

APROVECHAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL ALMENDRO DE LA INDIA (*Terminalia catappa* L.) COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF THE INDIAN ALMOND (*Terminalia catappa* L.) AS A SUPPLEMENT IN ANIMAL FEEDING

Guillermo Arrázola P,* Ph.D, Helmooth Buelvas D, Ing, Yenis Arrieta D, Ing.

Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería de Alimentos. Montería, Colombia. *Correspondencia: guillermo.arrazola@ua.es

Recibido: Noviembre 12 de 2007; Aceptado: Marzo 13 de 2008

RESUMEN

Objetivo. Evaluar nutricionalmente la semilla del almendro de la india (*Terminalia catappa*) para tres estados de madurez: E1 verde; E2 intermedio y E3 maduro, como una alternativa de suplemento en la alimentación animal. **Materiales y métodos.** Se determinaron las características fisicoquímicas de la pulpa de los frutos y se les extrajo la semilla a la cual se les realizó el análisis bromatológico mediante los métodos oficiales de análisis químico AOAC. A la grasa extraída de la semilla se le realizó un perfil de composición de ácidos grasos por medio de la técnica de cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas. **Resultados.** Para la semilla se obtuvo en promedio: grasa 54%, proteína 24%, ceniza 4%, fibra 12% y humedad 45%. Los datos se procesaron utilizando un análisis de varianza (ANOVA). Los estados de madurez, presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) de composición para la semilla; mientras que para las variables fisicoquímicas de la pulpa, pH, acidez y grados Brix, arrojaron resultados no significativos. El perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla para E1, E2 y E3, mostraron similitud en ciertos componentes. **Conclusión.** Teniendo en cuenta la composición nutricional de la semilla de almendro (*Terminalia catappa*) y su elevado valor en proteína (24%), grasa (54%), fibra (12%), es posible su aprovechamiento para la industrialización e inclusión en concentrados para la alimentación animal.

Palabras clave: *Terminalia catappa*, alimentación animal, ácidos grasos.

ABSTRACT

Objective. to evaluate the nutritional uses of Indian almond seed *Terminalia catappa* for three states of ripeness (green E1, intermediate E2 and E3 ripe) as a supplement alternative in animal feeding. **Materials and methods.** Physicochemical characteristics of fruit pulp were measured and the seed was extracted and subjected to compositional analysis according to the Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 1980). A fatty acid profile was performed on the extracted fat using gas chromatography with mass spectrometry. **Results.** The Seeds contained: fat 54%, protein 24%, ash 4%, fiber 12% and moisture 45%. Data were analyzed by one-way ANOVA. The state of ripeness presented statistical differences ($p < 0,05$) in composition of the seed. While for the physicochemical variables of pulp, pH, acidity and Brix grades, results were not significant. The fatty acid profile of seed oil for E1, E2 and E3 showed similarity in certain components. **Conclusions.** Due to their nutritional composition and their high values for protein (24%), fat (54%) and fiber (12%), the Indian almond (*Terminalia catappa*) and their high value in protein (24%), fat (54%), fiber (12%), it is possible their use may be used for industrialization and the creation of concentrate for animal feeding.

Key words: *Terminalia catappa*, animal feeding, fatty acids.

INTRODUCCIÓN

El trópico aun con áreas de gran potencial para la obtención de forraje y por lo tanto para la producción animal ve limitada su productividad debido a la estacionalidad en la producción de forrajes y el uso de sistemas de ganadería extensiva. La ganadería del trópico del ganado bovino y ovino, produce carne y leche en pastoreo estacional. Sin embargo, los meses de sequía son críticos por la escasa práctica de almacenamiento de forraje ensilado o henificado, presentándose en los animales deficiencias nutritivas graves durante esta época. En los ovinos como en otras especies los requerimientos de nutrientes son diferentes dependiendo de factores como raza, edad, peso, sexo y estado fisiológico, entre otros.

En ovinos de engorde las diferencias en requerimientos dependen básicamente de la edad y peso de los animales. Animales en crecimiento requieren dietas más altas en proteína (15 – 16% P.C), mientras que los animales en finalización requieren dietas altas en energía y bajas en proteína (12–13% P.C), los requerimientos de minerales son menos variables y se mantienen constantes en las dos etapas.

Los requerimientos de agua son de 8 a 10% del peso vivo y varía de acuerdo al tipo de alimentos y temperatura ambiental. Son diversos los insumos que se pueden utilizar para cubrir los requerimientos nutricionales en los ovinos, ya que por ser rumiantes pueden utilizar productos y subproductos que otros animales no rumiantes, no pueden utilizar. Los granos energéticos más usados son maíz, sorgo, las fuentes de proteína son; soya, alfalfa, canola, en algunos casos se utiliza en baja proporción pollinaza y urea, ya que otra de las ventajas de los rumiantes es utilizar el nitrógeno para posteriormente generar una buena fuente de proteína de origen microbiano que se sintetiza en el rumen y se absorbe en el intestino delgado (1).

Los subproductos agroindustriales son muy utilizados por ejemplo; la melaza, bagazo de caña, de yuca libre de compuestos cianógenos. El aporte de vitaminas y minerales se efectúa mediante premezclas comerciales elaboradas para este fin. En el caso de forrajes, lo común es el uso de gramíneas en pastoreo rotacional (1). En

Colombia es frecuente observar especies nativas de árboles que permanecen con follaje y frutos durante la época seca que pueden utilizarse para la alimentación animal en este periodo. Entre aquellos esta el almendro de la India (*Terminalia catappa*) árbol de 27 a 28 metros de altura con múltiples usos, entre otros el uso del fruto (semilla) como complemento proteínico y energético.

El objetivo de este estudio fue determinar el valor nutricional de la semilla del almendro de la india (*Terminalia catappa*) como una alternativa en la alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio y de análisis. Los análisis físico - químicos y bromatológicos del almendro de la india (*Terminalia catappa*) se realizaron en el laboratorio de análisis de la Universidad de Córdoba, sede Berástegui. Los análisis cromatográficos se realizaron en el laboratorio de análisis instrumental de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Se realizaron tres repeticiones de cada una de las variables a analizar en cada muestra. Se tomó como materia prima la semilla del fruto de la almendra (*Terminalia catappa L.*) procedente de cultivos que se encuentran en forma silvestre en el municipio de Montería teniendo en cuenta que estuvieran libre de daños externos y en óptimo estado de madurez.

Recolección y agrupación. Los frutos de almendro de la india (*Terminalia catappa*) fueron recolectados al azar en árboles existentes en diferentes zonas Montería. Las muestras se tomaron en una población de 10 árboles por cada estado de madurez (E1, E2, E3), de las cuales se recolectaron 3 muestras por árbol. De acuerdo con la clasificación en sus diferentes estados de madurez se procedió a realizar los análisis requeridos.

Pelado del fruto. Para esta operación se utilizó un cuchillo de acero inoxidable para separar la corteza del fruto.

Extracción del jugo. El jugo del almendro

se extrajo por medio de un exprimidor manual de cítricos, luego se envasó en viales especiales.

Extracción de la semilla. Se utilizó un martillo manipulado adecuadamente para extraer la semilla sin causarle ningún daño mecánico.

Análisis proximal de la semilla. El análisis bromatológico (humedad, cenizas, proteína grasa y fibra) se les realizó por estados de madurez mediante los métodos oficiales de análisis químico AOAC (3).

Caracterización fisicoquímica del jugo. Al jugo obtenido de la pulpa del fruto se le realizaron las siguientes determinaciones:

pH. Según método 981.12/90 de la AOAC (3), adaptado con un potenciómetro (Hitachi Mod. 32FH-2004).

Acidez. Según método 942.15/90 de la AOAC (3), el resultado se expresó como porcentaje de ácido cítrico.

Sólidos solubles totales (°Brix). Se calculo según el método 932.12/90 de la AOAC (3) adaptado. Con corrección de temperaturas y corrección por acidez (NTC 4086, 1996).

Índice de madurez. Para cada fruto se calculó el índice de madurez de sólidos solubles y la acidez total.

Determinación de ácidos grasos según método de cromatografía de gases. Extracción de grasa cruda o extracto etéreo. Según método 920.39/90 de la A.O.A.C(3) adaptado. Para la determinación de los ácidos grasos se tomaron muestras por triplicado del aceite extraído (Frutos en estado E1, E2, E3); estas se diluyeron en diclorometano (100 mg de aceite/ml de solvente) y posteriormente fueron inyectadas (*Agilent 7683 injector*) a un cromatógrafo de gases (*Agilent Technologies 6890N N*) acoplado a un espectrómetro de masas (*Agilent 5973 Network*) (4).

Las condiciones experimentales fueron las siguientes:

Columna: cianopropil metil silicona de 30

metros y 0.25 mm di x 0.25 µm de grosor de fase estacionaria. Quadrex. Detector: FID a 300°C. Rango=0 y atenuación = 4 Inyectores en modo split con una división 1/30. Volumen de muestra inyectado: 1 µL. Tiempo de cromatograma: 60 minutos. Gas portador: Helio, flujo 2 mL/min Aire: 300 mL/min Make up: (Nitrógeno) 30 mL/min Hidrógeno: 30 mL/min Modo de elusión: Gradiente de Temperatura (Tabla 1).

Análisis de los resultados. Se realizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones de tratamientos por triplicado, bajo una estructura de tratamiento simple.

Tabla 1. Gradientes de temperatura utilizados para la separación de los ácidos grasos en el aceite de almendra.

Vel. (°C /min.)	Temp. ISO °C	T. (min.)
	110	2
10	180	2
20	220	5
10	110	5

Las variables independientes fueron dadas por los estados de madurez utilizados E1, E2, E3 y las variables dependientes las constituyeron los porcentajes de humedad, cenizas, grasa, proteína y fibra al igual que para los fisicoquímicos efectuados en la pulpa como son, pH, acidez, grados Brix, índice de madurez. Para cada variable se llevó a cabo un análisis de varianza y se utilizó la prueba de Duncan para determinar diferencias significativas. También se realizó la prueba de validación (normalidad y homogeneidad de varianzas) respectiva del modelo utilizado.

RESULTADOS

La composición bromatológica promedio de la semilla del almendro de la India (*Terminalia catappa*) para diferentes estados de madurez E1, E2, E3 obtenidas de los análisis bromatológicos se detallan en la tabla 2.

Los análisis fisicoquímicos (acidez, pH, °Brix) de la pulpa cuyo componente mayoritario es agua, presentó un porcentaje de acidez bajo

Tabla 2. Valores promedios en la composición de la semilla de *Terminalia catappa*, (g/100 g de muestra).

COMPOSICIÓN	E1	E2	E3
Humedad	46.22	38.20	32.71
Cenizas	4.80	7.08	8.65
Grasa	41.43	53.99	51.28
Proteína	24.35	23.85	22.02
Fibra	9.36	14.10	15.41

Fuente: datos del análisis estadístico realizado por los autores, los resultados se expresan en g / 100g de muestra. E1: estado verde, E2: estado intermedio, E3: estado maduro.

al igual que su porcentaje de sólidos totales.

Para el análisis de la pulpa, además de la humedad se tuvo en cuenta las características fisicoquímicas analizando solamente los estados de madurez E2 y E3 debido a que en el estado E1 se encontraba solamente la semilla en la etapa inicial de formación y la pulpa no estaba aun disponible para la extracción del jugo. La acidez, Brix, pH e índice de madurez fue respectivamente de 0.31, 8.26, 3.93, 27.26 para el estado E2 y para el estado E3 de 0.12, 10.86, 4.42 y 85.09 (Tabla 3).

Tabla 3. Valores promedios de las características fisicoquímicas de la pulpa.

Composición	E2	E3
Humedad de la pulpa (g/100g muestra)	90.61	88.21
Acidez % Acido cítrico	0.31	0.12
Sólidos (°Brix)	8.26	10.86
pH	3.93	4.42
I.M	27.62	85.09

El perfil de ácidos grasos evidenció la presencia de compuestos de cadena larga en su gran mayoría como constituyentes del aceite de la semilla de almendro para los 3 estados estudiados, dentro de los cuales no se logró identificar ninguno asociado a uso frecuente en la industria alimentaria. Como hecho para resaltar se notó un solo constituyente en común derivado del análisis

cromatográfico para los tres estados estudiados que fue el 28,33-Dinorgorgost-5-en-24-one, 3-hydroxy-, (3á) que como se puede ver, es un compuesto de cadena larga de 28 carbonos con 4 ciclos en su estructura, el cual muestra una mayor probabilidad de presencia para el estado E2.

En el cromatograma representado en la figura 1 para el estado E1 se identificaron 10 componentes, siendo los de mayor probabilidad de presencia Beryllium, æ4-oxohexakis[æ-(propanoato-O:O')]tetra- con 87,9% (pico 7) seguido por el 2,4-Heptadien-6-yn-1-ol, (E,E)- con 52,9 %, (pico 2) y por último el 28,33-Dinorgorgost-5-en-24-one, 3-hydroxy-, (3á)- con 51,1% (pico 8).

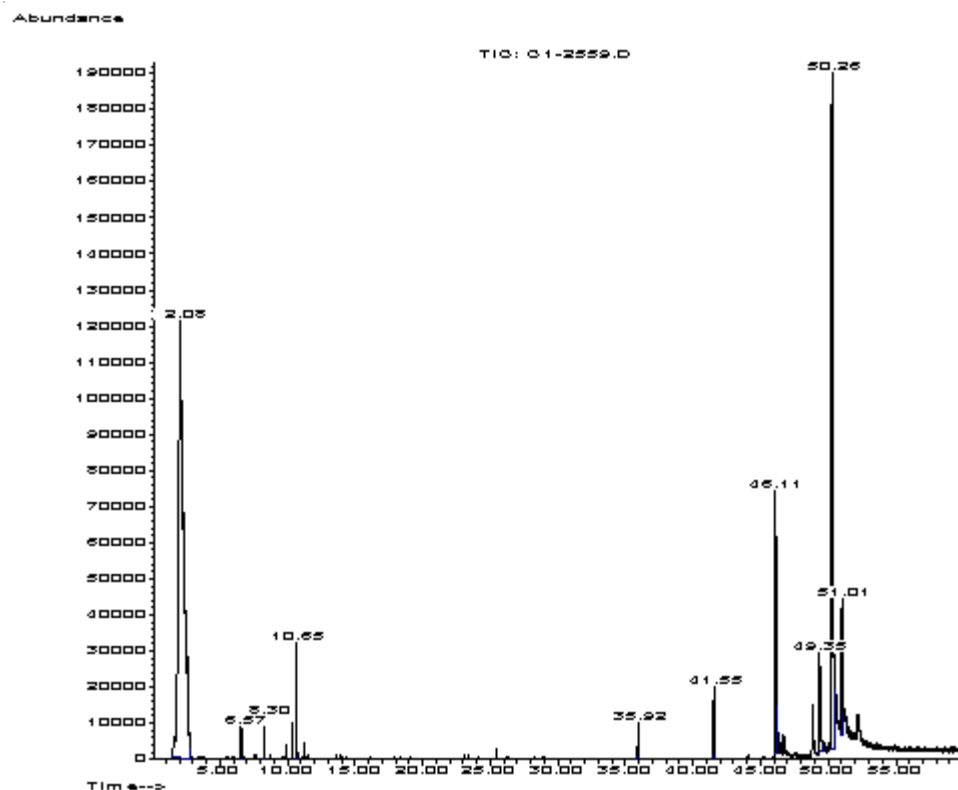


Figura 1. Cromatógrama de aceite de semilla (E1).

Para el estado E2 figura 2, el perfil cromatográfico mostró 15 compuestos (Tabla 4), encontrándose con una mayor probabilidad de presencia el 28,33-Dinorgorgost-5-en-24-one, 3-hydroxy-, (3á)- con 63,6% (pico 12) y el resto de los componentes presentan una probabilidad baja menor del 40% .

El perfil cromatográfico para el estado E3 en la figura 3, muestra tres componentes cuya probabilidad de presencia es aceptable, los cuales son: el n-Hexadecanoic acid con el 51% (pico 5), el 28,33-Dinorgorgost-5-en-24-one, 3-hydroxy-, (3á)- con 51,4% (pico

9), el Cholest-5-en-3-ol, 4,4-dimethyl-, (3á)- con el 60% (pico 12) y el 1H-Indole-2,3-dione,1-(tert-butyldimethylsilyl)-5-hexyl-, 3-[O-(tert-butyldimethylsilyl)oxime] con el 63% (pico 7) siendo el de mayor porcentaje. Estos ácidos grasos son fuente de energía y no presentan peligro alguno como ingrediente calórico en mezclas o concentrados para animales (7).

Los niveles de toxicidad de estos ácidos grasos son nulos y como compuestos le ayudan a dar sabor y aroma a las mezclas alimenticias (8,9).

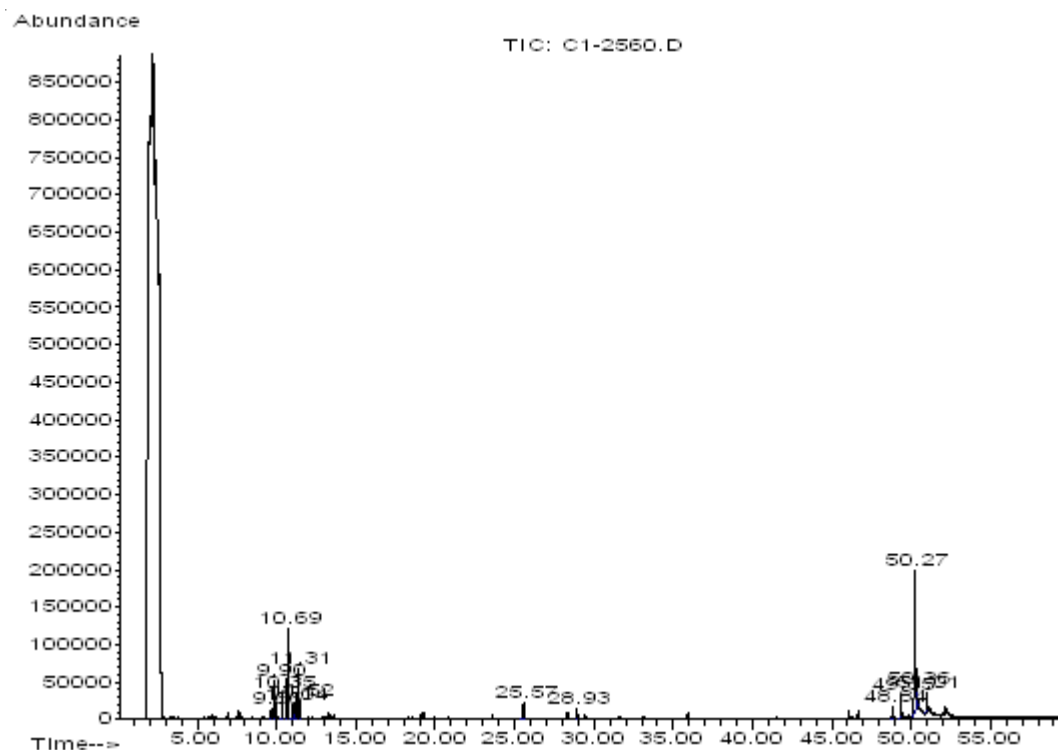


Figura 2. Cromatograma aceite de semilla (E2).

Tabla 4. Identificación de ácidos grasos en el aceite de la semilla (E2).

N.P.	Identificación	P.	T. R.	A.P.	A. C.	P.T.
1	1-(tert-Butyldimethylsilyl)imidazole	11,1%	9.65	13660	442504	2.0%
2	13-Oxabicyclo[10.1.0]tridecane	21,4%	9.90	49477	908308	4.2%
3	Bicyclo[3.3.1]nonane-2,6-dione	15,7%	10.34	35160	821847	3.7%
4	6-Methyl-bicyclo[4.2.0]octan-7-one	11,0%	10.69	117701	2364881	10.9%
5	2-Oxecanone, 10-methyl-, (+-)-	8,3%	11.04	18329	392651	1.81%
6	Cyclohexanone, 2-(hydroxymethyl)-	13,9%	11.13	20582	463848	2.1%
7	13-Octadecenal, (Z)-	7,5%	11.30	65584	1329603	6.1%
8	13-Oxabicyclo[10.1.0]tridecane	17,3%	11.52	23011	408282	1.8%
9	n-Hexadecanoic acid	36,6%	25.57	20499	1102817	5.0%
10	2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-tridecyl-	36,6%	28.92	10669	310939	1.4%
11	Campesterol	16,4%	48.83	16161	862001	3.9%
12	28,33-Dinorgorgost-5-en-24-one, 3-hydroxy-, (3á)-	63,6%	49.35	30677	1394229	6.4%
13	á-Sitosterol	22,5%	50.27	186816	9203323	42.4%
14	Cholest-5-en-3-ol, 4,4-dimethyl-, (3á)-	11,9%	50.36	23386	644845	2.9%
15	Cholest-5-en-3-ol, 4,4-dimethyl-, (3á)-	39,4%	51.05	24823	1022085	4.7%

N.P.= Numero de pico, P = Probabilidad, T.R= Tiempo ret, A.P.= Altura del pico, A.C. = Área corr. P.T. = Porcentaje total

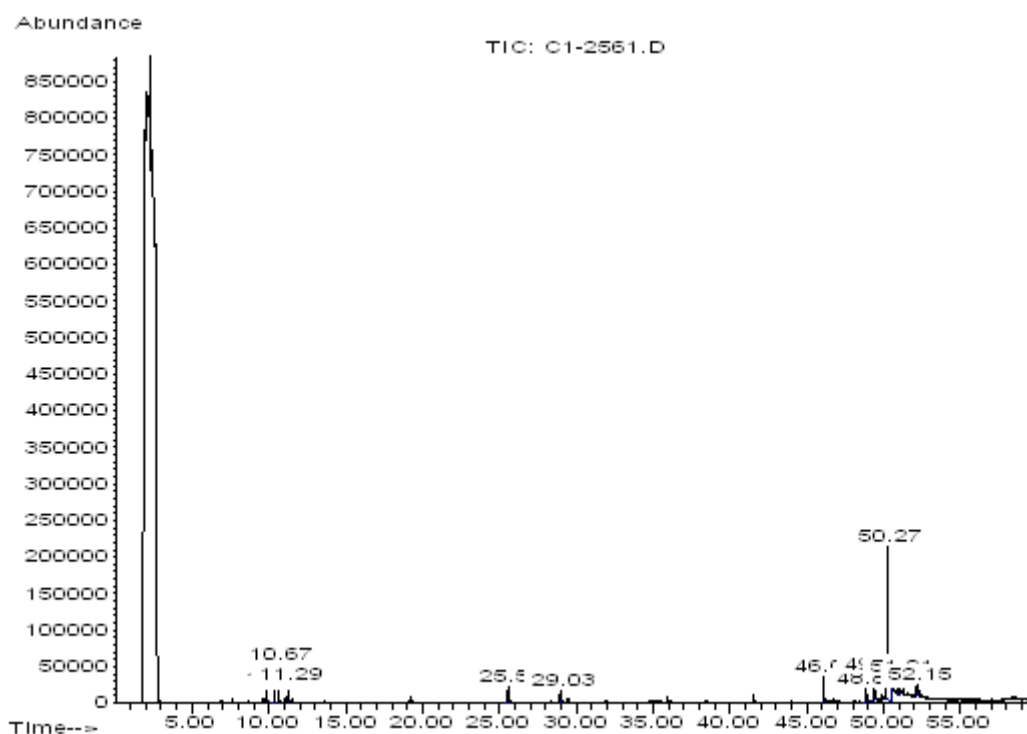


Figura 3. Cromatograma de aceite de semilla (E3).

DISCUSIÓN

Se pudo apreciar que la composición nutricional de la semilla de la almendra (*Terminalia catappa*) reportados en otros estudios (5, 6, 10-12), es similar a los resultados obtenidos. En cuanto a la composición de las variedades más comercializadas como la *Prunus* (10), se notaron similitudes en cuanto a los contenidos de proteína, grasa y fibra con respecto a la *Terminalia catappa*, presente en la zona de estudio evidenciando, con esto la potencialidad de un posible aprovechamiento del almendro de la India para la ingesta de animales de especies menores, específicamente para ovinos y caprinos.

Las medias obtenidas para los diferentes estados de madurez denotan cambios significativos de composición a medida que el fruto llega a la etapa de senescencia. En el caso de la humedad en el estado verde

(E1) la semilla del fruto se encontraba en formación, su contenido de humedad fue de tres cuartas partes del contenido de sólidos, grasa y proteína, dichos valores se asociaron con las tablas de composición proporcionadas por la FAO, para el almendro de la India (*Terminalia catappa*) en el cual la cantidad de grasa cruda estaba en mayor proporción que la proteína cruda, cenizas y fibra bruta, con un porcentaje promedio del 52% en base a la materia seca observándose la importancia de la misma en la composición de la semilla.

Al realizar el análisis de varianza y prueba de comparación de medias se obtuvo un coeficiente de determinación aceptable para cada una de las variables con valores de r^2 desde 83% para fibra hasta 98% para humedad. Existen diferencias altamente significativas entre los tres estados estudiados ($p \leq 0,05$), relacionados con la

composición (humedad, cenizas, grasa, proteínas, fibra) evidenciándose esto en las pruebas de Duncan, donde se verificó dichas diferencias entre los estados de madurez para cada una de las variables analizadas. Similarmente ocurrió para los índices de madurez de los tratamientos, además de esto al realizar las pruebas de validación de normalidad y homogeneidad de varianzas (F-max) se determinó que estos se cumplían, lo que valida los resultados de los análisis.

En el estado E1 se encontró el mayor promedio en cuanto a su contenido de agua, lo cual es razonable debido a que la semilla estaba en formación. La grasa, representó una elevada fracción en el contenido total para los tres estados de madurez. Se encontró en mayor proporción para el estado E2.

Con relación a la proteína se observó que el mayor contenido se obtuvo en el estado E1, pero no presentó diferencias estadísticas con respecto al estado E2, disminuyendo para el estado E3, en la que se pudo observar que el contenido proteico de la semilla de almendro de la India no depende del estado de madurez para los estados E1 y E2 desde el punto de vista estadístico, aunque pueda existir diferencias de su composición en los diferentes estados de madurez.

Similar comportamiento se observó en el contenido de fibra para los estados E1 y E2, en los cuales no se presentaron diferencias estadísticas, pero denotó un aumento para

el estado de madurez E3, lo que significa que el contenido de fibra es independiente del estado de madurez en los estados E1 y E2 aumentando a medida que el fruto alcanza su pico de madurez.

La ceniza es el elemento en menos proporción encontrado en la semilla de almendro y tuvo un comportamiento ascendente a medida que aumentó el índice de madurez, razón por la cual se explicaría que en el estado E3 se encontró la mayor cantidad de cenizas, lo que representó un menor contenido de humedad con respecto al peso total del fruto.

Para el estudio de los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos (acidez, pH, °Brix,) se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, la cual arrojó para cada una de las variables fisicoquímicas analizadas, resultados no significativos. No existe diferencia entre los estados E2 y E3 ($p \leq 0,05$) en las propiedades fisicoquímicas de la pulpa del almendro de la India (*Terminalia catappa*).

En cuanto a la variable índice de madurez de los estados E2 y E3 existe diferencia significativa entre los estados elegidos ($p \leq 0,05$). Ahora para los frutos secos como las almendras, las nueces, las avellanas, aun cuando son deficientes en algunos aminoácidos esenciales, son considerados como una alternativa económica de proteínas, que al ser mezclados adecuadamente con dos o más tipos de proteína vegetal en el mismo alimento



Figura 4. Estados de madurez del almendro de la India seleccionados.

compensan estas deficiencias, para ser aprovechadas para la alimentación animal (5).

Los resultados de esta investigación mostraron que los niveles de proteína cruda de esta semilla están por encima del contenido proteico reportado para cereales como el arroz, avena, cebada y maíz (8.1; 14.7; 11.3 y 9.0 g/100 g respectivamente), son semejantes a alimentos de origen animal como la carne de pollo y de cerdo (14.0 y 16.5 g/100 g respectivamente) y con los frutos secos avellanas y nueces (12.5 y 14.0 g/100 g respectivamente) (6). El contenido de grasa presente en esta semilla, la sitúa dentro del grupo de alimentos que aportan cantidades significativas de grasas, razón por la cual podría ser considerada como una fuente importante de calorías en la nutrición de especies menores especialmente para caprinos. Los valores de grasa encontrados en la semilla del almendro, son muy parecidos a lo reportados en la tabla de composición de alimentos, para los frutos secos de almendra y avellana (54.1; 58.0 g/100 g respectivamente) (7), cuyos beneficios han sido ampliamente estudiados, así como lo reportado en el almendrón, con valores que oscilan entre 52.95 y 57.96 g/100 g y con otros frutos secos como maní y nueces cuyos valores son 49.20; 61.90 g/100 g respectivamente (6).

Los frutos secos como almendras, avellanas, maní y nueces. Poseen niveles de fibra que oscilan entre 4.8 y 15.5 g/100 g, cifras que corresponden a los encontrados en esta investigación (8). Los estudios realizados por otros autores para la composición del aceite de semillas oleaginosas como el aceite de soya, aceite de almendras y aceite de la semilla de Moringa no reportan similitudes en sus perfiles cromatográficos de componentes de ácidos grasos acordes a los resultados obtenidos para *Terminalia catappa*, pero se debe tener en cuenta la presencia de otros compuestos como el 1-(tert-Butyldimethylsilyl)imidazole de importancia farmacológica y para ello se debe hacer una derivatización específica para estos compuestos que están en baja probabilidad de presencia (9, 10).

Dentro de estos posibles componentes

también se encontrará el ácido palmítico que presenta una probabilidad aceptable de presencia para el estado E3, el cual puede ser tenido en cuenta como una fuente de obtención de este ácido graso que aunque para términos de la industria alimentaria no es recomendado por ser el ácido graso menos saludable, pues es el que más aumenta los niveles de colesterol en la sangre, por lo que es el más aterogénico, no así para la dieta animal. Es el principal ácido graso saturado de la dieta, constituyendo aproximadamente un 60% de los mismos. Es el más abundante en las carnes y grasas lácteas (mantequilla, queso y nata) y en los aceites vegetales como el aceite de coco y el aceite de palma. Oliveira et al (12), reporta para la (*Terminalia catappa*) niveles de proteína de 294 g/kg en base seca, carbohidratos en el orden de 99 g/kg en base seca, valores altos con respecto a otros vegetales analizados como *Pachira aquatica*, *Sterculia striata* St, también con posibilidad de usos para nutrición animal.

En lo que respecta a los demás ácidos grasos reportados en este estudio, la gran mayoría son poco comunes por lo cual su identificación y aprovechamiento no reportan datos conocidos. Esto evidencia la necesidad de un estudio más específico para dichos componentes y su posible uso en general. Ahora dada la composición bromatológica el almendro de la India (*Terminalia catappa*) debe ser tomada en cuenta para un posible aprovechamiento en la alimentación animal e industrial.

El estado de madurez influye significativamente en la composición de la semilla del fruto de almendro de la India (*Terminalia catappa*) y existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la composición para los tres estados estudiados.

El estado de madurez E2 presentó mayor valor nutritivo en cuanto a composición de grasa y en cuanto a cantidad de proteína, presenta una igualdad estadística en el contenido de dicho nutriente con el estado E1.

Para los tres estados, la composición del aceite fue similar en algunos componentes, lo cual es admisible, ya que perteneciendo a

la misma semilla deben encontrarse compuestos comunes para los tres estados de madurez, lo cual evidencia que el estado de madurez de la semilla no influye en la composición del aceite en gran medida.

En conclusión los resultados obtenidos mostraron que la *Terminalia catappa* es una

almendra de alto valor proteico y lipídico que puede ser utilizada en la alimentación animal por su alta capacidad de adaptación a diversidad de condiciones agroecológicas. En calidad nutricional la semilla de la *Terminalia catappa* presentó una alta concentración de proteína y grasa, con lo cual podría ser otra alternativa para su aprovechamiento agroindustrial.

REFERENCIAS

- 1 Camacho Ronquillo JC. Manual Engorda de ovinos en sistema semiestabulado. México: Trillas. 2005.
- 2 Rojas J, De Chávez M, Fernández R. Capacidad comparativa de digestión entre ovinos y caprinos. *Zootecnia Trop.* 1984; (2): 20-29.
- 3 Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 11ª ed. Washington: AOAC; 1970.
- 4 Hart F L, Johnstone Fisher H. Análisis Moderno de los Alimentos. Zaragoza: Acribia; 1984.
- 5 Albornoz A. Medicina tradicional herbaria. Instituto fármaco terapéutico latino, Caracas, 1997.
- 6 Nagappa A, Thakurdesai P, Venkat R, Singh J. Antidiabetic activity of *Terminalia catappa* Linn fruits. *J Ethnopharmacol* 2003; (1): 45-50.
- 7 Senser F, Heimo S. Tabla de Composición de Alimentos. España: Acribia; 1991.
- 8 Madrid A. Producción, análisis y control de calidad de Aceites y Grasas Comestibles. Madrid: AMV ediciones; 1988.
- 9 Vlahov G. NMR Characterization of Triacylglycerols of *Moringa oleifera* Seed Oil: "Oleic-Vaccenic Acid". *J Agric Food Chem* 2002; (50): 970-975.
- 10 Martín Carratala M.L. Comparative Study on the Triglyceride Composition of Almond Kernel Oil. A New Basic for Cultivar Chemometric Characterization. *J Agric Food Chem* 1999; (47): 3688-3692.
- 11 Pamplona J. Almendras. Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo. Tratado de bromatología y dietoterapia. Tomo II. España: Editorial Safeliz; 1999.
- 12 Oliveira J, Vasconcelos I, Bezerra L, Silveira S, Monteiro A, Moreira R. Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striatas* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. *J Agric Food Chem* 2000; (70): 185-191.