

GRASA CORPORAL DE PATOS MUSCOVY *CAIRINA MOSCHATA* Y PEKÍN *ANAS PLATYRHYNCHOS* COMO FUENTE DE BIODIESEL

CORPORAL FAT OF MUSCOVY *CAIRINA MOSCHATA* AND PEKIN DUCKS *ANAS PLATYRHYNCHOS* LIKE OF BIODIESEL SOURCE

LÓPEZ, A. MARTHA LUCIA¹ Zoot, ORTIZ, G. SANIN^{1*} Dr, MIER, B. CARMEN
ELENA¹ MSc.

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. AA 237.
Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

* Correspondencia: sortizg@palmira.unal.edu.co

Recibido: 08-02-2013; Aceptado: 14-03-2013.

Resumen

El objetivo fue evaluar la composición química de la grasa corporal de patos Muscovy *Cairina moschata* y Pekín *Anas platyrhynchos* y analizar su idoneidad como fuente de biodiesel. Se emplearon 16 patos Muscovy y 16 patos Pekín de un día de nacidos para un total de 32 aves, 8 hembras y 8 machos para cada especie, criados bajo condiciones intensivas. Se sacrificaron 2 machos y 2 hembras por cada especie a las 2, 12, 17 y 23 semanas de vida. El rendimiento de grasa corporal cruda mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) con 16 y 40% para Muscovy y Pekín respectivamente. El aceite refinado mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) con 8 y 18% para Muscovy y Pekín respectivamente. La composición del aceite entre las dos especies no presentó diferencias en dos edades extremas (7 y 23 semanas de vida). Los Índices de Yodo (IY), Saponificación (IS), Refracción (IR) y Acidez (IA) revelaron que la grasa pato es un aceite no secante, estable, típico de una grasa con cadenas carbonadas largas e insaturada con baja hidrólisis del triglicérido; con temperatura de fusión entre 28-32 °C; el valor de peso específico para ambas especies estuvo entre 0.900 – 0.920 y la concentración de colesterol total fue directamente proporcional a la presencia de ácidos grasos saturados. Los ácidos grasos poliinsaturados oscilaron entre el 69 y 75% para Muscovy y Pekín respectivamente, y ello supone idoneidad para el proceso transesterificación con alcohol mono hídrico hasta biodiesel.

Palabras clave: calidad de grasa, Índice de yodo, saponificación, acidez, colesterol, aceite, trans-esterificación.

Abstract

The chemical composition in corporal fat of Muscovy *Cairina moschata* and Pekin *Anas platyrhynchos* ducks was evaluated and analyzed their suitability like biodiesel source. Sixteen Muscovy and Sixteen Pekin ducks, one day old were

used for a total of 32 birds, 8 females and 8 males, growth under intensive productions conditions. Two males and two females were slaughtered for each specie and slaughter age 7, 12, 17 and 23 weeks of life. The yield of raw corporal fatty fat showed highly significant differences ($P < 0,001$) with 16 and 40% for Muscovy and Pekin respectively. The refined oil showed highly significant differences ($P < 0,001$) with 8 and 18% for Muscovy and Pekin respectively. The composition of the oil among the two species didn't present differences in two extreme ages (7 and 23 weeks of life). The Indexes of Iodine (II), Saponification (SI), Refraction (RI) and Acidity (AI) they revealed that the fatty duck is an oil non blotter, stable, of a fat with carbon long chains and unsaturated with low hydrolysis of the triglyceride; the coalition temperature oscillated among 28-32 °C; on the average the value of specific weight for both species was among 0.900 – 0.920 and the concentration of total cholesterol went directly proportional to the presence of saturated fatty acids. Not saturated fatty acids oscillated between 69 and 75% for Muscovy and Pekin respectively, and it supposes suitability for transesterification process with alcohol (methanol) until biodiesel.

Key words: fat quality, Iodine, saponification, acid, cholesterol, oil transesterification.

Introducción

El pato Muscovy *Cairina moschata* es un ave nativa de las Américas con un área de ocupación en estado salvaje desde Tamaulipas (México) hasta el norte de Argentina (PATIÑO, 1966) y en sí misma es una expresión de la biodiversidad natural silvestre y cultivada en el neotrópico, con expansión pantropical (ORTIZ, 2009). No se encuentra en peligro de extinción y su uso va desde una utilización marginal y de subsistencia en las comunidades rurales y peri-urbanas más pobres a nivel mundial (BANGA y HMAES, 2007), hasta ser empleada a profundidad por los programas de mejoramiento genético animal, público y privado en Europa, gracias al rendimiento cárnico excepcional (ORTIZ y RODRÍGUEZ, 1994) y su habilidad para cruzarse con el pato común, formando un híbrido estéril con el cual se genera el producto más emblemático de la gastronomía francesa: el *foie gras* (BRUN *et al.*, 2005; BAÉZA *et al.*, 2005; BAÉZA, 2005).

El pato Pekín *Anas platyrhynchos* es originario de China (CULLINGTON, 1975) y se caracteriza por presentar un desarrollo físico excepcional en los primeros 50 días de vida (ORTIZ y LÓPEZ, 1994; ROMBOLLI *et al.*, 1997), con un sacrificio temprano (35 a 40 días de vida) sin dimorfismo sexual y con la canal engrasada hasta un 50% (ORTIZ y RODRÍGUEZ, 1994; ORTIZ y LÓPEZ, 1994).

En aves, el mejor estimador del contenido de grasa corporal se determina derritiendo la piel integral y es más seguro que la grasa abdominal (ORTÍZ y RODRÍGUEZ 1994; ORTIZ y LÓPEZ, 1994) y en la piel, las aves expresan altos contenidos de grasa, con un nivel elevado de insaturación que a pesar de ser aptas para consumo humano, se desechan por los hábitos dietarios propios del sedentarismo social prevalente (AJUYAH *et al.*, 1992) o para ser empleadas en los procesos de obtención de biodiesel por reacción de transesterificación (DAHL, 1976; MOSER, 2009).

Con base en la anterior, el documento reporta los resultados del análisis cuantitativo, cualitativo y físico – químico de los ácidos grasos presentes en la grasa corporal de machos y hembras de las raza de patos Muscovy y Pekin y su análisis como fuente potencial de biodiesel.

Materiales y métodos

El trabajo de campo se desarrolló en la Granja Mario González Aranda, el redimiendo de extracto etéreo y las pruebas cualitativas en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. El análisis por cromatografía de gases se realizó en el laboratorio de Análisis Industriales de la Universidad del Valle.

Se emplearon 16 patos Muscovy y 16 patos Pekín para un total de 32 aves, 8 machos y 8 hembras por especie. Las aves ingresaron a la prueba desde el nacimiento y recibieron agua y una ración básica de levante al 22% de proteína cruda (PC) y 3.200 Kcal.kg⁻¹ y agua *ad libitum* hasta las cinco semanas, a partir de allí se asignó una ración de finalización al 16% de PC y 2.900 Kcal.kg⁻¹ y agua *ad libitum*.

Se programaron cuatro sacrificios a las 7, 12, 17 y 23 semanas de vida. Se sacrificó por degüello, escaldado a 60°C y desplume manual y luego del desuello la piel de los animales se congeló a -10°C por 24 horas. La piel se redujo de tamaño y se desintegro en seco por calentamiento entre 110 y 130 °C, con agitación constante hasta que la piel liberó la grasa. La purificación de la grasa se efectuó con HCL concentrado, lavado con agua caliente y eliminación de la humedad por calentamiento (VARGAS, 1988; MADRID *et al.*, 1998).

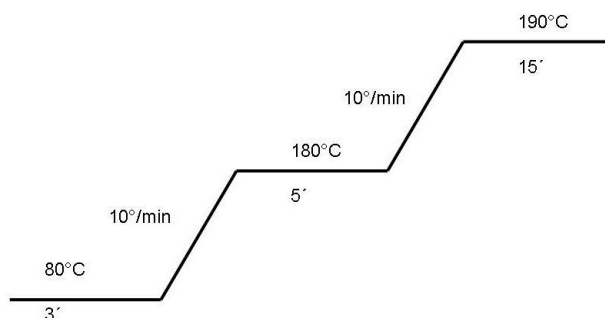
Para la determinación del colesterol se trabajó con el método de CHECHETKIN *et al.* (1984), el cual está basado en la capacidad del colesterol de dar una coloración verde intenso bajo la acción del ácido sulfúrico concentrado, ácido acético, y

anhídrido acético. La intensidad de la coloración es proporcional al contenido de colesterol en la muestra.

Las pruebas de control de calidad de los aceites: Índice de Yodo, Saponificación, Refracción, Puntos de Fusión, Peso Específico y Acidez, se determinaron según la metodología descrita en la AOAC (1995). Finalmente se realizó caracterización de la composición de ácidos grasos a las 7 y 23 semanas de vida por cromatografía de gases. Donde, las muestras de grasa fueron derivatizadas con Trifloruro de Boro en NaOH metabólico con dilución en hexano e inyectadas en un cromatógrafo de gases Perkin Elmer, Sigma 300, equipado con un detector de ionización de llama FID (*flame ionization detector*) bajo las siguientes condiciones:

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Flujo de Nitrógeno: | 25 PSI. |
| Columna: | DEGC (empaquetada). |
| Temperatura inyector: | 200°C. |
| Temperatura detector: | 200°C. |
| Volumen de muestra inyectadas: | 0,8 µl. |

Temperatura del horno: se ejecutó una rampa de la siguiente manera:



Resultados y Discusión

Rendimiento. Es necesario advertir, que a pesar de haber considerado un horizonte de toma de datos hasta las 23 semanas de vida, para fines prácticos, el análisis debe ser entendido hasta la semana 7 y 12 para patos Pekín y Muscovy, respectivamente, momento en que deben ser sacrificados. A partir de allí, la conversión alimenticia se hace prohibitiva (ORTIZ y RODRÍGUEZ, 1994; ORTIZ y LÓPEZ, 1994) y no tiene sentido práctico ni económico mantener vivos los animales por más tiempo.

El rendimiento de grasa en la canal mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las dos especies, mientras los patos Muscovy con la edad minimizan la grasa corporal hasta un 16%, los patos Pekín la incrementan hasta

un 40%. En la Tabla 1 se presentan los valores promedios del porcentaje de grasa corporal obtenidos para patos Muscovy y Pekín, sacrificados a diferentes edades.

Estos valores se aproximan a 19,38 y 21,07% para machos y hembras Muscovy reportados por ORTIZ y RODRÍGUEZ (1994), mientras que para patos Pekín estos valores están duplicando el 20% reportado por LECLERQ y DE CARVILLE (1985) y ROMBOLLI (1997).

Tabla 1. Valores promedio (%) de grasa en la canal para patos Muscovy y Pekín sacrificados a diferentes edades

| Especie | Edad en semanas | | | |
|------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | 7 | 12 | 17 | 23 |
| Muscovy | | | | |
| Promedio | 22.37 | 21.07 | 16.61 | 16.84 |
| Desviación | 1.29 | 1.83 | 2.44 | 2.68 |
| Pekín | | | | |
| Promedio | 34.45 | 33.83 | 27.79 | 40.58 |
| Desviación | 0.60 | 1.23 | 0.91 | 1.28 |

El rendimiento final de grasa en la piel fue significativamente más alto ($P < 0,01$) para patos Pekín, excepto en la semana 12 para las hembras de las dos especies.

En el Tabla 2 se muestra el rendimiento promedio en grasa de la piel. Se deduce entonces, un valor real de grasa rendida con base en el siguiente modelo: $VRGR = GC * GRP$. Donde: VRGR es valor real de grasa rendido (%). GC es grasa en la canal (%) estimada con base en el peso de la piel. GRP es la grasa rendida en la piel (%). Con base en los datos arrojados por el modelo, se deduce que los patos Muscovy rinden, en promedio, hasta 8% de grasa corporal al sacrificio a las 12 semanas; mientras que los patos Pekín rinden 18 y 10% de grasa corporal al sacrificio para machos y hembras respectivamente a las 7 semanas de vida (Tabla 2).

Calidad

Índice de Yodo (IY). Para las dos especies y para un período de almacenado de 60 días, la grasa de pato se comportó como un aceite no secante, cayendo dentro del grupo de los aceites y mantecas vegetales (maní, almendras, ajonjolí...) que presentan valores bajos a intermedios de IY (Tabla 3.) asociados con el grado de insaturación de la grasa, cuanto más elevado es el índice, más ácidos grasos insaturados contendrá la grasa.

Tabla 2. Rendimiento de grasa (%) en la piel de patos Muscovy y Pekín sacrificados a diferentes edades para machos (M) y hembras (H) y valor real de grasa rendida (VRGR) (%)

| Especie | Edad en semanas | | | | | | | |
|-------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 7 | | 12 | | 17 | | 23 | |
| | M | H | M | H | M | H | M | H |
| Muscovy | 24.39 | 25.9 | 40.63 | 45.30 | 25.85 | 39.59 | 24.71 | 50.78 |
| Pekín | 49.6 | 44.24 | 54.59 | 45.05 | 62.36 | 71.13 | 42.53 | 63.80 |
| VRGR | | | | | | | | |
| Muscovy | 5.45 | 7.79 | 7.12 | 5.85 | 4.29 | 6.57 | 4.16 | 8.55 |
| Pekín | 17.8 | 9.9 | 18.5 | 15.24 | 17.32 | 19.76 | 17.25 | 25.89 |

Índice de Saponificación (IS). A medida que las cadenas carbonadas de los ácidos grasos que forman el triglicérido son más estables, el índice de saponificación se hace más pequeño. De allí que, de acuerdo a la tendencia observada en todos los casos evaluados se considera una grasa estable. Para los patos Pekín, tanto en machos como en hembras se observó una mayor proporción de ácidos grasos insaturados entre las 12 y 17 semanas de vida y un ligero descenso hacia las 23 semanas (Tabla 3).

Índice de refracción (IR). A medida que la cadena carbonada es más larga e insaturada, el índice de refracción será más alto y es más una propiedad de la grasa, que aumenta con el crecimiento de la longitud de la cadena y también con las insaturaciones. En consecuencia, para el caso presente, no se dieron cambios en el IR (Tabla 3).

Índice de acidez (IA). Durante el almacenamiento de las grasas puede ocurrir la hidrólisis de los triglicéridos y la acumulación de ácidos grasos libres. Los valores obtenidos para el índice de acidez indican que la acumulación de ácidos grasos libres fue baja y aceptable, si se considera que en una grasa fresca el número de acidez no debe sobrepasar una magnitud de 1.2 a 3.5; no se observa una tendencia marcada al aumento o disminución con la edad de las aves (Tabla 3).

La temperatura de fusión. Para las dos especies osciló entre 28 – 32 °C y ello sugiere que se trata efectivamente de un aceite, más que una grasa.

El peso específico. En promedio para ambas especies estuvo entre 0,900 – 0,920, valores que se asemeja los estimados por la norma ICONTEC para los aceites vegetales. La variación de esta constante es poca para un aceite o grasa en estado puro y fresco, pero que puede verse afectada por la edad, rancidez o

cualquier tratamiento especial hecho al aceite o grasa, los valores aumentan cuando aumenta el peso molecular de los ácidos combinados y con un aumento en los porcentajes de ácidos insaturados. Las grasas que funden a baja temperatura se emulsifican más fácilmente y, en consecuencia, se asimilan con mayor facilidad (ZEIGLER *et al.*, 1985) y también pueden ser una mejor fuente de biodiesel, pues la trans-esterificación opera mejor en aceites naturales, que en grasas sólidas que deben ser precalentadas y lograr la separación del glicerol de las cadenas carbonadas de ácidos grasos (MOSER, 2009).

Tabla 3. Valoración de los índices de yodo (IY), saponificación (IS), refracción (IR) y acidez (IA) en la grasa de patos Muscovy y Pekín sacrificados a 7, 12, 17 y 23 semanas de vida y días almacenamiento al ambiente (DAA)

| Índice | Muscovy | | | | | Pekín | | | |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | DAA | 7 | 12 | 17 | 23 | 7 | 12 | 17 | 23 |
| IY | 0 | 19.36 | 21.53 | 51.76 | 54.60 | 10.79 | 59.05 | 42.54 | 17.11 |
| | 30 | 25.85 | 41.90 | 61.11 | 63.18 | 38.09 | 68.42 | 45.08 | 37.46 |
| | 60 | 61.59 | 64.60 | 79.21 | 67.78 | 61.27 | 73.50 | 69.84 | 60.32 |
| IS | 0 | 136.13 | 186.62 | 192.60 | 191.48 | 213.19 | 213.17 | 194.47 | 195.60 |
| | 30 | 74.42 | 168.28 | 188.86 | 87.88 | 24.31 | 191.11 | 190.74 | 54.97 |
| | 60 | 61.27 | 73.50 | 69.84 | 60.32 | 7.48 | 25.83 | 156.51 | 21.69 |
| IR | 0 | 1.465 | 1.467 | 1.465 | 1.465 | 1.466 | 1.463 | 1.465 | 1.463 |
| | 30 | 1.465 | 1.464 | 1.467 | 1.466 | 1.465 | 1.465 | 1.468 | 1.463 |
| | 60 | 1.467 | 1.464 | 1.471 | 1.469 | 1.469 | 1.469 | 1.469 | 1.465 |
| IA | 0 | 1.15 | 1.58 | 2.28 | 3.08 | 0.58 | 1.27 | 3.30 | 0.92 |
| | 30 | 0.64 | 1.62 | 1.03 | 1.80 | 1.96 | 1.76 | 0.70 | 0.61 |
| | 60 | 0.67 | 1.45 | 1.16 | 1.93 | 1.87 | 1.76 | 1.26 | 1.09 |

Tipos de ácidos grasos. El resultado de la cromatografía de gases muestra que el tipo de ácidos grasos de la piel de patos Muscovy y Pekín es similar para las dos especies (Tabla 4) a pesar de que los Muscovy presentan menor VRGR (Tabla 2). En esencia, la grasa de las dos especies está constituida por los siguientes ácidos grasos: cáprico, láurico, mirístico, palmítico, palmitoleico, estéarico, oleico, linoleico y linolenico. Sin embargo, es notable la proporción de ácidos grasos poliinsaturados, entre el 69 y 75% del total para las dos especies.

En las aves sacrificadas a las 23 semanas de vida se encontró el mismo tipo de ácidos grasos, las proporciones variaron en forma notable. El palmitico y el palmitoleico descendieron al igual que el linoleico y el linolenico mientras que se incrementó la proporción del estearico y el oleico (Tabla 4). Además, de los efectos antimicrobiales de estos ácidos grasos, hay que resaltar la propiedad de los ácidos grasos W-3 (omega 3) poliinsaturados de producir una disminución en las lipoproteínas de densidad baja, quienes son las responsables de niveles altos de colesterol en la sangre (AJUYAH *et al.*, 1992), (KRZYNOWEK *et al.*, 1992). Con lo que, probablemente se tendría en la grasa de pato Muscovy una fuente

valiosa como paliativo en los pacientes que sufren de Hipercolesterolemia congénita, pero ello requiere de una verificación rigurosa.

Para machos y hembras de las dos especies a las 7 semanas de vida se presentaron las más altas concentraciones de colesterol, esto valores están relacionados con la proporción de ácidos grasos saturados, que a esta edad fue alta, lo contrario sucedió a las 23 semanas de vida donde la baja concentración de colesterol coincide con una proporción más alta de ácidos grasos insaturados (Fig. 1).

Tabla 4. Composición de ácidos grasos (%) en la grasa de patos Muscovy machos (MM), hembras (HM) y Pekín machos (MP) y hembras (HP) sacrificados a las 7 y 23 semanas de vida

| Acido graso | 7 Semanas | | | | 23 Semanas | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | MM | HM | MP | HP | MM | HM | MP | HP |
| CAPRICO C10:0 | 8.27 | 0.23 | 0.26 | 1.28 | - | 0.424 | 0.90 | - |
| LAURICO C12:0 | 0.42 | 0.08 | 0.33 | 0.44 | 0.81 | 0.82 | 0.69 | 0.85 |
| MIRISTICO C14:0 | 0.51 | 0.60 | 0.64 | 0.65 | 0.09 | 0.10 | 0.17 | 0.64 |
| PALMITICO C16:0 | 24.53 | 24.52 | 23.57 | 22.55 | 24.70 | 22.00 | 22.00 | 23.00 |
| PALMITOLEICO C16:1 | 4.30 | 5.17 | 4.72 | 5.08 | 5.77 | 6.44 | 11.65 | 11.43 |
| ESTEARICO C18:0 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.13 | 5.108 | 4.48 | 4.57 | 5.65 |
| OLEICO C18:1 | 5.82 | 0 | 5.12 | 0 | 43.45 | 49.37 | 51.58 | 46.5 |
| LINOLEICO C18:2 | 44.99 | 55.44 | 47.32 | 52.33 | 19.38 | 16.18 | 8.8 | 11.41 |
| LINOLENICO C18:3 | 10.86 | 13.20 | 17.25 | 16.72 | 0.68 | 0.60 | 0.53 | 0.51 |
| Total ácidos grasos Insaturados | 65.97 | 73.81 | 74.41 | 74.13 | 69.27 | 72.59 | 72.56 | 69.85 |

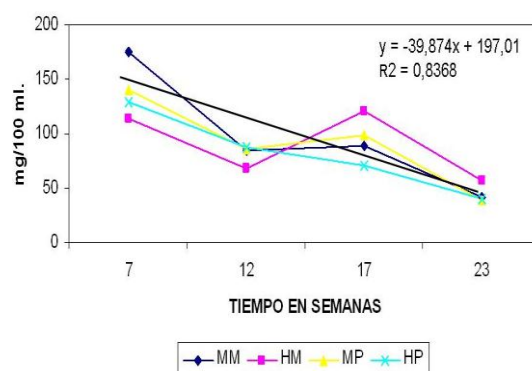


Figura 1. Concentración de colesterol en la piel de patos Muscovy machos (MM), hembras Muscovy (HM) y patos Pekín machos (MP) y hembras Pekín (HP) a diferentes edades

Las concentraciones de colesterol tienen una estrecha relación con la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados; se ha comprobado que el nivel de colesterol del suero sanguíneo desciende cuando se ingiere grasas que en su composición cuentan con ácidos grasos insaturados de dos o más dobles

enlaces. De ahí la importancia de incluir en la dieta alimenticia ácidos grasos poliinsaturados (DAHL, 1976). Sin embargo, por razones de índole cultural, de edad, de grupos sociales sedentarios, etc., se llegará a rechazar la grasa corporal de los patos, entonces, qué duda cabe, debería emplearse esa grasa con otros fines: como fuente de biodiesel.

Como fuente de Biodiesel. Las grasa de los patos Muscovy presentan del 50 al 60% entre Linoleico (C 18:2) y Linolénico (C 18:3), a pesar de su bajo VRGR, entre 5,4 y 8%. Entre tanto, en la grasa de los patos Pekín se puede obtener desde 69 a 73% de instauración (es una grasa líquida) y los rendimientos, en términos de VRGR, oscilan entre 17 y 25% (Tabla 2). La composición fisicoquímica es comparable con el aceite de semillas de calabaza *Cucurbita maxima* (ALFAWAZ, 2004) y zapallo *Cucurbita moschata* (ORTIZ, *et al.*, 2009), que se emplean ampliamente como fuente de biodiesel en el programa de sustitución de combustibles de la Unión Europea (KRAUTGARTNER, 2006).

De modo que, la grasa corporal de pato, dada su condición de aceite, en términos de fuente biodiesel, sería más fácil de convertir por los métodos convencionales de transesterificación con alcohol mono hídrico (usualmente metanol), en especial porque los aceites arrojan rendimientos de biodiesel mayores al 90%, como ocurre en la conversión del aceite de semillas se zapallo *Cucurbita pepo* con 97,5% de eficiencia en la conversión a biodiesel (SCHINAS *et al.*, 2009), especialmente porque en el antedicho aceite los ácidos grasos poliinsaturados superan el 50%, tal y como se ha demostrado aquí para las grasa corporal de aves acuáticas; mientras que en cebo de res, por ejemplo, la insaturación genera una fase sólida que podría acarrear problemas de baja conversión (cuando menos del 45%) (MOSER, 2009). Mientras que cuando se trabaja con aceites provenientes de grasa de pollo, de composición similar a las de pato, la conversión a biodiesel supera el 90% (NAWAS, 2008).

Conclusiones

El rendimiento de grasa corporal cruda a las 7 semanas de vida fue diferente para patos Muscovy (16%) y Pekín (40%).

El aceite refinado rendido fue 8 y 18% para Muscovy y Pekín respectivamente.

La composición del aceite entre las 2 especies no presentó diferencias en dos edades extremas: 7 y 23 semanas de vida, excepto para colesterol, que declinó significativamente su concentración con la edad para las dos especies.

La grasa pato es un aceite no secante, estable, típico de una grasa con cadenas carbonadas largas e insaturada con baja hidrólisis del triglicérido; con baja temperatura de fusión; peso específico entre 0,900 – 0,920 y la concentración de colesterol total fue directamente proporcional a la presencia de ácidos grasos saturados.

Los ácidos grasos poliinsaturados oscilaron entre el 69 y 75% para Muscovy y Pekín respectivamente, y ello supone idoneidad para el proceso transesterificación con alcohol mono hídrico hasta biodiesel.

La grasa corporal de aves acuáticas puede ser empleada en el proceso de conversión a biodiesel.

Agradecimientos: Este artículo se derivó del trabajo dirigido en Zootecnia de Martha Lucía López Acosta que se adelantó con el apoyo del Departamento de Investigaciones de la Sede Palmira (DIPAL) y los recursos propios del profesor Sanín Ortiz Grisales.

Referencias

A.O.A.C. 1995. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists*. 16ª ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.

AJUYAH, A.O; HARDIN, R.T.;CHEEUNG, K.; SIM, S.J. 1992. Yield, lipid, cholesterol and fatty acid composition of spent hens fed full-fat oil seeds and fifth meal diets. *Journal of Food Science* 57 (2):338-341.

ALFAWAZ, M.A. 2004. Chemical Composition and Oil Characteristics of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Kernels. *Food Sci. & Agri.* 129 : 5-18. Disponible en: http://colleges.ksu.edu.sa/FoodsAndAgriculture/Documents/Research_Papers/28.pdf. Acceso: 08/03/2013 02:34 p.m.

BAÉZA, E. 2006. *Effects of genotype, age and nutrition on intramuscular lipids and meat quality*. From: 2006 Symposium COA/INRA Scientific Cooperation in Agriculture. Tainan, Taiwan, R.O.C.

BAÉZA, E.; RIDEAU, B.; CHARTRIN, N.; DAVAIL, S.; HOO-PARIS, R.; R.; MOUROT, J.GUY, G.; BERNADET, M.D. 2005. Canards de Barbarie, Pékin et leurs hybrides: aptitude à l'engraissement. *INRA, Prod. Anim.* 18 (2):131-141.

BANGA. M.; HMAES, D. 2007. Indigenous Muscovy ducks in Congo-Brazzaville. 1. A survey of indigenous Muscovy duck management in households in Dolisie City. *Tropical animal health and production* 39 (2):115-122

BRUN, J.M.; RICHARD, M.M.; MARIE-ETANCELIN, C; ROUVIER, R. ; LARZUL, C. 2005. Le canard mulard: déterminisme génétique d'un hybride intergénérique. INRA Prod. Anim. 18 (5): 295-308

CHECHETKIN, A.V.; VORONIANSKI V.I.; POKUSAY, G.G. 1984. *Prácticas de bioquímica del Ganado y aves de corral*. Ed. MIR. Moscú.

CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H. 1976. *Introducción a la bioquímica y la tecnología de los alimentos*. Vol I. Acribia. Zaragoza, España.

CULLINGTON, J.M. 1975. *Patos y Gansos*. Manuales de técnica Agropecuaria. Acribia. Zaragoza, España.

DAHL, O. 1976. *Industrialización de la grasa de los animales de abasto*. Acribia. Zaragoza, España.

FENNEMA, O.R. 1982. *Introducción a la ciencia de los alimentos*. 2 volúmenes Ed. Reverté. Barcelona, España.

KRAUTGARTNER R. 2006. *Grain report of USDA Foreign Agricultural Service*. 3/16/2006. USA.

KRZYNOWEK, U.; ULJUA, D.S.; PANUNZIO, L.J.; MANEY, R.S. 1992. Factors Affecting Fat, Cholesterol, and Omega-3 Fatty Acids in Maine Sardines. *Journal of Food Science* 57 (1): 63–65

LECLERCQ, B.; DE CARVILLE, H. 1985. Growth and body composition of Muscovy ducks. Págs: 102-109. En: FARREL, D.J.; STAPLETIN, O. (eds.). *Duck production science and world practice*. Armidale. University of New England.

LEHNINGER, L. A. 1987. *Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función celular*. 2ª Edición. Trad. Dr. Fernando Calvet. Omega. Barcelona, España.

MADRID, A. 1998. *Métodos Oficiales de Análisis de los Alimentos*. Mundiprensa. Madrid, España.

MOSER, B.R. 2009. Biodiesel production, properties, and feed stocks. *Vitro Cell.Dev.Biol. Plant* 45:229–266.

NAWAZ, B.H.; MUHAMMAD-ASIF H.M.; MOHAMMAD-QASIM, M.; ATA-UR-REHMAN, A. 2008. Biodiesel production from waste tallow. *Fuel* 87 (13-14): 2961-2966.

ORTIZ G. S. 2009. *El pato Muscovy Cairina moschata*. X Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos Zoogenéticos.

Palmira, Colombia, 11, 12 y 13 de Noviembre del 2009. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

ORTIZ, G. S.; LOPEZ, A.M.L. 1994. *Aproximación al efecto de niveles variantes de levadura comercial Saccharomyces cerevisiae inactiva en dietas para patos Pekín Anas platyrhynchos de 8 a 54 días de vida*. Trabajo de investigación del programa de Anadecultura. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.

ORTIZ, G.S.; PASOS, S.C.; RIVAS, A.X.; VALDÉS, R.M.P.; VALLEJO, C.F.A. 2009. Extracción y caracterización de aceite de semillas de zapallo. *Acta Agron.* 58 (3):145-151.

ORTIZ, G.S.; RODRIGUEZ, V.C. 1994. *Determinación de la curva de crecimiento rendimiento cárnico y análisis económico de patos Muscovy Cairina moschata I. En condiciones de cría y ceba intensiva*. Trabajo Dirigido de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

PATIÑO, V.M. 1996. *Historia de las actividades agropecuarias en la América equinoccial*. Cali, imprenta Departamental del Valle del Cauca, Colombia.

POTTER, N. 1978. *La ciencia de los alimentos*. Edición en español, EDUTEX. México D.F.

ROMBOLI I., TURI R.M., GIULIOTTI L., PREZIUSO G., CAMPODONI G., GIANFALDONI D., SACCHI P., FURTHER. 1997. Investigation on the effect of clenbuterol on performances, carcass composition, meat characteristic and residues in some organs and tissues of muscovy ducks. *Archiv fur Geflugelkunde* 61 (1):5-28.

SAEZ, C.; MARGOLLES, S. 1987. Características de los ácidos grasos de las secreciones de la piel en vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holstein – $\frac{1}{4}$ Cebú, $\frac{5}{8}$ Holstein – $\frac{3}{8}$ Cebú. *Rev. Salud Animal* 9: 215-222.

SEIGNEURIN, F. 1987. The muscovy duck gratifies french consumer demand. *World Poultry-Misset* 3 (7):50-51

SCHINAS, P.; KARAVALAKIS, G.; DAVARIS, C.; ANASTOPOULOS, G.; KARONIS, D.; ZANNIKOS, F.; STOURNAS, S.; PUMPKIN L.E. 2009. (*Cucurbita pepo* L.) Seed oil alternative feed stock for the production of biodiesel in Greece. *Biomass and Bioenergy* 33:44–49. Disponible en: <http://www.elsevier.com/locate/biombioe>. Acceso: 1/8/2010.

VALDIVIA, B.V. 1975. El cultivo de raps y los problemas de calidad que presentan el aceite y el afrecho. *Agricultura Técnica* 35 (1-4): 1-3.

VARGAS, O.W. 1988. *Fundamentos de las ciencias alimentarias*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.E.

WEST, E.S.; TODD, W.R.; MASON, H.S.; VAN BRUGGEN, J.T. 1970. *Textbook of biochemistry*. 4ª Edición. The Macmillan Company Collier – Macmillan Limited. London.

ZEIGLER, W; PETERSEN, J.; TULLER, R. 1985. Influence of age and feedin intensity on growth and carcass composition of Muscovy drakes 1. Growth performance and influence of age on carcass composition. Arch. Geflugelk 49 (3): 98-107.