

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL CONSUMO DE LA TORTA DE
SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* L.) PRECOCIDA SOBRE EL
PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO DE POLLOS DE CARNE**

Tesis

Para optar el título de

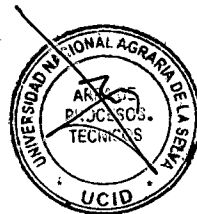
INGENIERO ZOOTECNISTA

REINER PEDRO GABRIEL REÁTEGUI INGA

PROMOCIÓN 2010

Tingo Maria - Peru

2012



L02

R31

Reátegui Inga, Reiner Pedro Gabriel

Determinación del efecto del consumo de la torta de sachu inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocida sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos en carne, – Tingo María, 2012

87 páginas; 20 cuadros; 11 fgrs.; 54 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. PERFIL BIOQUÍMICO | 2. HEPÁTICA | 3. SANGUÍNEO |
| 4. POLLOS DE CARNE | 5. SACHA INCHI | 6. PRECOCIDA |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de nuestra Diversidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de Julio de 2012, a horas 7:03 p.m. para calificar la tesis titulada:


DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL CONSUMO DE LA TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) PRECOCIDA SOBRE EL PERFIL BIOQUIMICO SANGUINEO DE POLLOS DE CARNE

Presentada por el Bachiller **Reiner Pedro Gabriel REATEGUI INGA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de "EXCELENTE".

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 28 de agosto de 2012


Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Presidente


MSc. JUAN LAO GONZALES
Miembro


Méd. Vet. JORGE TURPO CALCINA
Miembro


Dr. DANIEL PAREDES LÓPEZ
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres: Pedro Reátegui Díaz y Nelly Yolanda Inga Pizarro, autores de mis días y de mi formación, con ternura y eterna gratitud, por su dedicación, ayuda moral y espiritual; quienes con amor, sacrificio y confianza involucraron en mí, principios de superación, valores y educación, haciendo posible la culminación de mi carrera profesional.

Con infinito amor y eterna gratitud dedico estas páginas a la mejor madre sacrificada y abnegada, que tiene algo de Dios por la inmensidad de su amor.

A mis queridos hermanos Roner y Manuel, fruto del amor de mis padres por su apoyo moral, cariño, comprensión y amor sin medida, por los momentos inolvidables que vivimos juntos mientras crecíamos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el divino redentor, por haberme permitido la existencia y dotarme de inteligencia y salud, que me protege y fortalece en cada instante de mi vida.

A mis asesores de tesis, Dr. Daniel Paredes López, Dr. Rizal Robles Huaynate y, por su gran ayuda, dedicación y paciencia que han permitido la elaboración de esta tesis. Por toda la confianza que ha depositado en mí, hasta el último momento.

Al Ing. Hugo Saavedra Rodríguez, por la facilitar la obtención de los materiales para la crianza de pollos.

A Félix Jara, Laboratorista del laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia, por su apoyo en los análisis realizados.

A todas las personas que durante la realización del trabajo me han apoyado y animado y, que han hecho grato y satisfactorio todo el tiempo dedicado

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Características del sachá inchi (<i>Plukenetia volúbilis</i> , L.)	4
2.2. Composición química nutricional del sachá inchi	6
2.3. Factores antinutricionales y composición fitoquímica del sachá inchi ...	9
2.3.1. Taninos.....	12
2.3.2. Alcaloides	14
2.3.3. Saponinas	16
2.3.4. Glucósidos	18
2.4. Perfil bioquímico sanguíneo	19
2.4.1. Aspartato aminotransferasa (AST) y Alanina aminotransferasa (ALT)	19
2.4.2. Hemoglobina y hematocrito	21
2.4.3. Proteína sérica y albúmina	22
2.5. Homeostasia	25
2.6. Histología hepática y peso relativo del órgano de pollos.....	25
2.6.1. Examen histológico.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. Lugar y fecha de ejecución	30
3.2. Tipo de investigación.....	31
3.3. Instalaciones y equipos	31
3.4. Animales experimentales.....	31

3.5. Alimento y alimentación	31
3.5.1. Insumo en estudio	32
3.5.2. Preparación de las raciones	32
3.6. Metodología de las evaluaciones de indicadores	36
3.6.1. Perfil sanguíneo	36
3.6.1.1. Transaminasa punto final (VALTEK LAB)	37
❖ Transaminasa glutámico pirúvica o alanina aminotransferasa.....	37
❖ Transaminasa glutámico oxalacética o aspartato aminotransferasa ...	37
3.6.1.2. Hemoglobina (VALTEK LAB.).....	38
3.6.1.3. Hematocrito (Técnica de micro-hematocrito).....	38
3.6.1.4. Proteína sérica (WIENER LAB. 2000).....	38
3.6.1.5... Albúmina (WIENER LAB. 2000).....	39
3.6.2. Evaluación histológica del hígado	39
➤ Inclusión	40
➤ Realización de los tacos	40
➤ Corte	40
➤ Coloración (Hematoxilina – eosina)	41
3.6.3. Control de peso de órganos	42
3.6.4. Parámetros zootécnicos	42
3.6.4.1. Consumo de alimento diario (CAD, g/día).....	42
3.6.4.2. Ganancia de peso diario (GPD, g/día).....	43
3.6.4.3. Conversión alimenticia (CA).....	43
3.7. Variables independientes.....	43
3.8. Tratamientos.....	44

3.9. Croquis de distribución de los tratamientos.....	44
3.10. Análisis estadístico.....	45
3.11. Variables dependientes.....	46
- Indicadores bioquímicos sanguíneos.....	46
- Indicadores anatómicos.....	46
- Desempeño zootécnico.....	46
IV. RESULTADOS	47
4.1. Efecto del consumo de torta de sachá inchi precocida sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de engorde	47
4.2. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre la histología hepática en pollos a los 48 días de edad	54
4.3. Efecto de del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el peso relativo de los órganos de pollos	55
4.4. Efecto del consumo de torta de sachá inchi precocida sobre el desempeño zootécnico de pollos	56
V. DISCUSIÓN	59
5.1. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de engorde	59
5.2. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre la histología hepática en pollos a los 48 días de edad	66
5.3. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el peso relativo de los órganos de pollos	67
5.4. Efecto del consumo de torta de sachá inchi precocida sobre el desempeño zootécnico de pollos	68
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES	73
VIII. BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXO	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Perfil de aminoácidos de la proteína de sachá inchi comparada con otras proteínas de semillas oleaginosas	7
2. Contenido nutricional de la torta de sachá inchi	9
3. Análisis fitoquímico del extracto etéreo de la torta de sachá Inchi	10
4. Análisis fitoquímico del extracto alcohólico de la torta de sachá inchi	10
5. Análisis fitoquímico del extracto acuoso de la torta de sachá inchi	11
6. Determinación de alcaloides en la almendra de Sachá Inchi	15
7. Determinación de saponinas en la almendra de Sachá Inchi	16
8. Valores normales del perfil bioquímico sanguíneo de pollos	24
9. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de 1 a 2 y 2 a 12 días de edad	33
10. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de 13 a 21 días de edad	34
11. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de 22 a 48 días de edad	35
12. Niveles de hemoglobina (g/dL) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades	47
13. Niveles de hematocrito (%) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades	48
14. Niveles de proteína sérica (g/dL) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades	48
15. Niveles de albúmina (g/dL) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades	49
16. Niveles de AST (UI/L) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades	49

17. Niveles de ALT (UI/L) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades	50
18. Descripción del tejido hepático de pollos a los 48 días de edad alimentados con torta de sachá inchi precocida	55
19. Peso promedio relativo (g/100g de peso vivo) de órganos de pollos de 48 días de vida alimentados con diferentes niveles de torta de sachá Inchi precocida	55
20. Promedios \pm error estándar del CAD, GPD en gramos/día y CA de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP en función a los periodos evaluados	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Niveles de hemoglobina de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP	51
2. Niveles de hematocrito de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP.....	51
3. Niveles de proteína sérica de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP	52
4. Niveles de albúmina de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP	52
5 Niveles de Aspartato aminotransferasa de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP	53
6. Niveles de Aspartato aminotransferasa de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP	53
7. Fotografías del tejido hepático según la inclusión de TSIP	54
8. Peso relativo de órganos de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida	56
9. Consumo de alimento diario promedio de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida según periodos de evaluación	57
10. Ganancia de peso diario promedio de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida según periodos de evaluación	58
11. Conversión alimenticia de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida según periodos de valuación	58

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de la torta de sachá inchi precocida (TSIP) en diferentes niveles de la ración de pollos sobre el perfil bioquímico sanguíneo, desempeño zootécnico, peso relativo de órganos e histología del hígado. Para esto se utilizó 150 pollos (75 hembras y 75 machos) de 2 días de edad (DE), de la línea Cobb 500; los cuales fueron divididos en 3 grupos (T1, T2 y T3). El T1 fue alimentado con 0%, el T2 con 7% y el T3 con 14% de TSIP. Las muestras de sangre fueron obtenidas de la vena yugular a los 2 DE y vena alar a los 12, 21 y 48 DE; el diseño estadístico usado fue el DCA con arreglo factorial 3x3+1. Los perfiles bioquímicos sanguíneos bajo efecto de la TSIP fueron: $9,03\pm 0,20$, $9,17\pm 0,23$ y $8,99\pm 0,24$ de hemoglobina (g/dL); $27,38\pm 0,38$, $30,00\pm 0,38$ y $29,56\pm 0,45$ de hematocrito (%); $2,86\pm 0,10$, $2,98\pm 0,11$ y $2,82\pm 0,10$ de proteína sérica (g/dl); $1,11\pm 0,02$, $1,12\pm 0,03$ y $1,12\pm 0,03$ de albúmina (g/dl); $104,51\pm 2,44$, $92,74\pm 1,96$ y $92,53\pm 2,29$ de AST (UI/L); $30,81\pm 3,32$, $17,82\pm 0,66$ y $20,95\pm 0,62$ de ALT (UI/L) para T1, T2 y T3 respectivamente. En el tejido hepático, evaluado a los 48 DE, se encontró que los hepatocitos mostraron arquitectura normal, aparición de hepatocitos polinucleados y aumento considerable de número de los hepatocitos polinucleados para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. En el peso promedio relativo (g/100g de peso vivo) del hígado se obtuvo 1,70, 1,66 y 1,75; para el páncreas fue 0,17, 0,19 y 0,18; para la Bursa de Fabricio 0,14, 0,18 y 0,17; para el pulmón 0,64, 0,58 y 0,66; y para el bazo 0,10, 0,10 y 0,10; para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. En cuanto al desempeño zootécnico en el periodo 2 a 48 DE para el T1 fue $124,00\pm 0,46$, $64,00\pm 0,40$ y $1,94\pm 0,02$; para el T2 fue $102,00\pm 0,86$, $46,00\pm 1,25$ y $2,26\pm 0,05$; y para el T3 se obtuvo $88,00\pm 0,50$, $34,00\pm 0,70$ y $2,60\pm 0,06$ para el consumo de alimento diario (CAD), ganancia de peso diario (GPD) y conversión de alimenticia (CA) respectivamente. Los niveles de TSIP en la dieta no mostraron efecto ($p>0,05$) sobre los perfiles de hemoglobina, albúmina, proteína sérica, mientras que en los niveles de hematocrito, AST y ALT sí tuvo efecto ($p<0,05$); pero los resultados mencionados se encontraron dentro de sus parámetros normales. En cuanto al desempeño zootécnico los niveles de TSIP mostró efecto adverso ($p<0,05$); mas no así sobre el peso relativo de los órganos estudiados ($p<0,05$). En la evaluación del tejido hepático de los tratamientos en estudio; en el T3 se observó la disminución del lumen de los espacios sinusoides hepáticos e incremento de núcleo en los hepatocitos a comparación del T1.

Palabras claves: Sachá inchi, *Plukenetia volúbilis* L, perfil bioquímico sanguíneo.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la avicultura se encuentra centralizada en la costa y en el norte del país, debido a esto, el abastecimiento de carne y huevos en nuestra Provincia de Leoncio Prado es proveída de estas dos regiones. Sin embargo, nuestra provincia cuenta con excelentes condiciones climatológicas y ambientales, con insumos alimenticios regionales que podrían ser utilizados en la alimentación de aves como la torta de sachá inchi obtenida como residuo después de la extracción de aceite de la semilla, caracterizada por su alto valor proteico (59,13%) (BRIOSOS, 2007). Así la torta de sachá inchi surge como una alternativa para sustituir a insumos proteicos, los cuales conllevan a la disminución de los costos de producción y así ofertar productos a mejores precios.

La torta de sachá inchi procesada térmicamente se considera un insumo de alta calidad, ya que posee un alto nivel de proteína y energía bruta. Sin embargo, las semillas de sachá inchi contiene factores antinutricionales tóxicos que limitan el nivel de uso en especies monogástricas, estos factores podrían ser inactivados mediante el tratamiento térmico para mejorar la calidad del producto e incrementar el nivel de su uso.

Los niveles de glucósidos, saponinas y otros factores antinutricionales presentes en la torta de sachá inchi después del proceso de cocción causarían cambios en la estructura histológica del hígado y variación de los niveles de hemoglobina, hematocrito, proteína sérica, albúmina y transaminasa en sangre de pollos parrilleros. En ese contexto se genera la presente investigación, bajo la inquietud de responder la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los efectos del consumo de la torta de sachá inchi precocida en pollos de carne de la línea Cobb Vantres 500 sobre los perfiles de transaminasa, proteína sérica, hemoglobina, hematocrito, albúmina y desempeño zootécnico?

En tal sentido se plantea la siguiente hipótesis. Los niveles de Factores anti nutricionales presentes en la torta de sachá inchi precocida causarían alteraciones de los índices cuantitativos de aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa, hemoglobina, hematocrito y albúmina en sangre de pollos de carne en el periodo más largos de exposición; para demostrar esto se plantea los siguientes objetivos.

- Determinar los efectos del consumo de la torta de sachá inchi precocida incluidos en diferentes niveles de la ración de pollos en diferentes fases de producción sobre el perfil bioquímico sanguíneo, desempeño zootécnico, peso relativo de órganos y daño tisular hepático.
- Determinar los efectos del consumo de la torta de sachá inchi precocida incluidos en diferentes niveles de la ración de pollos en diferentes fases de

producción sobre los índices de hemoglobina, hematocrito, proteína sérica, albúmina, aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa en pollos.

- Determinar cualitativamente los efectos del consumo de la torta de sachá inchi precocida incluidos en diferentes niveles de la ración de pollos en diferentes fases de producción sobre el daño tisular hepático.
- Determinar cualitativamente los efectos del consumo de la torta de sachá inchi precocida incluidos en diferentes niveles de la ración de pollos en diferentes fases de producción sobre los pesos relativos de órganos y desempeño zootécnico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*, L.)

Es una planta perenne que pertenece a la familia Euphorbiaceae de fuste semileñosa trepadora; hermafrodita silvestre en proceso de domesticación; de gran variabilidad, teniéndose en la amazonia peruana más de 50 eco tipos (MANCO, 2006); clasificación hecha en base a los ecotipos que corresponden a 50 grupos étnicos de las culturas nativas selváticas (ANAYA, 2003).

Se adapta bien a suelos arcillosos y ácidos con pH entre 4,5 a 7,2, con poca exigencia nutricional y con alta concentración de aluminio, resistente a humedad y estrés hídrico. Crece muy bien en regiones tropicales desde 80 a 1 700 msnm, teniendo mejor desarrollo en climas cálidos; obteniendo mejor producción cuando el pH del suelo es entre 6,0 – 6,5, propio de suelos aluviales franco arenoso; los frutos se presentan en forma de cápsulas estrelladas, dentro de ello se encuentran de 5 a 7 semillas de color marrón oscuras, de forma oval, abultadas en el centro y achatadas en los bordes (MANCO, 2006).

La primera mención científica del sachá inchi fue realizada en 1980 a consecuencia de los análisis del extracto etéreo y proteína realizado por la Universidad de Cornell (USA), donde reporta, que la semilla tiene 33% de proteína, 48,7% de aceite y 5 620 Kcal/kg de energía bruta, un alto contenido de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico y linolénico) por lo que se considera un aceite con bajo contenido de colesterol (Hazen y Stoewesand, 1980, citado por MANCO, 1996).

Taxonomía. La clasificación botánica de la planta según BRACK (1999) y EI INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS Alexander Von Humboldt (2007), citado por MONDRAGÓN (2009), es la siguiente:

Reino : Vegetal
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Euphorbiales
Familia : Euphorbiaceae
Género : Plukenetia
Especie : Plukenetia volubilis Linneo.

La literatura reporta la presencia de saponinas triterpénicas en las dicotiledóneas, especialmente en la familia Euphorbiaceae, Cariofilaceae, Poligaláceae y solanáceae entre otras (Trease–Evans, 1991, Porres, 1999 y Strasburger *et al.*, 1981, citado por MONDRAGÓN 2009).

2.2. Composición química nutricional del sachá inchi

Hamaker *et al.*, (1992), citado por ARANDA (2009), determinaron que las semillas contiene aminoácidos, mostrando relativamente niveles altos de cisteína, tirosina, treonina y triptófano, comparado a otras proteínas de semillas oleaginosas halladas en la región. Los niveles de leucina y lisina en la semilla del sachá inchi fueron más bajos que los encontrados en la proteína del fréjol de soya aun que igual o mejor que en la proteína del maní, algodón o girasol; el perfil de aminoácidos de la semilla de Sachá Inchi se comparó con otras semillas oleaginosas, los cuales se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro N° 1. Perfil de aminoácidos de la proteína de sachá inchi comparada con otras proteínas de semillas oleaginosas^a

Aminoácidos	Sachá inchi	Soya	Maní	Algodón	Girasol
PT %	27	28	23	33	24
Esenciales					
Histidina	26	25	24	27	23
Isoleucina	50	45	34	33	43
Leucina	64	78	64	59	64
Lisina	43	64	35	44	36
Metionina	12	13	12	13	19
Cistina	25	13	13	16	15
Metionina + Cistina	37	26	25	29	34
Fenilalanina	24	49	50	52	45
Tirosina	55	31	39	29	19
Fenilalanina + Tirosina	79	80	89	81	64
Treonina	43	39	26	33	37
Triptófano	29	13	10	13	14
Valina	40	48	42	46	51
No esenciales					
Alanina	36	43	39	41	42
Arginina	55	72	112	112	80
Aspártico	111	117	114	94	93
Glutámico	133	187	183	200	218
Glicina	118	42	56	42	54
Prolina	48	55	44	38	45
Serina	64	51	48	44	43

^a Valores mostrados están en mg/g de proteína, al menos que se indique lo contrario (N x 6,25)
Fuente: Hamaker, (1992), citado por ARANDA (2009);

Sathe *et al.*, (2002), citado por ARANDA (2009), realizaron estudios mostrando que la reserva de albúmina en la semilla de sachá inchi presentó aproximadamente el 25% del peso de la harina de la semilla desgrasada, lo que representa el 31% del total de proteína de la semilla. La albúmina de la semilla, es una proteína de reserva compuesta de dos polipéptidos glicosilados, con pesos moleculares estimados de 32 800 y 34 800 Da respectivamente. La albúmina de la semilla tiene un contenido de azúcar estimado en 4,8% ±

0,92%. Esta albúmina es una proteína básica y contiene todos los aminoácidos esenciales en adecuada cantidad, cuando se compara con los patrones de recomendación de la FAO/WHO para personas adultas. El contenido de Triptófano en la albúmina es inusualmente alto (44 mg/g de proteína), sin embargo el contenido de fenilalanina es bajo (9 mg/g de proteína). La albúmina de la semilla de sachá inchi es una proteína altamente digestible in vitro, pero fue necesario la desnaturalización al calor de esta proteína para que rápidamente sea digerida por las proteasas evaluadas; TPCK – tripsina, TLCK – quimotripsina y pepsina.

MANCO (2006) mencionaron que los análisis realizados en aceite y proteína en los laboratorios de Pucallpa y la empresa Perú Pacífico S.A. en Piura y el contenido de ácidos grasos en laboratorios de ENASSA en Lima, sobre la semilla de sachá inchi expresados en base a materia seca, ha reportado un alto contenido de proteína de 33% y ácidos grasos de 48,7%, de la misma forma el contenido de vitamina A y E, minerales y aminoácidos y energía bruta 5 620 Kcal/Kg.

Las referencias sobre el valor biológico de su proteína manifiestan que es deficiente en aminoácidos azufrados (metionina y tirosina) característico de las leguminosas (ANAYA, 2003).

Datos provenientes de análisis proximal de la torta de sachá inchi precocida están detallados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido nutricional de la torta de sachá Inchi

NUTRIENTES	Valores
Materia seca (%)	94,25
Proteína bruta (%)	52,77
Extracto etéreo (%)	3,50
Fibra cruda (%)	4,86
Ceniza	5,40
Energía bruta (kcal/kg)	5 068,20

Fuente: PALPA (2009).

2.3. Factores antinutricionales y composición fitoquímica del sachá inchi

D'mello (1995), citado por BELMAR *et al.*, (2005) define a los factores antinutricionales como compuesto naturales, provenientes principalmente del metabolismo secundario de las plantas, que reduce el consumo de alimento y su utilización por los animales. En cuanto que los inhibidores de la tripsina y quimiotripsina están implicados en la reducción de la digestibilidad de la proteína y la hipertrofia pancreática (LIENER, 1976).

Así mismo Pariona (2008), citado por ARANDA (2009) realizó el análisis fotoquímico cualitativo del aceite del sachá inchi con la finalidad de determinar la presencia de metabolitos secundarios, encontrándose en la almendra presencia significativa de alcaloides, saponinas y una cantidad moderada de cumarinas fijas; las muestras de semilla de sachá inchi para este estudio fueron cultivadas en la región de San Martín.

Mientras que MONDRAGÓN (2009), realizó estudio fitoquímico del extracto, acuoso, alcohólico y etéreo de la torta sachá inchi; cuyos resultados se muestran en los Cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 3. Análisis fitoquímico del extracto etéreo de la torta de sachá inchi

Constituyentes químicos	Reactivo	Precipitado	Color
Aceite y grasas	Fehling	+++	Pardo
Carotenoides	Lieberman - burchard	++	Azul fugaz
Alcaloides	Dragendorf	-	pp. anaranjado
	Mayer	-	pp. blanco
	Bouchardat	-	pp. blanco
Cumarinas	Baljet	-	pp. rojo
Saponinas	Lieberman- Burchard	+++	Rosado
Antraquinonas	Borntrager	-	Rosada/roja

Fuente: MONDRAGÓN (2009).

Cuadro 4. Análisis fitoquímico del extracto alcohólico de la torta de sachá inchi

Constituyentes químicos	Reactivo	Precipitado	Color
Azúcares reductores	Fehling	+++	pp. rojo ladrillo
Aminogrupos libres	Ninhidrina 2%	+++	Azul
Alcaloides	Dragendorf	-	pp. Anaranjado
	Mayer	-	pp. Blanco
	Bouchardat	-	pp. blanco
Flavonoides	Shinoda	-	Naranja/rojo
Cumarinas	Baljet	-	pp. rojo
Glucosidos	Molish	+++	Anillo violeta
Saponinas	Triterpenoides Lieberman - burchard	+++	Rosado
	Esteroides Espuma	- +++	Verde/Azul >2mm x 2 min.
Antraquinonas	Borntrager	-	Rosada/roja
Glicósidos cianogenéticos	Papel picrosado	-	Rojo

Fuente: MONDRAGÓN (2009)

Cuadro 5. Análisis fitoquímico del extracto acuoso de la torta de sachá inchi

Constituyentes químicos	Reactivo	Precipitado	Color
Azúcares reductores	Fehling	+++	pp. rojo ladrillo
Aminogrupos libres	Ninhidrina 2%	+++	Azul
Alcaloides	Dragendorf	-	pp. Anaranjado
	Mayer	-	pp. Blanco
	Bouchardat	-	pp. blanco
Flavonoides	Shinoda	-	Naranja/rojo
Cumarinas	Baljet	-	pp. rojo
Glucosidos	Molish	+++	Anillo violeta
Saponinas	Triterpenoides Lieberman - burchard	+++	Rosado
	Esteroides Espuma	+++	>2mm x 2 min.
Antraquinonas	Borntrager	-	Rosada/roja
Glicósidos cianogenéticos	Papel picrosado	-	Rojo
Taninos	Cloruro ferrico 5%	+	Azul/verde
	Acetato de plomo 5%	+	Blanco
	Hipoclorito de sodio	-	Anaranjado
	Cianuro de potasio	-	pp. Amarillo

Fuente: MONDRAGÓN (2009)

Simbología: (-) No detectable, (+) Poco o escaso, (++) Moderado, (+++) Abundante

Para determinar el efecto tóxico de los factores antinutricionales sobre el organismo, es necesario evaluar el tejido hepático ya que está probado que el hígado posee mayor capacidad de respuesta frente a la agresión tóxica en comparación a cualquier otro órgano, debido a su misión clave como vía primaria de desintoxicación. Del mismo modo esta misión del hígado puede ser la causa de su propia lesión, ya que en la biotransformación de sustancias tóxicas pueden generarse metabolitos, en ocasiones más tóxicos que la sustancia de partida, los que en ocasiones pueden producir lesiones hepatocelulares (Bafna *et al.*, 2005, citado por CASTILLO *et al.*, 2010).

2.3.1. Taninos

Según BELMAR *et al.*, (2005), tanino se define como compuestos naturales polifenólicos, hidrosolubles, que forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros del alimento. Son capaces de precipitar alcaloides, gelatinas y otras proteínas en soluciones acuosas. Por su estructura y reactividad hacia los agentes hidrolíticos se clasifican en dos grupos, taninos hidrolizables y taninos condensados. Los primeros llamados también galotaninos, son fácilmente hidrolizables por ácidos o enzimas. Por otro lado, los taninos condensados (proantocianidinas) son polímeros flavonoides, no son susceptibles a hidrólisis pero pueden ser degradados oxidativamente en ácidos fuertes para producir antocianidinas.

MONDRAGÓN (2009) reporta que la concentración de ácido tánico en los residuos de extracción de aceite de la *Plukenetia volubilis* L. (Torta de sachá inchi) es de $1,3 \times 10^{-5}$ y que dichos valores son inferiores a los encontrados en: *Krameria triandra* (12%), *Plantago lanceolata* (0,8 – 1,0%), *Medicago sativa* e indicando también que los valores obtenidos de los residuos de *Plukenetia volubilis* L. no perjudican su interacción con las proteínas u otro nutriente.

En el ensayo que realizó LA TORRE *et al.*, (1998), no encontró ninguna diferencia estadística ($p > 0,24$) entre el consumo de alimento y la concentración de taninos y las medias por tratamiento para el mejor consumo de alimento correspondió al testigo (dieta basal 0 %E.C) la cual fue de 3 576,3 g/ave, seguido por el nivel alto (3,24% E.C) 3 570 g/ave, nivel medio (1,64%

E.C) 3 565 g/ave y nivel bajo de taninos (0,17% E.C) 3 502,5 g/ave. Obteniéndose una correlación positiva y baja ($r = 0,2202$; $p < 0,4125$), indicando estos resultados que el consumo de alimento no se vio afectado por el aumento en la concentración de taninos (% E.C), y también no encontró ninguna diferencia estadística ($p < 0,9067$) entre la supervivencia y la concentración de taninos y las medias por tratamiento para la supervivencia son para el testigo (dieta basal 0% E.C) fue de 96,67%, seguido por el nivel bajo (0,17% E.C) 96,67%, nivel medio (1,64% E.C) 95,00% y nivel alto de taninos (3,24% E.C) 94,45%. Indicando estos resultados que la supervivencia no se vio afectada por el aumento en la concentración de taninos (%E.C) además el porcentaje de mortalidad general del ensayo fue de 4,16% que es un rango normal a nivel de campo.

Por su parte REÁTEGUI *et al.*, (2010), encontraron en pollos de 45 días de edad, alimentados con torta de sachá inchi (TSI) en diferentes concentraciones (0, 20, 30 y 40%), 2 144g, 572g, 515g y 399g de peso vivo en las aves alimentados con 0%, 30%, 20% y 40% de TSI respectivamente; mientras que en conversión alimenticia 9,08, 7,38, 6,91y 2,49 en aves alimentadas con 40%, 20%, 30% y 0% de TSI respectivamente; y para el consumo fue 5 136,25g, 3 684,5g, 3 511,25g y 3 276,25g en aves alimentadas con 0%, 30%, 20% y 40% de TSI respectivamente.

2.3.2. Alcaloides

Los alcaloides son derivados de aminoácidos y triterpenos. En general se encuentran formando sales con el ácido acético, oxálico, láctico, málico, tartárico y cítrico. Sus actividades biológicas son importantes por su mimetismo hormonal y su intervención en las reacciones principales del metabolismo celular, muchos alcaloides son la causa de intoxicaciones en humanos y animales (LINDNER, 1995).

Según BOTANICALONLINE (2005), puede afectar a los siguientes sistemas.

-Sistema nervioso: Algunos ejercen una función estimulante del sistema nervioso central.

-Sistema digestivo: Algunos son muy tóxicos para el sistema digestivo, produciendo irritaciones violentas de todas las mucosas gástricas con manifestaciones tan típicas como diarreas, vómitos, etc. Hay que mencionar aquellos que atacan el hígado causando lesiones hepáticas, (cirrosis, hepatitis, cáncer, etc).

Sistema circulatorio: su efecto se realiza sobre los vasos circulatorios como la reserpina de la *Rauwolfia vomitoria* que baja la presión sanguínea, por lo que se utiliza para tratar la hipertensión. Alcaloides que ejercen un efecto contrario serían, por ejemplo, la esparteína de la retama negra (*Cytisus scoparius*) cuyas propiedades hipertensivas se han aprovechado

para incrementar el metabolismo y propiciar la eliminación de líquidos en personas afectadas por obesidad.

-Aparato respiratorio: Dentro de este apartado tenemos alcaloides que tienen la propiedad de dilatar los bronquios posibilitando un aumento de la respiración.

-Psicotrópicos: Otros alcaloides formarían parte del grupo de los llamados psicotrópicos, que son aquellos que afectan a la mente, alterando la percepción. Entre ellos tendríamos que mencionar: Alucinógenos, narcóticos, estimulantes.

Según PORTALFARMA (2005), los alcaloides pirrolizidínicos poseen efectos tóxicos, se manifiestan de forma crónica cursando con dolores abdominales, ascitis, pérdida de apetito, incremento considerable de los valores de transaminasas en sangre y hepatomegalia.

El Cuadro 6 muestra el elevado contenido de alcaloides en la almendra de sachá inchi.

Cuadro 6. Determinación de alcaloides en la almendra de Sachá Inchi

Reactivo	Almendra (Sachá inchi) extracto acuoso	Almendra (Sachá inchi) extracto etanólico
Reactivo de Dragendorff	++	++
Reactivo de Mayer	+++	+++
Reactivo de Wagner	+++	+++
Reacción de Sonneschein	+++	+++

Fuente: Pariona, 2008, citado por ARANDA (2009).

Simbología: (-) No detectable, (+) Poco o escaso, (++) Moderado, (+++) Abundante

2.3.3. Saponinas

Según CALVO (2005), las saponinas son glucósidos presentes en algunos vegetales que como su nombre indica, son capaces de formar espuma, como el jabón, cuando se encuentran en disolución acuosa. Tienen sabor amargo, y son capaces de producir la hemólisis de los eritrocitos *in vitro*. Complementando la idea, GÓMEZ (1997), indica que las saponinas tienen acción hemolítica, al interaccionar con el colesterol de la membrana de los eritrocitos, sobre todo las saponinas con núcleo esteroidal (vía oral esta incidencia es mínima debido a su pequeña absorción por el tubo digestivo, al contrario de lo que ocurre vía endovenosa). Por hidrólisis se dividen en geninas y azúcares, siendo las más frecuentes glucosa, sacarosa, arabinosa, ramnosa, xilosa y ácidos urónicos relacionados (GONZÁLEZ, 2010).

El Cuadro 7 muestra el alto contenido de saponinas en la almendra de sachá inchi.

Cuadro N° 7. Determinación de saponinas en la almendra de Sachá Inchi

Ensayos	Almendra (Sachá Inchi)
Prueba de espuma	+++
Reactivo de Salkowsky	+++
Variante de reacción de Salkowsky	+++
Reactivo de Liebermann – Buchard	++

Fuente: PARIONA, 2008; citado por ARANDA (2009).

Simbología: (-) No detectable, (+) Poco o escaso, (++) Moderado, (+++) Abundante

En cuanto a la concentración de saponinas en los residuos de extracción de aceite de la *Plukenetia volubilis* L. (Torta de sachá inchi) fue de $0,423 \pm 0,015\%$, calificándolo como abundante (+++). Al respecto las

saponinas, son inhibidores del consumo (baja palatabilidad), un ejemplo de ello se ve en los bajos consumos de alfalfa por cerdos, atribuidos a la presencia de saponinas (Mastrapa, 1994, citado por MONDRAGÓN, 2009). Además las saponinas interfieren en la absorción intestinal y causan trastornos metabólicos, ya que se unen a nutrientes como al zinc inhibiendo así la producción de enzimas metabólicas y digestivas (MONDRAGÓN, 2009). Mientras que Heng *et al.*, 2006, citado por GONZALES indica que las saponinas son amargas.

En el organismo, las saponinas ocasionan dolor estomacal, náuseas, ligera diarrea y problemas en la digestión, puesto que la fase jabonosa producida al mezclarse con el agua y al ser agitada por los movimientos peristálticos de las vísceras, hace que se rompan las fuerzas de tensión superficial de las fases líquidas que intervienen en el proceso de digestión; parte de estos tóxicos también puede ser asimilada por el organismo, teniendo que pasar por el hígado para ser biotransformados en formas menos tóxicas, y de esta manera propiciar un proceso de desintoxicación (FONTÚRBEL, SA). Por su parte BOZA (SA) y MONDRAGÓN, 2009, indica que es de destacar su acción sobre la mucosa intestinal reduciendo su capacidad de absorción debido al fuerte poder hemolítico de estos factores. Los niveles elevadas de saponinas originan problemas sensoriales relacionados con la mayor astringencia y amargor los cuales causan el rechazo por parte del animal (Valencia *et al.*, 2008, citado por GONZALES *et al.*, 2011).

2.3.4. Glucósidos

Los glucosinolatos son glucósidos azufrados que, al ser hidrolizados por una enzima hidrolítica originan glucosa, y uno de los siguientes derivados del aglucón: tiocianatos, nitrilos u oxazolidintionas e isotiocianatos; estos últimos causa gastroenteritis (PARADA, 2003).

La molécula de los glucósidos posee una parte azucarada, formada por uno más monosacáridos, unida por un enlace de tipo éster a una parte no azucarada (el aglucón), de diversa naturaleza y del cual dependen las propiedades tóxicas; la estructura y/o propiedades del aglucón se utilizan para clasificar a estas sustancias. La nomenclatura francesa denomina "heterósidos" a los glucósidos cuya fracción azucarada está formada por monosacáridos diferentes entre sí; ciertos alcaloides tienen constitución glucosídica (glucoalcaloides, como la solanina), así como otras sustancias que como las saponinas y taninos se tratan en grupo aparte sólo por conveniencia; los glucósidos se hidrolizan fácilmente al reaccionar con ácidos o con las respectivas enzimas hidrolíticas (PARADA, 2003). Los glucosinolatos son inocuos, pero cuando la planta está siendo devorada por un animal o digerida por un rumiante, enzimas como la mirosinasa (que se encuentra separada físicamente de los glucosinolatos) entra en contacto con estos compuestos, generando glucosa, ácido sulfúrico y compuestos volátiles como los Isotiocianatos, oxazolidin-2-tionas, nitrilos y tiocianatos (GONZÁLES, 2010). Los glucosinolatos son responsables del sabor picante; y son responsables del escaso desarrollo, lesiones hepáticas en pollos, en los pavos fibrosis hepática y

en los patos retraso en el crecimiento, lesiones en corazón, hígado, músculo y bazo (TODO EN SALUD, SA).

Los sub productos de los glucósidos producidos al ser consumido por pollos y gallinas pueden causar pobre crecimiento, bocio, baja producción y mal sabor de huevos, pollitos con bocio y daño hepático (CORNELL UNIVERSITY, 2009). Mientras que TODOENSALUD, (S.A.), indica que los glucósidos afectan la palatabilidad, ya que son picantes.

2.4. Perfil bioquímico sanguíneo

2.4.1. Aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT)

Las transaminasas, según LIMDI *et al.*, (2003), constituyen un excelente marcador de lesión hepatocelular, participan en la gluconeogénesis al catalizar la transferencia de grupos amino del ácido aspártico o alanina del ácido cetoglutarico para producir ácido oxalacético y pirúvico, respectivamente. La AST está presente en las isoenzimas citosólicas y mitocondriales del hígado, músculos esquelético y cardíaco, riñón, cerebro, páncreas, pulmones, leucocitos y glóbulos rojos. Es menos específica y sensible para el hígado. La ALT es una enzima citosólica que se encuentra en altas concentraciones en el hígado, por lo cual es más específica de este órgano. Por lo tanto el aumento de estas enzimas en la sangre indica la existencia de una lesión celular en el hígado, el corazón, los riñones o en los músculos.

La elevación de la ALT, es directamente proporcional al daño celular y puede servir como indicativo de la evolución de la enfermedad (ABCMÉDICO, 2010). Por su parte CLÍNICAS VETERINARIAS MÓVILES (S.A.), indica que, la ALT cataliza una reacción que transfiere un grupo amino de un aminoácido a un ketoácido, aportando una fuente de nitrógeno para el ciclo de la urea y que la disminución de la ALT no es significativa; mientras que un incremento puede indicar daño hepatocelular (mayor incremento), Trauma agudo, obstrucción biliar aguda, pancreatitis aguda, toxemia, etc.

JÍNEZ *et al.*, (1998), realizó un estudio sobre el efecto de niveles elevados de semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático; con niveles de 0%, 10%, 20% y 30%; encontrando a la séptima semana que los niveles de AST fue de 111, 132, 134 y 111 UI/L, respectivamente; para el caso de la ALT encontró 20, 15, 38, 10 UI/L; concluyendo para ambos que no hubo ningún efecto de la semilla de Jamaica sobre la concentración de AST y ALT, basándose en que los datos registrados cayeron dentro de los parámetros normales.

GORRITI *et al.*, (2010), administró por vía oral 0,5 ml de aceite de sachá inchi por kg de peso vivo (grupo problema) y a otro grupo (control) 4ml de suero fisiológico por kg de peso vivo; en ratones sanos machos de la cepa Balb C57 (ratones de laboratorio) de 3 hasta 60 días de vida; encontrando a los 30 días $16 \pm 3,6$ y $14,8 \pm 3,5$ UI/dL de ALT en el grupo problema y control respectivamente y a los 60 días $19 \pm 1,2$ UI/dL y $16,9 \pm 8,3$ UI/DI de ALT en el

grupo problema y control respectivamente; en ambas evaluaciones (30 y 60 días) no se encontró diferencia estadística ($p > 0,05$).

2.4.2. Hemoglobina y hematocrito

La hemoglobina es una proteína que contiene hierro, que le otorga el color rojo a la sangre que se encuentra en los glóbulos rojos y es la encargada del transporte de oxígeno y dióxido de carbono por la sangre desde los pulmones a los tejidos (ABCMEDICO, 2010). La misma fuente indica que si existe un nivel de hemoglobina baja, esto se debe a anemia, enfermedades renales, enfermedades autoinmunes, hemorragias, leucemias, problemas nutricionales, etc; otra explicación de la disminución de la hemoglobina podría deberse por un posible desbalance entre la síntesis de nuevos eritrocitos y la absorción de hierro, así como otras sustancias básicas en la formación de nueva hemoglobina, por lo que las cantidades sintetizadas de esta proteína, hasta ese momento, tendrían que redistribuirse en el total de nuevos eritrocitos y reticulocitos y esto se reflejaría en el descenso de las concentraciones de la proteína (VÁSQUEZ, 2011); y si los niveles fuesen altos; hablamos de hemolisis, otros.

Por su parte MATEO (2006), indica que otra variación normal de los valores de hematocrito depende de la edad y del sexo siendo más elevados en edades adultas y/o en machos, así como de la altitud geográfica; otra de las observaciones a tener en cuenta es que los valores varían de un laboratorio a otro, de ahí que en los resultados de las pruebas analíticas se pongan también los valores usados; no obstante, sirvan los datos expuestos como referencia.

El hematocrito es el porcentaje ocupado por glóbulos rojos del volumen total de la sangre. Los valores bajos pueden indicar leucemia o hemorragia. Hay numerosos factores que pueden contribuir a desarrollar una anemia, como la baja en la ingesta de hierro o enfermedad renal. En caso de niveles altos se pueden asociar a deshidratación o hipoxia (WIKIPEDIA, 2010).

En un experimento realizado por RÍOS, *et al.* (2005), que consistió en la alimentación de cabras con *Ipomoea fistulosa* (aguapeí, mandiyurá), la cual es una planta tóxica por su alto contenido de alcaloides. Los animales que fueron alimentados (50 g/kg PV/día) con dicha planta por 3 semanas; observaron que la concentración de eritrocitos disminuyó en alrededor del 40%, la hemoglobina declinó desde $11,8 \pm 4,5$ hasta $5,32 \pm 2,3$ g/dl y el hematocrito disminuyó de 33% hasta 27%. También se verificó leucocitosis.

2.4.3. Proteína sérica y albúmina

Según ABCMEDICO (2010), las proteínas sanguíneas se clasifican en dos grandes grupos la albúmina y las globulinas de los cuales la primera es la proteína de más concentración en la sangre. Un nivel bajo de estas proteínas indica: Ascitis, hemorragias, enfermedades renales o hepáticas, etc.

La albúmina es la proteína más abundante del plasma y es producida exclusivamente por el hígado y por ende, la medición de la albúmina en sangre es un buen indicador del correcto estado del hígado (SOZA, 2007). La albúmina es la principal proteína que el hígado sintetiza y secreta en la sangre. Mientras que FERATO (2010), indica que, la baja concentración de

albúmina indica deficiencia de la función hepática y que las concentraciones de albúmina y proteína sérica por lo general son normales en las enfermedades hepáticas crónicas hasta que se presenta la cirrosis y daño hepático considerable, pero las concentraciones de albúmina son bajas cuando hay desnutrición y van acompañadas por gran adelgazamiento con enfermedad gastrointestinal y renal.

Según EROSKICONSUMER (2009), una concentración elevada de taninos puede provocar que la absorción de algunos nutrientes se vea disminuida. En el caso de las proteínas, los taninos se combinan con ellas y alteran su absorción. En cuanto al hierro, cuando los taninos están en elevadas concentraciones, forman con este mineral complejos insolubles en agua que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal.

MIRANDA (2007), probó dietas con diferentes niveles de inclusión (0%, 5%, 10% y 15%) de frijol bayo (*Vigna unguiculata L.*) en pollos de engorde durante la fase de crecimiento (21 días de edad); caracterizándose el frijol bayo por su contenido de taninos (4,5% EC); encontrando en los niveles de proteína plasmática 3,16, 2,7, 2,76 y 2,33 mg/dL para los niveles de inclusión de 0, 5, 10 y 15%, respectivamente; mientras que en las concentraciones de albúmina plasmática, encontró 1,61, 1,75, 1,56, 1,52 mg/dL para los niveles de inclusión de 0, 5, 10 y 15%, respectivamente; para ambas evaluaciones no encontró diferencia estadística ($p < 0,01$); para el caso del tratamiento control encontró 1,66, 1,92 y 1,61 mg/dL de albúmina a la 1^{ra}, 2^{da} y 3^{ra} semana de vida, no encontrando diferencia estadística ($p < 0,05$).

Homidan *et al.*, (2006), citado por MIRANDA (2007), alimentaron pollos de engorde con diferentes niveles de inclusión dietética de semillas de *Rhazya stricta*, sus resultados indican una significativa reducción en la concentración de albúmina plasmática como consecuencia directa de factores antinutricionales presentes en las dietas que contenían 2% de la mencionada semilla; estos mismos autores observaron lesiones hepáticas y renales en este grupo de pollos.

JÍNEZ *et al.*, (1998), en un ensayo alimento a pollos con semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en niveles crecientes (0%, 10%, 20% y 30%) encontrando en el tratamiento control (0% de semilla de Jamaica) a la cuarta semana obtuvo 2,6 g/dL mientras que a la séptima semana de vida 5,34 g/dL de proteína sérica.

El Cuadro 5 se muestra los valores normales del perfil bioquímico sanguíneo en estudio de broilers.

Cuadro N° 8. Valores normales del perfil bioquímico sanguíneo de pollos

ALT ¹ (UI/L)	AST ² (UI/L)	Albúmina ² (mg/dl)	Proteína sérica ² (mg/dl)	Hematocrito ³ (%)	Hemoglobina ³ (g/dl)
9,5 - 37,2	70 - 220	1,1 - 2,74	2,4 - 5,34	23 - 55	7 - 18,6

¹ Mitruka *et al.*, (1977), citado por MIRANDA *et al.*, (2007).

² Hernández (1994) y Ahmad (1979), citado por JÍNEZ *et al.*, (1998).

³ UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. 2011.

2.5. Homeostasia.

Viene hacer el Equilibrio relativo en el medio interno del cuerpo, mantenido de manera natural mediante respuestas adaptativas que promueven la conservación de la salud. Diversos mecanismos sensoriales, de retroalimentación y de control actúan para mantener este estado constante. Algunas de las funciones controladas por mecanismos homeostásicos son los latidos cardíacos, la hematopoyesis, la tensión arterial, la temperatura corporal, el equilibrio electrolítico, la respiración y la secreción glandular (VILLANUEVA, 1995).

UNLZ (2007) indica que la primera y más importante función de los alimentos es satisfacer las necesidades de mantenimiento, los cuales corresponden a aquellas indispensables para conservar la vida y sus actividades vitales a costas de su peso vivo; se incluyen aquí actividades tales como los movimientos respiratorios y cardíaco, el mantenimiento de la homeostasis corporal, la regeneración celular, etc, que son vitales y prioritarias, pero no suponen ninguna producción.

2.6. Histología hepática y peso relativo del órgano de pollos.

Una de las causas más comunes de hiperplasia es la irritación crónica. La lesión mecánica o tóxica provoca la proliferación y el acumulo de las células hepatocitos y el epitelio engrosado forma una barrera protectora contra el agente causal incitante (CHEVILLE, 1996). Mientras que ARRIETA *et al.*, (2007), evaluó el efecto de dietas suplementadas con *Saccharomyces*

cerevisiae (SC) sobre alteraciones histológicas hepáticas de pollos en la fase de engorde, siendo los tratamientos, T1= 0% de SC y T2= 0,1% de SC; mostrando que el 12,5% de los animales del grupo T1 presentaron lesiones hepatotóxicas leves mientras que el 50% del grupo T2 presentó lesiones leves y moderadas ($p < 0,05$). No observó cambios macroscópicos, ni variación significativa del peso hepático relativo. Microscópicamente se evidenció mayor porcentaje ($p < 0,05$) de lesiones hepatotóxicas con proliferación/dilatación de conductos biliares y alto grado de vacuolización en pollos del grupo T2.

Bafna *et al.*, (2005), citado por CASTILLO *et al.*, (2010), está probado que el hígado posee mayor capacidad de respuesta frente a la agresión tóxica en comparación a cualquier otro órgano, debido a su misión clave como vía primaria de desintoxicación. Del mismo modo esta misión del hígado puede ser la causa de su propia lesión, ya que en la biotransformación de sustancias tóxicas pueden generarse metabolitos, en ocasiones más tóxicos que la sustancia de partida, los que en ocasiones pueden producir lesiones hepatocelulares. En un ensayo realizado por ARRIETA *et al.*, (2006), se demostró que el peso relativo de hígados de pollos alimentados con aflotoxina (0,07mg de /kg de alimento) y sin aflotoxina, fue de 1,85 y 2,06 g/100g de peso vivo, respectivamente; y no presentaron lesiones macroscópicas, adjudicándole estos resultados las bajas concentraciones de aflotoxina ingerida en la dieta, sin embargo, pollos que recibieron dietas con niveles de aflatoxina (0,075 mg/kg) similares a los de este estudio durante 42 días, demostraron un significativo incremento de los lípidos del hígado y consecuentemente del

tamaño del mismo (DOERR *et al.*, 1983, mencionado por ARRIETA *et al.*, 2006).

LA TORRE *et al.*, (1998), evaluó el efecto del consumo de 3 niveles de taninos; nivel bajo (0,17% E.C), nivel medio (1,64% E.C) y nivel alto (3,24% E.C) encontrados en los principales sorgos graníferos en pollos sobre el peso de la bursa de Fabricio; siendo los pesos hallados, 4,54g (0,24%), 3,86g (0,21%), 3,86g (0,21%) y 3,69g (0,22%) para el tratamiento testigo, nivel bajo, nivel medio y nivel alto, respectivamente, encontrando diferencia estadística ($p < 0,01$) entre el tratamiento control (maíz - soya) y los tres tratamientos problemas ya mencionados; y estos a su vez siendo iguales ($p < 0,01$). Por su parte SANTI *et al.*, (2003); indica que el peso relativo promedio de la bursa de Fabricio es de 0,17% a los 42 días de vida.

Asimismo TAMBINI *et al.*, 2010, en un ensayo, encontró 0,167% y 0,174% de peso relativo de bursa y bazo respectivamente en pollos clínicamente sanos de 49 días de vida.

2.6.1. Examen histológico

El protocolo histológico que recomienda ALZOLA (2001), es de la siguiente manera:

➤ Inclusión

- Introducir en alcohol corrientes 1 a 80° por 1 hora
- Pasar alcohol corriente 2 por 1 hora a 80° C.
- Alcohol corriente número 3 por 1 hora a 80° C.

- Alcohol Absoluto número 4 por 1 hora a 80° C.
- Luego a xilol número 5 por 1 hora a 80°C.
- Luego a xilol número 6 por 1 hora a 80°C.
- Luego a parafina número 1 por 1 hora a 80°C.
- Luego a parafina número 2 por 1 hora a 80°C.
- Luego a parafina pura por 1 hora a 80°C.

➤ Realización de los tacos

- Preparar las barras de leukart y la base formando un rectángulo
- Depositar una pequeña cantidad de parafina licuada.
- Colocar las piezas en el fondo de la base.
- Agregar parafina hasta el borde de la barra.
- Dejar secar o solidificar poniendo el rotulo en la parte superior de forma vertical.
- Luego sacar las placas con pequeños golpecitos en la barra.
- Luego llevar a congelación.

➤ Corte

- Calibrar el taco de parafina incluida con la muestra hacia adelante topando al ras de la cuchilla.
- Hacer un corte para nivelar los cortes.
- Hacer el corte para la lámina (A 6 μ m).
- Sacar la película de parafina con la ayuda de una pinza.
- Luego llevarlo a un recipiente que contenga agua y alcohol.
- Tomar con una lámina portaobjetos en forma de pesca y llevarlo a baño maría este debe estar a 60 o 70 °C.
- Hacer la pesca y echar albumina por la parte posterior de la película.
- Luego llevar a estufa a 80 °C.

➤ Coloración (Hematoxilina – eosina)

- Colocar en el alcohol por 24 horas
- Estufa: secar
- Xilol : 5 enjuagues
- Xilol : 5 enjuagues
- Alcohol: 5 enjuagues
- Alcohol: 5 enjuagues
- Agua corriente: 10 lavadas
- Hematoxilina: 5 Minutos
- Agua corriente: 10 lavadas
- Agua Acida: 2 enjuagues
- Agua corriente: 10 lavadas
- Agua amoniaca: 4 lavadas
- Agua corriente: 10 lavadas
- Eosina. 5 minutos
- Alcohol corriente: 8 enjuagues
- Alcohol corriente: 8 enjuagues
- Alcohol corriente: 8 enjuagues
- Estufa: secar
- Xilol: 4 enjuagues
- Xilol: 4 enjuagues
- Dejar secar a temperatura ambiente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las instalaciones de la unidad experimental de aves y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Sanidad Animal; ambas instalaciones pertenecen a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, Región Andrés Bello, geográficamente ubicado a 660 m.s.n.m, 09° 17' 58" latitud sur y 76°01'07" longitud oeste, con una temperatura promedio anual de 24,85 °C y humedad relativa de 80%. Ecológicamente se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo-Premontano Sub-tropical (UNAS, 2009).

El trabajo experimental tuvo una duración de 4 meses, desde el 17 de mayo hasta el 17 de setiembre del 2011; representada en periodos:

Periodo 1: 2 - 12 días de edad

Periodo 2: 2 - 21 días de edad

Periodo 3: 2 - 48 días de edad

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Instalaciones y equipos

El galpón usado estuvo orientado de Norte a Sur, de 24,74m x 9,72m, piso de concreto con 3% de pendiente; zócalo de material noble, paredes de malla metálica tipo gallinero, techo de calamina a dos aguas superpuesta con claraboya. En el galpón se colocaron 15 jaulas experimentales, las dimensiones de las jaulas fueron de 0,98 m² y 0,6 m de altura desde el nivel del piso, confeccionadas de madera y costales, cada jaula alojó a 10 aves; en las jaulas se acondicionaron los comederos y bebederos independientes; se usó como cama a la viruta, con el fin de facilitar la limpieza de las excretas y proteger a las aves del frío, y para la fuente de calor se usó 1 foco de 100 watts por jaula. El galpón fue cubierto con una manta negra de 30 m de largo y 3m de ancho, con el fin de evitar de proteger a las aves del frío y rayos solares.

3.4. Animales experimentales

Los animales experimentales fueron, 150 pollos (75 hembras y 75 machos) de 2 días de edad, de la línea Cobb 500.

3.5. Alimento y alimentación

La administración de las dietas con diferentes niveles de torta de sachu inchi precocida empezó desde el 2° día de edad de las aves hasta los 48

días; el suministro de agua de bebida fue constante. El primer día se administró alimento balanceado con 0% de sachá inchi y para apaciguar el estrés causado por el viaje se suministró agua y minerales en el agua debidamente tratada.

3.5.1. Insumo en estudio

La torta de sachá inchi se adquirió de la Empresa STEVIA Perú – Tingo María, la cual se dedican a la extracción de aceite por el método de extrusión o prensado en frío y como sub-producto obtienen la torta de sachá inchi. El insumo precocido con la finalidad de inactivar los factores antinutricionales y mejorar la digestibilidad de sus nutrientes.

El proceso de precocción de la torta de sachá inchi consistió en hacer calentar el agua a 95 °C en una olla para luego añadir la torta de sachá inchi (previamente molido) con lo que la temperatura descendió, luego se esperó que la temperatura llegue nuevamente a 95 °C para proceder a controlar 5 minutos; posteriormente se lavó con agua caliente (95 °C) (QUINTANA, 2009) y fría hasta obtener el agua transparente. El insumo precocido y húmedo fue presecado bajo sol por 2 días para luego secarlo a 60 °C durante 16 horas en la estufa.

3.5.2. Preparación de las raciones

Las raciones se formularon tomando como referencia los requerimientos nutricionales para aves propuestos por Cobb-Vantress Inc. (2008). Las raciones se prepararon en la planta procesadora de alimentos balanceados “El Granjero” de la UNAS, para el mezclado de la ración se utilizó

una mezcladora vertical de tornillo sin fin, con capacidad para 500kg. La composición porcentual y nutricional de las raciones para los pollos de 2 a 12; 13 a 21; y 22 a 48 días de edad, se presentan en los Cuadros 9, 10 y 11 respectivamente.

Cuadro 9. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de 1 a 2 y de 3 a 12 días de edad, con adición de torta de sachá

Insumos	Tratamientos ¹		
	0%	7%	14%
Maíz	55,05	57,42	54,80
Torta de Sachá inchi precocida	--	7,00	14,00
Torta. de soya 45% PT	35,47	25,41	17,21
Aceite de palma	4,00	0,87	--
Carbonato de calcio	1,00	1,04	1,05
Fosfato bicalcico	2,10	2,12	2,19
Metionina sintética	0,14	0,15	0,16
Lisina HCL	0,10	0,22	0,34
Zinc bacitracina	0,05	0,05	0,05
Premezcla vitamínico mineral	0,10	0,10	0,10
Aflaban	0,10	0,10	0,10
Sal común	0,54	0,53	0,54
Inerte (Arena)	--	--	3,50
Afrecho de trigo	1,36	5,00	6,00
Total (%)	100	100	100
Valor nutricional ²			
Energía metabolizable, Kcal/Kg	2 988	2 988	2 988
Proteína total, %	21,00	21,00	21,00
Calcio, %	1,00	1,00	1,00
Fosforo disponible, %	0,50	0,50	0,50
Lisina total, %	1,20	1,20	1,20
Metionina total, %	0,46	0,46	0,46
Treonina total, %	0,79	0,79	0,79
Sodio, %	0,22	0,22	0,22

¹Tratamientos: 0, 7 y 14% de adición Torta de Sachá Inchi en la dieta.

²Datos calculados en base a las necesidades nutricionales tomando como referencia a la guía de manejo "Cobb-Vantress Inc." (2008).

Cuadro 10. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de 13 a 21 días de edad

Insumos	Tratamientos ¹		
	0%	7%	14%
Maíz	62,74	51,31	28,52
Torta de Sacha inchi precocida	--	7,00	14,00
Torta de soya 45% PT	27,40	17,43	6,41
Aceite de palma	1,83	--	--
Harina de pescado	5,00	5,00	7,00
Salvado de arroz	--	12,00	12,00
Afrecho de trigo	--	--	9,21
Carbonato de calcio	0,85	0,91	0,85
Harina de yuca	--	4,15	20,00
Fosfato bicalcico	1,24	1,17	0,92
Metionina sintética	0,09	0,10	0,11
Lisina HCL	0,15	0,23	0,31
Zinc bacitracina	0,05	0,05	0,05
Premezcla vitamínico mineral	0,10	0,10	0,10
Aflaban	0,10	0,10	0,10
Sal común	0,44	0,43	0,40
Treonina Sint.	0,02	0,01	0,02
Total	100	100	100
Valor nutricional ²			
Energía metabolizable, Kcal/Kg	3 000	3 000	3 000
Proteína total, %	21,00	21,00	21,00
Calcio, %	0,90	0,90	0,90
Fosforo disponible, %	0,45	0,45	0,45
Lisina, total, %	1,24	1,24	1,24
Metionina total, %	0,45	0,45	0,45
Treonina total, %	0,83	0,83	0,83
Sodio, %	0,21	0,21	0,21

¹Tratamientos: 0, 7 y 14% de adición Torta de Sacha Inchi en la dieta.

²Datos calculados en base a las necesidades nutricionales tomando como referencia a la guía de manejo "Cobb-Vantress Inc." (2008).

Cuadro 11. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de 22 a 48 días de edad

Insumos	Tratamientos ¹		
	0%	7%	14%
Maíz	70,36	42,63	22,18
Torta de Sacha inchi precocida	--	7,00	14,00
Torta de soya 45% PT	21,67	14,01	5,88
Aceite de palma	0,22	--	--
Harina de pescado	5,00	5,00	5,00
Salvado de arroz	--	12,00	12,00
Afrecho de trigo	--	--	8,09
Harina de yuca	--	16,58	30,00
Carbonato de calcio	0,84	0,82	0,78
Fosfato bicalcico	1,10	1,06	1,06
Metionina sintética	0,07	0,09	0,12
Lisina HCL	0,13	0,19	0,27
Zinc bacitracina	0,05	0,05	0,05
Premezcla vitamínico mineral	0,10	0,10	0,10
Aflaban	0,10	0,10	0,10
Sal común	0,36	0,35	0,35
Treonina sintética	--	0,01	0,02
Total (%)	100	100	100
Valor nutricional ²			
Energía metabolizable, Kcal/Kg	3 000	3 000	3 000
Proteína total, %	19,00	19,00	19,00
Calcio, %	0,85	0,85	0,85
Fosforo disponible, %	0,42	0,42	0,42
Lisina total, %	1,09	1,09	1,09
Metionina total, %	0,41	0,41	0,41
Treonina total, %	0,74	0,74	0,74
Sodio, %	0,18	0,18	0,18

¹Tratamientos: 0, 7 y 14% de adición Torta de Sacha Inchi en la dieta.

²Datos calculados en base a las necesidades nutricionales tomando como referencia a la guía de manejo "Cobb-Vantress Inc." (2008).

3.6. Metodología de las evaluaciones de indicadores

3.6.1. Perfil sanguíneo

La extracción de sangre fue en la yugular para el día 2 y vena alar el resto de las extracciones. Para la primera evaluación se sacrificó 2 aves para obtener 1 muestra por repetición, mientras que en las demás evaluaciones 1 ave representaba una muestra (se evaluó 4 muestras por repetición); las 4 aves (dentro del mismo corral o repetición) que obtuvieron los pesos medios fueron seleccionadas para las evaluaciones.

Se usó muestras de sangre entera y muestras de sangre para extraer suero sanguíneo; las muestras de sangre entera se utilizaron para los exámenes de hematocrito y hemoglobina mientras que las muestras de suero sanguíneo fueron para transaminasa, albúmina y proteína sérica. La toma de las muestras se inició el 2° día para luego repetirlos a los 12, 21 y 48 días de vida, dichas tomas se hicieron por las mañanas y en ayunas. Para obtener muestras de sangre entera se utilizó el EDTA (150ul) como anticoagulante (secado a temperatura ambiente); en caso de las muestras de suero sanguíneo después de la coagulación se centrifugó a 3 000 rpm por 3 minutos para la separación del mismo y luego se conservó a 20 °C todas las muestras para ser procesadas en conjunto. Para la lectura de algunos exámenes sanguíneos (Hemoglobina, proteína sérica, albúmina, AST y ALT) se usó el espectrofotómetro, Boeco Germany S-22 UV/visible.

3.6.1.1. Transaminasa punto final (VALTEK LAB.)

❖ Transaminasa glutámico pirúvica o alanina aminotransferasa

Los tubos fueron rotulados indicando el tratamiento y repetición al que pertenecía cada tubo y se adjuntó otro tubo rotulado con la letra "B" (blanco); a los tubos "problema" se agregó 0,5ml de sustrato TGP y 0,1 ml de muestra; mientras que al tubo blanco se le adicionó 0,5 ml de sustrato TGP y 0,1ml de agua destilada; luego se incubo los tubos a 37 °C por 30 minutos; pasado el tiempo de incubación se agregó 0,5ml de reactivo color a todos los tubos; para luego incubarlos a temperatura ambiente (sobre 20 °C) por 20 minutos; después de esto, se añadió 5ml de NaOH 0,4N a todos los tubos y por último mezclamos por inversión para proceder a leer el espectrofotómetro a 505nm (500 - 550nm) contra blanco reactivo.

❖ Transaminasa glutámico oxalacética o aspartato aminotransferasa

Los tubos fueron rotulados indicando el tratamiento y repetición al que pertenecía cada tubo y se adjuntó otro tubo rotulado con la letra "B" (blanco); a los tubos "problema" se agregó 0,5ml de sustrato GOT, 0,2ml de muestra; mientras que al tubo blanco se le adicionó 0,5ml de sustrato GOT y 0,1ml de agua destilada; luego se incubo los tubos mencionados a 37 °C por 30 minutos; pasado el tiempo de incubación se agregó 0,5ml de reactivo color a todos los tubos; para luego incubarlos a temperatura ambiente (sobre 20 °C) por 20 minutos; después de esto, se le añade 5 ml de NaOH 0,4N a todos los

tubos y por último mezclamos por inversión para proceder a leer a 505nm (500 - 550nm) contra blanco reactivo.

3.6.1.2. Hemoglobina (VALTEK LAB.)

En un tubo se introdujo la solución drabkin (5ml) con el fin de llevar a cero el espectrofotómetro (Tubo estandar). Para preparar las muestras problemas se usa 5ml de solución drabkin con 20ul de sangre; Para la preparación de ambas muestras (blanco y problema), requieren una incubación de 10 minutos a temperatura ambiente, para luego proceder con la lectura en el espectrofotómetro a 540nm.

3.6.1.3. Hematocrito (Técnica de micro-hematocrito)

El capilar micro-hematocrito fue llenado con la sangre extraída hasta llegar aproximadamente los $\frac{3}{4}$ del mismo, se taponeó el extremo posterior con plastilina; luego se le centrifuga a 3 000 rpm por 10 minutos para luego proceder con la lectura en una tabla de micro escala

3.6.1.4. Proteína sérica (WIENER LAB. 2000)

En tubos de ensayo respectivamente rotulados; B (blanco) y M (Muestras de suero sanguíneo). Se colocó 50ul de agua destilada en el tubo B y en las M 50ul de las muestras; para después añadir 3,5ml de reactivo EDTA/Cu a todos los tubos, se procedió luego a mezclar con una varilla, incubamos los tubos a 37 °C por 15 minutos (Baño María), y por último se leyó

los resultados en un espectrofotómetro a 540nm llevando a cero al espectrofotómetro con el Blanco de reactivo.

3.6.1.5. Albúmina (WIENER LAB. 2000)

En tubos de ensayo respectivamente rotulados; B (blanco), y M (Muestras de suero). En los tubos M 10ul de muestra y 3,5ml de reactivo BCF a los 2 tubos; luego se mezcló los contenidos de los tubos con una varilla, para pasar a incubarlos a 28 °C por 10 minutos, y por último procedemos a leer los resultados en un espectrofotómetro a 625nm llevando a cero con el Blanco de reactivo. El color es estable 20 minutos por lo que la absorbancia debe ser leída dentro de ese lapso.

3.6.2. Evaluación histológica del hígado

Las 2 aves que obtuvieron los pesos medios dentro de cada corral (repetición), fueron sacrificadas a los 48 días de edad; se extrajo muestras de hígado de las aves seleccionadas y se los introdujo en envases respectivamente rotulados, que contenía formol al 10% con la finalidad de que fueran fijadas cada una de estas muestras. De cada uno de estas muestras fijadas se obtuvo un trozo de tejido el cual se sometió a un proceso de deshidratación en soluciones de alcohol en concentraciones crecientes y a temperatura de 80 °C reduciendo así el tiempo de estancia en cada muestra; En la evaluación al microscopio; las muestras de tejido hepático fueron seleccionadas tres, por su nitidez a los 10x y 40x. Los componentes evaluados fueron los hepatocitos y siunusoides hepáticos.

El protocolo histológico seguido fue descrito por ALZOLA (2001)

que es de la siguiente manera:

➤ Inclusión

- Introducir en alcohol corrientes 1 a 80 °C por 1 hora
- Pasar alcohol corriente 2 por 1 hora a 80 °C.
- Alcohol corriente número 3 por 1 hora a 80 °C.
- Alcohol Absoluto número 4 por 1 hora a 80 °C.
- Luego a xilol número 5 por 1 hora a 80 °C.
- Luego a xilol número 6 por 1 hora a 80 °C.
- Luego a parafina número 1 por 1 hora a 80 °C.
- Luego a parafina número 2 por 1 hora a 80 °C.
- Luego a parafina pura por 1 hora a 80 °C.

➤ Realización de los tacos

- Preparar las barras de leukart y la base formando un rectángulo
- Depositar una pequeña cantidad de parafina licuada.
- Colocar las piezas en el fondo de la base.
- Agregar parafina hasta el borde de la barra.
- Dejar secar o solidificar poniendo el rotulo en la parte superior de forma vertical.
- Luego sacar las placas con pequeños golpecitos en la barra.
- Luego llevar a congelación.

➤ Corte

- Calibrar el taco de parafina incluida con la muestra hacia adelante topando al ras de la cuchilla.
- Hacer un corte para nivelar los cortes.
- Hacer el corte para la lámina (A 6µm).
- Sacar la película de parafina con la ayuda de una pinza.

- Luego llevarlo a un recipiente que contenga agua y alcohol.
- Tomar con una lámina portaobjetos en forma de pesca y llevarlo a baño maría este debe estar a 60 a 70 °C.
- Hacer la pesca y echar albumina por la parte posterior de la película.
- Luego llevar a estufa a 80 °C.

➤ Coloración (Hematoxilina – eosina)

- Colocar en el alcohol por 24 horas
- Estufa: secar
- Xilol : 5 enjuagues
- Xilol : 5 enjuagues
- Alcohol: 5 enjuagues
- Alcohol: 5 enjuagues
- Agua corriente: 10 lavadas
- Hematoxilina: 5 Minutos
- Agua corriente: 10 lavadas
- Agua Acida: 2 enjuagues
- Agua corriente: 10 lavadas
- Agua amoniaca: 4 lavadas
- Agua corriente: 10 lavadas
- Eosina. 5 minutos
- Alcohol corriente: 8 enjuagues
- Alcohol corriente: 8 enjuagues
- Alcohol corriente: 8 enjuagues
- Estufa: secar
- Xilol: 4 enjuagues
- Xilol: 4 enjuagues
- Dejar secar a temperatura ambiente.

Se tomó fotografía a las muestras que mostraron con mayor claridad los daños citológicos (sinusoides hepáticos y hepatocitos) a 10x y 40x.

3.6.3. Control de peso de órganos

Esta evaluación se realizó a los 48 días de edad de las aves una vez sacrificadas las aves; los órganos pesados fueron: hígado, páncreas, bursa, pulmón y baso. Se usó una balanza electrónica con precisión decimal (0,1g). Se usó 2 pollos por repetición; los cuales eran los que tenían los pesos intermedios dentro de un mismo corral.

3.6.4. Parámetros zootécnicos

Se evaluaron por periodos de 2 a 12 días de edad (2 - 12 DE), 2 a 21 días de edad (2 - 21 DE) y 2 a 48 días de edad (2 - 48 DE). Los parámetros zootécnicos evaluados fueron:

3.6.4.1. Consumo de alimento diario (CAD, g/día)

El consumo de alimento (ad libitum) fue registrado diariamente (empezando en el segundo día de edad de las aves) con la ayuda de una balanza digital con una exactitud de 0,1g, hasta finalizar el ensayo; a partir de ello se realizó los cálculos dividiendo la cantidad consumida entre los días que consumieron durante los periodos mencionados y entre el número de aves por jaula para establecer el consumo diario de alimento por ave de cada periodo.

3.6.4.2. Ganancia de peso diario (GPD, g/día)

El pesado de las aves (en ayunas) se realizó en horas (matutinas) previas a la extracción de sangre y se pesaba a cada ave por separado, para luego rotularlos con letras (A, B, C, D, E, F, G y H) por cada repetición (corral o jaula); con la finalidad de identificar a los 4 pollos que obtuvieron los pesos intermedios. La GPD se determinó por diferencia del peso de las aves al final de cada periodo con el peso del 2° día de edad y esto a su vez se dividió entre el número de días que duró determinado periodo.

3.6.4.3. Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia de cada periodo evaluado se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$CA_n = \frac{AC_n}{GP_n}$$

Dónde:

CA_n = Conversión alimenticia del periodo "n".

AC_n = Alimento consumido del periodo "n".

GP_n = Ganancia de peso del periodo "n".

3.7. Variables independientes

- Nivel de inclusión de la torta de sachá inchi precocida.
- Edad de las aves en días.

3.8. Tratamientos

Consistió en la adición de diferentes niveles de torta de sachá inchi precocida (TSIP), en la dieta de pollos de carne de la línea Cobb 500.

T1 = Ración con 0% de adición de TSIP a los 2 días de edad.

T2 = Ración con 0% de adición de TSIP a los 12 días de edad.

T3 = Ración con 0% de adición de TSIP a los 21 días de edad.

T4 = Ración con 0% de adición de TSIP a los 48 días de edad.

T5 = Ración con 7% de adición de TSIP a los 12 días de edad.

T6 = Ración con 7% de adición de TSIP a los 21 días de edad.

T7 = Ración con 7% de adición de TSIP a los 48 días de edad.

T8 = Ración con 14% de adición de TSIP a los 12 días de edad.

T9 = Ración con 14% de adición de TSIP a los 21 días de edad.

T10 = Ración con 14% de adición de TSIP a los 48 días de edad.

3.9. Croquis de distribución de los tratamientos

T1R5	T2R2	T3R1
T3R4	T1R3	T1R2
T2R3	T3R2	T2R5
T3R5	T2R1	T1R4
T1R1	T3R3	T2R4

Tratamientos: T1, T2 y T3

Repeticiones: r1, r2, r3, r4 y r5

3.10. Análisis estadístico

Los animales serán distribuidos mediante un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3 x 3 + 1 (Tres niveles de TSIP y 3 tiempos + 1 tiempo, 2 días), con 10 tratamientos y 5 repeticiones; la unidad experimental fue conformada por 10 aves. Los resultados fueron analizados mediante el análisis de variancia. Se evaluó 4 aves por corral (próximos al promedio del grupo).

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + K_{eij} \quad \text{Dónde:}$$

- Y_{ijk} = i-ésimo tratamiento del j-ésimo tiempo del k-ésimo error
 μ = Media poblacional
 T_i = Efecto del i-ésimo nivel de inclusión de TSIP (i = 0 %, 7 % y 14 %)
 β_j = Efecto de la j-ésima edad (i = 2, 12, 21 y 48)
 $(T\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel y de la j-ésima edad.
 e = Error experimental.

Para evaluar los indicadores productivos y biológicos se utilizó el DCA; cuyo modelo aditivo lineal obedece a:

$$Y_{ij} = u + T_i + e_{ij}, \quad \text{Donde:}$$

- Y_{ij} = j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.
 u = Media poblacional
 T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (i = 1, 2, 3 y 4)
 e_{ij} = Error experimental.

Para el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre las medias del tratamiento se utilizó el test de Student-Newman-Keuls (SNK).

3.11. Variables dependientes

- Indicadores bioquímicos sanguíneos

- Transaminasa glutámico pirúvica, Actividad ALAT (UI/L)
- Transaminasa glutámico oxalacética, Actividad ASAT (UI/L)
- Hemoglobina, g/dl
- Hematocrito, %
- Proteína sérica, g/dl
- Albúmina, g/dl

- Indicadores anatómicos

- Peso relativo hígado, %
- Peso relativo páncreas, %
- Peso relativo bursa de Fabricio, %
- Peso relativo pulmón, %
- Peso relativo bazo, %

- Desempeño zootécnico

- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g
- Conversión alimenticia

IV. RESULTADOS

4.1. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de engorde

Los Cuadros 12, 13, 14, 15, 16 y 17 muestran el perfil bioquímico sanguíneo de pollos alimentados con tres niveles de TSIP y evaluados a los 2, 12, 22 y 48 días de edad, y también presenta la significancia estadística de los efectos principales (TSIP y EDAD) y la interacción de las mismas.

Cuadro 12. Niveles de hemoglobina (g/dL) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades

Tratamientos	Edad (días)				E.P. ¹ (TSIP) ± E.E. ⁴
	2	12	21	48	
N.A. ⁵	20	20	20	20/12 ⁶	
T1 (0%)	9,6	7,99	7,76	12,23	9,03±0,20 A
T2 (7%)	8,7	7,86	8,39	11,25	9,17±0,23 A
T3 (14%)	8,76	7,83	8,24	11,07	8,99±0,24 A
E.P. ¹ (EDAD) ± E.E. ⁴	9,14±0,35 B	7,89±0,11 C	8,07±0,15 C	11,20±0,13 A	TSIP x Edad ² NS ³

Letras diferentes dentro de la columna o fila "E.P.", indica diferencia estadística ($p < 0,05$).

¹E.P.: Efecto principal

²TSIP x Edad: Interacción TSIP y Edad.

³NS: No significativo

⁴E.E.: Error estándar

⁵N.A.: Número de aves evaluadas por tratamiento

⁶20/12: 20 aves para los T2 y T3; y para el T1 12 aves

Cuadro 13. Niveles de hematocrito (%) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades

Tratamientos	Edad (días)				E.P. ¹ (TSIP) ± E.E. ⁴
	2	12	21	48	
N.A. ⁵	20	20	20	20/12 ⁶	
T1 (0%)	23,60	26,40	28,50	29,41	27,38±0,38 B
T2 (7%)	27,40	28,55	31,35	30,10	30,00±0,38 A
T3 (14%)	23,80	28,65	31,55	29,95	29,56±0,45 A
E.P. ¹ (EDAD) ± E.E. ⁴	24,93±0,98 C	27,87±0,34 B	29,92±0,45 A	29,77± 0,37 A	TSIP x Edad ² NS ³

Letras diferentes dentro de la columna o fila "E.P.", indica diferencia estadística ($p < 0,05$).

¹E.P.: Efecto principal

²TSIP x Edad: Interacción TSIP y Edad.

³NS: No significativo.

⁴E.E.: Error estándar

⁵N.A.: Número de aves evaluadas por tratamiento

⁶20/12: 20 aves para los T2 y T3; y para el T1 12 aves

Cuadro 14. Niveles de proteína sérica (g/dL) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades

Tratamientos	Edad (días)				E.P. ¹ (TSIP) ± E.E. ⁴
	2	12	21	48	
N.A. ⁵	20	20	20	20/12 ⁶	
T1 (0%)	2,40	2,98	2,07	4,16	2,86±0,10 A
T2 (7%)	2,10	2,84	2,06	4,13	2,98±0,11 A
T3 (14%)	2,24	2,77	2,04	3,75	2,82±0,10 A
E.P. ¹ (EDAD) ± E.E. ⁴	2,25±0,14 C	2,90±0,06 B	2,06±0,04 C	3,86±0,06 A	TSIP x Edad ² NS ³

Letras diferentes dentro de la columna o fila "E.P.", indica diferencia estadística ($P < 0,05$).

¹E.P.: Efecto principal

²TSIP x Edad: Interacción TSIP y Edad.

³NS: No significativo.

⁴E.E.: Error estándar

⁵N.A.: Número de aves evaluadas por tratamiento

⁶20/12: 20 aves para los T2 y T3; y para el T1 12 aves

Cuadro 15. Niveles de albúmina (g/dL) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades

Tratamientos	Edad (días)				E.P. ¹ (TSIP) ± E.E. ⁴
	2	12	21	48	
N.A. ⁵	20	20	20	20/12 ⁶	
T1 (0%)	1,08	1,00	1,09	1,29	1,11±0,02 A
T2 (7%)	0,96	0,91	1,18	1,30	1,12±0,03 A
T3 (14%)	0,84	0,91	1,19	1,32	1,12±0,03 A
E.P. ¹ (EDAD) ± E.E. ⁴	0,96±0,05 C	0,93±0,02 C	1,13±0,02 B	1,30±0,02 A	TSIP x Edad ² NS ³

Letras diferentes dentro de la columna o fila "E.P.", indica diferencia estadística ($p < 0,05$).

¹E.P.: Efecto principal

²TSIP x Edad: Interacción TSIP y Edad.

³NS: No significativo.

⁴E.E.: Error estándar

⁵N.A.: Número de aves evaluadas por tratamiento

⁶20/12: 20 aves para los T2 y T3; y para el T1 12 aves

Cuadro 16. Niveles de AST (UI/L) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades

Tratamientos	Edad (días)				E.P. ¹ (TSIP) ± E.E. ⁴
	2	12	21	48	
N.A. ⁵	20	20	20	20/12 ⁶	
T1 (0%)	136,40	104,10	89,60	92,83	104,51±2,44 A
T2 (7%)	132,20	107,50	79,30	96,33	92,74±1,96 B
T3 (14%)	135,60	104,80	85,40	83,33	92,53±2,29 B
E.P. ¹ (EDAD) ± E.E. ⁴	134,73±0,64 A	104,62±2,03 B	84,85±1,43 D	92,76±2,05 C	TSIP x Edad ² NS ³

Letras diferentes dentro de la columna o fila "E.P.", indica diferencia estadística ($p < 0,05$).

¹E.P.: Efecto principal

²TSIP x Edad: Interacción TSIP y Edad.

³NS: No significativo.

⁴E.E.: Error estándar

⁵N.A.: Número de aves evaluadas por tratamiento

⁶20/12: 20 aves para los T2 y T3; y para el T1 12 aves

Cuadro 17. Niveles de ALT (UI/L) de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP y en diferentes edades

Tratamientos	Edad (días)				E.P. ¹ (TSIP) ± E.E. ⁴
	2	12	21	48	
N.A. ⁵	20	20	20	20/12 ⁶	
T1 (0%)	80,40	16,90	14,55	19,83	30,81±3,32 A
T2 (7%)	91,20	14,00	17,15	22,30	17,82±0,66 C
T3 (14%)	88,40	17,46	21,21	24,33	20,95±0,62 B
E.P. ¹ (EDAD) ± E.E. ⁴	87,14±1,39 A	15,63±0,55 D	17,60±0,58 C	22,27±0,52 B	TSIP x Edad ² NS ³

Letras diferentes dentro de la columna o fila "E.P.", indica diferencia estadística ($p < 0,05$).

¹E.P.: Efecto principal

²TSIP x Edad: Interacción TSIP y Edad.

³NS: No significativo.

⁴E.E.: Error estándar

⁵N.A.: Número de aves evaluadas por tratamiento

⁶20/12: 20 aves para los T2 y T3; y para el T1 12 aves

En las Figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6; se muestran el perfil bioquímico sanguíneo producto de los efectos simples de la TSIP y edad. Letras diferentes dentro de una misma curva indica diferencia estadística ($p < 0,05$)

Figura 1. Niveles de hemoglobina de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP

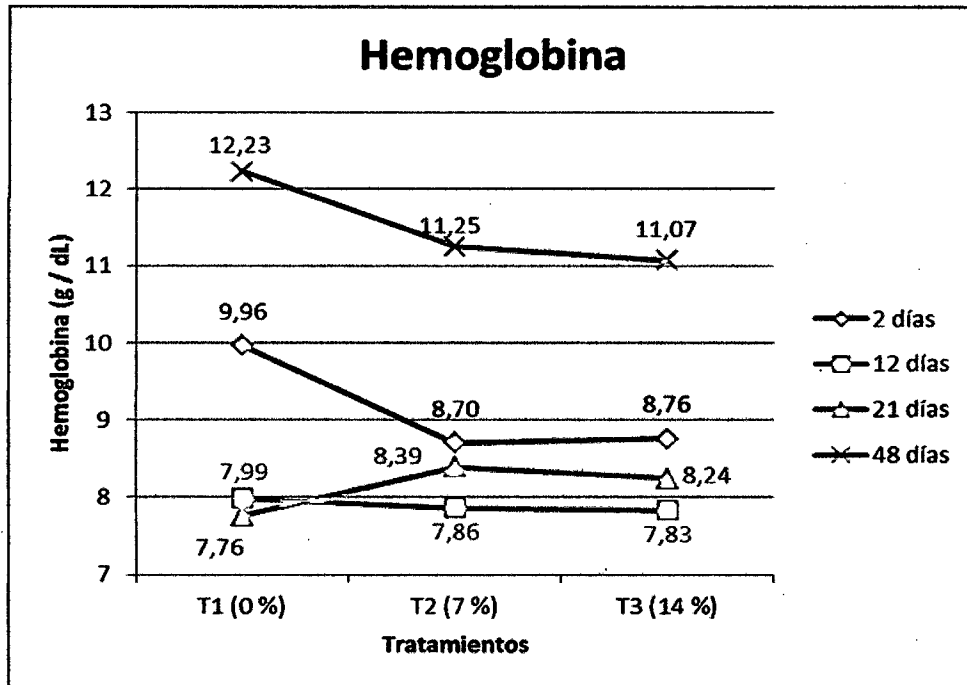


Figura 2. Niveles de hematocrito de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP

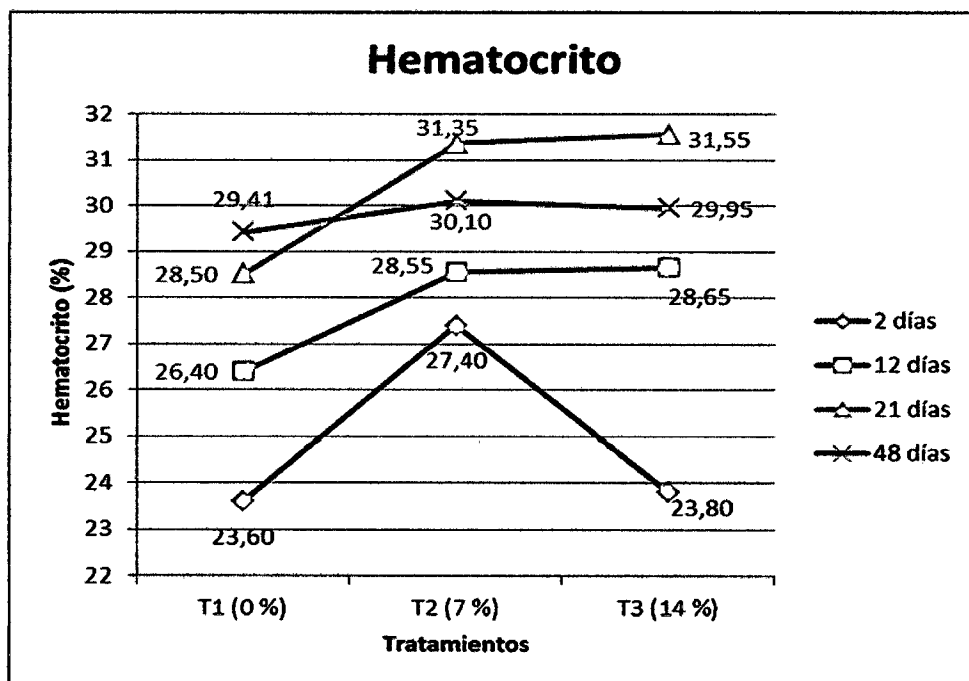


Figura 3. Niveles de proteína sérica de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP

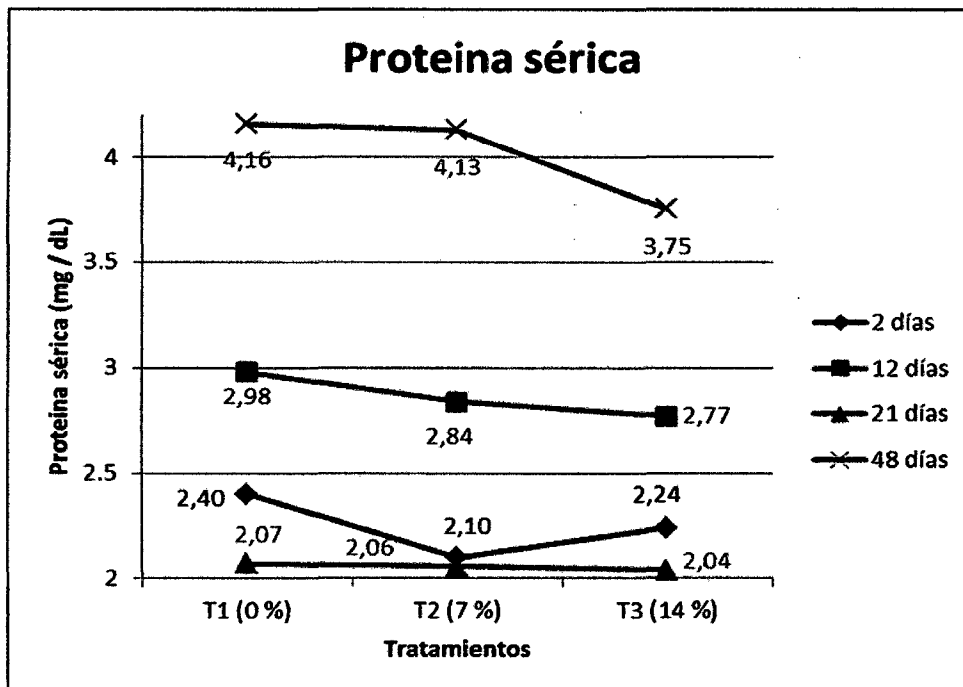


Figura 4. Niveles de albúmina de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP

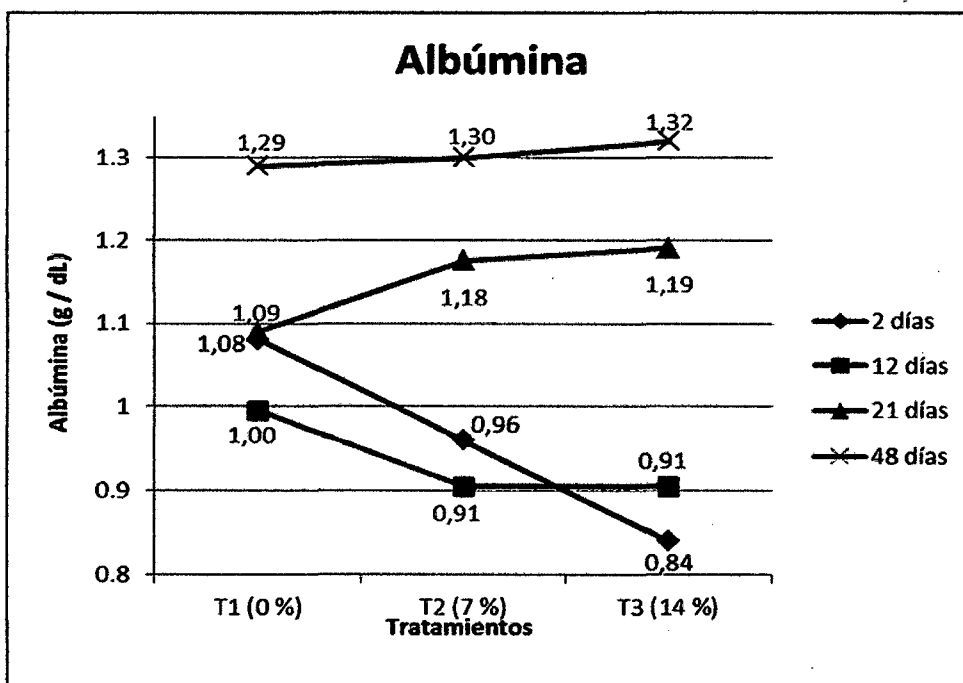


Figura 5. Niveles de Aspartato aminotransferasa de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP

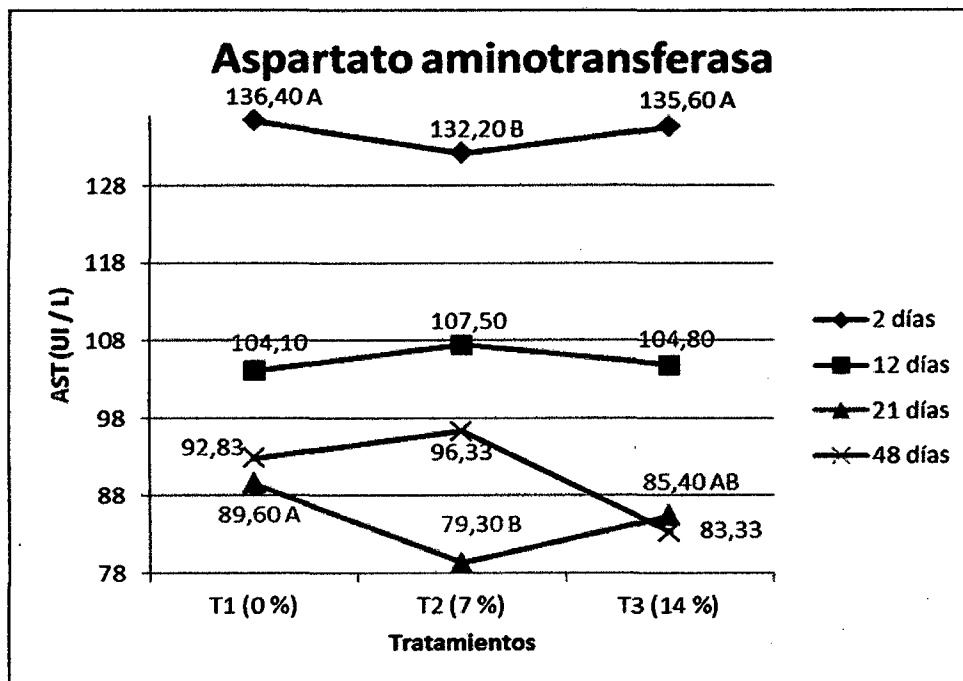
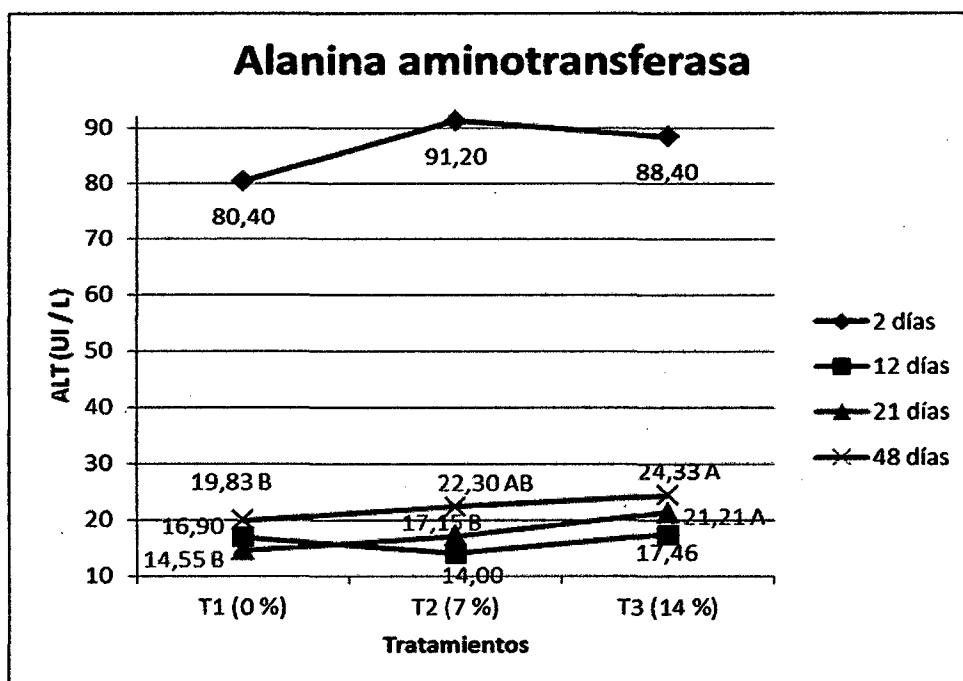
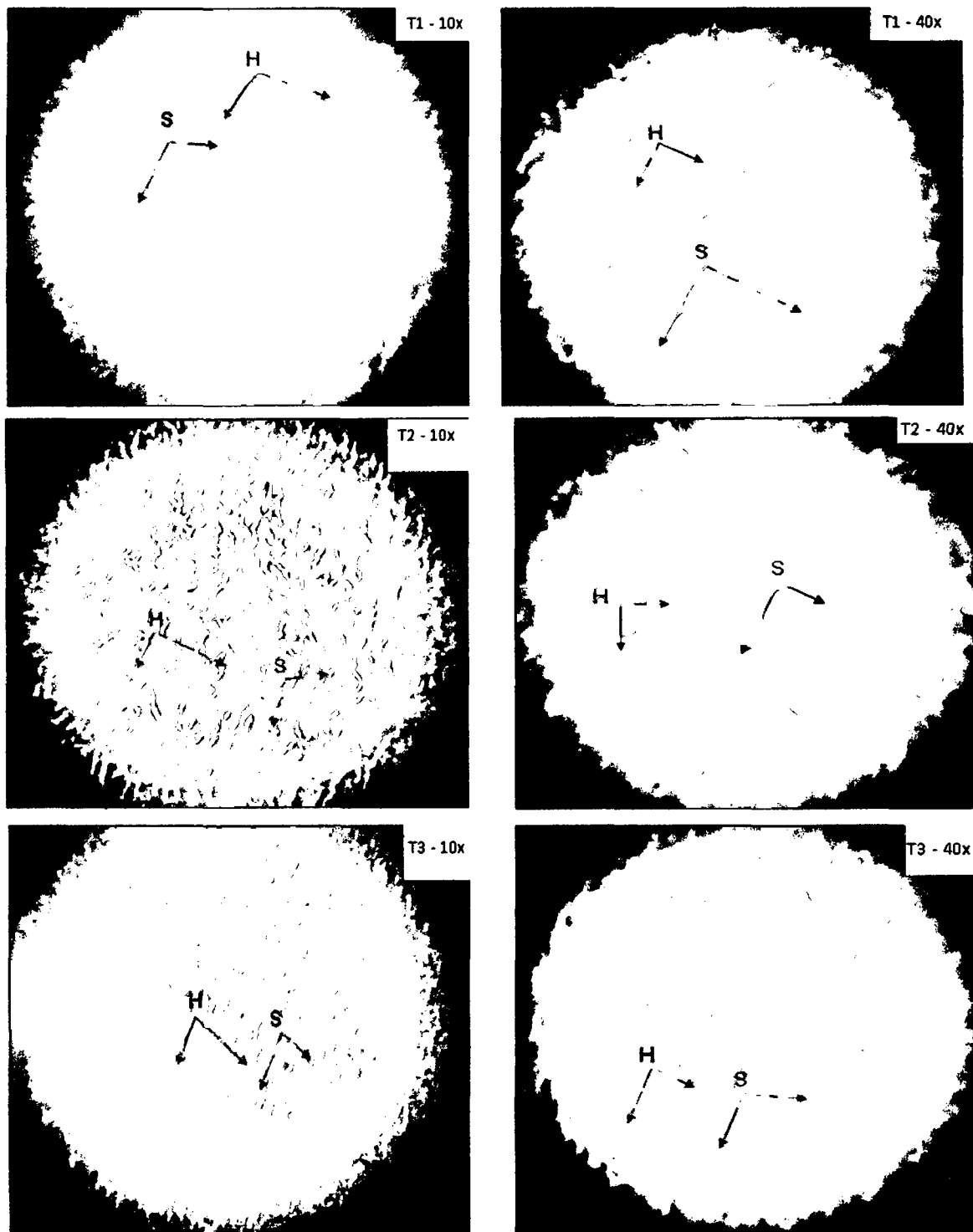


Figura 6. Niveles de Aspartato aminotransferasa de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP



4.2. Efecto del consumo de la torta de sachu inchi precocida sobre la histología hepática en pollos a los 48 días de edad

Figura 7. Fotografías del tejido hepático según la inclusión de TSIP.



H: Hepatocito, S: Sinusoide hepático

Cuadro 18. Descripción del tejido hepático de pollos a los 48 días de edad alimentados con torta de sachá inchi precocida

Partes	T1	T2	T3
Sinusoides hepáticos	Arquitectura normal	Efectos no muy marcados	Luz sinusoidal disminuida
Hepatocitos	Arquitectura normal	Aparición de hepatocitos polinucleados	Aumento considerable de volumen de los hepatocitos polinucleados

4.3. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el peso relativo de los órganos de pollos

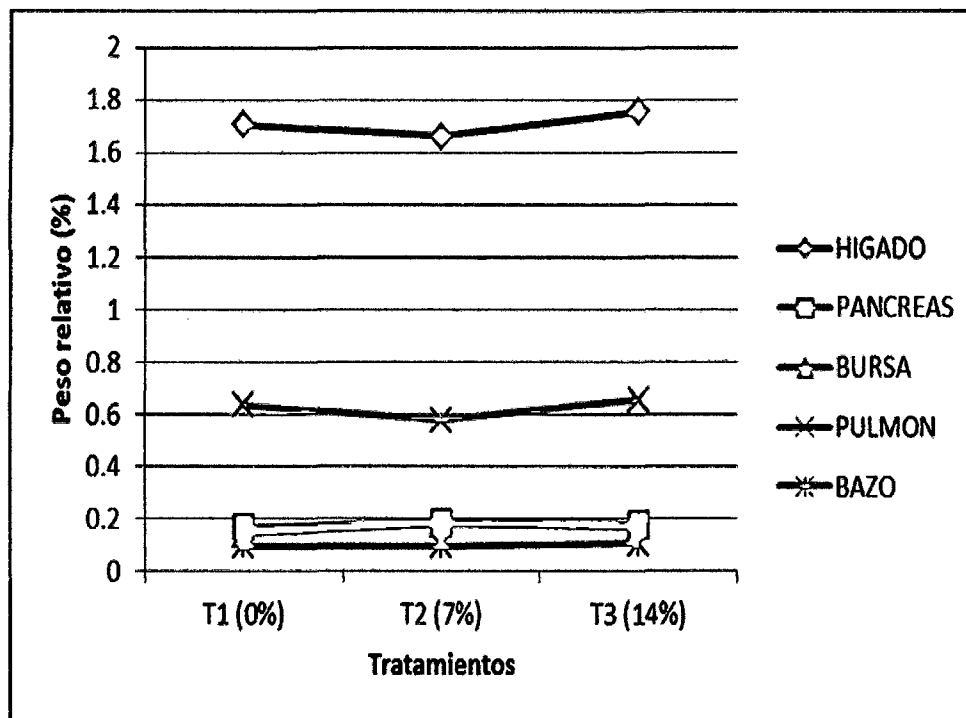
En el Cuadro 19 se muestra el peso promedio relativo de diferentes órganos de pollos de 48 días de edad alimentados con diferentes niveles de torta de sachá inchi precocida.

Cuadro 19. Peso promedio relativo (g / 100 g de peso vivo) de órganos de pollos de 48 días de vida alimentados con diferentes niveles de torta de sachá Inchi precocida

Órganos	Tratamientos			CV (%)	Sig. ¹ (0,05)
	0%	7%	14%		
Hígado	1,70 A	1,66 A	1,75 A	7,94	NS
Páncreas	0,17 A	0,19 A	0,18 A	10,86	NS
Bursa	0,14 A	0,18 A	0,17 A	21,01	NS
Pulmón	0,64 A	0,58 A	0,66 A	13,17	NS
Baso	0,10 A	0,10 A	0,10 A	20,90	NS

- Grado de significancia con una probabilidad del 5 %.
- NS: No significativo.
- CV = Coeficiente de variación

Figura 8. Peso relativo de órganos de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida



4.4. Efecto del consumo de torta de sachá inchi precocida sobre el desempeño zootécnico de pollos

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 19, donde se observa las variables de consumo diario de alimento (CDA, g), ganancia diaria de peso (GDP, g) y conversión alimenticia (CA), de pollos alimentados con diferentes niveles de inclusión de torta de sachá inchi precocida.

Cuadro 20. Promedios \pm error estándar del CAD, GPD en gramos/día y CA de pollos alimentados con diferentes niveles de TSIP en función a los periodos evaluados

Parámetros ¹	T1	T2	T3	C.V.	p
Periodo 1: 2 - 12 días de edad.					
CAD	38,00 \pm 0,30 A	36,00 \pm 0,48 A	33,00 \pm 1,00 B	4,18	p<0,05
GPD	28,00 \pm 0,52 A	25,00 \pm 0,72 B	22,00 \pm 0,58 C	5,50	p<0,05
CA	1,35 \pm 0,03 A	1,42 \pm 0,29 AB	1,51 \pm 0,04 B	5,00	p<0,05
Periodo 2: 2 - 21 días de edad.					
CAD	69,00 \pm 0,72 A	68,00 \pm 1,15 A	59,00 \pm 1,65 B	4,24	p<0,05
GPD	44,00 \pm 0,65 A	42,00 \pm 0,54 A	36,00 \pm 0,79 B	3,66	p<0,05
CA	1,56 \pm 0,01	1,63 \pm 0,02	1,62 \pm 0,05	4,39	p>0,05
Periodo 3: 2 - 48 días de edad.					
CAD	124,00 \pm 0,46 A	102 \pm 0,86 B	88,00 \pm 0,50 C	1,35	p<0,05
GPD	64,00 \pm 0,40 A	46,00 \pm 1,25 B	34,00 \pm 0,70 C	4,04	p<0,05
CA	1,94 \pm 0,02 A	2,26 \pm 0,05 B	2,60 \pm 0,06 C	4,47	p<0,05

Letras diferentes dentro de las filas para cada periodo, indican diferencia estadística (NSK 5 %)

Figura 9. Consumo de alimento diario promedio de pollos alimentados con niveles crecientes de TSIP en diferentes periodos de evaluación

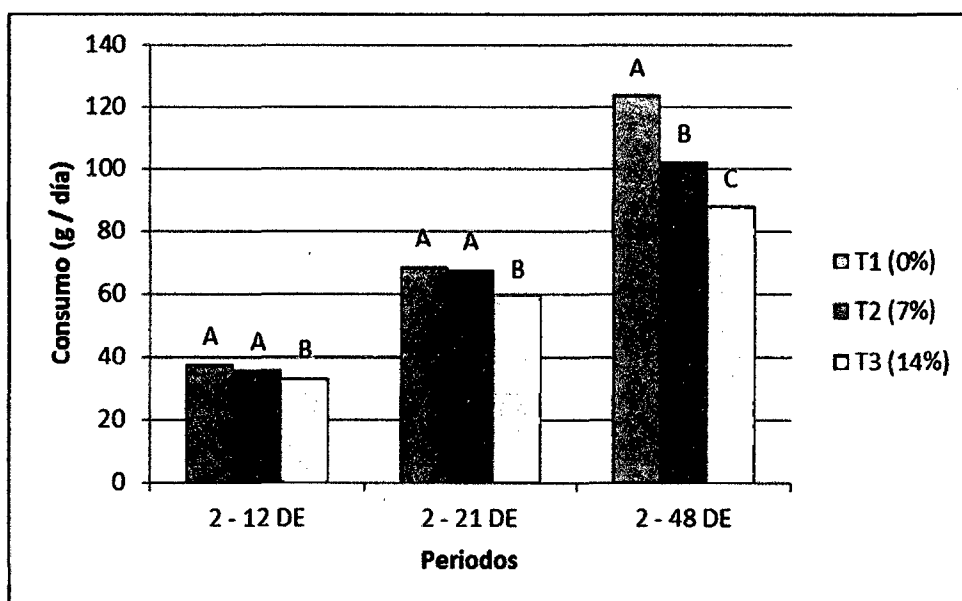


Figura 10. Ganancia de peso diario promedio de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida según periodos de evaluación

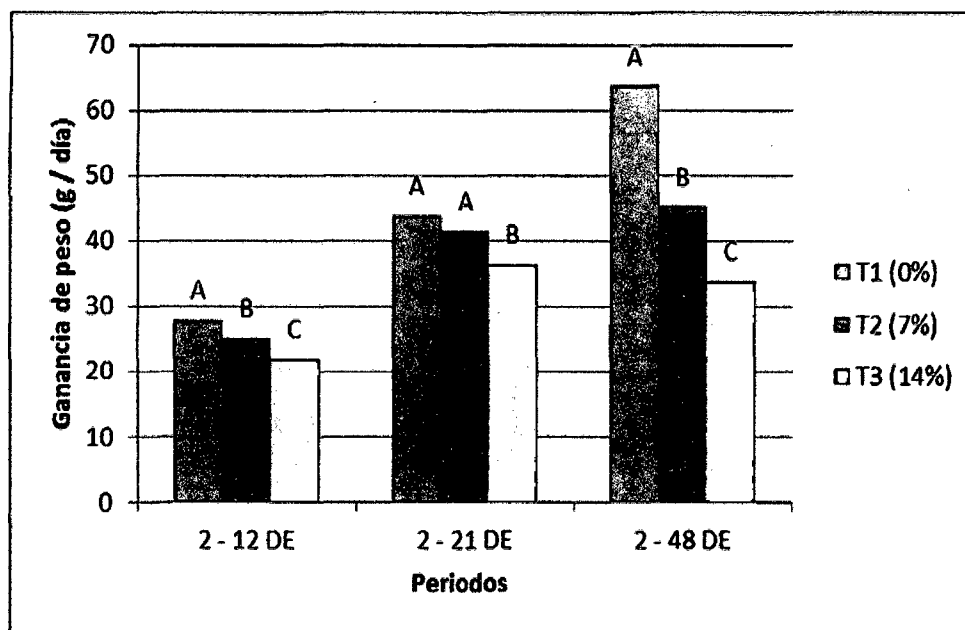
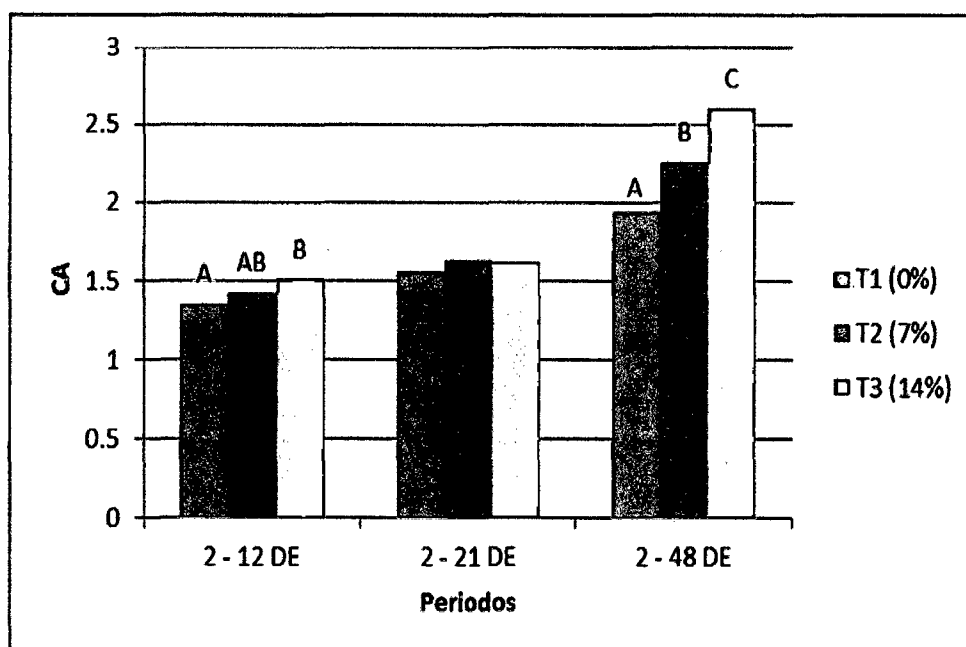


Figura 11. Conversión alimenticia de pollos alimentados con niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida según periodos de evaluación



V. DISCUSIÓN

5.1. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de engorde

En el análisis fitoquímico cualitativo de la almendra de sachá inchi encontraron que posee concentraciones considerables de alcaloides y saponinas (PARIONA, 2008). Por su parte MONDRAGÓN (2009), indica que en la torta de sachá inchi existe una elevada presencia de saponinas y glucósidos, pero en alcaloides y taninos es nula o escasa.

La molécula de los glucósidos posee una parte azucarada, formada por uno más monosacáridos, unida por un enlace de tipo éster a una parte no azucarada (el aglucón), de diversa naturaleza y del cual dependen las propiedades tóxicas (PARADA, 2003).

El tiempo de exposición a las saponinas, glucósidos y otros FAN contenidos en la TSIP consumido por los pollos fue de 47 días (corto plazo), probablemente por eso no se encontraron alteraciones en el perfil bioquímico sanguíneo del ave pero en cuanto al hígado, si existió un daño como hiperplasia y esto puede deberse a que este órgano posee mayor capacidad de respuesta frente a la agresión tóxica, debido a su función clave como vía primaria de desintoxicación (Bafna *et al.*, 2005, citado por CASTILLO *et al.*,

2010). Probablemente esta lesión hepática también podría estar asociada con la disminución del consumo de alimento y de ganancia de peso encontrados en el presente trabajo.

Los resultados hallados en la investigación; también puede deberse a que el organismo de las aves de los tratamientos 7 y 14 % de TSIP, emplearon los pocos nutrientes absorbidos para mantener su bioquímica y fisiología en un correcto nivel como menciona UNLZ (2007), los nutrientes obtenidos del alimento tiene como función primaria satisfacer sus actividades vitales tales como el mantenimiento de la homeostasis corporal, la regeneración celular, etc, que son vitales y prioritarias para la vida, pero no suponen ninguna producción. La mencionada función fue eficiente por la corta exposición a las saponinas y glucósidos de la TSIP.

Los niveles de hemoglobina (Cuadro 12 Y Figura 1) de pollos bajo los efectos de los niveles de TSIP, son estadísticamente iguales ($p > 0,05$) y además se encuentran dentro del parámetro normal, que es de 7 a 18,6 g/dL (UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA, 2011). La mencionada igualdad puede deberse a que la saponina posiblemente presente en la TSIP, la cual tiene acción hemolítica, pero por vía oral este efecto es mínimo debido a su bajo nivel de absorción por el tubo digestivo (GÓMEZ, 1997). La saponina son posibles de extraer cuando se somete a temperaturas altas y en alcoholes de bajo peso molecular (BOTANILAONLINE, 2005). Por otra parte MONDRAGÓN (2009), menciona que la baja concentración de ácido tánico en la torta de sachá inchi no perjudican su interacción con las proteínas u otros nutrientes.

Con respecto a la edad de las ave, la hemoglobina se vio afectada, siendo estos estadísticamente diferentes ($p < 0,05$); como se observa, la hemoglobina baja de 9,14 g/dL a los 2 días hasta 7,89 g/dL a los 12 días, para luego aumentar a 8,07 g/dL y 11,2 g/dL a los 21 y 48 días de vida respectivamente. Esta disminución inicial en las concentraciones de hemoglobina podría explicarse por un posible desbalance entre la síntesis de nuevos eritrocitos y la absorción de hierro, así como otras sustancias básicas en la formación de nueva hemoglobina, por lo que las cantidades sintetizadas de esta proteína, hasta ese momento, tendrían que redistribuirse en el total de nuevos eritrocitos y reticulocitos y esto se reflejaría en el descenso de las concentraciones de la proteína (VÁSQUEZ, 2011).

Los niveles de hematocrito (Cuadro 13 Y Figura 2) de pollos bajo los efectos de los niveles de TSIP, son diferentes estadísticamente ($p < 0,05$) siendo el T1 el que obtuvo menor valor comparado al T2 y T3, a la vez siendo estos últimos iguales entre sí; pero encontrándose los tres tratamientos dentro de los índices normales como indica UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (2011), el parámetro normal de hematocrito en pollos es 23 a 55 %. Esta diferencia tal vez se deba a que las aves del T2 y T3 desarrollaron una compensación de oxigenación para incrementar el desarrollo de tejidos por efecto de los glucósidos u otros FAN contenidos en la TSIP, como es en el caso del hígado.

Con respecto a la edad del ave, los niveles de hematocrito resultaron ser estadísticamente diferentes ($p < 0,05$); como se observa el hematocrito aumenta de acuerdo a la edad siendo 24,93, 27,87, 29,92 y 29,77

% a los 2, 12, 21 y 48 días de edad respectivamente; siendo los más altos y estadísticamente iguales entre sí a los 21 y 48 días de edad; como indica MATEO (2006), los valores de hematocrito dependen de la edad y del sexo, siendo más elevados en edades adultas y/o en machos.

Los niveles de proteína sérica y albúmina (Cuadro 14 y 15 y Figura 3 y 4, respectivamente) bajo los efectos de los niveles de TSIP, resultaron ser estadísticamente iguales ($p > 0,05$) y encontrándose dentro de los parámetros normales en ambos casos, como indica HERNÁNDEZ (1994) y Yahmad (1979), citado por JÍNEZ *et al.*, (1998), los parámetros de proteína sérica y albúmina son de 2,4 a 5,34 mg/dL y 1,1 a 2,74 mg/dL respectivamente. Las mencionadas igualdades puede deberse a que las concentraciones de proteína y albúmina por lo general son normales en enfermedades hepáticas crónicas pero en presencia de cirrosis o daño hepático los niveles de los mismos desciende notablemente (FERATO, 2010); mientras que en un ensayo realizado por MIRANDA (2007), probó dietas con diferentes niveles de inclusión (0, 5, 10 y 15 %) de frijol bayo (*Vigna unguiculata L.*) en pollos de engorde durante la fase de crecimiento; caracterizándose el frijol bayo por su contenido de taninos (4,5 %EC); no encontrando diferencia estadística ($p < 0,01$) en la concentración de albúmina plasmática y proteína sérica, mientras que en otro estudio, Homidan *et al.*, (2006), citado por MIRANDA (2007), alimentaron pollos de engorde con diferentes niveles de inclusión dietética de semillas de *Rhazya stricta*, sus resultados indican una significativa reducción en la concentración de albúmina plasmática como consecuencia directa de factores antinutricionales presentes en las dietas que contenían 2% de la mencionada

semilla.

Con respecto a la edad del ave, los niveles de proteína sérica obtenidas son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$); observándose que a los 2 días es igual a los 21 días de edad y estos menores a los 12 días de vida mientras que el mayor valor fue a los 48 días similar comportamiento obtuvo JÍNEZ *et al.*, (1998), en un ensayo alimento a pollos con semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) encontrando en el tratamiento control a la cuarta semana obtuvo 2.6 g/dL mientras que a la séptima semana de vida 5,34 g/dL de proteína sérica.

Con respecto a la edad del ave, los niveles de albúmina obtenidas en diferentes periodos de vida de las aves en estudio son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$); observándose un mayor valor a los 48 días comparado a los 2, 12 y 21 días de vida; en cuanto a los días 2 y 12 se observa concentraciones de albúmina por debajo de lo normal. Por su parte MIRANDA *et al.*, (2007), alimento a pollos con harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata (L.) Walp*) encontrando en el tratamiento control 1,66, 1,92 y 1,61 mg/dL a la 1^{ra}, 2^{da} y 3^{ra} semana de vida, no encontrando diferencia estadística ($p < 0,05$).

Los niveles de aspartato aminotransferasa (Cuadro 16 Y Figura 5) bajo el efecto de los niveles de TSIP de los pollos en estudio son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$); en el T1 (0% TSIP), se observa que la concentración de AST es mayor que los T2 y T3, pero encontrándose dentro de lo normal para los 3 tratamientos, esto probablemente debido al incremento de

la mitosis de los hepatocitos (hiperplasia) ocasionado por glucósidos u otros FAN de la TSIP. Hernández (1994) y Ahmad (1979), citado por JÍNEZ *et al.*, (1998) indica que el parámetro normal de AST en pollos es de 70 a 220 UI/L. Según CLÍNICAS VETERINARIAS MÓVILES (S.A), los niveles bajos de AST/GOT en sangre, no son clínicamente significativos. Por su parte JÍNEZ *et al.*, (1998), realizó un estudio sobre el efecto de niveles elevados de semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático; con niveles de 0, 10, 20 y 30%; concluyendo que no hubo ningún efecto de la semilla de Jamaica sobre la concentración de AST, basándose en que lo datos registrados cayeron dentro de los parámetros normales (70 - 220 UI/L).

Con respecto a la edad del ave, los niveles de aspartato aminotransferasa en diferentes periodos de vida, existe diferencia estadística ($p < 0,05$), pero encontrándose dentro de los parámetros normales.

Los niveles de alanina aminotransferasa (Cuadro 17 Y Figura 6) bajo los efectos de los niveles de TSIP, resultaron ser estadísticamente diferentes ($p < 0,05$); pero encontrándose dentro de los parámetros normales como indica Mitruka *et al.*, (1977), citado por MIRANDA *et al.*, (2007); el parámetro normal de ALT en pollos es 9,5 a 37,2 UI/L. Una disminución en la concentración de la ALT, como fue observado en las aves del tratamiento 2 y 3, podría deberse también al incremento de desarrollo de tejido causado por los diferentes factores antinutricionales que posee la TSIP los cuales afecta el hígado el cual trata de adaptarse y sobreponerse frente al estímulo. Por su

parte JÍNEZ *et al.*, (1998), realizó un estudio sobre el efecto de niveles elevados (0, 10, 20 y 30%) de semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático; concluyendo que no hubo ningún efecto de la semilla de Jamaica sobre la concentración de ALT, basándose en que los datos registrados cayeron dentro de los parámetros normales. Por otro lado en un ensayo realizado por GORRITI *et al.*, (2010), administró por vía oral 0,5 ml de aceite de sachá inchi por kg de peso vivo (grupo problema) y a otro grupo (control) 4 ml de suero fisiológico por kg de peso vivo; en ratones sanos machos de la cepa Balb C57 (ratones de laboratorio) de 3 hasta 60 días de vida; encontrando a los 30 días $16 \pm 3,6$ y $14,8 \pm 3,5$ UI/dL de ALT en el grupo problema y control respectivamente y a los 60 días $19 \pm 1,2$ UI/dL y $16,9 \pm 8,3$ UI/dL de ALT en el grupo problema y control respectivamente; en ambas evaluaciones (30 y 60 días) no se encontró diferencia estadística ($p > 0,05$).

Con respecto a la edad del ave, los niveles de alanina aminotransferasa obtenidas en diferentes etapas de vida resultaron ser estadísticamente diferentes ($p < 0,05$), pero encontrándose dentro de los parámetros normales; observándose una disminución progresiva de 134,73, 104,62 y 84,85 UI/L a los 2, 12 y 21 días de edad para luego aumentar a 92,76 UI/L a los 48 días; observando en la primera evaluación (2 días de vida) la concentración de ALT más elevada, siendo probablemente debido a un estrés fisiológico de adaptación normal. En cuanto a los 12, 21 y 48 días se observa un incremento progresivo de ALT; en un ensayo realizado por GORRITI *et al.*, (2010), encontró el mismo comportamiento; en ratones sanos machos de la

cepa Balb C57 (ratones de laboratorio); encontró en promedio $16 \pm 3,6$ UI/dL y 19 ± 12 UI/dL de ALT a los 30 y 60 días de vida respectivamente.

5.2. Efecto de del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre la histología hepática en pollos a los 48 días de edad

El Cuadro 18 muestra la descripción de la histología hepática de pollos a los 48 días de edad alimentados con torta de sachá inchi precocida; donde se observa que el T3 (14% TSIP) presenta una mayor concentración de hepatocitos esto se deba a que una de las causas más comunes de hiperplasia es la irritación crónica por presencia de toxinas lo cual provoca la proliferación y el acumulo de las células (CHEVILLE, 1996); una de las toxinas que pudo causar la hiperplasia hepática son los glucósidos; como indica MONDRAGÓN (2009), la presencia de glucósidos en la torta de sachá inchi es abundante (+++); por su parte GONZÁLES (2010) indica que los glucosinolatos al ser hidrolizados generan glucosa, ácido sulfúrico y compuestos volátiles como isotiocianatos, oxazolidin-2-tionas, tiocianatos y nitrilos; causando estos últimos lesiones en el hígado. Mientras que ARRIETA *et al.*, (2007), evaluó el efecto de dietas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae* (SC) sobre alteraciones histológicas hepáticas de pollos en la fase de engorde, siendo los tratamientos, T1 = 0% de SC y T2 = 0,1% de SC; mostrando que el 12,5% de los animales del grupo T1 presentaron lesiones hepatotóxicas leves mientras que el 50% del grupo T2 presentó lesiones leves y moderadas ($p < 0,05$).

De manera general se puede deducir, que en la TSIP existen

factores antinutricionales o sustancias nocivas, ya que la histología hepática del T2 y T3 resulto afectada a comparación del T1; como indica Bafna *et al.*, (2005), citado por CASTILLO *et al.*, (2010), está probado que el hígado posee mayor capacidad de respuesta frente a la agresión tóxica en comparación a cualquier otro órgano, debido a su misión clave como vía primaria de desintoxicación. Del mismo modo esta misión del hígado puede ser la causa de su propia lesión, ya que en la biotransformación de sustancias tóxicas pueden generarse metabolitos, en ocasiones más tóxicos que la sustancia de partida, los que en ocasiones pueden producir lesiones hepatocelulares. Por su parte CORNELL UNIVERSITY (2009), indica que los síntomas de intoxicación de glucósidos en aves de corral son varias, entre estas lesión hepática.

5.3. Efecto del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre el peso relativo de los órganos de pollos

En el Cuadro 19 el peso relativo de los órganos evaluados son estadísticamente iguales ($p > 0,05$).

RIETA *et al.*, (2006), demostró que los hígados del tratamiento con 0,07mg de aflotoxina/kg de alimento balanceado (T2) no variaron significativamente su peso relativo con respecto al control (T1) y no presentaron lesiones macroscópicas, adjudicándole estos resultados las bajas concentraciones de aflotoxina ingerida en la dieta, sin embargo, pollos que recibieron dietas con niveles de aflatoxina (0,075 mg/kg) similares a los de este estudio durante 42 días, demostraron un significativo incremento de los lípidos

del hígado y consecuentemente del tamaño del mismo (DOERR *et al.*, 1983, mencionado por ARRIETA *et al.*, 2006).

En un ensayo realizado por LA TORRE *et al.*, (1998), evaluó el efecto del consumo de 3 niveles de taninos; nivel bajo (0,17% E.C), nivel medio (1,4% E.C) y nivel alto (3,24% E.C) encontrados en los principales sorgos graníferos en pollos sobre el peso de la Bursa de Fabricio; encontrando diferencia estadística ($p < 0,01$) entre el tratamiento control (maíz - soya) y los tres tratamientos problemas ya mencionados; y estos a su vez siendo iguales ($p > 0,01$). Por su parte SANTI *et al.*, (2003) indica que el peso relativo promedio de la bursa de Fabricio es de 0,17% a los 42 días de vida.

Asimismo TAMBINI *et al.*, 2010, en un ensayo encontró 0,167% y 0,174% de peso relativo de bursa y bazo respectivamente en pollos clínicamente sanos de 49 días de vida; siendo estos casi similares a los encontrados en el presente estudio

5.4. Efecto de del consumo de la torta de sachá inchi precocida sobre desempeño zootécnico de pollos

En los tres periodos de evaluación (Cuadro 19) se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para las variables evaluadas, con excepción de la conversión alimenticia en el periodo de 2 - 21 días de edad, donde no reportaron diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tres tratamientos.

En el periodo de 2 - 12 días de edad, se observaron, que los pollos alimentados con raciones incluidas de 0% y 7% de TSIP consumieron más alimento ($p < 0,05$) en relación a los pollos alimentados con 14% de TSIP. Entre tanto para la ganancia de peso se observó que a mayor inclusión de TSIP en ración de pollos causa menor ganancia de peso ($p < 0,05$). La conversión alimenticia de pollos alimentados con 7% fueron semejantes ($p > 0,05$) a los animales del T1 (0% TSIP) y T3 (14% TSIP); entre tanto, el grupo de animales que consumieron 14% de TSIP tuvieron mayor conversión alimenticia en relación a los pollos alimentados con 0% de TSIP.

El pobre desempeño zootécnico hallado en las aves del T3 podría deberse a la mayor cantidad de glucósidos y saponinas presentes en el alimento de estas; ya que los compuestos derivados de los glucósidos son los isotiocianatos, oxazolidina-2-tionas y nitrilos, y estos tienen la capacidad de suprimir el crecimiento (CORNELL UNIVERSITY, 2009); mientras que las saponinas interfieren en la absorción intestinal y causan trastornos metabólicos, ya que se unen a nutrientes como al zinc inhibiendo así la producción de enzimas metabólicas y digestivas (MONDRAGÓN, 2009); mientras que las saponinas y los glucósidos afectan la palatabilidad, ya que son amargos y picantes respectivamente (Heng *et al.*, 2006, citado por GONZALES *et al.*, 2011 y TODOENSALUD, SA).

En el periodo de 2 - 21 días de edad se observa que los pollos alimentados con 0% y 7% de TSIP tienen semejante ($p < 0,05$) CAD y GPD y diferente ($p < 0,05$) a los pollos del T3 (14% TSIP). Lo que se puede deducir

que las aves del T2 posiblemente trataban de adaptarse al alimento, mientras que las aves del T3 no lo consiguieron porque sus parámetros productivos sucumbieron, ya que su dieta contenía 14% de TSIP y por ende mayor cantidad de sustancias antinutricionales. Mientras que el bajo consumo de alimento por parte de las aves, posiblemente se deba a que las saponinas afecta negativamente la palatabilidad (MONDRAGÓN, 2009). Por su parte BOZA (SA) y MONDRAGÓN, 2009 indican que las saponinas actúan sobre la mucosa intestinal reduciendo su capacidad de absorción.

En el periodo de 2 - 48 días de edad, observamos que a mayor inclusión de TSIP en las raciones de pollos provoca pobre desempeño zootécnico, posiblemente debido a que la cantidad de consumo de alimento (TSIP) es mayor por tanto, mayor consumo de factores antinutricionales y se empeora el desempeño zootécnico. Por su parte MONDRAGÓN (2009) indica que la presencia de saponinas y glucósidos en la torta de sachá inchi es abundante (+++). Los glucósidos al ser hidrolizados por una enzima hidrolítica originan glucosa, y uno de los siguientes derivados del aglucón: tiocianatos, nitrilos u oxazolidintionas y isotiocianatos; estos últimos causan gastroenteritis (PARADA, 2003) reduciendo afectando así la absorción de los nutrientes. Por su parte TODOENSALUD (S.A.), menciona que los patos alimentados con glucósidos presentan retraso en el crecimiento. Mientras que los niveles elevadas de saponinas originan problemas sensoriales relacionados con la mayor astringencia y amargor los cuales causan el rechazo por parte del animal (Valencia *et al.*, 2008, citado por GONZALES *et al.*, 2011).

Por su parte REÁTEGUI *et al.*, (2010), incluyó 0, 20, 30 y 40% de torta de sachá inchi en raciones de pollos; encontrando diferencia estadística ($p < 0,01$) a los 45 días de edad; en el peso vivo, consumo de alimento y la conversión alimenticia, mostrando que a mayor inclusión de TSIP provoca baja ganancia de peso, consumo de alimento y alto índice de conversión alimenticia.

Por su parte COBB-VANTRESS (2008), indica que el rendimiento productivo recomendado para pollos de la línea Cobb 500 a los 49 días de edad es de 123g de CDA, 65g de GDP y 1,9 de CA; siendo estos corroborados a los obtenidos en el presente estudio (T1).

VI. CONCLUSIONES

- ❖ Durante la fase biológica de los pollos, los niveles de TSIP no mostraron efecto sobre los perfiles de hemoglobina, albúmina, proteína sérica de los pollos, mientras que en los niveles de hematocrito, AST y ALT si tuvo efecto; pero los resultados mencionados se encontraron dentro de sus parámetros normales. Mientras que bajo el efecto de la edad, se encontró diferencia estadística en todos los perfiles hematológicos evaluados.
- ❖ Durante la fase biológica de los pollos, los niveles de TSIP mostró efecto adverso sobre el desempeño zootécnico; mas no así sobre el peso relativo de los órganos estudiados.
- ❖ En la evaluación del tejido hepático de los tratamientos en estudio; en el T3 (14% TSIP) se observó la disminución del lumen de los espacios sinusoides hepáticos e incremento de núcleo en los hepatocitos a comparación del T1.

VII. RECOMENDACIONES

- Tomar un tiempo prologando de evaluación para experimentos científicos futuros obre efectos de la torta de sachá inchi precocida sobre el perfil bioquímico sanguíneo.
- Implementar equipos y reactivos en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Zootecnia - UNAS, para la realización de análisis fitoquímicos.
- Realizar digestibilidad de la TSIP en pollos.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of pre cooked sachu inchi cake (PCSIC) in different levels of the diet of broiler chickens on the serum biochemical profile, feed intake, feed conversion, weight gain, internal organs relative weight and liver histology. For this purpose 150 Cobb-500 broilers chicken (75 males and 75 females) 2 days old which were divided in 3 treatments (T1, T2 and T3) were used. T1 was fed 0%, T2, 7% and T3, 14% of PCSIC. Blood was sampled from yugular vein at 2 days old and wing vein at 12, 21 and 48 days old; a complete randomized design with a factorial 3x3+1 was used. The serum biochemical profiles under the PCSIC effect were $9,03\pm 0,20$, $9,17\pm 0,23$ and $8,99\pm 0,24$ for hemoglobin; $27,38\pm 0,38$, $30,00\pm 0,38$ y $29,56\pm 0,45$ for hematocrit; $2,86\pm 0,10$, $2,98\pm 0,11$ y $2,82\pm 0,10$ for total protein; $1,11\pm 0,02$, $1,12\pm 0,03$ y $1,12\pm 0,03$ for albumin; $104,51\pm 2,44$, $92,74\pm 1,96$ y $92,53\pm 2,29$ de AST; $30,81\pm 3,32$, $17,82\pm 0,66$ and $20,95\pm 0,62$ de ALT for T1, T2 y T3 respectively. Liver tissue shown normal architecture of hepatocytes, moderate number of polynucleated hepatocytes and high number of polynucleated hepatocytes for T1, T2 and T3 respectively. The mean relative weight for liver was 1,70, 1,66 and 1,75; for pancreas, 0,17, 0,19 and 0,18; for bursa 0,14, 0,18 y 0,17; for lungs 0,64, 0,58 y 0,66; and for spleen 0,10, 0,10 y 0,10; for T1, T2 and T3 respectively. The feed intake, weight gain and feed conversion from 2 a 48 days old for T1 was $124,00\pm 0,46$, $64,00\pm 0,40$ y $1,94\pm 0,02$; for T2 $102,00\pm 0,86$, $46,00\pm 1,25$ y $2,26\pm 0,05$; and for el T3 were $88,00\pm 0,50$, $34,00\pm 0,70$ y $2,60\pm 0,06$ respectively. Levels of PCSIC did not show effect ($p>0,05$) on hemoglobin, total protein, albumin, meanwhile, these shown effect ($p<0,05$) on hematocrit, AST and ALT, but these results were between normal levels. PCSIC had negative effect on daily feed intake, feed conversion and weight gain in T2 and T3 ($p>0,05$) but did not had influence on the studied internal organs relative weight ($p>0,05$). Liver tissue shown polynucleated hepatocytes in T2 and T3. Conclusively, PCSIC changed the hematocrit, AST and ALT levels and had negative effect in liver tissue, feed intake, feed conversion and weight gain of broiler chicken as the level increase.

Key words: Sachu inchi, *Plukenetia volúbilis* L, biochemical profile

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ABCMÉDICO, 2010. Análisis bioquímicos. [En Línea]: TUOTROMEDICO, (http://www.tuotromedico.com/indice_analisis.htm. documentos, 11 feb. 2011).
- ALZOLA, R. 2001. Curso de Histología, Embriología y teratología; Técnicas Histológicas. [En línea]: VET.UNICEN.EDU, (<http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Documentos/Tecnicashistologicas.pdf>, documentos, 01 dic. 2011).
- ANAYA, J. 2003. Proyecto Omega. Aceite y harina proteica de inca inchi. [En Línea]: PROAMAZONIA, (<http://www.proamazonia.com.pe>, documentos, 10 jun. 2007).
- ARANDA, J. 2009. Monografía de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*). [En línea]: SCRIBD, (http://es.scribd.com/maite_olmedo_1/d/57340946-SACHA-INCHI, documentos, 3 mar. 2011).
- ARRIETA, D., PÉREZ M., GÓMEZ C., MOLERO G., NOVOA E., RINCÓN H., ASCANIO E. 2006. Efecto del alimento contaminado con aflatoxina b1 (0,07 mg/kg) sobre la morfología hepática y actividad enzimática Sérica (Ast Y Alt) en pollos de engorde. [En línea]: SABER.ULA.VE, (<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28388/2/art5.pdf>, documentos, 11 nov. 2011).

- ARRIETA, D., PÉREZ M., LUENGO A., HERNÁNDEZ J., LISTA D., MOSQUERA J. 2007. Alteraciones histológicas hepáticas e incremento de proteínas séricas en pollos de engorde alimentados con dietas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae*. [En línea]: SCIELO (www.scielo.org.ve/pdf/ic/v48n4/art04.pdf, documentoS, 11 feb. 2011).
- BELMAR, R. NAVA, R. 2005. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. [En línea]: SIAN.INFO.VE, (http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm., documentoS, 01 feb. 2011).
- BRIOSO, B. 2007. Evaluación del valor nutricional y energía metabolizable del sachá inchi (*Plukenetia volubilis L Walp*) integral en pollos de carne. Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 45 pp.
- BOTANICALONLINE. 2005. Alcaloides. [En línea]: BOTANICALONLINE, (<http://www.botanical-online.com/alcaloides.htm>, documentoS, 11 feb. 2011).
- BOZA, J. SA. Valor nutritivo de las leguminosas grano en la alimentación humana y animal. [En línea]: INSACAN (<http://www.insacan.org/racvao/anales/1991/articulos/03-1991-07.pdf>, documentos, 19 may 2012).
- CALVO, M. 2005. Bioquímica De Los Alimentos. [En línea]: MILKSCI.UNIZAR (<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/toxico/otrassubstancias.html>, documentos, 4 mar. 2011).

- CARDENAS, D., A. HERNANDEZ, O. OSUNA. 1985. Algunos valores hematimétricos y de proteínas totales en pollos Arbor Acres sanos y ascíticos en la Sabana de Bogotá, Rev. Acov. Mexico, 9(2): 42.
- CASTILLO, E; CASTILLO, S; REYES, E. 2010. Estudio fitoquímico de *Plukenetia volubilis* L. y su efecto antioxidante en la lipoperoxidación inducida por Fe³⁺ / ascorbato en hígado de *Rattus rattus* var. Albinus. [En línea]: REVISTAS.CONCYTEC (<http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/scientia/v2n1/a02v2n1.pdf>, documentos, 19 may. 2012).
- CHEVILLE, N. 1996. Introducción a la Patología General Veterinaria. [En línea]: APRENDEENLINEA, (https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:OaFJHqBMz3QJ:aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup%3Dtrue%26id%3D46626+causas+hiperplasia+hepatocito&hl=es&gl=pe&pid=bl&srcid=ADGEESinluNmomFNj0dSLGdQxtCxAjvr0eF9GZGyCZP6j_eJkG3N71vg-CMCDXF4qCq-_pbcrDYuZHfgd4etOIChr4TN7SMbmRIs_tQJwB7aFNOicKYIhsWuVXbaLEKNdYNG0QW6eAu&sig=AHIEtbQGpIRGfUnkhDTkARbwMz9fEvIX1A&pli=1, documentos. 5 mar. 2012).
- CLÍNICAS VETERINARIAS MÓVILES. SA. Analítica Sanguínea con la Vetscan: Glosario e interpretación de resultados. [En línea]: CVM (<http://www.cvm.es/descargables/glosario-e-interpretacion-de-resultados-vetscan.pdf>, documentos, 27 abr. 2012).

COBB VANTRESS. 2008. Suplemento informativo de rendimiento y nutrición de pollo de engorde. [En línea]: COBB-VANTRESS, (http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/Cobb700_BPN_SupplementSpanish.pdf, documentos, 3 abr. 2011).

CORNELL UNIVERSITY. 2009. Plants Poisonous to Livestock: Glucosinolates (Goitrogenic Glycosides). [En línea]: ANSCI.CORNELL, (<http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/glucosin.html>. documentos, 01 junio 2012

EROSKICONSUMER. 2009. Efectos beneficiosos de los taninos. [En línea]: CONSUMER, (<http://www.consumer.es/enviar-a-otrapersona/?title=Efectos+beneficiosos+de+los+taninos+%7C+EROSKI+CONSUMER&url=http://www.consumer.es%2Fweb%2Fes%2Falimentacion%2Faprender+a+comer+bien%2Fcuriosidades%2F2009%2F08%2F17%2F99215.php>; documentos, 01 feb.2011).

FERATO. 2010. Albúmina. [En línea]: FERATO, (<http://www.ferato.com/wiki/index.php/Alb%C3%BAmina>, documentos virtual. 15 set. 2011).

FONTÚRBEL, F. SA. Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa* W. (*Chenopodiaceae*), debida a la presencia de las saponinas. [En línea]: CABIERTA, (<http://www.cabierta.uchile.cl/revista/21/articulos/pdf/paper6.doc>, documentos, 01 jun. 2012).

GÓMEZ, R. 1997. La toxicidad de las plantas ornamentales. 1 ed. Barcelona, España, Edit. Oicos-Fad.. 199pp.

- GONZÁLEZ, M. 2008. La homeopatía y el estrés. [En línea]: HOMEOPATIAVET, (<http://www.homeopatiavet.com.ar/articulos/profesionales/la-homeopatia-y-el-estres.html>), documentos, 16 abr. 2012).
- GONZÁLES, J. 2010. Biomoléculas: saponinas. [En línea]: EHU (<http://www.ehu.es/biomoleculas/hc/sugar33c1.htm>), documentos, 15 sep. 2011).
- GONZALES, G., PÉREZ, M., FRIKHA, M., LÁZARO, R., GARCÍA, D. 2011. Composición nutricional del guisante. [En línea]: ALBEITAR, (<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10173/ART%C3%8DCULOS-NUTRICI%C3%93N/composici%C3%B3n-nutricional-guisante-ii.html>), documento, 1 jun. 2012).
- GORRITI, A., ARROYO J., QUISPE F., CISNEROS B., CONDORHUAMÁN M., ALMORA Y. y CHUMPITAZ V. 2010. Toxicidad oral a 60 días del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Y linaza (*Linum usitatissimum* L.) Y determinación de la dosis letal 50 en roedores. [En línea]: SCIELO (www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n3/a07v27n3.pdf), documentos, 23 may. 2012).
- JÍNEZ, T., CORTÉS C., ÁVILA E., CASAUBON T., SALCEDO R. 1998. Efecto de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático. [En línea]: MEDIGRAPHIC, (<http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1998/vm981f.pdf>) documentos, 30 mar. 2012).

- LA TORRE, R., CALDERÓN, A. 1998. Evaluación fisiológica y nutricional en las aves del efecto de los taninos en los principales sorgos graníferos (*Sorghun bicolor L. Moench*) cultivados en Colombia [En línea]: WEBDELPROFESOR (http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/chataing/cursos/productos_naturales/taninos_2.pdf. documentos, 20 ene. 2011).
- LIENER, I. 1976. Legume toxinas in relation to protein digestibility. Anim Sci., Champaign. 4(1) 1076-1081.
- LIMDI, J., HYDE, G. 2003. Evaluación de las Pruebas de Función Hepática Anormales. [En línea]: BAGO, (<http://www.bago.com/bagoarg/biblio/gastro195web.htm>, documentos virtual, 20 mar. 2011).
- LINARES, J. 2009. Nutrientes digestibles y energía metabolizable del Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis L.*) precocido peletizado y precocido extruído en cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de Ing. zoot. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- LINDNER, E. 1995 Toxicología de los alimentos. México, México Ed. Acribia.. 205pp.
- MACHACA, M. SA. Estudio Fitoquímico Y Farmacológico De La Semilla De "Sacha Inchi" *Plukenetia volúbilis* Linneo. [En línea]: ES.SCRIBD (<http://es.scribd.com/doc/20773185/estudio-fitoquimico-del-sacha-inchi>, documentos, 19 oct. 2011).
- MANCO, E. 2006. Situación y avances del cultivo de sachá inchi en el Perú. INIA. El porvenir –Tarapoto. INIA, Tarapoto (Perú); Ago. 15: 11 pp.

- MATEO, R. 2006. El valor hematocrito. [En línea]: MAILXMAIL (<http://www.mailxmail.com/curso-analisis-clinicos-rutina/valor-hematocrito>, documentos, 27 abr. 2012)
- MIRANDA, S., RINCÓN, H., MUÑOZ, R., HIGUERA, A., ARZÁLLUZ, A., URDANETA, H. 2007. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles diéticos de harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) Durante la fase de crecimiento. [En línea]: REDALYC.UAEMEX, (<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95917208.pdf>. Peaper. 15 may. 2011).
- MONDRAGÓN, G. 2009. Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi). Tesis de Químico Farmacéutico Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. 127pp.
- PALPA, P. 2009. Determinación del valor nutricional de torta de sachá inchi (*Plukenetia Volúbilis* L.) en la alimentación de pollos de carne Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 49pp.
- PARADA, R. 2003. Plantas Tóxicas para el Ganado. [En línea]: ROPANA (<http://www.ropana.cl/>, documento, 10 may. 2012).
- PORTALFARMA. 2005. Alcaloides. [En línea]: PORTALFARMA, (<http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/vwDocumentos/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C?OpenDocument>, documento, 09 mar. 2011).

- QUINTANA, R. 2009. Inhibición de factores antinutricionales (taninos), presentes en la semilla y torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) mediante diferentes tratamientos térmicos. Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 63pp.
- REÁTEGUI, V., FLORES J., RAMÍREZ J., YALTA R., MANRIQUE J., D'AZEVEDO G., PINEDO J., BARDALES J., MACHUCA G., RENGIFO O., RENGIFO D., D'AZEVEDO A. 2010. Evaluación de la Torta de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) y su uso como fuente alternativa y proteica en la alimentación de pollos de engorde y gallinas de postura en ZungaroCocha – UNAP. Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, Iquitos (Perú). Peaper. 20pp.
- RÍOS, E., BELMONTE, C., RODRÍGUEZ, C., ORTIZ, L., CIOTTI, E., BOGADO, F., ACOSTA, O. 2005. Intoxicación con *Ipomoea fistulosa* (aguapeí, mandiyurá) en cabras. Efectos sobre el hemograma e ionograma. [En línea]: UNNE (<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-017.pdf>, documentos, 20 jun. 2011).
- SANDOVAL, G., REVIDATTI, F., TERRAES, J., FERNANDEZ, R., ESQUIVEL DE LUCHI, P. 1999. Efectos del estrés sobre el peso y parámetros bioquímicos de pollos parrilleros con y sin tratamiento lipotrópico continuo. [En línea]: VET.UNNE (<http://vet.unne.edu.ar/revista/10y11/efectos.pdf>. Peaper. 15 may. 2011).
- SANTIN, E., PAULILLO A., KRABBE E., ALESSI, A., POLVEIRO, W., MAIORKA, A. 2003. Low level of aflatoxin in broiler at experimental conditions. use of cell wall yeast as adsorbent of aflatoxin. [En línea]:

- JOURNALS, (<http://wwwjournals.ut.ac.ir/page/download-1qNirLrXY.artdl>, documentos, 3 abr. 2012).
- SOZA, A. 2007. Albúmina. [En línea]: Hepatitis (<http://www.hepatitis.cl/albumina.htm>, documentos, 02 mar. 2011).
- TAMBINI, A., ALBA, M., PERALES, R., FALCÓN, N. 2010. Evaluación anátomo-histopatológica de bursa, timo y bazo de pollos de carne criados sobre cama reutilizada vs. Cama nueva. [En línea]: SCIELO (<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v21n2/a06v21n2.pdf>, documentos, 5 jun. 2011).
- TODOENSALUD. SA. Principios Tóxicos y Síntomas De Intoxicación. [En línea]: TODOENSALUD, (<http://todo-en-salud.com/2010/04/principios-toxicos-y-sintomas-de-intoxicacion-2>, documentos, 23 abr. 2012).
- UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. 2011. Valores hematológicos normales. [En línea]:CEA.UNIZAR.ES (http://cea.unizar.es/Disenos_experimentales/Sangre/_VALORES%20HEMATOLOGICOS.pdf. documentos. 15 may 2011).
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA. 2009. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA. 2007. Alimentos y Nutrición Animal. [En línea]: AGRARIAS.UNLZ.EDU (<http://www.agrarias.unlz.edu.ar/files/anatomia/alimentos%20y%20nutri.htm>, documentos, 09 oct. 2011).

- VÁSQUEZ, I. 2011. Efecto de la exposición a 2638 msnm, desde el día 21 de edad, en los valores de hematocrito, concentración de hemoglobina y en el peso pulmonar de pollos de la estirpe comercial Cobb, según el sexo. [En línea]: BDIGITAL.UNAL, <http://www.bdigital.unal.edu.co/5343/1/isabelcristinavasquezvelez.2011.pdf>, documentos, 27 abr. 2012).
- VILLANUEVA, R. 1995. Diccionario Mosby; Medicina, enfermería y ciencias de la salud. Trad. por Belén Álvarez. 5ª ed. Madrid, España, Edi. Harcourt, S.A. 232 pp.
- WIKIPEDIA. 2010. Hematocrito. [En línea]: WIKIPEDIA, (<http://es.wikipedia.org/wiki/Hematocrito>, documentos, 11 feb. 2011).
- WIKIPEDIA. 2012. Euphorbiaceae. [En línea]: WIKIPEDIA, (<http://es.wikipedia.org/wiki/Euphorbiaceae>, documentos, 19 abr. 2012).

ANEXO

1. Análisis de varianza de la hemoglobina.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	p
SI	2	1,2320311	0,6160156	0,56	p > 0,05
Tiempo	3	415,2325331	138,4108444	125,99	p < 0,05
SI*Tiempo	4	3,2998622	0,8249656	0,75	p > 0,05
Error	185	203,2361900	1,0985740		
Total	194	622,8823979			

2. Análisis de varianza del hematocrito.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	p
SI	2	133,4524411	66,7262206	7,56	p < 0,05
Tiempo	3	268,5243998	89,5081333	10,15	p < 0,05
SI*Tiempo	4	26,9165489	6,7291372	0,76	p > 0,05
Error	185	1632,160408	8,822489		
Total	194	2198,940520			

3. Análisis de varianza de la proteína sérica.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	p
SI	2	1,3665678	0,6832839	3,72	p > 0,05
Tiempo	3	104,2855011	34,7618337	189,32	p < 0,05
SI*Tiempo	4	0,8690289	0,2172572	1,18	p > 0,05
Error	185	33,9688683	0,1836155		
Total	194	140,0002687			

4. Análisis de varianza de la albúmina.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	p
SI	2	0,00184111	0,00092056	0,05	p > 0,05
Tiempo	3	4,54843444	1,51614481	77,94	p < 0,05
SI*Tiempo	4	0,10937889	0,02734472	1,41	p > 0,05
Error	185	3,59884500	0,01945322		
Total	194	8,30600718			

5. Análisis de varianza del aspartato amino transferasa.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	p
SI	2	748,29791	374,14895	1,99	p < 0,05
Tiempo	3	29009,39026	9669,79675	51,44	p < 0,05
SI*Tiempo	4	1337,30702	334,32675	1,78	p > 0,05
Error	185	34779,70779	187,99842		
Total	194	71638,24735			

6. Análisis de varianza de la alanina amino transferasa

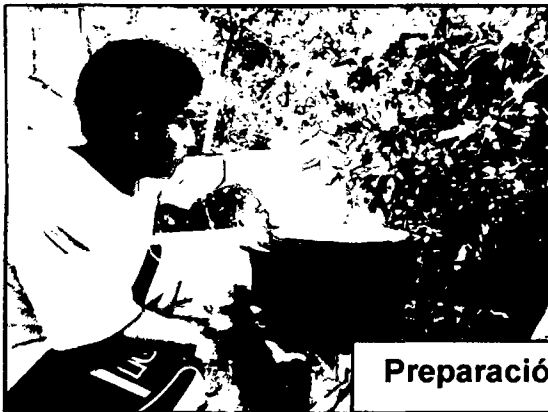
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	p
SI	2	575,40037	287,70018	18,32	p < 0,05
Tiempo	3	60890,44926	20296,81642	1292,45	p < 0,05
SI*Tiempo	4	140,45844	35,11461	2,24	p > 0,05
Error	185	2905,27295	15,70418		
Total	194	70261,88707			



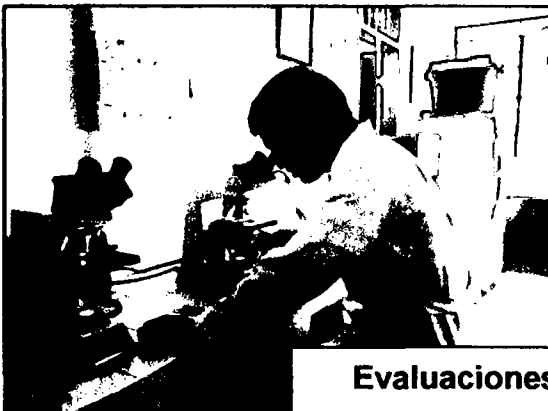
Extracción de órganos



Extracción de sangre y rotulado



Preparación de la TSIP



Evaluaciones en laboratorio