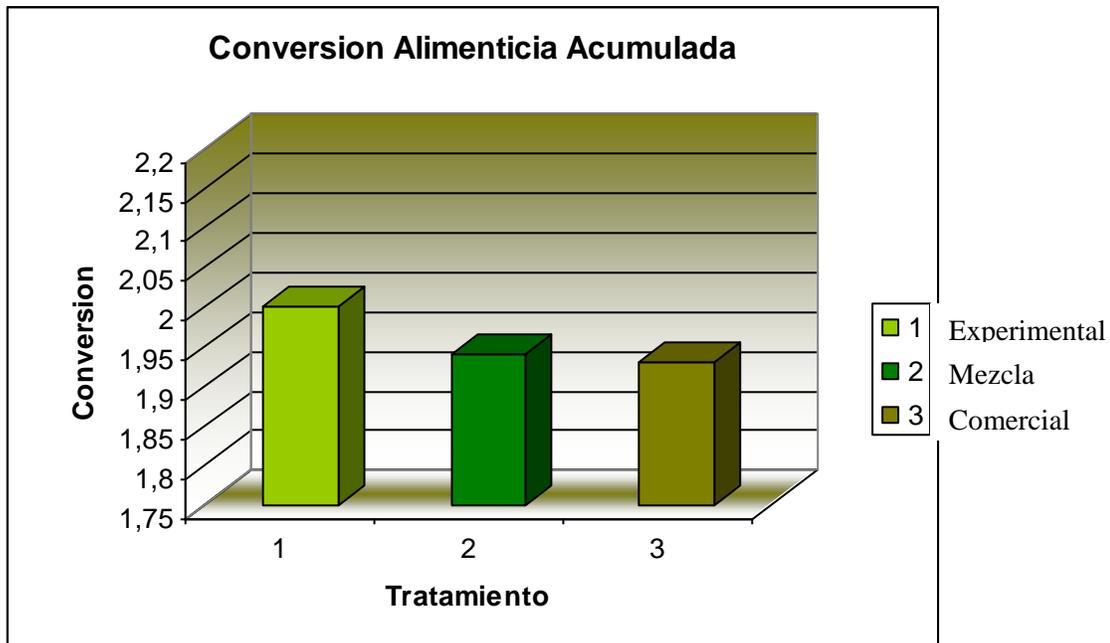
La figura 25 muestra la conversión alimenticia en los tres tratamientos para la cuarta semana del ensayo. La conversión alimenticia para el **Concentrado Experimental**, (1) presenta un valor más bajo durante las primeras semanas que el Concentrado Comercial, (3) verificando la mayor eficiencia. La mezcla 50/50 figura 25 (2), del Concentrado Comercial y el **Experimental**, presenta mejor calidad nutricional que el Concentrado Comercial solo, evidenciando que la adición de **Concentrado Experimental** al Concentrado Comercial mejora la eficiencia de este último.

Figura 25. Conversión Alimenticia para los diferentes tratamientos en la cuarta semana.



De la tabla 34 se deduce que el Concentrado Comercial de Engorde, suministrado a los pollos durante la sexta y séptima semana del ensayo, evidencia una mejor conversión alimenticia, comparado con el **Concentrado Experimental**, por tanto una mayor ganancia de peso de los pollos durante estas semanas. Sin embargo, La conversión alimenticia en la séptima semana, (figura 26), hallada para el **Concentrado Experimental** y el Concentrado Mezcla, se encuentran según Cano (1996) dentro del rango apropiado para balanceados alimenticios para pollos, comprobando que el **Concentrado Experimental** elaborado, presenta gran valor nutricional en la dieta de pollos y presenta alta eficiencia nutricional. Asimismo la mezcla 50/50 de este **Concentrado Experimental** con el Concentrado Comercial Itacol, presenta óptimos resultados en la nutrición de pollos de engorde y adecuada conversión alimenticia, alcanzando pesos apropiados en el desarrollo de los pollos.

Figura 26. Conversión Alimenticia para los diferentes tratamientos en la séptima semana.



Otra de las variables que reflejan la calidad de los concentrados pecuarios, hace referencia al sabor del alimento y la facilidad que presenten los animales para consumirlo, a esta característica se le denomina **Palatabilidad**²³.

El **Concentrado Experimental** presenta excelente Palatabilidad, esto se observa cuando una vez suministrado a los pollos, lo consumen sin ninguna dificultad, incluso, aves que han sido criadas con otros Concentrados aceptan este **Concentrado Experimental**, evidenciando que las características palatables son del agrado de las aves. Cabe destacar que el Concentrado Comercial también presenta características palatables aceptables.

La evaluación del **Concentrado Experimental** en la nutrición de pollos de engorde permite evidenciar que la formulación y preparación del concentrado es óptima, ya que además del incremento en la ganancia de peso comparada con concentrados comerciales, se evidencian otras cualidades en el ave como:

- Los pollos alimentados con el Concentrado Experimental empluman más rápidamente que los pollos alimentados con el Concentrado Comercial, debido a los contenidos apreciables de Lisina y Cisteína, lo que evidencia la calidad proteica de la ración. (Figura 27)

Figura 27. Emplume de los pollos



Concentrado Comercial



Concentrado Experimental

- La molleja de los pollos alimentados con el Concentrado Experimental, no presenta erosión, demostrando que la harina de sangre en la forma adicionada no presenta daños en el interior de los animales, como si lo provoca la harina de sangre obtenida en forma de cristales.
- Los pollos se mantienen alerta y activos, demostrando que la ración suministra suficiente energía que les permite realizar sus actividades. Figura 28.

Figura 28. Pollo alimentado con Concentrado Experimental. Actitud alerta



- Con el **Concentrado Experimental** se logra coloración amarilla de la piel de los pollos, gracias a la presencia en la ración de ingredientes como el maíz. El Concentrado comercial produce pollos de tez blancuzca y crestas pálidas. Ver figura 29.

Figura 29. Coloración de la piel de los pollos.



Concentrado Experimental



Concentrado Comercial

- Los pollos alimentados con el **Concentrado Experimental** en general presentan un óptimo desarrollo y sano crecimiento. Ver figura 31.

Figura 30. Pollo sano alimentado con Concentrado Experimental.



7. CONCLUSIONES

- El adecuado método de recolección y de preparación de la sangre vacuna genera una harina de sangre de excelente calidad para la preparación de concentrados utilizados en la alimentación de aves, manifestada en un alto contenido proteico y de alto valor biológico, sirviendo además como agente aglutinante.
- El valor óptimo de humedad de la harina de sangre debe estar alrededor del 60% para garantizar adecuados porcentajes de aminoácidos, favorecer el efecto aglutinante y permitir una adecuada conservación al menos durante un período de tres meses a 4 °C. No se debe permitir la cristalización de la sangre en la obtención de la harina.
- Se logró la estandarización de la obtención y la caracterización de la harina de sangre para usarla en concentrados avícolas obteniendo óptimos resultados en ganancia de peso y eficiencia nutricional
- La soya, la mogolla y la harina de sangre son fuente de proteína de alto valor biológico para la alimentación de los pollos, ya que cubren los requerimientos de aminoácidos como: Metionina, Cisteína y Lisina necesarios en la dieta de estos animales. Además el análisis por HPLC de estos materiales muestran la presencia de otros aminoácidos, aumentando su valor nutricional.
- La formulación y preparación del **Concentrado Experimental** permite incluir hasta un 8% de harina de sangre, 20% de mogolla, 9.4% de soya 36.6% de salvado de maíz, 18% de cebada, 6% de melaza y 2% de premezcla de vitaminas y minerales, generando un alimento de óptima calidad nutricional y aceptable palatabilidad. No se hizo necesario la adición de aglutinantes, ya que este efecto lo produce la harina de sangre, permitiendo la adherencia de todos los ingredientes, una adecuada consistencia y formación de un pellet compacto y homogéneo.
- **E l Concentrado Experimental**, cubre los requerimientos de aminoácido en la dieta de los pollos, por tal razón su proteína se clasifica como Proteína de alto valor biológico para la nutrición de pollos de engorde. Sus porcentajes de Proteína, Cenizas, fibra y Fósforo se encuentran dentro del rango requerido para los concentrados para pollos, sin embargo, el porcentaje de grasa, es inferior al requisito necesario.
- Aún cuando el porcentaje de grasa del **Concentrado Experimental** es ligeramente inferior al requerido para concentrados de pollos de engorde, se alcanzan pesos que se encuentran dentro del rango para pollos a los 45 días.

Por esta razón, el **Concentrado Experimental** es ideal para utilizarlo en la alimentación de Pollos hasta la sexta semana de crecimiento, de allí en adelante es aconsejable complementar esta formulación con grasa para lograr mayores pesos en los pollos en las ultimas semanas de crecimiento.

- El **Concentrado Experimental**, presenta gran valor nutricional en la dieta de pollos y alta eficiencia nutricional, manifestada en su apropiada conversión alimenticia. Así mismo la mezcla 50/50 de **Concentrado Experimental** con el Concentrado Comercial Itacol, presenta óptimos resultados en la nutrición de pollos de engorde, alcanzando pesos adecuados en el desarrollo de los pollos.
- Los bajos niveles de humedad y grasa que presenta este concentrado favorecen su conservación y estabilidad por lo menos durante 8 meses.
- Se logró la transformación de un residuo contaminante en un producto útil para el sector avícola.

8. RECOMENDACIONES

- El **Concentrado Experimental** elaborado permite obtener mayor eficiencia nutricional durante las primeras cinco semanas de alimentación, por tal motivo este concentrado se recomienda como suministro a los pollos durante la etapa de iniciación
- Para lograr mayores ganancias de peso durante la etapa de engorde en lo pollos, se recomienda complementar el **Concentrado Experimental** elaborado con fuentes de grasa como aceites vegetales.
- Actualmente se utilizan subproductos de las aves, como: plumas, huesos y sangre para elaborar complementos nutricionales para la elaboración de concentrados. estos subproductos contienen minerales necesarios para el adecuado desarrollo del los pollos. Seria recomendable utilizar estos subproductos como mezcla en concentrados de este tipo para elevar los contenidos de minerales y aun mas los de aminoácidos.
- Debido a que el analisis microbiológico no fue objetivo de este trabajo, se recomienda realizar este analisis tanto a la harina de sangre elaborada como a las materias primas y el **Concentrado Experimental**.
- Se recomienda determinar los contenidos de vitaminas y minerales en la harina de sangre elaborada y concentrados que se elaboren con ella.
- Se puede evaluar el concentrado en la nutrición de especies diferentes a aves como por ejemplo: cerdos y peces entre otros.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. CANO VILLATE, adalgiza. Producción Avícola. Universidad nacional abierta y a distancia, Santafé de Bogotá D.C.1996. pp. 12, 15, 20.
2. ORTIZ RIOS, carlos daniel. Guía para la alimentación animal y elaboración de concentrados. Convenio Andrés bello. Bogotá D.C 1999.pp. 30, 32, 35.
3. CASTELLANOS ECHEVERRÍA Fernán. Aves de corral. área producción animal. Editorial trillas, México 1999. pp. 61-72.
4. CEDEÑO SAAVEDRA, guillermo. Nutrición animal (segunda parte) editorial unisur. Santafé de Bogotá 1996. pp. 617, 620, 626, 631.
5. AGUDELO GONZALES, gustavo. Fundamentos de nutrición animal aplicada, Ciencia y tecnología, editorial universidad de antióquia. 1990 Pp 2, 3,6, 38, 39, 289.
6. GOYES, blanca i. Nutrición animal. Editorial Universidad Santo Tomas. 1984 pp. 123,210.
7. CONN,eric.e; STUMPF, paulk; BROENING, george, DOY, roy h. Bioquímica Fundamental. Limusa noriega editores, México 2000.pp. 74, 76, 77, 192, 193, 196, 226.
8. MAYNARD, leonard. a; LOOSLI, john. k; HINTZ, harold. f; WARNER, richard. g. Nutrition animal 7 edición. McGraw-hill. 1989. pp. 49, 68, 109, 144, 301.
9. ROBINSON. Bioquímica y Valor Nutritivo de los Alimentos. Zaragoza, España.1986.
10. BERNAL, Inés. Análisis de alimentos 1 edición. Editora Guadalupe, Bogota1993. pp. 15-50.
11. TEJADA de H. I., Berruecos J. M., Merino Z. H., (1977). Análisis Bromatológico de Alimentos Empleados como ingredientes en Nutrición Animal. Rev. Técnica Pecuaria. Suplemento 5. Pp. 5-7.
12. FOX, brian. A; CAMERON, allan.g. ciencia de los alimentos, nutrición y salud. Limusa, noriega editores, México 1999. pp. 23, 25, 271.
13. CALNET, b.n. Enfermedades de las aves.2 edición. Manual moderno. 1985 pp. 15-20
14. GRASS RAMIRES, josè fernando; VILLA LA TORRE, juan miguel. aprovechamiento agroindustrial de la sangre proveniente de las plantas de beneficio animal. universidad del cauca, facultad de ciencias agrarias departamento de agroindustria. pp. 21, 31, 34, 54,77, 144, 148, 151, 153.
15. PEREZ ACERO José Joaquín. Cereales, leguminosas y oleaginosas. Editorial UNAD 2000. Bogotá D.C. pp. 59-70.
16. PARDO Rincón nelson a. manejo y nutrición en aves de corral. grupo latino Ltda. Argentina. 1983. pp. 37, 40.
17. MORENO, m.j. harina de sangre. ICA, UNC. Bogota 1975. pp. 7-14,21.
18. LORENZ, k.j. y KULP, k. Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker Inc. New York. (1991).

19. ROBERT S. hodges. High- performance liquid chromatography of peptides and proteins separations, analysis and conformation. Editors Colin T Mant. Crc pres. Boca raton and arbor Boston london. Pp 273, 847, 849.
20. RODNEY F. Boyer. Modern experimental biochemistry. Second edition. Hope college (the benjamin / commings publishin company. Inc) 1993. pp 267, 270- 279.
21. Manual técnico del manejo del PICO-TAG.
22. CAICEDO VALLEJO. Harina de carne. Instituto colombiano agropecuario (ICA) y UNC Bogotá. 1975. pp. 15, 19.
23. Tecnologías Orgánicas. Manual agropecuario de la granja integral autosuficiente. Biblioteca del Campo 2002. pp. 17-51.