



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA:

Evaluación de aditivos dietéticos a partir de plantas medicinales y su efecto en la morfometría del tracto gastrointestinal de pollonas de reemplazo.

EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

AUTOR:

Luis Alfredo Vásquez Villa

TUTORES:

Dr.C. Román Rodríguez Bertot.

MSc. Carlos Olmo González

MSc. Danis Verdecia Acosta

La Maná – Cotopaxi – Ecuador

Diciembre, 2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “Evaluación de aditivos dietéticos a partir de plantas medicinales y su efecto en la morfometría del tracto gastrointestinal de pollonas de reemplazo” son de exclusiva responsabilidad del autor

Atentamente

Vásquez Villa Luis Alfredo

050341738-8

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la paciencia y fuerza para realizar este trabajo, pues él siempre me acompaña en los buenos y malos momentos, sembrando fuerza y voluntad en mí, para luchar día a día por mis ideales.

*A mis Padres, **Ibelia Villa** y **Pedro Vásquez**, por darme la vida, conducirme por el camino del bien y sin importarles nuestras diferencias o mis fallas me han brindado su apoyo siempre.*

*A mis hermanos, **Ángel** y **Alexis**, quienes son un ejemplo de vida y superación.*

Luis Alfredo Vásquez Villa

AGRADECIMIENTO...

Es de gran placer

Agradecerles a tantas personas por el apoyo y la confianza que han brindado, que si me pongo a mencionar nombres se me quedarían algunos, por lo que ruego me disculpen los que deje de mencionar.

A mi madre Ibelia Villa, por su constante preocupación y perseverancia para que pueda lograr este objetivo, a mi padre Pedro Vásquez, por haberme legado desde siempre en el camino del bien.

A mi novia Leticia Bruquetas, quien se mantuvo a mi lado gran parte de mi estancia en Cuba, brindándome su apoyo y amor, así como a toda su familia.

A mis hermanos Ángel y Alexis, por haber depositado su confianza en mí.

A mis tutores: Dr.C. Román Rodríguez, MSc. Carlos Olmo y MSc. Danis Verdecia, quien con sus valiosos conocimientos han contribuido tanto para que exista un adecuado desarrollo de la investigación así como para la correcta presentación del trabajo escrito.

A la granja “Julio Zenón Acosta”, por la ayuda brindada para la realización de este experimento.

Al los profesores del Centro de Estudios de Producción Animal por su apoyo y confianza brindada.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por habernos dotado de aptitudes para llegar a culminar nuestras metas, y desarrollarnos correctamente en la vida profesional.

Al equipo de Catedráticos, quienes con generosidad y ejemplo supieron impartir sus valiosos conocimientos.

Un profundo agradecimiento a las personas que de manera directa e indirecta han acompañado y estado pendientes del desarrollo de este trabajo.

Finalmente agradezco a las personas que hicieron más llevadero mi paso por la universidad, amigos y compañeros, todos ellos me apoyaron durante este proceso brindando su amistad y ayuda.

Luis Alfredo Vásquez Villa

ABREVIATURAS

⁰ C	Grados Celsius
Ac.	Ácido
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AO	<i>Anacardium occidentale</i>
APC	Antibióticos promotores de crecimiento
ARN	Ácido ribonucleico
Ca	Calcio
cm	Centímetro
EM	Energía Metabolizable
FAD	Fibra detergente acida
FAO	<i>Organisation agricultural food</i>
Fe	Hierro
FND	Fibra detergente neutra
g	Gramos
h	Horas
Ig	Inmunoglobulina
Kcal	Kilocalorías
kg	Kilogramo
m	Metro
MC	<i>Morinda citrifolia</i>
mg	Miligramo
min	Minuto
mm	Milímetro
MO	<i>Moringa oleifera</i>
MS	Materia seca
P	Fósforo
PF	Peso Final

pH	Potencial de hidrogeno
PI	Peso Inicial
rpm	Revoluciones por minuto
T1	Tratamiento control
T2	Moringa oleifera
T3	Morinda citrifolia
T4	Anacardium occidentale
T5	2-1-1 MO, MC y AO
T6	1-2-1 MO, MC y AO
T7	1-1-2 MO, MC y AO
TGI	Tracto gastrointestinal
UI	Unidades Internacionales
vit	Vitaminas

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la adición del polvo de las hojas y retoños de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos en dietas para pollonas de reemplazos ponedoras y su efecto en la morfometría del tracto gastrointestinal. Se identificaron cualitativamente los metabolitos secundarios de los extractos de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos. Un total de 84 pollonas de reemplazos ponedoras White Leghorn (L-33) de 55 días de edad, se ubicaron durante 21 días, con siete tratamientos y seis repeticiones. Los tratamientos consistieron en: (0%); 0,2 % de polvo *Anacardium Occidentale*, *Moringa oleifera*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos como aditivos nutraceuticos. No hubo diferencias significativas en el PI y PF de las aves; presentándose los mejores resultados en el T7 con MO, AO y MC; 21,25; 4,41 y 2,20 g, para el peso del hígado, corazón y bazo respectivamente. El TGI completo y molleja se incrementaron al emplear el T6 con 122,6 y 38,5 g y mejor peso del recto con el T1 con 2,85 g, el peso del intestino delgado y el ciego arrojaron mejores resultados al emplear T7 y T5 con 31,98 y 2,56 g respectivamente. El pH mostró los valores más altos en el intestino delgado con 6,9 en el T1. La longitud del intestino delgado se incremento con el T6 (127 cm). En el ciego fue mayor en los tratamientos donde se emplearon las mezclas de las diferentes plantas; el recto fue mejor en los tratamientos T3 y T4 (6.5cm). Se identificaron alcaloides en todas las especies evaluadas y sus mezclas, de forma notable a cuantiosa. La fracción fibrosa y la sinergia de los metabolitos secundarios en los tratamientos donde se combinaron las diferentes harinas incremento la longitud del TGI.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of the addition of the powder of the leaves and sprouts of *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* and the mixture of them in diets for pullets of egg-laying substitutions and their effect in the morphometry of the gastrointestinal tract. They were identified the secondary metabolitos of the extracts of *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* and the mixture of them qualitatively. A total of 84 pullets of substitutions egg-layers White Leghorn (L-33) of 55 days of age, they were located during 21 days, with seven treatments and six repetitions. The treatments consisted of: (0%); 0,2 % powder *Anacardium Occidentale*, *Moringa oleifera*, *Morinda citrifolia* and the mixture of them as nutraceutical preservatives. There were not significant differences in the IW and FW of the birds; being presented the best results in the treatment 7 with MO, AO and MC; 21,25; 4,41 and 2,20 g, for the weight of the liver, heart and spleen respectively. The complete GIT and gizzard were increased when using the T6 with 122,6 and 38,5 g and better weight of the rectum with the T1 with 2,85 g, the weight of the small intestine and the cecum gave better results when using T7 and T5 respectively with 31,98 and 2,56 g. The pH showed the highest values in the small intestine with 6,9 in the T1. The longitude of the small intestine increment itself with the T6 (127 cm). In the cecum was the biggest in the treatments where the mixtures of the different plants were used; the rectum was the best in the treatments T3 and T4 (6.5cm). Alkaloids were identified in all the evaluated species and their mixtures, in a remarkable way to considerable. The fibrous fraction and the synergy of the secondary metabolitos in the treatments where they combined the different flours increment the longitude of the GIT.

INDICE

INTRODUCCION	1
Hipótesis.	3
Objetivo general.	4
Objetivos específicos:	4
CAPITULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. ADITIVOS FITOGÉNICOS ALIMENTICIOS.	5
1.2. METABOLITOS SECUNDARIOS DE LAS PLANTAS.	6
1.2.1. Definición.	6
1.2.2. Principales tipos de metabolitos secundarios en plantas.	6
1.2.2.1. Terpenoides	7
1.2.2.2. Compuestos fenólicos.	8
1.2.2.2.1. Flavonoides.	9
1.2.2.2.2. Taninos.	10
1.2.2.2.3. Antocianidinas.	11
1.2.2.3. Alcaloides.	11
1.3. PARTICULARIDADES DIGESTIVAS DE LAS AVES.	13
1.3.1. Anatomía y fisiología de las aves.	13
1.3.2. El sistema digestivo como órgano inmune.	18
1.3.3. Microflora microbiana en las aves.	20
1.3.4. Microecología del tracto gastrointestinal.	22
1.3.5. Efecto en la morfometría y morfología intestinal.	23
1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ANACARDIUM OCCIDENTALE (L).	25
1.4.1. Origen.	25
1.4.2. Distribución.	25
1.4.3. Especies y Variedades.	25

1.4.4.	Sinonimia del <i>Anacardium occidentale</i> (L).	26
1.4.5.	Propagación. Suelo. Clima.	27
1.4.6.	Composición Química.	29
1.4.7.	Propiedades Medicinales.	30
1.5.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL <i>Moringa oleifera</i> .	31
2.5.1.	Origen, distribución y sinonimia.	31
2.5.2.	Propagación, suelo y clima.	32
2.5.3.	Composición química.	33
2.5.4.	Propiedades Medicinales.	35
1.6.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL <i>Morinda citrifolia</i>	36
1.6.1.	Origen y distribución.	36
1.6.2.	Sinonimia del <i>Morinda citrifolia</i> .	36
1.6.3.	Propagación, suelo y clima.	36
1.6.4.	Composición química.	36
1.6.5.	Propiedades medicinales.	38
	CAPITULO II: Materiales y Métodos	40
	2.1. Experimento 1. Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólicos provenientes de las diferentes plantas y sus respectivas mezclas.	40
2.1.1.	Procedimiento de muestreo, secado y conservación del material.	40
2.1.2.	Extractos de plantas	41
2.1.3.	Pesquisaje fitoquímico	41
2.1.4.	Metabolitos investigados	41

2.1.5. Criterios tomados en la realización de las detecciones semicuantitativas	41
2.1.6. Control de reactivos	42
2.2. Experimento 2. Efecto de la adición de aditivos dietéticos a partir de plantas medicinales y su efecto en la microflora intestinal de pollonas de remplazo.	43
2.2.1. Ecología experimental:	43
2.2.2. Animales, tratamientos y diseño experimental.	44
2.2.3. Análisis Morfométricos.	44
2.2.4. Análisis estadísticos	45
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS.

Figura 1. Anatomía del sistema digestivo de las aves.	11
Figura 2. Barreras intestinales frente a la infección en aves.	16
Figura 3. Principales géneros de bacterias en el ciego de pollos, basado en secuenciación ADNr 16S.	17
Figura 4. Longitud de las diferentes porciones del tracto gastrointestinal.	45
Tabla 1: Sinonimia del <i>Anacardium occidentale</i> (L).	22
Tabla 2: Caracterización bromatológica pulpa de AO (sin almendra) (100 gramos).	24
Tabla 3: Resultados químicos de la almendra y cáscara de la semilla del AO.	24
Tabla 4: Composición química de <i>M. oleífera</i> de seis años de edad.	28
Tabla 5. Composición química de <i>M. oleífera</i> de 54 días, deshidratada y molida.	28
Tabla 6. Composición química de 100 g de pulpa del fruto determinado por El Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia de Cuba.	30
Tabla 7. Criterios seguidos en las detecciones cualitativas en el pesquizado fitoquímico.	34
Tabla 8. Criterio tomado en dependencia de la altura de la espuma, en el ensayo de “índice de espuma”.	34
Tabla 9. Soluciones utilizadas para el control de los reactivos.	35
Tabla 10. Tamizaje fitoquímico.	38
Tabla 11. Comportamiento del peso inicial, final y de algunos órganos.	40
Tabla 12. Peso de los componentes del sistema digestivo.	40
Tabla 13. PH de los diferentes componentes del tracto digestivo.	43

INTRODUCCION

Los extractos naturales deben su actividad biológica al sinergismo entre sus diversos compuestos ya que éstos por separado poseen mucha menor actividad que cuando se encuentran juntos. Se considera que la toxicidad de los extractos es más reducida cuando se encuentran todos sus compuestos que cuando se encuentran purificados. (Calvo *et al.*, 2000; Peris y Asensio, 2002).

En cuanto a sus propiedades antimicrobianas, estas se atribuyen fundamentalmente a algunos de sus componentes, entre los que destacan: terpenos, aceites esenciales, cumarinas y flavonoides. (Calvo *et al.*, 2000).

Los mecanismos exactos de acción, de muchos extractos naturales, no se conocen de forma exhaustiva, pero se sabe que generalmente, deben su actividad bacteriostática o bactericida a la sobrecarga a la que someten a la membrana celular de los microorganismos, hecho que determina que pierda su control e integridad. Además de la actividad antimicrobiana de algunos extractos naturales, éstos suelen poseer otras actividades biológicas beneficiosas, o por su acción sobre el sistema enzimático, mejorando el apetito y optimizando la absorción de nutrientes. (Bodas y López, 2002).

Junto a su actividad antimicrobiana los extractos naturales poseen otras aplicaciones, entre las que podemos destacar: antiinflamatoria, inmunomoduladoras, espasmolíticas y sedantes. Se propone que algunos de los mecanismos de acción de los extractos son: disminuyen la oxidación de los aminoácidos, ejercen una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos intestinales y favorecen la absorción intestinal, estimulan la secreción de enzimas digestivas, aumentan la palatabilidad de los alimentos y estimulan su ingestión, y mejoran el estado inmunológico del animal. (Martínez y Berlanga, 2001).

Dada que estos productos son muy bien aceptados por el consumidor, son una de las alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento con más futuro, y la búsqueda de nuevas sustancias representa una importante área de investigación en el campo de la utilización de los aditivos.

Muchos promotores naturales y nutracéuticos de crecimiento tales como prebióticos, probióticos, alimentos enriquecidos y fortificados han sido investigados en la Industria Avícola de acuerdo a mejorar la salud, reducir patógenos y modular una mejor respuesta inmune. Los aditivos de plantas son considerados una alternativa para reemplazar antibióticos, desde el punto de vista técnico, económico y biológico por la seguridad de su inclusión y su nula residualidad. (Birt et al., 2001; Kinsella et al., 2003).

El árbol de la *Moringa oleífera* (MO) es un árbol de rápido crecimiento con buen valor ecológico y económico, el cuál crece en regiones tropicales y subtropicales en todo el mundo.

El conocimiento empírico y su uso tradicional como planta medicinal allí donde crece atribuyen al polvo y al jugo de la moringa numerosas propiedades médicas y farmacológicas, las cuales dependen de la concentración de sus principios activos extraídos y particular de fitoquímicos de diversas partes de esta planta, como las

hojas, las raíces, las semillas, la corteza, los frutos, las flores y las vainas. (Clamens *et al.*, 2001).

El *Anacardium occidentale* es un árbol originario de Brasil, localizado en todo el mundo, con muchas propiedades medicinales como hipoglicemiante y antihipertensivas en ratas, molusquicida contra babosas (*Biomphalaria glabrata*) con actividad bactericida, antihelmíntico y antiinflamatoria; específicamente el polvo de las hojas y retoños de *Anacardium occidentale* (AO) se utilizó con efectividad para contrarrestar el síndrome diarreico en aves, cerdos, cobayos, ovinos, conejos, bovinos y humanos en la República de Cuba, logrando con solo dos dosis el mejoramiento del estado físico y metabólico. (Murillo *et al.*, 2008).

La *Morinda citrifolia* (MC) es un arbusto originario del sureste de Asia, los frutos, flores, hojas y las raíces de esta se usan con diversos usos y propósitos, posee diferentes propiedades, fundamentalmente como antibacteriano, analgésico, astringente, antioxidante, emoliente, laxante sedante, limpiador de la sangre y tonificante. Las propiedades medicinales se atribuyen para combatir desordenes digestivos y disfunciones autoinmunes. (Capote y Rodríguez, 2007).

Es por esto que el estudio de estos productos en forma de polvo como aditivos alimenticios por separado y las mezclas de ellos constituyen una atractiva alternativa para considerar en la alimentación de especies monogástricas y en este particular para las aves.

Hipótesis.

Por sus beneficios medicinales y nutritivos, el polvo de las hojas y retoños de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos pudiera emplearse como aditivo alimenticio en las pollonas de reemplazo en la etapa de desarrollo, teniendo en cuenta la susceptibilidad de la morfometría del tracto gastrointestinal.

Objetivo general.

Evaluar el efecto de la adición del polvo de las hojas y retoños de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos en las dietas de pollonas de reemplazos ponedoras White Leghorn L-33 y su efecto en la morfometría del tracto gastrointestinal.

Objetivos específicos:

Identificar cualitativamente los metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico de los extractos de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos.

Evaluar las afectaciones que se producen en la morfometría del tracto gastrointestinal con las adiciones de polvo de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale*, *Morinda citrifolia* y la mezcla de ellos.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Aditivos fitogénicos alimenticios.

El uso de los extractos data de miles de años atrás, ya que eran usados por los egipcios, chinos, indios, griegos e incluso, Cristóbal Colón descubrió América mientras buscaba un atajo para encontrar hierbas y especias que hoy son de normal uso y se hallan de una u otra forma en todas las despensas, estos extractos y aceites contienen componentes activos que se han mantenido como base de nuevos medicamentos (Rodríguez, 2004).

A estos extractos vegetales y aceites esenciales empleados en la alimentación animal se les conoce como aditivos fitogénicos. Los aceites esenciales extraídos de las hojas y flores de plantas son efectivos en la lucha contra bacterias gram - positivas y gram - negativas. Un caso singular de esto son los extraídos de la familia de las labiadas donde se encuentra el orégano (Noy y Sklan, 1999).

1.2. Metabolitos secundarios de las plantas.

1.2.1. Definición.

El metabolismo secundario se puede definir como la biosíntesis, transformación y degradación de compuestos endógenos mediante proteínas de especialización, las cuales se han formado como resultado de procesos de diferenciación y se clasifican según su significación biológica y función en la célula productora (Valdés y Balbín, 2000).

Según la definición en el marco ecológico propuesta por Strassburger et al. (1994), estos compuestos son sustancias ecológicamente eficaces, frente a compuestos primarios que serían sustancias fisiológicamente eficaces.

1.2.2. Principales tipos de metabolitos secundarios en plantas.

Existen gran cantidad de tipos de metabolitos secundarios en plantas y se pueden clasificar según la presencia o no de nitrógeno en su composición, no obstante, los tres grupos de metabolitos secundarios más importantes en plantas son los **terpenoides** (o isoprenoides), **fenilpropanoides** (o compuestos fenólicos) y los **alcaloides** (este último grupo lleva nitrógeno en su estructura). Los terpenoides derivan del isopentenil difosfato (IPP) y se conocen unos 25.000. Los alcaloides contienen uno o más átomos de nitrógeno y derivan principalmente de aminoácidos, de ellos se conocen unos 12.000. Mientras que los aproximadamente 8.000 fenilpropanoides provienen de las llamadas vías biosintéticas del shikimato o del malato/acetato. (Gimeno, 2004).

1.2.2.1. Terpenoides

Los terpenoides son compuestos formados por repeticiones de una molécula de cinco átomos de carbono llamada isopreno. Así pues, los terpenoides se clasifican por el número de unidades de isopreno que los compongan (Wink, 1999).

Isopreno (hemiterpenos): es el terpenoide más simple, es un producto volátil producido por los tejidos fotosintéticos. Se cree que el isopreno lo producen ciertas plantas para hacer frente a las altas temperaturas.

Monoterpenos (formados por dos moléculas de isopreno): los monoterpenos suelen ser los componentes de las esencias volátiles de las flores y de los aceites esenciales de las hierbas y especias (Wink, 1999).

Sesquiterpenos (formados por tres moléculas de isopreno): al igual que los monoterpenos, muchos sesquiterpenos aparecen en los aceites esenciales. A su vez, muchos sesquiterpenos actúan como fitoalexinas (antibióticos producidos por las plantas en respuesta al ataque de microorganismos) y como agentes repelentes de herbívoros.

Diterpenos (formados por cuatro moléculas de isopreno): a este grupo pertenecen el fitol (que forma parte de la estructura de las clorofilas); hormonas giberelinas; ácidos resinosos de coníferas y especies de leguminosas; fitoalexinas y numerosos metabolitos farmacológicamente importantes, como es el caso del taxol, un agente anticancerígeno encontrado a muy bajas concentraciones en él la corteza del tejo (0,01% del peso seco), y la forskolina, un compuesto utilizado para tratar el glaucoma (Wink, 1999).

Triterpenos (formados por seis moléculas de isopreno): a este grupo pertenecen los brasinosteroides (que son otro tipo de hormonas vegetales), los fitoesteroles, que

componen las membranas celulares, algunas fitoalexinas, y compuestos que forman parte de las ceras (recubren y protegen los frutos, tal como es el caso del ácido oleanólico de las uvas).

Tetraterpenos (formados por ocho moléculas de isopreno): a este grupo pertenecen los carotenos, que son pigmentos que poseen funciones importantes en la fotosíntesis (Wink, 1999).

Politerpenos (formados por más de ocho moléculas de isopreno): en este grupo encontramos la plastoquinona y la ubiquinona, que son moléculas antioxidantes que participan en la cadena transportadora de electrones de la fotosíntesis y de la respiración celular respectivamente.

Meroterpenos son moléculas mixtas que llevan en su composición isopreno, así por ejemplo, la vincristina y la vinblastina, que son alcaloides con propiedades anticancerígenas, contienen fragmentos de terpenoides en su estructura (Wink, 1999).

1.2.2.2. Compuestos fenólicos.

El término compuestos fenólicos engloba a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol, nombre popular del hidroxibenceno, unido a estructuras aromáticas o alifáticas. Únicamente, algunos compuestos fenólicos de la familia de los ácidos fenólicos no son polifenoles, sino monofenoles. Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas.

Por otro lado, cuando los fenoles son oxidados, dan lugar a las quinonas que dan un color pardo que muchas veces es indeseable. Los fenoles se encuentran casi en todos los alimentos de origen vegetal. Estas sustancias influyen en la calidad, aceptabilidad

y estabilidad de los alimentos, ya que actúan como colorantes, antioxidantes y proporcionan sabor. (Gimeno, 2004).

Clasificación:

No flavonoides

Entre ellos hay dos subgrupos:

- Fenoles no carboxílicos: C6, C6-C1, C6-C3.
- Ácidos fenólicos: derivados del ácido benzoico C6-C1 y derivados del ácido cinámico C6-C3.

Flavonoides (C6-C3-C6)

Formados por 2 grupos bencénicos unidos por un puente tricarbonado. Subgrupos:

- Antocianos.
- Flaconas, flavononas, flavanoles y flavanonoles.
- Flavanoles, taninos condensados y lignanos.

1.2.2.2.1. Flavonoides

Aunque diversos estudios indican que algunos flavonoides poseen acciones pro-oxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías (Tuñón *et al.*, 2002).

Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades quelantes del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante 3, 4, debido a que atrapa los radicales libres RH** y los peróxidos. Por ello, desempeñan un papel esencial en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo, y tienen efectos terapéuticos en un elevado número de patologías, incluyendo la cardiopatía isquémica, la aterosclerosis o el cáncer en los humanos, en los animales pueden disminuir la oxidación de las lipoproteínas de muy baja densidad, patologías del

hígado graso y las disfunciones endoteliales y las muertes súbitas en las aves, además, pueden paliar el estrés calórico (Pace-Asciak *et al.*, 1995).

Además de sus conocidos efectos antioxidantes, los flavonoides presentan otras propiedades que incluyen la estimulación de las comunicaciones a través de las uniones en hendidura, el impacto sobre la regulación del crecimiento celular y la inducción de enzimas de detoxificación tales como las monooxigenasas dependientes de citocromo P-450, entre otras (Stahl, 2002).

1.2.2.2.2. Taninos.

Los taninos son metabolitos fenólicos, hidrosolubles de sabor amargo y áspero. Suelen acumularse en las cortezas y raíces y hojas de plantas y frutos (Elena, 2010). Estos compuestos están presentes en forma hidrolizada o condensada (Chavan y Salumkhe, 1981), que generalmente en su forma condensada se denominan antocianidinas, un alto nivel de inclusión de este metabolito en dietas para aves puede causar afecciones digestivas convirtiéndose en un factor antinutricional (Reyes *et al.*, 2000).

Elena (2010), plantea que los taninos tienen propiedades antiinflamatorias y astringentes, al ser capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal, por lo que resultan muy efectivos en casos de diarreas o cólicos, ayudan a que la sangre coagule (para tratar hemorragias) y se consideran como antioxidantes. La función antibacteriana se produce fundamentalmente al privar a los microorganismos del medio apropiado para que puedan desarrollarse. Es importante referir además que los taninos reducen el colesterol al inhibir su absorción y expulsarlo a través de las heces, titulándose así como un elemento hipocolesterolémico (Debri, 2001).

Sin embargo se les considera sustancias antinutritivas, a dosis elevadas limitan la absorción de algunos nutrientes como el hierro y proteínas. En cuanto a sus

características organolépticas, son conocidos por dar sensación de astringencia (ejemplo: fruto de marañón, uva), ya que son capaces de unirse a las proteínas lubricantes de la saliva por puentes de hidrógeno (Gimeno, 2004).

1.2.2.3. Antocianidinas.

Son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos (Wagner, 1982). Pero además pueden encontrarse en tallos y raíces en las plantas superiores. Desde el punto de vista químico, las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides y son glicósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico (Wong, 1995).

Debido a que durante el paso desde el tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos las antocianinas permanecen intactas, su consumo puede tener un impacto directo sobre la salud humana (Miyazawa *et al.*, 1999).

Dentro de los beneficios de estos tipos de metabolitos se encuentra que disminuyen los problemas cardiovasculares en humanos, así mismo en animales se ha demostrado su efecto en la pigmentación de la yema del huevo, con un valor agregado al producto, también disminuye el estrés oxidativo con una reducción de lisis de la membrana celular y además ayuda a estabilizar o equilibrar la síntesis de prostaglandinas en el organismo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante. Estudios realizados sugieren que son efectivas para atrapar especies reactivas del oxígeno, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas (Garzón, 2008).

1.2.2.3. Alcaloides

Los alcaloides se definen generalmente como sustancias de origen vegetal que poseen nitrógeno en su composición y que son farmacológicamente activas.

A rasgos generales, podemos mencionar las siguientes clases de alcaloides: piperidinas, tropanos, indoles, purinas, esteroides, pirrolidinas, pirrolizidinas, quinolizidinas, imidazoles, isoquinolinas, acridonas, benzofenantridina. (Facchini, 2001).

Los alcaloides llevan siendo utilizados por el hombre desde hace unos 3000 años, ya que estaban presentes en los extractos de raíces, cortezas, hojas, flores, frutas o semillas que se utilizaban como fármacos, pociones o venenos. Así pues, al este del Mediterráneo, el jugo de la amapola del opio (*Papaver somiferum*) se utilizaba ya en los años 1400-1200 antes de Cristo (a.C.). La raíz de Sarpagandha (*Rauwolfia serpentina*) lleva utilizándose en la India aproximadamente desde el 1000 a.C. En el ancestro, la gente utilizaba los extractos de las plantas medicinales como purgativos, antitusivos, sedantes, o para tratar dolencias como la fiebre, mordeduras de serpiente, insalubridad, etc.

La mayoría de los alcaloides conocidos derivan de aminoácidos, tales como triptófano/triptamina, tirosina, fenilalanina, lisina, ornitina/ arginina, histidina, ácido antranílico o ácido nicotínico. Sin embargo, los alcaloides también pueden derivar de purinas (ej. cafeína), terpenoides “aminados” (ej. aconita), o de alcaloides esteroidales, como se han encontrado en plantas de las familias Solanaceae y Liliaceae. Los alcaloides también pueden derivar de poliquétidos derivados de acetato, donde el nitrógeno del grupo amino es introducido en el alcaloide. (Ghosh, 2000).

Se han aislado más de 12.000 alcaloides desde que se descubrió la morfina. Aproximadamente el 20% de las especies de plantas con flor producen alcaloides y cada una de estas especies acumula unos tipos u otros de alcaloides. La planta gasta nitrógeno y energía en producir estas moléculas pero a cambio consigue capacidad para defenderse (de depredadores, patógenos, capacidad para competir e incluso protección frente a daños ambientales). Así por ejemplo, la nicotina, es producida por la planta del tabaco para intoxicar a los insectos u otros organismos que intenten comérsela. De hecho, la nicotina fue de los primeros insecticidas utilizado por el

hombre e incluso es hoy día uno de los más efectivos. Otra toxina bastante efectiva contra los insectos es la cafeína, la cual se encuentra en las semillas y hojas del cacao, café, cola, mate (té del Paraguay) y del té. A la concentración presente en el café o té que consumimos, la cafeína es capaz de matar casi todas las larvas de la polilla del tabaco (*Manduca sexta*) en menos de 24 horas. Por otro lado, el alcaloide solanina, presente en las patatas en germinación, se cree que es la toxina responsable de producir la toxicidad propia de estas patatas. (Kutchan, 1995).

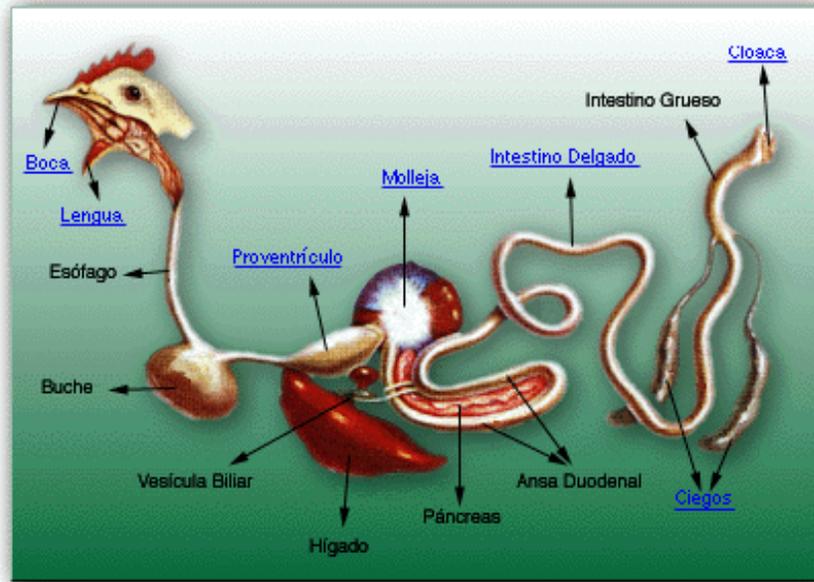
1.3. Particularidades digestivas de las aves.

1.3.1. Anatomía y fisiología de las aves.

Las aves conforman un grupo de vertebrados superiores muy suigeneris ya que se caracterizan, en sentido general, por la capacidad fisiológica de volar. Entre los rasgos anátomo-fisiológicos más notables están los relacionados con las adaptaciones para el vuelo como es el diseño aerodinámico de su cuerpo (forma conservada aún en las aves que no vuelan y que demuestra que estas evolucionaron de otras que sí podían hacerlo) y la presencia de alas, la elevada velocidad metabólica con alta producción de calor (homeotérmico), el cuerpo cubierto de un exoesqueleto de plumas, la presencia de sacos aéreos y un sistema digestivo típico. La temperatura corporal de las aves es más elevada que la de los mamíferos moviéndose en un rango entre los 40^o y los 44^o C (Álvarez *et al.*, 2001).

El sistema digestivo de las aves granívoras (**figura 1**), que difiere anatómicamente de los mamíferos, está compuesto por un tubo relativamente corto que recorre el cuerpo del animal caracterizado por la presencia de diversas dilataciones más o menos amplias que en orden consecutivo son: cavidad bucal (orolaringe), esófago, buche (estómago receptor-almacén), proventrículo (estómago glandular), molleja (estómago muscular), intestino delgado con sus tres segmentos (duodeno, yeyuno e íleon poco diferenciados) e intestino grueso modificado al presentar uno o dos ciegos y un corto

segmento distal colónico que desemboca en la cloaca punto común terminal también para los sistemas renal y reproductor. En la gallina doméstica el sistema digestivo puede alcanzar los 2,5 m de largo. La edad constituye uno de los factores que hace variar la longitud y tamaño de los órganos del aparato digestivo.



Fuente: Martínez (2010).

Figura 1. Anatomía del sistema digestivo de las aves.

El pico, transformación córnea de los maxilares superior e inferior, es el órgano prensil cuya forma y tamaño se adapta al tipo de alimentación habitual de la especie siendo puntiagudo en las aves consumidoras de granos como la gallina y el pavo.

La lengua se caracteriza por estar cubierta de un grueso epitelio escamoso estratificado muy cornificado en su dorso y superficie ventral, ser puntiaguda, con poco tejido muscular y poca capacidad de movimiento y presentar numerosas papilas córneas lanceadas en el dorso dirigidas hacia atrás lo que facilita el transporte de las partículas alimentarias hacia el segmento posterior; la última hilera de papilas indica el límite posterior de la boca. (Álvarez *et al.*, 2001).

La boca se continúa con una corta orolaringe, seguida de un esófago tubular-muscular y elástico, relativamente largo, que posee un divertículo, el buche, en su punto de entrada a la cavidad torácica. El esófago se caracteriza por presentar sus estratos musculares longitudinal (externo) y circular (interno) bien desarrollados y en su mucosa se localizan glándulas secretoras de un mucus lubricante que coopera con la saliva para la deglución.

El buche o estómago almacenador, es una bolsa de paredes delgadas con revestimiento interno de pliegues profundos que lo hace muy distensible para el almacenamiento de los alimentos durante la ingestión. Este órgano, de forma saculiforme en la gallina se localiza en la parte inferior del cuello a la entrada del tórax en posición subcutánea por lo que solamente lo recubre la piel de la zona. Es una modificación adaptativa de supervivencia ya que permite la recolección y deglución rápida de granos o semillas evitando con este accionar la exposición por tiempo prolongado al posible ataque de animales predadores (Álvarez *et al.*, 2001).

El proventrículo o estómago glandular, órgano fusiforme que se estrecha ligeramente antes de desembocar en la molleja, se constituye en un segmento de tránsito alimentario entre el esófago caudal y la molleja al tiempo que en su mucosa se describe la presencia de unas glándulas bien desarrolladas, de tipo único, que secretan el jugo gástrico compuesto por ácido clorhídrico y pepsinas. Las glándulas de la mucosa proventricular, formadas por las células oxinticopepticas que se disponen en un estrato único de revestimiento alveolar, además se describe le existencia de células simples de la mucosa que elaboran una secreción mucoide (Álvarez *et al.*, 2001).

La molleja o estómago muscular, se corresponde con la parte más potente del tubo digestivo. Es un disco muscular denso y grueso con dos pequeños orificios para la comunicación anterior (proventrículo) y posterior (duodeno) que se hallan muy cerca uno del otro. La molleja es particularmente fuerte y bien desarrollada en las aves granívoras. Este órgano del sistema digestivo se caracteriza por presentar una mucosa

de abundantes pliegues cuyas glándulas se asemejan a las glándulas pilóricas de los mamíferos. La secreción de estas glándulas se endurece formando un compuesto denso-córneo constituido por un complejo de polisacáridos y proteínas conocido por coloidina que da lugar al estrato que forma las dos placas de frotamiento cuyo papel es el de proteger a la musculatura de la molleja contra el efecto abrasivo de las piedrecillas o guijarros (grift) que el animal puede y debe ingerir para la trituración (Sánchez *et al.*, 1983).

La combinación de una potente musculatura con su defensa córnea y la presencia del grift en su interior permiten el cumplimiento de la función trituradora de la molleja, la necesidad de las piedrecillas en la molleja para garantizar el efecto triturador en las especies silvestres.

El intestino delgado, segmento digestivo desde la molleja hasta los ciegos, se caracteriza por ser relativamente corto, poseer un diámetro uniforme en toda su longitud por lo que no se observan áreas de delimitación entre duodeno, yeyuno e íleon y tener fácilmente apreciable el divertículo de la vesícula vitelina hacia su mitad. La mucosa intestinal está formada por un epitelio cilíndrico y presenta numerosas vellosidades que incrementan la superficie de absorción; la longitud absoluta del intestino delgado aumenta en los cinco primeros días de vida, aun en condiciones de ayuno. En la zona de transición entre la molleja y el duodeno, la mucosa se encuentra cubierta por una gruesa capa de mucus que ejerce efecto protector frente al quimo ácido que llega al duodeno. La mucosa intestinal, consta de células caliciformes secretoras de mucus y carece de glándulas de Brunner. El epitelio intestinal sufre un proceso de regeneración continua, aproximadamente cada 48 horas, por lo que se aportan apreciables cantidades de nitrógeno y enzimas digestivas endógenas al contenido intestinal. Una particularidad del proceso absorptivo en las aves es la ausencia de los quilíferos centrales en las vellosidades por lo que la absorción lipídica se efectúa mediante la sangre portal en forma de lipoproteínas de muy baja densidad (Sánchez *et al.*, 1983).

El hígado de las aves es una glándula relativamente grande, que posee dos lóbulos que drenan en el lumen intestinal de diferente forma: el lóbulo izquierdo evacua la bilis directamente al duodeno mediante el conducto colédoco mientras que el lóbulo derecho, además de tener comunicación con el colédoco, presenta una rama que drena al conducto cístico en cuyo recorrido se ubica la vesícula biliar donde se concentra o espesa la bilis. Ambos conductos descargan al nivel de la papila duodenal en el duodeno caudal junto con los conductos pancreáticos. Carecen de vesícula biliar la paloma y la gallina de guinea (Sánchez *et al.*, 1983).

En el intestino delgado se producen movimientos peristálticos con efectos propulsores y de segmentación con efectos digestivo-absortivo. La actividad motora intestinal en las aves depende principalmente de los plexos intrínsecos ya que la inervación vagal prácticamente no tiene influencia en el ritmo de los movimientos. En este segmento intestinal es frecuente observar ondas antiperistálticas que garantizan un incremento en la digestión y la absorción de los alimentos por lo que, en función a lo corto del intestino delgado, permiten el retroceso del quimo a segmentos anteriores. Esta actividad antiperistáltica incluso puede hacer retroceder contenido intestinal a la molleja y a veces el reflujo puede alcanzar el proventrículo y el buche (Álvarez *et al.*, 2001).

El intestino grueso está constituido por el ciego y el colon. El ciego en algunas especies de aves como en la gallina se caracteriza por ser un órgano par, grande y prominente, separado del íleon por las válvulas ileocecales. En este segmento del tubo digestivo del ave recibe solamente el 10% aproximado del quimo en tránsito con la característica de que este volumen es retenido aquí por un tiempo relativamente prolongado ya que los ciegos se evacúan con muy poca frecuencia circadiana.

El colon, tubo corto y estrecho se extiende desde la válvula ileocecal hasta la cloaca, presenta una longitud media de 10 cm y una mucosa rica en vellosidades y células caliciformes. La cloaca, órgano de convergencia de los sistemas renal, reproductor y

digestivo, se encuentra separada del colon por un esfínter y desemboca al exterior a través del ano. Ambos segmentos colon y cloaca participan activamente en la absorción de agua y electrolitos. En la cloaca se describen tres cámaras bien delimitadas por pliegues transversos incompletos o colgajos de mucosa: el copródeo, que constituye la mayor cámara, es la zona de depósito de las heces fecales y de la secreción urinaria a partir de las aperturas uretrales que desembocan en la región anterior del borde del uródeo (Álvarez *et al.*, 2001).

El oviducto termina en el uródeo y se comunica con el ano mediante el proctódeo. La cloaca de las aves jóvenes presenta una pequeña evaginación en la mucosa dorsal del uródeo, la Bolsa de Fabricio, que es un acumulo de tejido linfoide de importancia inmunológica con desarrollo hasta los 4-5 meses de edad. La mucosa del copródeo posee estructuras cilíndricas cortas semejantes a vellosidades lo que se corresponde con la capacidad absorptiva de la misma. Los uratos que refluyen con la orina hacia los ciegos mediante la actividad microbiana son convertidos en aminoácidos que pueden ser utilizados por las aves (Álvarez *et al.*, 2001).

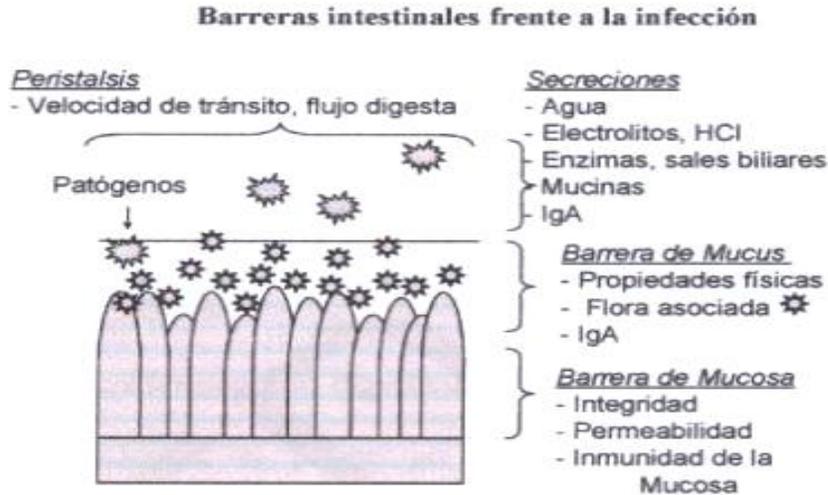
1.3.2. El sistema digestivo como órgano inmune.

El tracto digestivo por su tamaño representa una superficie de contacto muy extensa entre el medio ambiente externo y el ave, considerándose el punto de entrada para gran cantidad de enfermedades de impacto económico en la avicultura (Cuca *et al.*, 1996).

El sistema inmune tiene como principal función la protección y defensa ante agentes extraños al organismo como son bacterias oportunistas patógenas, virus, hongos, protozoarios y ciertas toxinas.

Los mecanismos de los sistemas inmunológicos del tracto gastrointestinal son más complejos, involucran a los leucocitos, los linfocitos B y T, las citocinas, los

anticuerpos y una gran variedad de otras células y componentes (**figura 2**) (Santomá, 1998).



Fuente: Smits *et al.* (1999).

Figura 2. Barreras intestinales frente a la infección en aves.

En el sistema gastrointestinal de las aves, las estructuras anatómicas donde se han identificado grandes cantidades de células del sistema inmune y que integran el sistema inmune de mucosas son: Divertículo de Meckel, placas de Peyer, tonsilas cecales, tejido linfoide asociado a mucosas, tejido linfoide asociado a intestino y agregados intestinales linfoides (Abbas *et al.*, 1997; Grand *et al.*, 1991; García, 1997 y Saki y Tivey, 2001).

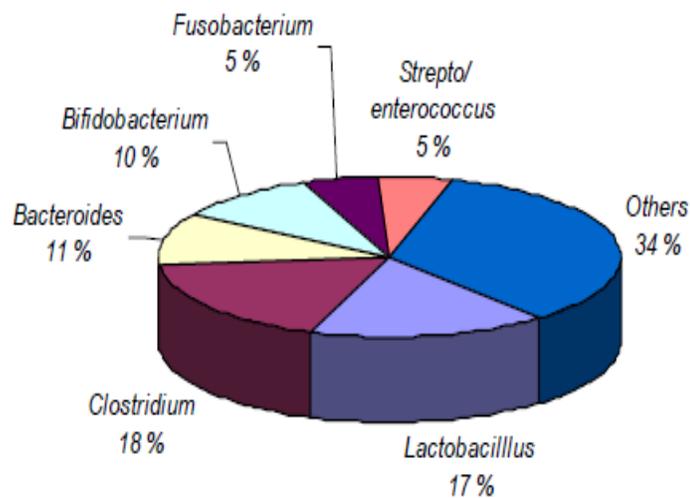
El Divertículo de Meckel es el remanente del saco vitelino (vitelo), de manera estructural se distinguen dos partes: El saco y el tallo. Se describe que en aves de 2 semanas de edad existe una comunicación directa entre el lumen del intestino delgado y el Divertículo de Meckel.

Las placas de Peyer están formadas por la confluencia de varios folículos linfoides; los cuales contienen centros germinales con una cantidad importante de linfocitos B

que son precursores de las células productoras de anticuerpos de isotipo IgA de secreción. El epitelio que recubre a las placas de Peyer es diferente al resto de la mucosa del epitelio del intestino delgado, Está formado por células especializadas en el transporte de antígenos así como de IgA (secretora) (García, 1997 y Jeurissen *et al.*, 1999).

1.3.3. *Microflora microbiana en las aves.*

La microflora intestinal es una parte integral del sistema digestivo de todos los animales. El tracto gastrointestinal de los pollos aloja numerosas especies bacterianas, por supuesto la existencia de una u otra se remonta al órgano del que se trate, por ejemplo en la (**figura 3**) se muestra los géneros de bacterias más abundantes presentes globalmente en el tracto gastrointestinal de pollos.



Fuente: Apajalahti y Kettunen (2002).

Figura 3. Principales géneros de bacterias en el ciego de pollos, basado en secuenciación ADNr 16S.

Datos recientes de laboratorio medidos por cultivo independiente de flujo citométrial muestra que sólo un día después del nacimiento la densidad de bacterias en el íleon y

ciego de los pollos alcanza valores de 10⁸ a 10¹⁰ por gramo de digesta, respectivamente. El número de microorganismos sobrepasa a 10¹¹ por gramo de contenido cecal y 10⁹ por gramo de contenido ileal durante los tres primeros días después del nacimiento y permanece relativamente estable durante los siguientes 30 días (Apajalahti y Kettunen, 2002).

Las bacterias gastrointestinales obtienen la mayor parte de su energía para reproducción y crecimiento a partir de los componentes de la dieta que son o bien resistentes al ataque de los fluidos digestivos, o bien absorbidos tan lentamente que las bacterias pueden competir con éxito por ellos. Las especies bacterianas difieren en relación a sus preferencias de sustratos y a sus necesidades para el crecimiento. Por ello, la composición química y la estructura de la digesta determina ampliamente la distribución de la comunidad microbiana en el tracto intestinal (Apajalahti y Kettunen, 2002).

La comunidad bacteriana en un momento de tiempo dado refleja, entonces, la capacidad de cada grupo bacteriano para competir frente a otros grupos y frente al sistema de defensa del huésped en unas determinadas condiciones físicas y químicas del medio. Estudios fisiológicos han mostrado que las aves adaptan el funcionamiento del tracto intestinal a las características del contenido digestivo y por tanto a la composición del alimento (Mateos, 2002).

Con menos bacterias en el tracto, hay menor producción de toxinas bacterianas; amoníaco, nitratos y aminos, que producen las bacterias consideradas tóxicas para las células intestinales, también, pueden absorberse a la sangre y causar problemas en otras partes del cuerpo (Miles, 2002).

Por ello, los cambios en la composición de la dieta o en la densidad de nutrientes pueden tener efectos muy importantes sobre la población microbiana intestinal lo que a

su vez influye en la habilidad de los animales para digerir y absorber nutrientes (Hillman, 1999).

Diversos trabajos indican que la respuesta funcional viene modulada por el estado sanitario del tracto intestinal. Cuando la capacidad del sistema es insuficiente, las respuestas fisiológicas, hormonales e inmunológicas conducen a una disminución del apetito y a diarreas mecánicas con la finalidad de reducir o en su caso eliminar la causa del problema. Finalmente, si persisten las causas, se modifican las condiciones del TGI con un crecimiento rápido de bacterias patógenas en detrimento de la microflora beneficiosa nativa (Mateos, 2002).

1.3.4. Microecología del tracto gastrointestinal.

Después del tracto respiratorio, el TGI constituye la mayor superficie del cuerpo que comunica a este con el mundo exterior y es habitado por una rica microflora con más de 500 especies bacterianas diferentes, muchas de las cuales ejercen importantes funciones en el organismo. Estas bacterias pueden ser clasificadas en dos tipos: aquellas nativas del lugar denominadas indígenas y otras capaces de vivir por cortos períodos de tiempo denominadas microorganismos transientes. La microbiota del tracto gastrointestinal forma un ecosistema altamente complejo que a pesar de ser abierto es muy estable (Jonsson, 1985 y Fuller, 1989).

Existen interacciones entre el animal y su microbiota y entre los microorganismos que componen esta última. Aquí se cumplen los dos postulados de la ecología bacteriana: la inoculación de especies exóticas no puede cambiar el número y la composición de un ecosistema abierto; y el número y la composición dentro de la microbiota pueden ser cambiados por variaciones en el ambiente (Hungate, 1984). Según el autor el número y la composición de la microbiota intestinal pueden cambiar en el tiempo sin que ocurra una variación discernible en el ambiente. Las condiciones no son estáticas sino fluctúan. Las cepas mutantes aparecen constantemente, algunas

encuentran un nicho y reemplazan a otras, más tarde estas son reemplazadas y así sucesivamente.

En el TGI las bacterias se encuentran provistas de un suplemento constante de nutrientes y mantenidas a una temperatura estable por el hospedero. Ellas tienen que luchar contra el lavado que efectúa el flujo de la digesta, contra los mecanismos de defensa del hospedero y competir con otros microorganismos por nutrientes y espacio (Jonsson, 1985). Cuando el alimento es ingerido, el oxígeno también puede entrar al sistema y ser consumido por la microbiota de la parte anterior del tracto. Aunque la anaerobiosis incrementa hacia las secciones posteriores de este, aquellos microorganismos que están estrechamente asociados con el epitelio pueden disponer del oxígeno, el cual difunde desde la sangre.

Las bacterias pueden ser encontradas viviendo libremente en el lumen, unidas a las partículas del alimento o al epitelio. La unión al epitelio puede ser por asociación con el mucus o por la adhesión verdadera a las células del epitelio escamoso estratificado o al epitelio columnar (Savage, 1980).

1.3.5. Efecto en la morfometría y morfología intestinal.

Las aves de corral no se consideran hábiles en la utilización de la fibra. No obstante, un pre acondicionamiento a dietas altas en fibras ha demostrado que la digestibilidad de los nutrientes aumenta (Duke, 1997).

En dietas altas en fibra se observa un aumento del estómago muscular, del buche y de los ciegos (Lezcano *et al.*, 1994 y Rodríguez, 1995). Es evidente que los cambios no ocurren de un día para otro y, por lo tanto, la adaptación va a estar relacionada con su eficiencia de utilización.

Con frecuencia, la longitud de los ciegos ha sido relacionada directamente con la capacidad de digestión de la fibra. Según Eastwood (1992) el alargamiento de este órgano con el uso de fibra dietética en los piensos para pollos, es la respuesta de un ajuste fisiológico normal provocado por el aumento del tiempo de permanencia de la misma en estos órganos y de la masa microbiana y productos finales de la fermentación.

Marrero (1998) evaluó en un experimento in vivo, el efecto de las características de la FND de los alimentos no convencionales altos en fibra (la harina de caña fresca, o con Saccharina) en la morfometría intestinal del pollo de ceba y observó un aumento del peso relativo de la molleja, del intestino delgado y del páncreas con los niveles más altos de fibra dietética en la ración (16.07 y 17.58% de FND en la MS del alimento).

Estos resultados sugieren un mayor potencial de la actividad gástrica para realizar la digestión mecánica de los componentes fibrosos, lo cual pudo implicar determinado gasto energético y, por otra parte, la inducción de una mayor secreción enzimática del páncreas y de la mucosa intestinal, acompañados de alteraciones anatómicas, lo que logra aumentar la capacidad absorbente (Marrero, 1998).

Ernst et al. (1994) compararon en pollos White Leghorn el peso del TGI al incluir en las raciones maíz, cebada y avena. Las aves alimentadas con esta última, tuvieron un incremento en el peso del mismo debido a un aumento del peso de la molleja.

Más adelante estos autores indican, que este resultado no se puede explicar sobre la base de la inclusión de determinados niveles de fibra ya que el contenido de FAD de las dietas que contenían 40% de avena y 40% de cebada, difirieron en menos del 1% y este último no aumentó el peso de la molleja. La composición química de

ambos, no es la misma, por tanto, el incremento puede ser el resultado de algún constituyente de la fibra.

1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL *Anacardium occidentale* (L).

1.4.1. Origen.

El *Anacardium occidentale* es un árbol tropical de crecimiento rápido que se originó en América del Sur, apareció por primera vez en las zonas del río Amazonas. Aunque otros hallazgos afirman que la cuna fue las Antillas Menores o México. Sin embargo los vestigios botánicos lo localizan exclusivamente en América del Sur (López *et al.*, 1988). Su nombre original es *cajú* (pronunciado /cashú/) palabra que proviene de *acashúm* (escrito en portugués *acajum*), nombre que pertenece a un dialecto indígena de Brasil.

1.4.2. Distribución.

El AO de América se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo, llegando a la India, Ceilán, Egipto, Nigeria, Tanzania, Mozambique, Angola, Archipiélago Malayo, Filipinas, Hawai y varios países.

En Cuba se encuentra en fincas y potreros de forma silvestre, sobre todo en sabanas arenosas altas. Abunda en las provincias orientales y Pinar del Río, aunque probablemente aparece en toda Cuba (López *et al.*, 1988).

1.4.3. Especies y Variedades.

Existen dos especies, el *Anacardium occidentale* Linneo, clase Angiospermas, sub-clase Dicotiledóneas y familia Anacardiáceas, que crece exuberante en los llanos y sabanas. El otro *Talauma minor urban*, familia Magnoliáceas que se desarrolla fundamentalmente en las montañas. (García y Vargas, 2000). La investigación fue

proyectada en el *Anacardium occidentale* (L), por predominar en el llano y existencia de bosques con material suficiente para mantener producción sostenida del producto deseado.

Se han podido observar dos variedades del *Anacardium occidentale*, con las mismas propiedades terapéuticas. Una de color amarillo, apreciándose en el fruto y corteza del tronco y la otra de color morado o rojo (Martínez, 1986; Martínez, 1998; Martínez, 1989; Martínez, 1997; Martínez e Iriarte, 1998; Martínez y Berlanga, 2001).

1.4.4. Tabla 1: Sinonimia del *Anacardium occidentale* (L).

Sinonimia del <i>Anacardium occidentale</i> (L) en distintos países.	
País	Nombre
Puerto Rico	Cajuil y pajuil
Antillas Inglesas	Cashew
Antillas Francesas	Noix d'acajón
Guatemala	Dacota marañón
Santo Domingo	Cacahuil y cajuil
Alemania	Kaschumussbam
West Indian	Cashewnut
Mozambique	Cashú
Angola	Caju
Colombia y Venezuela	Merey
Brasil	Cadueiro. Castaña de cajú (nuez)
Cuba, México, Costa Rica, Perú y Ecuador	Marañón

Fuente: García y Vargas (2000)

1.4.5. Propagación. Suelo. Clima.

Las plantaciones generalmente se establecen de semillas, aumentando la germinación de acuerdo a la gravidez específica de la nuez. Deben utilizarse para la siembra las semillas que vertidas en recipiente con agua van al fondo y se mantienen en él. Las semillas bien guardadas en latas cerradas de un año para otro germinan favorablemente, tal como las frescas obtenidas y sembradas en la misma temporada (García y Vargas, 2000).

Según Martínez (1986) se obtiene el 97% de germinación con semillas frescas y sólo el 90% con semillas del año anterior. También practica la propagación por medio de acodos, injertos, margullos y estacas. La mejor época de utilizar acodos y arquearlos debajo de la tierra, es el período antes de la floración. La planta estará lista para ser sembrada al comienzo de la próxima estación de lluvias. Los injertos laterales tienen más éxitos a finales del período de fructificación.

El uso de polietileno contribuye a mejorar los resultados. El enraizamiento de las estacas no es siempre satisfactorio. Se recomienda se extirpe la corteza de las ramas nuevas unos 40 días antes de cortarlas como estacas. Los retoños con este fin deberán tener de 1–2 años. El éxito en la siembra por semilla es que la planta joven tenga suficiente tiempo para enraizar y endurecerse durante el período lluvioso, para que pueda soportar mejor la seca. Este método es muy lento y por ello no se recomienda para operaciones a gran escala.

El árbol es fuerte y resistente a la sequía. Se adapta a precipitaciones anuales de 500 mm y medra en zonas con 3000 – 4000 mm, si el suelo tiene buen drenaje. Un clima que tenga un período seco es favorable para que la fruta desarrolle y madure, también para obtener producciones elevadas. Las plantaciones de AO se logran al nivel del mar, pudiendo llegar hasta los 1000 metros de altura, aun cuando prefieren temperaturas elevadas. En cuanto a sus requerimientos de fertilizantes y parece tolerar

amplio margen de pH. Florece hasta en zonas arenosas de playas abiertas y suelos ferralíticos pobres, sin embargo, no crece bien en arcillas pesadas, suelos con poco drenaje o en regiones en las que el subsuelo es demasiado salino. Hemos podido observar que el AO produce aún en suelos que resultan excesivamente secos para otras cosechas (García y Vargas, 2000).

Al ser trasplantadas del vivero al campo el método corriente es hacer huecos de unos 50x50x50 cm y llenarlos de capa vegetal, compost o estiércol animal (Abduro y Assefa, 1990). Si sembramos directamente con semilla la profundidad debe ser suficiente (5-10 cm) para evitar pérdidas de cotiledones. Si se trata del trasplante es necesario evitar dañar la raíz principal; así se puede hacer una semana después de la germinación o después de ocho meses. En el último caso, la postura deberá ser podada a la mitad o a una tercera parte de su tamaño. Es aconsejable los viveros en tierra en vez de macetas, si es que el trasplante se hace a los ocho meses (Calcines y Ruiz, 2000).

El esparcimiento durante la siembra puede ser de 3 a 4 metros inicialmente, hasta tener un sombreado completo. Más tarde, se entresaca para dejar una distancia final de 10 a 15 metros.

Solamente se deshierba alrededor de los árboles jóvenes, 1.5 – 2 metros de diámetro, durante los 2 ó 3 años después de la siembra. La sombra tupida evita el crecimiento de otras plantas y malezas.

1.4.6. Composición Química.

Tabla 2: Caracterización bromatológica pulpa de AO (sin almendra) (100 gramos)

Calorías	30
Agua	88.5 g
Proteína	0.9 g
Grasa	0.1 g
C. Hidratos	7.7 g
Fibras	2.5 g
Ceniza	0.3 g
Ca	5 mg
P total	24 mg
Fe	0.4 mg
Vit. A	50 U.I.
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.05 mg
Niacina	0.40 mg
Ac. Ascórbico	200.00 U. I.

Fuente: Martínez *et al.* (2005).

De acuerdo a estos resultados la pulpa de AO es rica en fósforo, vitaminas A y C, además contienen un nivel calórico aceptable.

Tabla 3: Resultados químicos de la almendra y cáscara de la semilla del AO.

ELEMENTO (%)	ALMENDRA	CÁSCARA
H ₂ O	5.2	7.4
Proteína	12.1	29.5
Aceites	44.3	43.5
C. Hidratos	17.0	14.7
Fibra Bruta	1.3	2.4
Ceniza	2.6	2.2
Calorías Kcal.	531.0	587.0

Fuente: Martínez *et al.* (2005).

1.4.7. Propiedades Medicinales.

Los retoños, cortezas, ramas, flores, hojas y raíces en infusiones se usan para casos de diarreas, disentería, diabetes y para inflamaciones sifilíticas de articulaciones.

Los principales componentes del líquido de la cáscara de la nuez de marañón, son los ácidos anacárdicos. Químicamente, están formados por una larga cadena en la posición 6, en el que un doble enlace se encuentra en C-8 (carbono 8). Se ha informado la existencia de varias actividades biológicas, por lo se han preparado análogos de drogas para su aplicación en varios campos de la medicina (Murillo *et al.*, 2008).

La resina sirve en solución para aliviar estados gripales. El jugo del pedúnculo es rico en taninos y resulta un excelente cicatrizante en casos de úlceras gástricas y de amigdalitis. También los pedúnculos se usan en las homeostasis (Morales *et al.*, 1997).

En Sierra Leona se utilizan las hojas nuevas contra la diarrea, disentería y hemorroides. Contra la disentería se usa infusión de corteza y hojas en uso intenso (García y Vargas, 2000). Con solo 25 g de Polvo AO, vía oral es efectiva contra la diarrea en terneros. En lesiones rebeldes de la piel, se toman varias semillas, tostarlas y moler hasta obtener un polvo, el cual se pone en la lesión cutánea durante tres días.

En casos de tenesmo o pujo, se recomienda tomar cocimientos de retoños de AO. La disentería se trata con té hecho de cáscara de jobo, guásima y AO. Este se toma por vía oral y hacen a la vez baños de asiento, por varios días. Las quemaduras o fricciones entre los muslos por excesivo calor u hongos se refresca y cura con cocimiento de AO. Las hojas de marañón cocidas en agua y puestos en la piel en forma de baño durante tres días continuos, curan la sarna (Martínez, 1991).

Cocimiento de hojas administrado frío puede aliviar la acidosis. Para la diabetes, cocimiento con flor de marañón, tomar como agua común. Se ha demostrado un factor hipoglicemiante en el fruto, pero de menor efecto que la insulina (García y Vargas, 2000).

El polvo al ser suministrado con agua o leche, contribuyen a contrarrestar la deshidratación, existente muchas veces en la diarrea, siendo esta la causa principal de muerte en este padecimiento (López, 1988).

1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL *Moringa oleífera*.

1.5.1. Origen, distribución y sinonimia.

M. oleífera es la especie más conocida del género *Moringa*. Es un árbol originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta, y en América Central fue introducida en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas (Foidl *et al.*, 1999).

García Roa (2003) la conoce con el nombre común marango, pertenece a la familia *Moringaceae* y su nombre científico es *Moringa oleífera* Lam.; mientras que Reyes (2006) identifica a *M. oleífera* Lam. Con los siguientes sinónimos (syns. *M. pterygosperma* Gaert., *M. moringa* (L.) Millsp., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., y *Guilandina moringa* Lam.).

La Comisión Técnica de Fitomed (2010) informa que se conoce además con otros nombres comunes, como palo jeringa, ben, acacia y jazmín francés. Es un árbol de hasta 9 m de altura. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos, con cinco pares de éstos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las hojas son alternas tripinnadas, con una longitud de 30-70 cm.

1.5.2. Propagación, suelo y clima.

Según García Roa (2003), esta especie puede propagarse mediante dos formas: sexual y asexual. La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje. La siembra de las semillas se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm, y germinan a los 10 días.

Se puede reproducir por estacas de 1 a 1,40 m de largo, como en el sur de la India (Ramachandran *et al.*, 1980), aunque para ser trasplantado en regiones áridas y semiáridas conviene obtener el árbol por semilla, porque produce raíces más profundas. En el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados.

En el caso de los pequeños productores, se puede sembrar por estacas o en las cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes, los que se deben cortar entre 35 y 45 días, en dependencia del régimen de precipitación y fertilización. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco.

En su hábitat natural crece hasta los 1 400 msnm, a lo largo de los ríos más grandes en suelos aluvionales arenosos o guijosos (Troup, 1921).

Ramachandran *et al.* (1980) plantearon que es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del Este, donde las precipitaciones alcanzan sólo los 300 mm anuales.

Según Reyes (2006) la moringa es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1 500 mm. Además crece en un rango de pH de suelo entre 4,5 y 8, excepto en arcillas pesadas, y prefiere suelos neutros o ligeramente ácidos.

Por otra parte, Croess y Villalobos (2008) señalan que *Moringa* es un género de plantas con numerosas especies distribuidas en zonas áridas y semiáridas de la India, Pakistán y el sur de Himalaya.

A su vez, García Roa (2003) explica que en Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38°C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3°C. En las temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (por estacas). Se localiza desde el nivel del mar hasta 1 800 msnm. Es una especie adaptada a una gran variedad de suelos.

Falasca y Bernabé (2008) plantearon que en su hábitat natural las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones. Durante los meses más fríos soporta entre -1°C y 3°C; mientras que en los meses más cálidos de 38°C a 48°C.

En sentido general se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura.

1.5.3. Composición química.

Foidl *et al.* (1999) informaron que contiene un 10% de azúcares y la energía metabolizable en las hojas es de 9,5 MJ/kg MS.

Por otra parte, García *et al.* (2006) evaluaron la composición química de seis especies en el estado Trujillo de Venezuela, entre las que se encontraba *M. oleifera*. El contenido de proteína cruda en todas las plantas fue alto. Los niveles de P, Ca y Mg no presentaron variaciones importantes entre las arbóreas y las máximas concentraciones de K y Na se observaron en *M. oleifera* (2,65 y 0,24%, respectivamente). Esta especie, de forma individual, presentó uno de los mayores contenidos de carbohidratos solubles (24,1%) y ceniza (25,8%).

En la (tabla 4) se muestran los análisis realizados a las hojas y los tallos jóvenes y desarrollados (maduros) de árboles de *M. oleífera* de seis años de edad, sembrados sexualmente en Tolima, Colombia. El contenido de PB sobrepasó el 20% en las hojas y los tallos, tanto jóvenes como desarrollados.

Tabla 4: Composición química de *M. oleífera* de seis años de edad.

Indicador	Hojas y tallos	
	Jóvenes	Desarrollados
Materia seca (%)	66,86	34,90
Proteína (%)	21,59	26,74
Extracto etereo (%)	3,73	3,80
Ceniza (%)	9,83	10,63
Energía digestible (Mcal/kgMS)	2,99	2,93
Energía metabolizable (Mcal/kgMS)	2,45	2,39

Fuente: adaptado de Garavito (2008).

La composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta (Garavito, 2008); este autor encontró los mayores valores de proteína y energía metabolizable en las hojas y el más bajo valor de fibra cruda (tabla 5).

Tabla 5. Composición química de *M. oleífera* de 54 días, deshidratada y molida.

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca (%)	89,60	88,87	89,66
Proteína (%)	24,99	11,22	21,00
Extracto etereo (%)	4,62	2,05	4,05
Fibra cruda (%)	23,60	41,90	33,52
Ceniza (%)	10,42	11,38	10,18
Extracto no nitrogenado (%)	36,37	33,45	31,25
Energía digestible (Mcal/kgMS)	2,81	1,99	2,43
Energía metabolizable (Mcal/kgMS)	2,30	1,63	1,99

Fuente: adaptado de Garavito (2008).

1.5.4. Propiedades Medicinales.

Price (2000) lo recomienda para la producción de aceites antibióticos, hormona del crecimiento, para contrarrestar la desnutrición de los niños y como alimento humano en general.

Fugliee (2000) señala que el jugo de las plantas de marango puede utilizarse para producir una hormona que es efectiva para el crecimiento de las plantas, y aumenta el rendimiento en un 25-30% para casi todos los cultivos: cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, té, chile y melón.

Por otra parte Clamens *et al.* (1998), en estudios realizados en Maracaibo, Venezuela, emplearon *M. oleifera* con el objetivo de evaluar la capacidad productora de goma. Se encontró producción de goma en 17 especies pertenecientes a ocho familias y aunque la moringa no fue de las más destacadas en ese tipo de producto, estuvo entre las seleccionadas con este fin.

La moringa es una planta de múltiples usos, ya que estos productos gomosos se emplean en importantes tipos de industrias, como la de alimentos, la farmacéutica, la cosmética y otras; en la elaboración de los más disímiles productos como: confites, derivados lácteos, alimentos enlatados, bebidas gaseosas, productos dietéticos, emulsiones, tabletas, grageas, jarabes y suspensiones, emulsiones y cremas, cintas pegantes, papel, tintas, pinturas, telas y metales.

1.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL *Morinda citrifolia*.

1.6.1. Origen y distribución.

La *Morinda citrifolia*. L. es un árbol originaria de Malasia, Polinesia y la India, se encuentra también propagada en América Tropical este árbol puede alcanzar de 3 a 6 metros de altura. (Brian, 2003 y Ecoaldea, 2004).

1.6.2. Sinonimia del *Morinda citrifolia*.

Sinónimos: *Morinda litoralis* o *Morinda bracteata*.

Nombres vulgares: El árbol del queso, бага, barraudo buñuelo, coca, fruto del diablo, huevo de reuma, manzana de Puerto Rico, manzanilla, mora de la India y nigua, piña de puerco en Santo Domingo. En Cuba se le conoce como Mora de la India y árbol del queso, y se encuentra distribuida en toda la Isla incluyendo la Isla de la Juventud.

1.6.3. Propagación, suelo y clima.

Se puede propagar por semilla o cortando el tallo y sembrándolo. Por lo general se siembra en sitios donde no ha habido otro cultivo recientemente. Es una planta que crece en ambientes cálidos tropicales. Pertenece a la familia Rubiaceae que está integrada por árboles, arbustos o hierbas, algunos epífitos y otros viven en simbiosis con bacterias asimiladoras de Nitrógeno. La planta no es muy exigente en cuanto a suelos, crece en terrenos rocosos, tierras bajas fértiles, zonas arenosas y suelos con buen drenaje. (Ramos, 2002).

1.6.4. Composición química.

El Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia de Cuba (IIIA) realizó una revisión bibliográfica en la base de datos FSTA y otra en la Oficina Cubana de la

Propiedad Industrial, y dio como resultado que existen alrededor de 30 artículos; incluyendo 16 patentes de productos de noni, relacionados con su efecto beneficioso a la salud, siendo el jugo el de mayor utilización, el cual se elabora a partir del fruto fresco o liofilizado (Tabla 6). (Caprio y Whistler, 2001).

Tabla 6. Composición química de 100 g de pulpa del fruto determinado por El Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia de Cuba.

Elementos presentes	U/M	Cantidad
Proteínas	%	1,67
Grasas	%	0,04
Carbohidratos totales	%	9,8
Cenizas	%	1,17
Vitaminas C	Mg	48,0
Valor energético	Kcal	46,3
Brix	%	9,6
pH		3,7
Acidez	%	0,8
Humedad	%	87,5

Las hojas contienen un dímero iridoide formado por 2 unidades de iridoide unidos por un extraño grupo éter que inhibieron significativamente al activador de proteína-1 (AP-1) inducido por radiación ultravioleta B (UVB) en cultivo celular.

En la hoja se identificaron 1 glucósido iridoide y 5 glucósidos flavonoles. El irinoide existe como mezcla epimérica en solución. Todos estos compuestos tuvieron actividad secuestradora de radicales libres, efecto antioxidante *in vitro*, en concentraciones de 30 μ M. (Sang et al., 2001a).

El irinoide, citrifolinosida, inhibió el activador de proteína-1 (AP-1) inducido por UVB en cultivo celular. (Sang et al., 2001b).

Otros estudios informan que la hoja contiene el glucósido irinoide, citrifolinosida A, y los irinoides asperulosida y ácido asperulosídico. (Sang et al., 2001a). Además, las hojas tienen un benzofurano (5-benzofurano ácido carboxílico-6-formil metil éster) y un bis-nor-isoprenoide (4-(3'(R)-hidroxibutil)-3, 5,5, trimetil-ciclohex-2-en-1-ona). (Siddiqui e Ismail, 2003).

1.6.5. Propiedades medicinales.

Las hojas del noni tienen una historia de uso tópico en cataplasmas y cuando se mezcla con aceite para el tratamiento del dolor reumático, inflamación, neuralgia, úlceras, gota y fiebre. Los Kahunas, o curanderos polinesios, usaban eficazmente el jugo de la fruta para tratar fiebres, infecciones, diarreas, estreñimiento, asma, picaduras de insectos, mordeduras de animales y muchas otras enfermedades.

Según Lubeck (2001) menciona que la xeronina consigue de forma muy sencilla que más de tres billones de células del organismo puedan regenerarse continuamente.

Así mismo el investigador, Dr. Ralph Heinicke, quien anteriormente trabajo en la Universidad de Hawaii, descubrió en el fruto del noni un alcaloide llamado proxeronina el cual estimula al cuerpo humano a producir xeronina, elemento vital para las moléculas proteínicas del cuerpo. Este alcaloide afecta potencialmente al cuerpo humano en múltiples formas que van desde el aumento de la vitalidad, hasta la reducción de la dependencia de las drogas.

La proxeronina es un compuesto que inicia el desprendimiento de la xeronina en el tracto intestinal después de que entra en contacto con una enzima específica que el mismo jugo también lo contiene. Esta combinación química particular afecta significativamente las funciones celulares que pueden determinar reacciones fisiológicas totales.

Es por eso que el noni mediante la cantidad de xeronina presente en su composición, ayuda al funcionamiento normal de todas las células y órganos del cuerpo (Dittmar, 1993).

La aplicación del noni sobre quemaduras externas y tejidos infectados, acelera el tiempo de reparación de los tejidos. Otros trastornos internos y neurológicos también hacen reaccionar positivamente a la xeronina debido a la habilidad de este compuesto para normalizar las proteínas encontradas en todos los tejidos vivos esenciales, aun los del cerebro (Dittmar, 1993).

Por otra parte Solomon (1997) menciona que Damnacantal y el Scopoletin se encuentran presentes en el fruto del noni, el Damnacantal es un constitutivo químico presente en el cuerpo humano y que estimula la actividad de las células "T" o células asesinas, quienes actúan en contra de las afecciones cancerígenas de nuestro cuerpo, este sistema inmune debilitado puede ser genético o por ingerir productos tóxicos. Mientras que el Scorpoletin es otro pequeño componente de nuestro cuerpo, la presencia de este reduce el dolor e incrementa la hormona serotonin de nuestro cuerpo, el serotonin es la hormona que nos hace sentir bien y lucha contra la ansiedad, la depresión y regula la temperatura, el hambre y el comportamiento sexual.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Experimento 1. Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólicos provenientes de las diferentes plantas y sus respectivas mezclas.

2.1.1. Procedimiento de muestreo, secado y conservación del material.

Para este estudio se tomaron al azar hojas y retoños del árbol de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale* y *Morinda citrifolia* en la zona de Peralejo Bayamo-Granma, Cuba. Se tuvo en cuenta en la recolección la diversidad del tamaño y estructuras de las hojas.

Las muestras fueron deshidratadas a temperatura ambiente y luego utilizando una estufa se secaron a 60 °C durante 16 horas, después se sometió a molinaje 1 mm, empleando un molino eléctrico de cuchillas paralelas, las muestras secas se mezclaron en una taza de 2:1:1; 1:2:1 y 1:1:2 de *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale* y *Morinda citrifolia* respectivamente, en el laboratorio de nutrición animal del Centro de Estudios de Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Granma, Las muestras se conservaron en frascos herméticos de doble tapa hasta su futuro empleo antes de su inclusión en las dietas de pollitas de reemplazo.

2.1.2. Extractos de plantas.

Para los respectivos extractos solo se utilizó una cantidad de 100 gramos de cada muestra, a la cual se le agregó 100 ml de alcohol y se le dejó reposar por 72 horas.

2.1.3. Pesquisaje fitoquímico.

A los extractos alcohólicos provenientes de los diferentes tratamientos se les realizó el tamizaje fitoquímico propuesto por Rondina y Cassio, descrito por Alfonso et al. (2000).

Las pruebas cualitativas para la detección de cumarinas se llevaron a cabo a partir de modificaciones realizadas al extracto crudo. La solución alcohólica fue tratada previamente con $Pb(AcO)_2$ al 4 %, el que contenía 0,5 % de AcOH con el objetivo de eliminar las clorofilas, para después centrifugar por 10 minutos a 2500 revoluciones por minuto, filtrar con papel y realizar una extracción con dos porciones de 20 ml de $CHCl_3$ al filtrado. Del extracto clorofórmico se evaporaron 2 ml de la solución en una placa de porcelana y se le adicionó 1 ml del reactivo de Baljet.

2.1.4. Metabolitos investigados.

Se investigaron un total de 11 grupos de metabolitos, estos fueron: los fenoles, los taninos, los grupos α -aminos, los triterpenos y los esteroides, las quinonas, los flavonoides, las antocianidinas, los carbohidratos reductores solubles, las saponinas, las cumarinas, los alcaloides.

2.1.5. Criterios tomados en la realización de las detecciones semicuantitativas.

Para la descripción de los ensayos se utilizó el sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los metabolitos en los tratamientos.

En todos los análisis se siguieron los criterios que se muestran en la tabla 7.

En el caso del ensayo empleado para la detección de saponinas se partió del criterio que se muestra en la tabla 8.

Tabla 7. Criterios seguidos en las detecciones cualitativas en el pesquizaje fitoquímico.

Criterio	Nomenclatura
Presencia cuantiosa	+++
Presencia notable	++
Presencia leve	+
Ausencia	-

Tabla 8. Criterio tomado en dependencia de la altura de la espuma, en el ensayo de “índice de espuma”.

Criterio	Altura de la espuma (mm)
Contenido abundante	>14
Contenido moderado	10-14
Contenido bajo	<10

2.1.6. Control de reactivos.

Previamente para el control de los reactivos se utilizaron soluciones de compuestos patrones en cada ensayo, con el fin de comprobar el estado de los reactivos a utilizar (tabla 9).

Tabla 9. Soluciones utilizadas para el control de los reactivos.

Metabolito	Ensayo	Soluciones Control
Fenoles y Taninos	FeCl ₃ 5 %	Fenol 1%
Resinas	Prueba de resinas	*
Grupos α-aminos	Ninhidrina 2%	L- Ácido aspártico 1%
Triterpenos/esteroides	Lieberman-Burchard	Colesterol 2%
Quinonas	Borntrager	Quinol 2%
Flavonoides	Shinoda	Quercetina 2%
Antocianidinas/Catequinas	Roseheim	D(+) Catequina
Carbohidratos reductores	Fehling Benedict	D(+)Glucosa 5%
Saponinas	Prueba de espuma	*
Cumarinas	Baljet	Cumarina 2%
Alcaloides	Mayer y Dragendorff	Gramina 2% Efedrina 2%

* No utilizadas

2.2. Experimento 2. Efecto de la adición de aditivos dietéticos a partir de plantas medicinales y su efecto en la morfometría del tracto gastrointestinal de pollonas de reemplazo.

2.2.1. Ecología experimental:

El experimento se desarrolló en la Unidad avícola Julio Zenón Acosta perteneciente a la Empresa Avícola de Granma. La humedad relativa media fue 79%, la temperatura mínima promedio de 24.5°C y la temperatura máxima promedio de 30.7° C.

2.2.2. Animales, tratamientos y diseño experimental.

Un total de 84 pollitas reemplazos ponedoras White Leghorn (Híbrido L-33) de 55 días de edad se ubicaron durante 21 días en jaulas metálicas de 40 x40 cm, según diseño completamente aleatorizado con siete tratamientos y seis repeticiones. Los tratamientos consistieron la adición de 2 g/kg de polvo *Moringa oleífera*, *Anacardium occidentale* y *Morinda citrifolia* y las mezclas de 2:1:1; 1:2:1 y 1:1:2 en las dietas de las aves jóvenes. Las dietas se formularon según lo recomendado por la UECAN para esta categoría.

Cada repetición estuvo constituida por una jaula con dos aves. El alimento se oferto en comederos lineales a 56 g según Instructivo Tecnológico de ponedoras y sus reemplazos (2011) y el agua se oferto ad libitum en bebederos tipo niple, respectivamente. La nave se desinfectó según las normas de calidad medio ambiental.

2.2.3. Análisis Morfométricos.

A los 21 días de tratamiento las aves se sacrificaron por el método desangrado en la vena yugular 12 aves/tratamiento en previa ayunas por 4 horas, a continuación seguido se pesaron las vísceras (hígado, corazón y riñón), órganos inmunes (bazo y bolsa de Fabricio), accesorios (proventrículo y molleja) y los intestinos (delgado y grueso) y se llevaron al Laboratorio para su posterior análisis. En los contenidos de las diferentes secciones del TGI tomados en el experimento se determinó: Morfometría, e Indicador fermentativo: pH.

2.2.4. Análisis estadísticos.

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple según Duncan (1955) para la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogorov Smirnov y para la uniformidad de la varianza la prueba de Bartlett (1937) para determinar las diferencias entre medias, según el software estadístico SPSS versión 17.1.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 10. Tamizaje fitoquímico.

ENSAYOS	ESPECIES					
	MORINGA	NONI	MARAÑON	Mor 2 Noni 1 Mar 1	Mor 1 Noni 2 Mar 1	Mor 1 Noni 1 Mar 2
Resinas	-	-	-	-	-	-
Tripterpenos y esteroides	+	+	+	+	+	+
Saponinas	-	+	+	-	-	-
Grupos aminos (aminoácidos Libres)	+	+	-	-	-	-
Alcaloides (Mayer)	++	+++	+	+++	++	+++
Cumarinas	-	-	++	-	-	+
Glicósidos cardiotónicos						
Azúcares Reductores	+	+	+	+	+	+
Fenoles y Taninos	-	-	-	-	-	-
Quinonas	+++	+	-	+++	+	+
Flavonoides	-	-	-	-	-	-
Antocianidina	-	+	-	-	+	+

En la **tabla 10**, se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico de la Moringa, el Noni y el Marañón. Se observa en la Moringa abundante presencia de quinonas y alcaloides, también existen triterpenos y esteroides, aminoácidos libres y azúcares reductores. En el caso del Noni, los metabolitos más abundantes son los alcaloides, notándose la presencia de triterpenos y esteroides, saponinas, aminoácidos libres, azúcares reductores, quinonas y antocianidinas. En el caso del Marañón, son las cumarinas las más abundantes y tiene presencia de triterpenos y esteroides, saponinas, alcaloides y azúcares reductores.

Para la mezcla (1-2-1), se detectó la presencia de alcaloides en una mayor proporción, así como triterpenos y esteroides, azúcares reductores, quinonas y antocianidinas. Para la mezcla (1-1-2), se mantiene la presencia de alcaloides en mayor abundancia, así como de triterpenos y esteroides, cumarinas, azúcares reductores, quinonas y antocianidinas, mientras que en la mezcla (2-1-1), se detecta la presencia de alcaloides y quinonas en mayor proporción y se observan triterpenos y esteroides y azúcares reductores en todas las especies y las mezclas de forma leve. Vale destacar que todas las especies evaluadas así como las mezclas no tuvieron presencia de resinas y flavonoides.

Es la planta del Noni la que presenta mayor variabilidad de metabolitos secundarios y en las mezclas evaluadas el metabolito secundario de mayor abundancia se corresponde con los alcaloides., el cual está presente en todos los extractos analizados, lo que demuestra que esta fuente de nitrógeno no proteico se encuentra diseminado en la mayoría de las especies vegetales principalmente en las dicotiledóneas (Sotelo et al., 1996).

Pedraza (2000). Confirmando que los alcaloides son el principio activo al cual se le atribuye la propiedad repelente para diferentes ácaros encontrando la presencia de forma cuantiosa en los extractos alcohólicos, acuoso y etéreo en *Trichilia hirta*, coincidiendo con los resultados encontrados en la investigación.

Bagnarello et al, (2009). Al evaluar los extractos crudos, etéreo y alcohólico de Itonia Diversifolio encontraron la presencia de triterpenos y esteroides, compuestos de azúcares reductores al igual obteniendo resultados similares a los encontrados en el estudio.

Experimento 2. Efecto de la adición de aditivos dietéticos a partir de plantas medicinales y su efecto en la morfometría de tracto gastrointestinal de pollonas de reemplazo.

Tabla 11. Comportamiento del peso inicial, final y de algunos órganos.

Tratamientos	Peso Inicial	Peso final	Hígado	Corazón	Bazo	Bolsa de Fabricio
1	559,2 a	691,7 a	12,8 a	3,44 a	1,09 a	3,40 ab
2	558,3 a	710 a	14,91 b	3,08 b	2,09 b	3,44 b
3	550 a	693,3 a	16 c	3,05 b	1,78 a	3,30 ab
4	555 a	688,3 a	16 d	3,42 a	1,92 ab	3,10 b
5	555 a	726,7 a	13 e	4,3 c	2,3 c	2,90 bc
6	560 a	716,7 a	18,5 f	4,04 d	2,20 be	2,80 c
7	571,7 a	721,7 a	21,25 g	4,41 c	2,20 bc	2,80 c
ES±	2,675	6,934	0,279	0,059	0,029	0,0406

Al analizar los resultados de la **tabla 11** se constata que no existieron diferencias significativas en el peso inicial y peso final de las aves, por otra parte excepto el peso de la bolsa de Fabricio (3,44 g con el tratamiento 2.) los demás órganos si presentaron sus mejores resultados en el tratamiento 7 (21,25; 4,41 y 2,20 g), para el peso del hígado, corazón y bazo respectivamente.

Olmo (2009). El efecto de la inclusión de la Harina de Morera en la morfometría de los órganos vacíos aumento los pesos de las diferentes partes del T.G.I a medida que se incrementa los porcentos de inclusión del alimento alternativo en los tratamientos.

Tabla 12. Peso de los componentes del sistema digestivo.

Tratamientos	Sistema digestivo completo	Proventrículo	Molleja	Intestino delgado	Ciego	Recto
1	92,40 a	3,20 a	26,21 a	24,7 a	2,12 a	2,85 a
2	102,8 b	3,12 a	27,28 b	26,7 b	2,36 b	2,07 b
3	98,16 c	3,90 b	24,17 c	29,12 c	2,07 c	2,32 c
4	99,80 d	4,60 c	26,00 d	28,33 d	2,03 c	1,63 d
5	109,7 c	4,20 d	31,47 e	30,33 e	2,56 d	1,67 d
6	122,6 f	4,12 d	38,50 f	28,86 f	2,20 e	1,56 d
7	120,35 g	4,00 bd	33,20 g	31,98 g	2,47 f	1,40 c
ES±	1,165	0,059	0,516	0,242	0,0613	0,0556

En la tabla 12. Existe una tendencia al incremento del peso de los diferentes componentes del sistema digestivo con la adición de los aditivos provenientes de las plantas medicinales excepto para el recto con su mejor resultado de 2,85 g en el tratamiento 1 o control, el sistema digestivo completo y molleja con 122,6 y 38,5 g como mayores resultados al emplear la mezcla de 1-2-1 moringa, noni y marañón, en el caso del peso del proventrículo presento el valor más elevado al emplear el marañón con 4,60 g, mientras que para el peso del intestino delgado y el ciego los mejores resultados se obtuvieron al emplear las mezclas 1-1-2 y 2-1-1 de moringa, noni y marañón con 31,98 y 2,56 g respectivamente, vale destacar que en todos los indicadores evaluados presentaron diferencia significativa entre todos los tratamientos para $p \leq 0,05$.

El sistema digestivo de las aves, sobre todo en el íleon y en los ciegos se albergan un gran número de bacterias patógenas latentes provenientes de los reproductores o de la planta de incubación, es por eso la justificación del empleo de los antibióticos dietéticos en las dietas de las aves como promotor de crecimiento (Fernández y González, 2005).

No obstante, muchos países han restringido el uso de estos tipos de antibióticos químicos, dándole paso a la utilización de alimentos funcionales, entre ellos, las plantas medicinales, por su efecto bactericida, fungicida, nula residualidad y abaratamiento de los costos; en especial las hojas, retoños y fruta del *Anacardium occidentale* han mostrado efectos bactericida y bacteriostático frente a cepas de Salmonelosis, E. coli y Clostridium, como los principales microorganismos patógenos encontrado en el sistema digestivo de las aves, los resultados de la tesis demuestran un efecto nutracéutico in vivo (aves) como promotor de crecimiento natural (Martínez *et al.*, 2001 y Ayala, 2010).

Siza y Olmo (2010) y Gallardo (2011) plantearon que un incremento del peso en las pollitas reemplazos ponedoras con el empleo de aditivos, demostrando además su inocuidad. Otros trabajos muestran un ascenso en los indicadores productivos en aves, cerdos y ratas utilizando en pequeñas porciones de plantas medicinales ya sea en polvo, fresco, extracto acuoso, etéreo, metanólico y alcohólico como Noni, Neem y Orégano, Turnera ulmifolia L., Roystonea regia y Cassia alata (Bicalho *et al.*, 2000).

Al disminuir en gran medida la población y proliferación de las bacterias patógenas en el intestino, el crecimiento de bacterias benéficas como bifidobacteriam y lactobacillus podrían incrementar una exclusión competitiva; hay que destacar que el intestino en los primeros 10 días está desprovisto de competencia por el sustrato, ya que las bifidobacteriam proliferan a partir de los 11 días, por lo que el empleo de alimentos funcionales en las primeras etapas, pudiera demostrar la eficacia del alimento, con influencias marcadas en edades posteriores, si se tiene en cuenta el

acelerado crecimiento con relación a su peso vivo (Valdivié, 2007; Siza y Olmos, 2010 y Gallardo, 2011).

En sentido, los taninos aunque son considerados factores anti-nutricionales; pequeñas proporciones en las dietas pueden ser eficientes bactericidas, fungicidas, antioxidantes y astringentes, además al precipitar las proteínas los sobrenadantes son transferidos hasta los ciegos pudiendo mejorar el valor biológico de éstas (Savón *et al.*, 2007 y Martínez, 2010).

También la presencia de flavonoides en las dietas de las aves, pudieron incrementar la digestibilidad de los nutrientes y el funcionamiento orgánico de las aves, además igual que los taninos, estos son potentes antioxidantes y pueden modificar de la síntesis de eicosanoides (con respuestas anti-prostanoide y anti-inflamatoria) (Yang *et al.*, 2000).

En este sentido, las antocianidinas detectadas, ejercen efectos positivos en estados inflamatorios relacionados con su capacidad antioxidante, estimulan el sistema inmune, incrementan la proliferación de linfocitos y la secreción de citocinas (interleucina II), (Bub *et al.*, 2003), por estas características benéficas podemos afirmar un efecto directo de los metabolitos secundarios del polvo de platas en las aves, teniendo en cuenta, que los animales y especial en las aves no los sintetizan. Este producto por su capacidad antioxidante se recomienda emplear en animales con estrés calórico y dietas con altos contenidos de ácidos grasos poli-insaturados.

Es importante señalar el incremento del peso de los ciegos+recto con la adición de 0,2 % de polvo de plantas, según Savón *et al.* (2007) los intestinos constituyen una excelente barrera inmunológica, pues la fermentación de las bacterias benéficas que producen los ácidos grasos volátiles, butírico, propionico, acético, valerico y isovalerico pudieran incrementar esta porción, además indirectamente estos AGV,

estabilizan los microorganismos patógenos. Coincidiendo con los resultados de la tabla No. 14.

En este sentido, Kubena *et al.* (2001) reportaron que el ácido graso propionico disminuye las colonias de salmonelosis, asimismo, Siza y Olmos (2011) demostraron una disminución de la hipersensibilidad intestinal con la adición de polvo de plantas. Hay que señalar que Gallardo (2011) al estudiar el incremento de peso vivo en las aves que consumieron el polvo de AO al 0.5 %, se reflejó este incremento mayoritariamente en músculo, por lo que se recomienda su utilización de este nivel en animales de ceba.

Tabla 13. PH de los diferentes componentes del tracto digestivo.

Tratamientos	pH Intestino delgado	pH Ciego	pH Buche	pH Proventrículo
1	6,9 a	6,7 a	6,7 a	5,5 a
2	6,6 b	7 b	6,6 b	5,6 b
3	6,8 c	7,3 c	7 c	5,7 c
4	6,7 d	6,8 d	6,6 b	5,5 a
5	6,8 c	7,5 e	6,5 d	5,8 d
6	6,7 d	7,3 c	6,7 a	5 e
7	6,8 c	6,3 f	6,7 a	5,5 a
ES±	0,0133	0,0432	0,0182	0,0273

En la tabla 13. El comportamiento del pH de las diferentes componentes del tracto digestivo presenta valores cercanos a la basicidad excepto el pH del proventrículo con valores cercanos a la acidez o ligeramente ácido, presentando los valores más altos en el caso del intestino delgado con 6,9 en el tratamiento 1, el resto presentó los valores más elevados en los diferentes tratamientos donde se emplearon los aditivos provenientes de las plantas medicinales.

Según Sánchez *et al.* (2004) a partir de los 7 hasta los 63 días de vida se emplean las drogas anticoccidiales en los reemplazos, además refiere que es muy difícil no percibir ooquistes en el intestino grueso si su explotación es en piso y confinando. Hay que señalar que las aves estuvieron desprovistas de estas drogas.

Gallardo (2011) al adicionar 1.5 % de polvo AO provocó una disminución de la subclase coccidiasina en el ciego de las aves. En este sentido, la menor cualificación de los ooquistes se determinó en las aves de peor comportamiento durante el experimento, esto demostró que los compuestos químicos en las plantas decrecen la presencia de estos coccidios en las aves, no obstante, quizás la carga parasitaria no había sido extendido en la cama del tratamiento con 1,5% de polvo o los animales seleccionados no presentaban este parásito. En este sentido, Martínez y Berlanga (2001) encontraron una reducción de la coccidiosis en conejos al utilizar 25 g de AO.

Además Gimeno (2004) indica que los polifenoles presentes en plantas, pueden disminuir los coccidios en los conejos y en las aves jóvenes, lo que justifica nuestros resultados.

No obstante, Montero (2011) aborda que cuando la carga de ooquistes no provoca lesiones intestinales y síntomas clínicos, estos son beneficios para la producción de anticuerpos específicos (pre-inmunidad), es por eso que muchos países eliminan los medicamentos coccidicidas.

Por las propiedades medicinales comprobadas en el AO su adición en las dietas de las aves, disminuyó la hipersensibilidad intestinal, significando mayor salud intestinal, sin embargo no se encontró una acidificación intestinal, justificado por el valor del pH (intestinos delgado y ciegos), esto pudo estar dado por la proliferación tardía de las bacterias benéficas (a partir del 11 días) que producen ácidos grasos volátiles

(AGV) y disminuyen el pH intestinal en las aves (Santomá, 2008). En el experimento los resultados obtenidos en la tabla 15, son similares a los reportados por este autor.

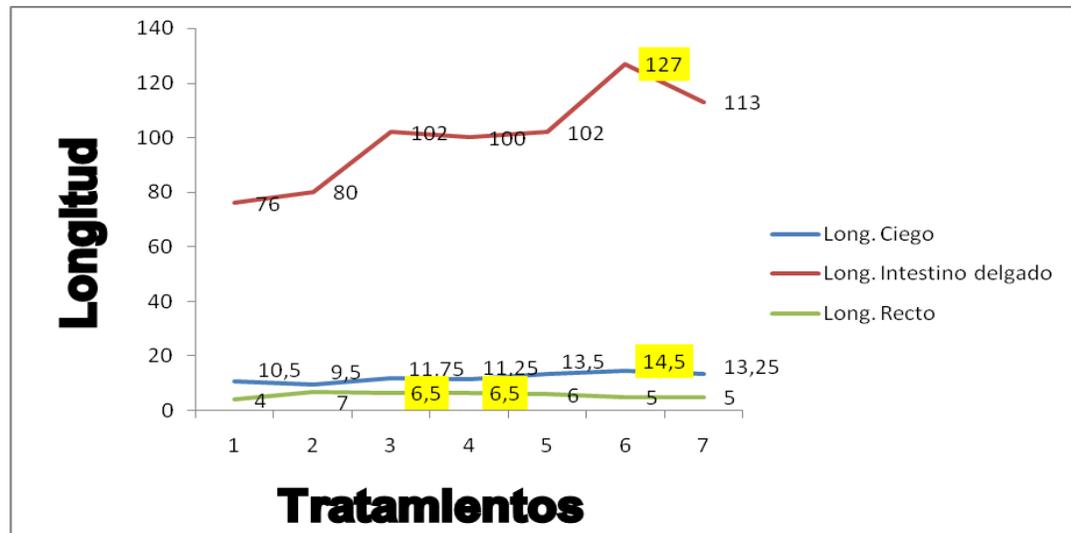


Figura 4. Longitud de las diferentes porciones del tracto gastrointestinal.

En la figura 4, la longitud del intestino delgado experimenta un incremento con el suministro de los aditivos con su mayor valor en el tratamiento número 6 con 127 cm experimentado luego un decrecimiento en el tratamiento 7; en el caso del ciego este también presenta mayor longitud en los tratamientos donde se emplearon los aditivos de plantas medicinales presentando los mayores valores en aquellos tratamientos donde se utilizaron las mezclas de las diferentes plantas destacándose el tratamiento 6 con 14,5 cm, para la longitud del recto los mayores valores se encuentran en los tratamientos 3 y 4 donde se emplearon el noni y el marañón con 6,5 cm de longitud vale destacar que se aprecia cierta estabilidad para el caso de la longitud del ciego y del recto con la aplicación de los aditivos.

La morfometría demuestra que las variaciones de los alimentos o la adición de un nuevo producto pueden modificar o variar la longitud del intestino en aves jóvenes. Además también refleja que por lo general los intestinos en ayunas están más

distendidos con mayor longitud, por lo que pudo influir en el resultado de la longitud del intestino delgado (TGI-vacío). El mayor peso del colon + recto con la adición de 0.2 % pudiera indicar mayor actividad fermentativa, no obstante el tratamiento 6 encontró mayor longitud en los ciegos.

La inclusión de fibra en las raciones de aves y cerdos generalmente produce un incremento en el consumo de alimento para mantener el consumo de energía digestible. Sin embargo, el conocido efecto de limitación en el consumo con altas concentraciones de fibra se atribuye a la voluminosidad de estas raciones y a la capacidad de retención de agua de las porciones solubles de la fibra. Esto último pudiera alterar los estímulos que regulan el consumo de alimentos. (Savón *et al.*, 2004).

Con frecuencia, la longitud de los ciegos ha sido relacionada directamente con la capacidad de digestión de la fibra. Según Eastwood (1992) el alargamiento de este órgano con el uso de fibra dietética en los piensos para pollos, es la respuesta de un ajuste fisiológico normal provocado por el aumento del tiempo de permanencia de la misma en estos órganos y de la masa microbiana y productos finales de la fermentación. Coincidiendo con los resultados del experimento.

CONCLUSIONES

Se identificaron varios grupos de metabolitos secundarios con presencia de alcaloides en todas las especies evaluadas y sus mezclas, de forma notable a cuantiosa.

No existieron diferencias en el peso y pH de las diferentes porciones del TGI, incrementándose la longitud del TGI en los tratamientos donde se combinaron las diferentes harinas influenciadas por la fracción fibrosa y la sinergia de los metabolitos secundarios.

RECOMENDACIONES

Realizar la cuantificación de los metabolitos presentes en las diferentes plantas.

Profundizar en el estudio de la acción de los metabolitos secundarios sobre la microflora intestinal.

BIBLIOGRAFIA

1. Abbas, A. K., Lichtman, A. H. & Pober, J. S. (1997). Cellular and molecular immunology. Ed Saunders press. Philadelphia, U.S.A; 340 p.
2. Abduro, Y. & H. Assefa T. (1990). Polvo AO como medio terapéutico en lechones diarreicos. Trabajo de Diploma. FMV, ISCAB.
3. ALFONSO, M., FERNÁNDEZ, L.; GONZÁLEZ, N. & AVILÉS, R. (2000). La Achira (*Canna edulis* Ker.) y su potencialidad en el control de plagas. Ponencia XII Forum de Ciencia y Técnica. INIFAT. Ciudad de La Habana, Cuba. 11 p.
4. Álvarez, A., Pérez, H., de la Cruz, T., Quincosa, J. & Sánchez, A. (2001). Fisiología animal aplicad. Facultad de Medicina Veterinaria. UNAH. La Habana, Cuba ; 280-285.
5. Apajalahti, J. & Kettunen, A. (2002). Efecto de la dieta sobre la flora microbiana. En el tracto gastrointestinal de aves. Curso de especialización FEDNA. Kantvik, Finland 1-45 p.
6. Ayala, L. (2010). Papel y uso de los aditivos en animales monogástricos. Conferencia impartida en la maestría de producción animal tropical. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
7. Bagnarello, G., Hilje, L., Bagnarello, V., Cartin, V. y Calvo, M. (2009). Actividad fagodisuasiva de las plantas *Tithonia diversifolia* y *Montanoa hibiscifolia* (asteraceae) sobre adultos del insecto plaga *Beneisia tabaei* (Homóptera: Aleyrodidae). *Revista biológica tropical*. Vol. 57 (4) 1201 – 1215.
8. Bartlett, M. (1937). Properties of sufficiency and statistical tests. *Proc R Soc A*; 160:268-282.
9. Bicalho, B., Pereira, A. S., Aquino Neto, F. R., Pinto, A. C. & Rezende, C. M. (2000). Application of high-temperature gas chromatographymass spectrometry to the investigation of glycosidically bound compounds

- related to cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). *J. Agri. Food Chemist*; 48:1167-1174.
10. Birt DF, Hendrich S, Wang W. (2001). Dietary agents in cancer prevention. Flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacol Ther*; 90:157-177.
 11. Bodas R. y López S., (2002). Modificación de la fermentación ruminal mediante extractos naturales de plantas. *Albéitar*, 51, 36-38.
 12. Brian, F. (2003). Noni, *Morinda citrifolia*. [En línea]. <http://www.750megas.com>. [Consultado en mayo de 2012].
 13. Bub, A., Watzl, B., Blockhaus, M., Briviba, K., Liegibe, I U. & Muller, H. (2003). Fruit juice consumption modulates antioxidative status, immune status and DNA damage. *J Nutr Biochem*; 14: 90-98.
 14. Calcines, D. & Ruiz, J. A. (2000). Esteroides. *Rvta. Cub de Farmacia*. 13 (3):215 – 219.
 15. Calvo M.A., Costa-Batllo P. y Marzo I., (2000). Sinergismo entre extractos naturales y ácidos orgánicos: control microbiológico y aplicaciones en nutrición animal. Cuadernos Técnicos. FEDNA. Universidad Politécnica de Madrid, 35 pp.
 16. Capote. M & Rodríguez, A. (2007). El Noni (*Morinda citrifolia* L.). Beneficios y usos. *Revista CitriFrut*, Vol. 24, No. 1.47-49
 17. Caprio y Whistler, (2001). *Trop. Sc.*, 41, 199– 202.
 18. Chavan, J.; Salumkhe, DK. (1981). Changes in tannin, free amino acids, reducing sugars, and starch during seed germination of low and high tannin cultivars of sorghum. *J food Sci.*; 46: 638-646.
 19. Clamens, C. *et al.* (2001). Exudados gomosos de plantas localizadas en Maracaibo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 103 (2):119.
 20. Comisión Técnica de Fitomed. Paraíso francés. [En línea]. http://www.sld.cu/fitomed/par%20aiso_frances.htm. [Consultado en mayo de 2012].

21. Croess, Rubelis & Villalobos, Nuris. (2008). Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del moringo (*Moringa oleifera*) como uso potencial en la alimentación animal. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Trabajo especial de grado para optar al Título de Técnico Superior Universitario en Ciencias Agropecuarias. Mención Agropecuaria. Maracaibo. [En línea]. http://www.moringa.es/pageID_7271377.html. [Consultado en mayo de 2012].
22. Cuca M., Avila E. & Pro M. (1996). Alimentación de las aves. 8va ed. Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México-Texcoco Edo. de México..
23. Debri, F. Taninos. (2001). Disponible en <http://www.botanical-online.com/>. Consulta: (Consultado en mayo de 2012).
24. DITTMAR, A. (1993). Morinda citrifolia L. Use in Indigenous Samoan Medicine, Journal of Herbs and Medicinal Plants. [En Línea]. Consultado en mayo 2012. Disponible en: <http://rsscomp.freeyellow.com/morindacitrifoliastory.htm>
25. Duke, G.E. (1997). Gastrointestinal physiology and nutrition in wild birds. Proc. Nutr. Soc. 56:1049.
26. Duncan, B. (1955). Multiple ranges and multiple F test. Biometric; 11:1-42.
27. Eastwood, M. A. (1992). The physiological effect of dietary fibre. Ann. Rev. Nutr. 12:19.
28. Ecoaldea. (2004). El Noni la Farmacia Natural de la Polinesia. Fitoterapia y natura. [En línea]. <http://www.ecoaldea.com/articulosnoni.htm>. [Consultado en mayo de 2012].
29. Elena, B. (2010). Taninos. Disponible en: <http://www.viviendosanos.com/>Consulta (Consultado en mayo de 2012).
30. Ernst, R. A.; Pran Vohra; Kratzer, F. H.; Okon Ibanga. (1994). A comparison of feeding corn, oats and barley on the growth of White

- Leghorn chickens, gastrointestinal weights of males and sexual maturity of female. *J. Applied Poultry Research*. 3(3): 253.
31. Facchini PJ (2001). Alkaloid biosynthesis in plants: Biochemistry, cell biology, molecular regulation, and metabolic engineering applications. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 52, 29-66.
32. Falasca, Silvia & Bernabé, María A. (2008). Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. *Revista Virtual de REDESMA*. p. 1. [En línea].
<http://revistavirt%20ual.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>
. [Consultado en mayo de 2012].
33. Fernández, A. & González, R. (2005). Uso de antibióticos en la avicultura. Instituto de Investigaciones Avícola, Ciudad de la Habana, Cuba; 64 p.
34. Foidl, N. *et al.* (1999). Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En: Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143, p. 341.
35. Fugliee, L. (2000). Se estudian nuevos usos del marango en Nicaragua. *EDN* 68 (Spanish) Septiembre. [En línea].
<http://www.echotech.org/network>. [Consultado en mayo de 2012].
36. Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals; *J. Appl. Bacteriol.*, 66:365.
37. Gallardo, G. (2011.) Efecto del *Anacardium occidentale* (AO) como promotor de crecimiento en las dietas de pollitas reemplazos ponedoras White Legornd L-33. Trabajo de diploma. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.
38. Garavito, U. (2008). *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. [En línea].
http://www.engormix.com/moringa_oleifera%20_alimento_ecologico_s_articulos%20_1891_AGR.htm [Consultado en mayo de 2012].

39. García F. (1997). Fundamentos de inmunobiología. 1^{ra} edición UNAM. México D.F.
40. García Roa, M. (2003). Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles. INAFOR. 37 p. [En línea]. <http://www.inafor.gob.ni/index.php/publicaciones>. [Consultado en mayo de 2012].
41. García, J.M. & Vargas, F. J. L. (2000). Compuesto AO como elemento terapéutico en el síndrome diarreico en terneros. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Univ. de Ote.
42. Garzón, G. (2008). Anthocyanins As Natural Colorants And Bioactive Compounds: A Review. *Acta Biol. Colomb*; 13: 27-36.
43. Ghosh B. (2000). Polyamines and Plant Alkaloids. *Indian Journal Exp. Biol.*,38(11): 1086-91.
44. Gimeno, E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Revista FARM* 23: 80-84.
45. Grand, N. Bensussan, B. Malissen, U., Malassise Seris, C., Briottet, C. & Vassalli, P. (1991). Two gut intraepithelial CD8+ lymphocyte populations with different T cell receptors: a role for gut epithelium in T cell differentiation. *J. Exp. Med* 173: 471-4814.
46. Hillman, K. (1999). Response of broiler chickens to cassava peel and maize offal in cashewnut meal-based diets. En: *Proc. WPSA Spring Meeting, Scarborough*. 61 p.
47. Hungate, R. E. (1984). Microbes of nutritional importance in the alimentary tract. *Proc. Nutr. Soc.*, 43: 1-11.
48. Jeurissen S, Wagenar F & Janse M. (1999). Further characterization of M cells in gut associated lymphoid tissues of the chicken. *Poult. Sci*, 78: 965:972.
49. Jonsson, E. (1985). *Lactobacillus* as probiotics to pig and calves: A microbial approach. Uppsala.

50. Kinsella JE, Frankel E, German B, Kanner J. (2003). Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technol*: 85-89.
51. Kubena, J.A., Byrd, C.R. Young, D., E Corrier, R. (2001). Effects of tannic acid on cecal volatile fatty acids and susceptibility to *Salmonella typhimurium* colonization in broiler chicks. *Poult. Sci*; 80: 1293-1297.
52. Kutchan TM (1995). Alkaloid biosynthesis: The basis for metabolic engineering of medicinal plants. *Plant Cell*, 7, 1059-1070.
53. Lezcano, P. M.; Valdivié, M.; Marrero, A. I. (1994). Utilización de la Saccharina en la alimentación de los animales monogástricos. *Memorias, II Encuentro regional de Nutrición de Monogástricos*. ICA, La Habana. p. 199.
54. López, A., Rojas, A., M. & Jiménez, M. C. (1988). Actividad biológica de extractos de plantas que crecen en Cuba. *Rvta. Cub. Farm*; 4: 259 – 268.
55. LUBECK, W; HANNES, H. (2001). *Noni el Valioso Tesoro Curativo de los Mares del Sur*. Editorial EDAF S.A. Madrid, España. 171 p.
56. Marrero, A. I. (1998). Contribución al estudio de la utilización de la fibra dietética en gallináceas. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Veterinarias. ICA. La Habana. Cuba.
57. Martínez, Y. (2010). Nutrición de las aves. Conferencias impartida en la maestría de nutrición animal. Universidad de Granma.
58. Martínez, Y. O. & Iriarte, M. C. (1998). *Tratamientos alternativos en la medicina veterinaria*. Monografía. Univ. de Sucre. Sincelevo. Colombia. 78p.
59. Martínez, Y. O. & Berlanga, J. A. (2001). Compuesto a base de *Anacardium occidentale* para la diarrea de los terneros. Comité de expertos del MINAGRI. La Habana.

60. Martínez, Y. O. (1986). Estado ácido – básico en cerdos normales de 1 a 40 días de edad. Rvta. Cub. Ciencia. Vet. 17: 53 – 58.
61. Martínez, Y. O. (1989). Prújmy u selat. Rvta. Veterinárstvi. 39:32 – 33.
62. Martínez, Y. O. (1997). Alteraciones hidroelectrolíticas y del EAB en los animales domésticos. Edic. única. Edif. univ. de Córdoba. Montema. Colombia. 109p.
63. Martínez, Y. O. (1998). Compuestos anti diarreico AO. Premio al mérito al resultado que refleja el avance científico – técnico de mayor trascendencia y originalidad. FMV. Cuba
64. Martínez, Y. O. (1991). Polvo AO contra la diarrea de los terneros. Ficha técnica para MINAGRI de las provincias orientales. Bayamo. Granma. Cuba.
65. Martínez, Y. O., Montejo, C. E., Duverger R. J. & Berlanga, A. J. (2005). Tratamiento de la diarrea de los terneros con Polvo AO. Rvta. Inf. Vet; 7-14.
66. Mateos, G., Lázaro, R., Gracia, M. I. (2002). Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves Departamento de Producción Animal Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, pp16-20.
67. Miles, R. (2002). Porqué usamos antibióticos como promotores del crecimiento en primera instancia. Feeding Times; 7: 6-11.
68. Miyazawa, T., Nakagawa, K., Kudo, M., Muraishi, K. & Someya, K. (1999). Direct Intestinal Absorption of Red Fruit Anthocyanins, Cyanidin-3-Glucoside and Cyanidin-3, 5-Diglucoside, Into Rats and Humans. J Agric Food Chem; 47:1083-1091.
69. Montero. R. (2011). Enfermedades digestivas. Conferencia impartida en el ciclo salud y producción de las aves. Universidad de Granma.
70. Morales, E., Alvarado J., Soto, D., Ávila, E. & Wagner N. (1997). Efecto de la adición de diferentes niveles de DL-metionina en dietas con sorgo

con contenido alto y bajo en taninos sobre el comportamiento productivo de gallinas de postura. Estado de México, México; 29-32.

71. Murillo, J., Jerz, G. & Winterhalter, P. (2008). Análisis preliminar de los componentes químicos activos del Marañón (*Anacardium occidentale*). El Salvador 1 p.
72. Noy, Y. & Sklan, D. (1999). Nutrición de aves en los primeros días de vida. XV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. pp.1-9.
73. Olmo, C. (2009). Inclusión de la harina deshidratada de follaje de morera (*Morus alba*) en la alimentación del pollo campero. Trabajo de maestría. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. Pág. 64.
74. Pace-Asciak C, R., Hahn S., Diamandis E. P, Soleas, G & Goldberg, D.M. (1995). The red wine phenolics trans-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation in eicosanoid synthesis: implication for protection against coronary heart disease. *Clin Chim Acta*: 235:207-219.
75. Pedraza, R. M. (2000). Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex walp y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis para optar por el grado de doctor en ciencias veterinarias. ICA Universidad Agraria de La Habana. 126. p.
76. Peris S., Asensio J.J., (2002). Additives for animal performance: organic acids plus botanicals. *Feed International*, 23, 17-19.
77. Price, M.L. (2000). The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). Technical Note. 1985 (revised 2000). [En línea]. <http://www.echotech.org/technical/technotes/moringabiomasa.pdf>. [Consultado en mayo de 2012].
78. Ramachandran, C. *et al.* (1980). Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 34 (3):276.
79. Ramos, A. (2002). El Noni (*Morinda citrifolia*). Nuevo árbol para la Agricultura Urbana. Grupo Empresarial Agropecuario. AGRIMININ. La Habana. Cuba. 8 p.

80. Reyes, E., Cortéz, A., Morales, E. Ávila, E. (2000). Adición de L-metionina con sorgo alto en taninos para los pollos de engorda. Técnica pecuaria en México, 10:23-31.
81. Reyes, N. (2006). *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. [En línea]. http://diss%20epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS_General_Discussion_Final_%20Version_%20Nov_05.pdf. [Consultado en mayo de 2012].
82. Rodríguez, M. y Figueroa, V. (1995). Evaluación de la fracción nitrogenada de diferentes alimentos fibrosos y su efecto en la digestibilidad “*in vitro*”. Rev. comp. de Prod. Porc.2: (1) 45-52.
83. Rodríguez, R. (2004). Alimentos funcionales, enriquecidos y fortalecidos. Congreso Latinoamericano de Avicultura. [En línea] mayo 2012. Disponible: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0revistas/r_14/14_07_alimentos.htmconsultado.
84. Saki, A. & Tivey, D. (2001). Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet.1. Intestinal weigh and mucosal development. Brit Poult Sci. 42:505-513.
85. Sánchez, A., López, A., Sarda, R., Trujillo, E., Pérez, M., García, M., (2004). Lamazares, M. Salud y producción avícola. La Habana Cuba. 422 p.
86. Sánchez, A.P., Viamontes, O., González. R. (1983). The results of the Haemagglutination-Inhibition Test as an Indicator of the Immunity against disease. XVI Congress of Game Biologist, Vysoke Tatry, Czechoslovakia.

87. Sang S, Cheng X, Zhu N, Wang M, Jhoo JW, Stark RE, et al. (2001a). Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *J Nat Prod.* 64 (6):799-800.
88. Sang S, He K, Liu G, Zhu N, Cheng X, Wang M, et al. (2001b). A new unusual iridoid with inhibition of activator protein-1 (AP-1) from the leaves of *Morinda citrifolia* L. *Org Lett.* 3 (9):1307-9.
89. Santomá G. (2008). Estimuladores de la inmunidad. Curso de especialización FEDNA. 1^{ra} ed. Madrid. España; 1-28.
90. Santomá, G. (1998). Estimuladores de la Inmunidad. In: XIV Curso FEDNA de Especialización. Ed. FEDNA. Madrid. 140 p.
91. Savage, D.C. (1980). Adherence of normal flora to mucosal surfaces. En *Bacterial adherence* editado por E. H. Beachey pp. 33-59. Chapman & Hael: London.
92. Savón L, Scull I, (2007). Martínez M. Integral foliage meal for poultry feeding. I Chemical composition, physical properties and phytochemical screening. *Cuban J Agri Sci*; 41:359-361.
93. Savón, L.; Scull, I. y Orta, M. (2004). Caracterización físico-química de cinco harinas de follajes tropicales para especies monogástricas. *Rev. Cub .Cienc. Agric.* 38:291.
94. Siddiqui BS, Ismail FA, Gulzar T, Begum S. (2003). Isolation and structure determination of a benzofuran and a bis-nor-isoprenoid from *Aspergillus niger* grown on the water soluble fraction of *Morinda citrifolia* Linn. leaves. *Nat Prod Res.* 17(5):355-60.
95. Siza, S. & Olmos, (2010). E. Efecto del polvo de retoños y hojas de *Anacardium occidentale* (AO) como aditivo nutracéutico en las dietas de pollitas reemplazos ponedoras White Legornd L-33. Trabajo de diploma. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. 59 p.
96. Smits, C., Salanova, M., Flores, A., (1999). Ter huerne, H. Modulación a través de la dieta del confort intestinal de los pollitos. In: XV Curso FEDNA de especialización. Ed. FEDNA. pp. 156- 181.

97. SOLOMON, N. (1997). El teléfono del Noni. [En línea]. Consultado en mayo 2012. Disponible en: <http://www.java.nony.com/-19k>
98. Sotelo A, M. Soto y B. Lucas. (1996). Comparative studies of the alkaloids composition of two Mexican Erythrina species and nutritive value of the detoxified seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 41: 2340-2343.
99. Stahl W, Ale-Agha N & Polidori MC. (2002). Non-antioxidant properties of carotenoids. *Biol Chem*; 383:553-558.
100. STRANSBURGER, E.; NOLL, F.; SCHENK, H. & SCHIMPER, A.F.W. (1994). *Tratado de Botánica*. Marín. Barcelona, España. 520 p.
101. Troup, R.S. (1921). *The silviculture of Indian trees*. 3 vol. Clarendon Press. Oxford, UK. 1195 p.
102. Tuñón, J., Martínez-Flórez, J., González-Gallego, J. & Culebra, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Universidad de León, España. 271-274
103. VALDÉS, R. & BALBÍN, MARÍA IRENE. (2000). *Curso de fisiología y bioquímica vegetal*. UNACH, La Habana. 89 p.
104. Valdivié, M. (2007). *Nutrición y Alimentación de Aves*. Curso impartido en la Maestría de Producción Animal para la Zona Tropical. Mención Monogástricos. ICA, La Habana, Cuba.
105. Wagner, G, J. (1982). Cellular and Subcellular Location in Plant Metabolism. In: Creazy L, Hrazdina G. (ed) *Recent advances in Phytochemistry*. New York, Plenum Press: 1-45.
106. Wink M. (1999). *Biochemistry of Plant Secondary Metabolism*; Annual Plant Reviews, volumen 2. ed. Sheffield academic Press.
107. Wong, D. (1995). *Química de los Alimentos: Mecanismos y Teoría*. Ed. Acribia, S. A. España. 476 p.
108. Yang K, Lamprecht SA, Liu Y. (2000). Chemo prevention studies of the flavonoids quercetin and rutin in normal and azoxymethane-treated mouse colon. *Carcinogenesis*. 21:1655-1660.

ANEXOS



Deshidratación de las hojas y retoños del AO, MC Y MO.



Molinaje de las hojas y retoños del AO, MC Y MO



Molinaje de las hojas y retoños del AO, MC Y MO



Muestras de los extractos alcohólicos de AC, MC, MO y la mezcla de ellos.



Muestras de los extractos alcohólicos de AC, MC, MO y la mezcla de ellos.



Tamizaje fitoquímico.



Tamizaje fitoquímico.



Adición del polvo en el pienso



Tratamientos.





Pesaje de las pollonas.



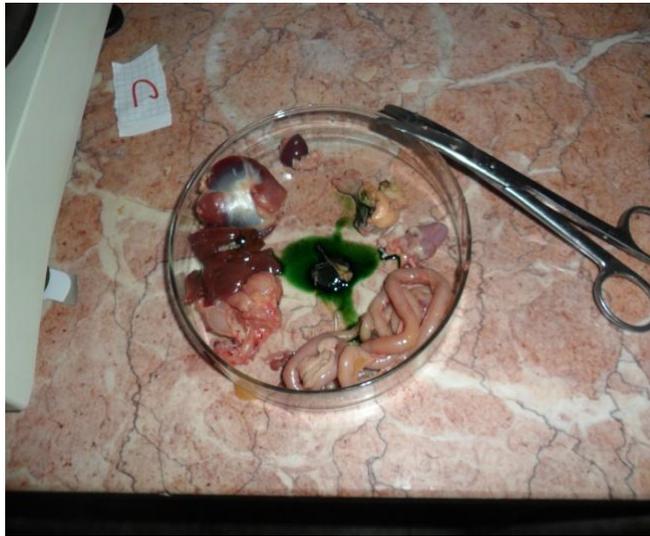
Sacrificio de las pollonas



Sacrificio de las pollonas



Extracción individual de los órganos



Extracción individual de los órganos



Ciego y otros órganos.