

Determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica)

Flor Angela Tobón M.¹, QF., MSc; María Orfilia Román M.¹, QF.MSc; Sadoh Molina S.¹, M.V; Janet Patricia Bothert Z.¹, Zoot.

¹Centro de Investigaciones Pecuarias (CIP), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia* E-mail jvm@epm.net.co.

(Recibido: 26 agosto, 1999; aceptado: 6 mayo, 2002)

Resumen

*En Colombia no se han realizado estudios sobre la composición y función de la glándula Uropigial en aves, lo que motivó a desarrollar un estudio experimental de la composición química de la secreción glandular de codornices machos y hembras de diferentes edades. La investigación de grasas y aceites de origen animal y vegetal obtenidos mediante los métodos de extracción adecuados tiene como objetivo general la caracterización de estas sustancias. Con este fin se emplean diferentes métodos de análisis fisicoquímicos, cromatográficos y sensoriales. El análisis por cromatografía de gases permite determinar el perfil de ácidos grasos. Por los efectos nutricionales que tienen las grasas y aceites en la dieta, la investigación de éstos ha cobrado mucha importancia en la última década (14, 15). El propósito de esta investigación fue el de evaluar algunos índices fisicoquímicos y el perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica) obtenida por los métodos de extracción en Soxhlet y de solubilización con disolventes, con el fin de establecer posibles diferencias de la composición química con respecto al sexo y a la edad de las codornices en estudio. Teniendo en cuenta el amplio uso que tienen los aceites y las grasas en la industria farmacéutica (cosméticos) y en nutrición, esta secreción puede ser una fuente potencial de materias primas de aplicación en dichos campos. La determinación del valor de yodo, el valor de saponificación, la materia no saponificable, el valor ácido y el valor de peróxido indicaron características específicas de la secreción glandular de cada uno de los grupos de hembras y machos de diferentes edades. Mediante el análisis de la secreción glandular de codornices por cromatografía de gases utilizando columna empacada se encontraron los siguientes ácidos grasos: cáprico, láurico, mirístico, palmítico, estéarico, oleico, linoleico y linolénico, los cuales no superaron el 10 % del total de ácidos grasos en las muestras evaluadas. Lo anterior indicó que la mayoría de los componentes de dicha secreción pertenecen a compuestos de alto peso molecular con cadenas hidrocarbonadas de más de 18 átomos de carbono. Por lo anterior, se hizo necesario cambiar las condiciones de trabajo para establecer un rango de comparación más amplio de los resultados obtenidos entre las diferentes muestras analizadas. Los diferentes análisis realizados mostraron que la composición química de la secreción glandular de codornices puede variar significativamente con relación al sexo, al estado hormonal y de desarrollo del animal. Además, se observó en todas las muestras la presencia de compuestos de alto peso molecular no identificados.*

Palabras clave: análisis fisicoquímico, cromatografía de gases, derivatización, hidróxido de tetrametilamonio.

Introducción

La codorniz es un ave pequeña que pesa aproximadamente 170 gramos la hembra y 150 gramos el macho en su edad adulta. Es un ave precoz que alcanza la madurez sexual en poco tiempo (35 a 42 días) y tiene una extraordinaria facultad de reproducirse, es rústica y fácil de criar intensivamente. En Colombia se han reportado más de cinco especies de codorniz, pero sólo tiene importancia económica la *Coturnix coturnix japonica* originaria de China y Japón (3, 22).

Clasificación taxonómica de la Coturnix coturnix japonica (3). REINO: Animal; TIPO: Vertebrados; CLASE: Aves; SUBCLASE: Carenadas; ORDEN: Gallináceas; FAMILIA: Phasianidae; GENERO: Coturnix; ESPECIE: coturnix japonica; NOMBRE COMÚN: codorniz.

La explotación coturnícola ofrece grandes posibilidades: producción de carne y huevos, aprovechamiento de subproductos (pluma, coturnaza) y la comercialización de hembras de reemplazo. En general el rendimiento cárnico referido al peso de la canal equivale a 75 – 78 % del peso vivo. El huevo contiene todos los elementos nutritivos que requiere el hombre; es rico en vitaminas y aminoácidos básicos; contiene la misma cantidad de calorías, proteínas y vitaminas que 100 gramos de leche; su costo de producción es relativamente bajo y su valor nutritivo

es superior al huevo de gallina. El huevo se usa en los pueblos asiáticos en el tratamiento de la anemia y en problemas de crecimiento en los niños (3, 22)

Para la Zootecnia es importante estudiar y resaltar la importancia de la utilización de diversos subproductos obtenidos en la producción pecuaria, que podrían representar ingresos adicionales para los productores, ya que son desechados por el desconocimiento de sus posibles usos y la falta de investigación de éstos. En la búsqueda de productos naturales que ofrezcan un bajo grado de toxicidad con mayor eficacia y a un menor precio, puede considerarse la posibilidad de uso de las glándulas uropigiales desechadas en la explotación de la codorniz.

La glándula uropigial de las aves como la de la *Coturnix coturnix japonica* (Codorniz doméstica) es sebácea alveolar ramificada a nivel de la piel y se caracteriza por presentar un saco dividido por tabiques o varios sacos dispuestos a lo largo de un solo conducto. Posee dos lóbulos unidos en sus extremos por una banda fuerte de tejido conectivo llamado el Itsmo (*isthmus glandarius*). La papila glandular (*papilla glandaria*) se ubica desde el itsmo proyectándose en forma caudal o dorsocaudal. Un ducto de la glándula de aceite (*ductus glandis uropygialis*) de cada cavidad primaria (*cavitas primus*) es llevado a través de la papila hasta su extremo donde se abre al exterior, mediante la abertura del ducto uropigial (*porus ductus uropygialis*) (3, 9). (véase Figura 1).

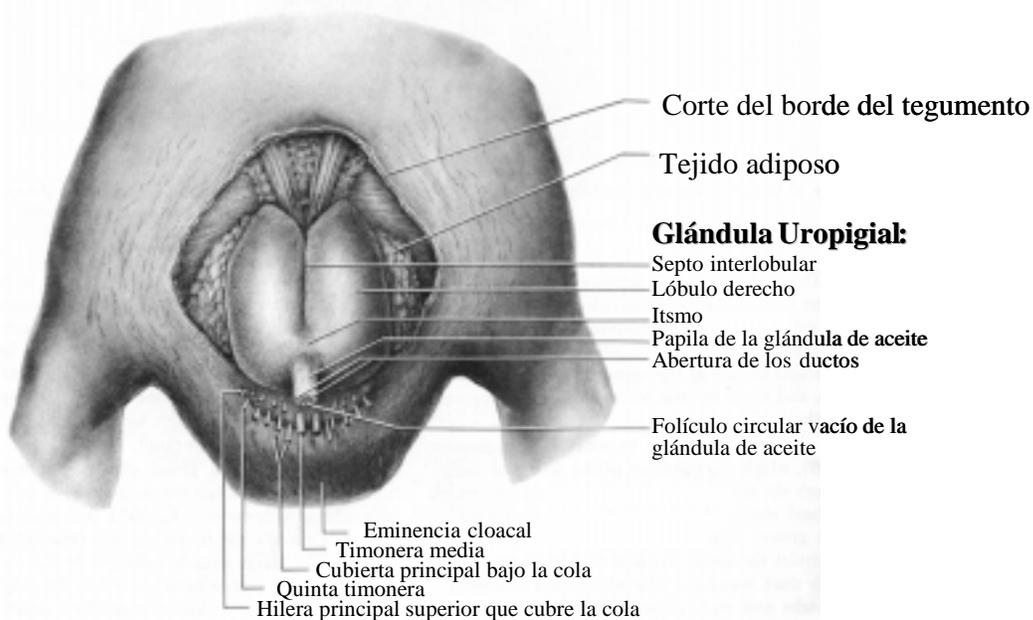


Figura 1. Glándula uropigial de la *Coturnix común*, macho vista dorsal.

En las aves la glándula uropigial realiza diferentes funciones fisiológicas y bioquímicas similares a otras glándulas sebáceas diminutas distribuidas sobre la superficie de los mamíferos. La composición de los lípidos contenidos en la glándula uropigial se ha considerado un buen parámetro para fines quimiotaxonómicos de las aves acuáticas, ya que éstos pueden variar significativamente en aves pertenecientes a diferentes órdenes (1, 2, 7, 8). La literatura reporta además, una función específica de esta glándula, segregar una sustancia aceitosa para impermeabilizar el plumaje en las diferentes aves acuáticas, con el fin de protegerlas de la humedad, lo que les permite volar (9).

Los lípidos de la piel del hombre y de los animales, muestran diferencias estructurales significativas en comparación con los de otros órganos, como los de la glándula uropigial en aves, por la posición inusual de insaturaciones y el grado de sustitución de los ácidos grasos. La estructura de estos lípidos parece estar relacionada con perfiles odoríficos (6).

Las grasas y aceites son de origen vegetal, animal o marino. El tipo de ácidos grasos presentes en las grasas de la dieta depende básicamente de su origen. De los animales de origen marino se extraen los ácidos grasos de mayor importancia, con una cadena carbonada entre 14 y 22 átomos de carbono e insaturados. Uno de los aspectos nutritivos más importante en la composición de los pescados es que contienen lípidos fácilmente digeribles y son ricos en ácidos grasos poliinsaturados (8, 19, 21, 22). Varias especies de pescados de aguas frías de ríos y de mar del hemisferio norte utilizados en la dieta son importantes porque son ricas en ácidos grasos poliinsaturados de la familia ω -3 como el ácido linoléico (C18:3, ω -3), los compuestos de cadena más larga como los ácidos eicosapentenoico EPA (C20:5, ω -3), docosapentenoico DPA (C22:5, ω -3) y docosahexenoico (C22:6, ω -3) y los de la familia ω -6 como el ácido araquidónico (C20:4, ω -6), los cuales parece ser intervienen en la reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos aumentando las lipoproteínas de alta densidad (HDL) en el plasma y pueden ser un factor protector en la prevención del riesgo de enfermedades cardiovasculares y enfermedades inflamatorias de las articulaciones (16, 18, 25).

El desarrollo de técnicas y procedimientos analíticos modernos para obtener información detallada sobre

la naturaleza y composición de nuevos aceites y productos grasos son de utilidad para identificar el origen biológico de éstos, además de la presencia de grasas extrañas o contaminantes que están relacionados con aspectos de salud y seguridad (19). La evaluación química de grasas y aceites se realiza mediante ensayos fisicoquímicos y métodos instrumentales que son de gran valor en la separación e identificación de compuestos. Para fines generales se pueden utilizar procedimientos sencillos de cromatografía de gases, utilizando columnas empacadas y un detector de ionización de flama, que permiten obtener perfiles de ácidos grasos adecuados. En la actualidad, gracias a los avanzados equipos de cromatografía de gases y al uso de columnas capilares que tienen gran poder de resolución, se conoce con detalle y precisión la composición de ácidos grasos en grasas y aceites. La cromatografía de gases permite determinar la composición de ácidos grasos en los aceites y en las grasas, después de realizar la conversión de triglicéridos en ésteres metílicos, que son más volátiles (10, 15, 24).

Materiales y métodos

Materiales: codornices, alimento concentrado y multivitamínico, jaulas con comederos de tolva y bebederos manuales. extractor Soxhlet, rotaevaporador marca Buchi y otros.

Reactivos: metanol, éter etílico, éter de petróleo, hexano, tetracloruro de carbono, cloroformo, toluol, ácido acético glacial, sulfato de sodio anhidro, hidróxido de tetrametil amonio al 20% v/v en metanol, ácido clorhídrico 0.5 N en metanol, azul timol 0.1% en metanol, etanol 96%, hidróxido de potasio 0.5 M en etanol, fenoltaleína al 1% en etanol, disolución metanólica de bromo 0.1M, almidón al 1%, yoduro de potasio al 10% y tiosulfato de sodio 0.1M.

Estándares: aceite de hígado de bacalao puro y estándar SIGMA, Chemical Co., Oil Reference Standard, AOCS (Ácidos grasos: palmítico, heptadecanoico, esteárico, oleico, linoleico, linoléico, araquídico araquidónico).

Equipo: el análisis cromatográfico se realizó inicialmente en un Cromatógrafo de gases marca Perkin-Elmer model Sigma 300, con detector de llama (FID), con columna empacada con 10% de fase estacionaria SP 2330/100-120 chromosorb WAW-

DMCS, 1/8" de diámetro x 2.25 m. de acero inoxidable. Microjeringa de 0 a 10 microlitros. Posteriormente se utilizó un Cromatógrafo de gases marca Shimadzu GC-RIA, equipado con detector de ionización por llama, integrador Shimadzu, RPR-GI, puerto de inyección Split-Splitless con columna capilar de sílica fundida Stabilwax registrada (30 m. x 0.53 mm ID), y como gas transportador se empleó nitrógeno con una presión de entrada de 0.9 kgf/cm². Microjeringa de 0 a 10 microlitros.

Extracción de las glándulas: se realizó después del sacrificio de las codornices aplicando una fuerte presión en la base del cráneo. Se utilizaron 309 codornices que se dividieron en tres grupos, como biomodelos experimentales, a las cuales se les extrajo la glándula uropigial para determinar la composición de ácidos grasos y algunos índices fisicoquímicos para caracterizar grasas y aceites. Las glándulas de los tres grupos fueron divididas en subgrupos para la realización de los diferentes análisis: el grupo 1 de 130 machos de 45 días de edad corresponden a los subgrupos M₁, M₂ y M₃. El grupo 2 de 100 hembras de 12 meses corresponden a los subgrupos H₄ y H₅. El grupo 3 conformado por 79 machos, 42 de 30 días (M₆) y 37 de 12 meses (M₇). (véase Figura 2 y Tabla 1).

Extracción de la secreción glandular por el método Soxhlet (A.O.A.C 920.39): la secreción glandular de los subgrupos M₁ 45 d, H₄ 12 m y M₇ 12 m fue obtenida por extracción en aparato Soxhlet,

utilizando éter de petróleo 40-60 °C como solvente y una temperatura de 40 °C por espacio de 8 horas (17). Al final el solvente fue separado de las muestras por rotaevaporación a presión reducida y éstas fueron almacenadas en refrigeración hasta la realización de los diferentes análisis químicos.

Extracción de la secreción glandular por el método de solubilización con disolventes: a los subgrupos de glándulas M₂ 45 d, M₃ 45 d, H₅ 12 m y M₆ 30 d previamente pesadas y abiertas se les hizo hidrólisis alcalina con amoníaco y alcohol a temperatura ambiente. Después de 2 horas se separó el disolvente. La secreción glandular de cada subgrupo se extrajo tres veces con 200 mililitros de una mezcla de éter de petróleo/hexano o tetracloruro de carbono. 4 horas después se separó el disolvente. Los extractos obtenidos se pesaron y se almacenaron en refrigeración hasta la realización de los diferentes análisis químicos (10).

Análisis físicoquímico de la secreción de la glándula uropigial de la Coturnix coturnix japonica (codorniz doméstica): a las muestras obtenidas en cantidad suficiente para realizar análisis, se les determinó por duplicado, diferentes índices fisicoquímicos, según los métodos del Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.), los cuales mantienen una cierta relevancia porque su sensibilidad es buena y su obtención es rápida y sencilla (10, 17). A continuación se describen algunos de los índices realizados.

Tabla 1. Rendimiento de la extracción de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica)

Grupo No.	# de animales	Subgrupo de glándulas	Peso de glándulas (g)	Peso promedio por glándula (g)	Método de extracción	Peso de secreción glandular (g)	% de secreción glandular
1	35	M ₁ 45 d	14.07	0.40	Soxhlet (Eter de petróleo)	4.0015	28.44
	46	M ₂ 45 d	13.66	0.30	Solubilización con éter de petróleo/hexano	5.3000	38.80
	49	M ₃ 45 d	14.10	0.29	Solubilización con tetracloruro de carbono	5.5760	39.55
2	50	H ₄ 12 m	16.69	0.33	Soxhlet (Eter de petróleo)	6.9079	41.00
	50	H ₅ 12 m	13.11	0.26	Solubilización con éter de petróleo/hexano	5.1190	39.05
3	42	M ₆ 30 d	13.94	0.33	Solubilización con éter de petróleo/hexano	5.4505	39.10
	37	M ₇ 12 m	13.92	0.38	Soxhlet (Eter de petróleo)	4.8580	34.90

M: Machos; H: Hembras; d: días; m: meses

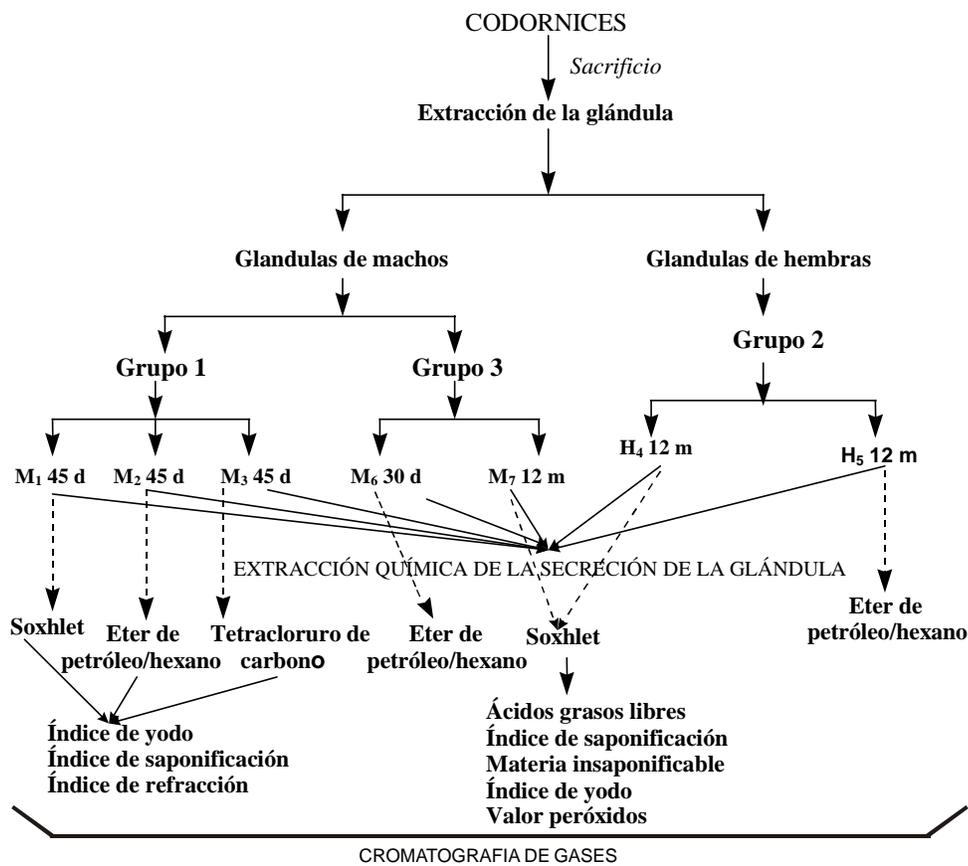


Figura 2. Diagrama de flujo del método para determinar el perfil de ácidos grasos y algunos índices fisicoquímicos de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica).

Índice de refracción (η): relación entre la velocidad de la luz en la grasa o aceite y la velocidad de la luz en el aire o vacío. Es una característica útil para clasificar rápidamente aceites de identidad desconocida u observar los procesos de una hidrogenación catalítica. Tiene una estrecha relación con el peso molecular medio y el grado de insaturación de las sustancias lipídicas.

Índice de Yodo (I.I): gramos de yodo que pueden fijar 100 g de grasa o aceite. Expresa el grado de insaturación de los ácidos grasos de una grasa o aceite.

Índice de saponificación (I.S): miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar un gramo de grasa o aceite. Se relaciona con el peso molecular medio de los ácidos grasos libres o combinados de una grasa o aceite.

Material insaponificable (M.I): porcentaje de material presente en la grasa o aceite, extraído con éter después de la saponificación. Incluye hidrocarburos, alcoholes de peso molecular elevado,

vitaminas liposolubles y esteroides como el colesterol y los fitosteroides.

Índice de acidez (A.G.L): miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasa o aceite. Mide el contenido de ácidos grasos libres de la grasa o aceite por la descomposición de los glicéridos. Es una medida relativa de rancidez.

Índice de Peróxidos (V.P): miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa o aceite. Los peróxidos están relacionados con el grado de oxidación de la grasa o aceite y en consecuencia con su tendencia al enranciamiento oxidativo. El resultado de la rancidez oxidativa es la producción de compuestos olorosos como aldehídos y cetonas, procedentes de la degradación de los ácidos grasos insaturados (17).

A los subgrupos M₁ 45 d, M₂ 45 d y M₃ 45 d, se les evaluó el índice de refracción (Método A.O.A.C. 921.08), el índice de yodo (Método A.O.A.C. 993.20) y el índice de saponificación (Método A.O.A.C.

920.160). A los subgrupos H₄ 12 m y M₇ 12m se les evaluó el índice de yodo (Método A.O.A.C. 993.20), el índice de saponificación (Método A.O.A.C. 920.160), el índice de insaponificación (Método A.O.A.C. No 933.08). También se evaluó el índice de acidez (Método A.O.A.C. 972.28) y el índice de peróxidos (Método A.O.A.C. 965.33),

Determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la Coturnix coturnix japonica (codorniz doméstica) por cromatografía de gases: en la fase inicial de la investigación, se evaluó la composición en ácidos grasos de la secreción de las glándulas uropigiales por cromatografía de gases con columna empacada utilizando como patrón aceite de hígado de bacalao puro, debido a que éste es de origen animal al igual que la secreción glandular en estudio y es de alto valor nutritivo. Posteriormente, con el fin de identificar otros ácidos grasos en las muestras, se decidió cambiar las condiciones de trabajo y se utilizó un cromatógrafo de gases con columna capilar de sílica fundida y temperatura de trabajo por encima de 215°C y una mezcla estándar SIGMA, Chemical Co., Oil Reference Standard, A.O.C.S.

El análisis por cromatografía de gases se realizó mediante la derivatización de los ácidos grasos a metilésteres. Previamente se disolvió cada muestra en éter etílico y se empleó hidróxido de tetrametilamonio (TMAH) como catalizador de la reacción de transesterificación de las grasas disueltas para obtener los respectivos metilésteres (15, 20). Para

el análisis cromatográfico de las muestras M₁ 45d, M₂ 45d, M₃ 45d, H₄ 12m y M₇ 12m. y del aceite de hígado de bacalao puro, se utilizó un volumen de inyección 0.8 microlitros en el cromatógrafo de gases con columna empacada con 10% de fase estacionaria y temperatura de 215°C. El análisis de estas muestras se realizó por comparación con el aceite de hígado de bacalao puro (véase Tabla 3 y Figuras 3 y 4).

Para evaluar las muestras H₅ 12m y M₆ 30d se utilizó un volumen de inyección de 1.0 microlitro. en el cromatógrafo con columna capilar de sílica fundida y temperatura de 235°C. El análisis de estas muestras se realizó por comparación con el estándar SIGMA, Chemical Co., Oil Reference Standard, AOCS (Ácidos grasos: palmítico, heptadecanoico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico, araquidónico, araquídico). (véase Tabla 4 y Figuras 5 y 6).

Tabla 2. Análisis fisicoquímico de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica)

Subgrupo de glándulas	η	I.I	IS	MI	AGL	VP
M ₁ 45d	1.455	492	1728	-	-	-
M ₂ 45d	1.453	496	1715	-	-	-
M ₃ 45d	1.462	502	1725	-	-	-
H ₄ 12m	-	346	1800	237	47	39
M ₇ 12m	-	283	1907	228	68	32

η : índice de refracción; I.I: índice de yodo; IS: índice de saponificación; M.I: material insaponificable; A.G.L: ácidos grasos libres; V.P: valor de peróxidos; M: Machos; H: Hembras; d: días; m: meses.

Tabla 3. Composición de ácidos grasos en la secreción de la glándula uropigial *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica) en % Relativo*

Ácido graso	Subgrupos de Glándulas Uropigiales									
	M ₁ 45 d		M ₂ 45 d		M ₃ 45 d		H ₄ 12 m		M ₇ 12 m	
	T.R	%	T.R	%	T.R	%	T.R	%	T.R	%
Caprílico	3.7	0.4	-	-	-	-	1.5	0.1	1.6	1.8
Cáprico	-	-	1.4	1.0	1.4	0.1	2.2	0.4	2.1	0.9
Láurico	-	-	-	-	2.2	0.3	3.5	0.8	3.4	1.2
Mirístico	-	-	3.4	1.4	3.6	0.6	6.1	3.4	5.9	3.7
Palmítico	6.0	0.3	6.0	1.0	5.6	1.0	9.0	5.6	8.8	4.5
Palmitoleico	-	-	-	-	6.7	0.3	9.7	1.9	9.6	1.6
Esteárico	8.7	0.6	8.7	1.1	8.6	1.1	11.5	4.2	11.4	3.2
Oleico	9.3	0.5	9.3	1.3	9.3	1.6	12.0	12.0	11.9	8.0
Linoleico	10.5	7.6	10.5	1.7	10.5	1.4	12.9	9.5	12.8	6.9
Linolénico	11.7	0.6	11.7	1.6	11.7	0.4	14.0	1.0	13.9	0.8

* Se determinó por integración de las áreas de los picos en los cromatogramas
T.R: Tiempo de retención

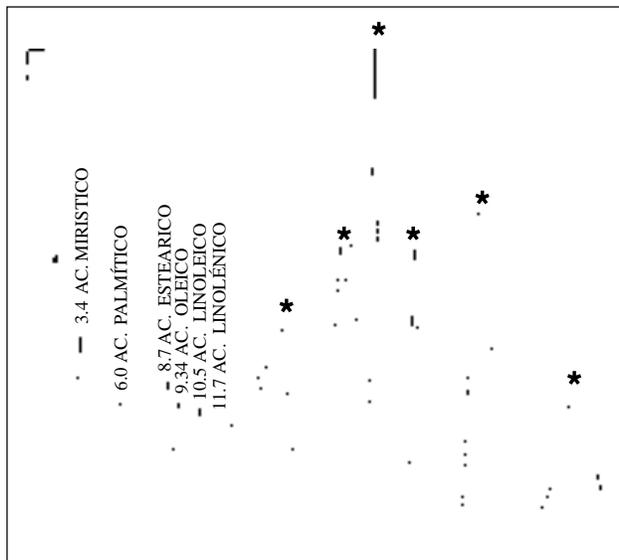


Figura 3. Metilésteres de ácidos grasos en la secreción de la glándula uropigial de machos de 45 días (M_2 45 d)

*Compuestos de alto peso molecular no identificados a tiempos de retención de 24.4 a 38.7

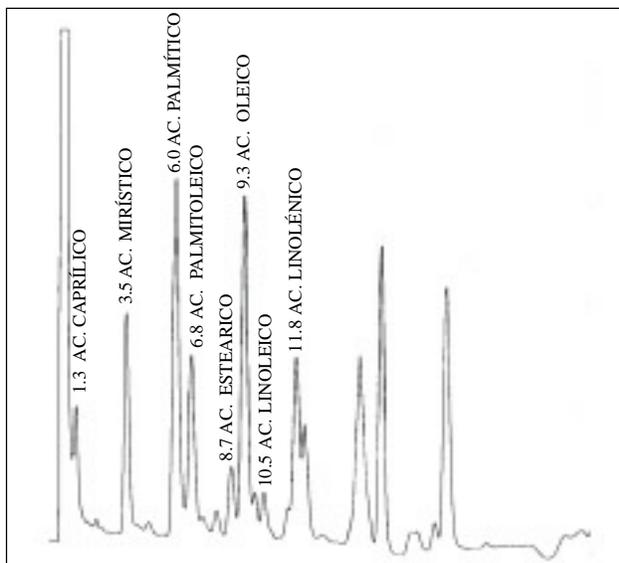


Figura 4. Metilésteres de ácidos grasos del aceite de hígado de bacalao puro (estándar).

Resultados

Rendimiento de la extracción: el porcentaje de secreción glandular de cada subgrupo se determinó a partir de la relación entre el peso de la secreción glandular obtenida por métodos específicos y el peso

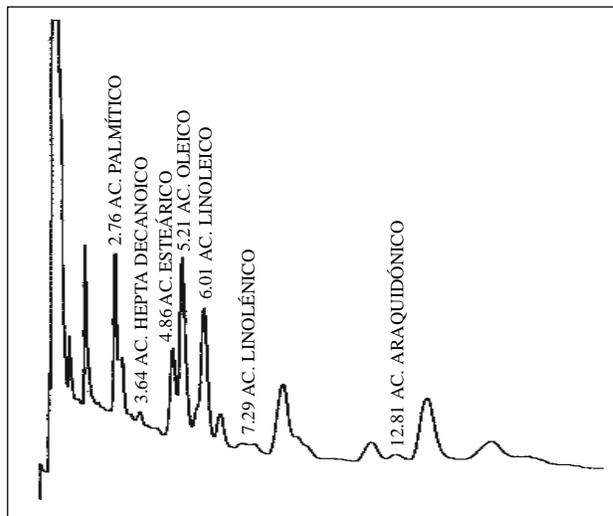


Figura 5. Metilésteres de ácidos grasos en la secreción de la glándula uropigial de hembras de 12 meses (H_5 12 d)

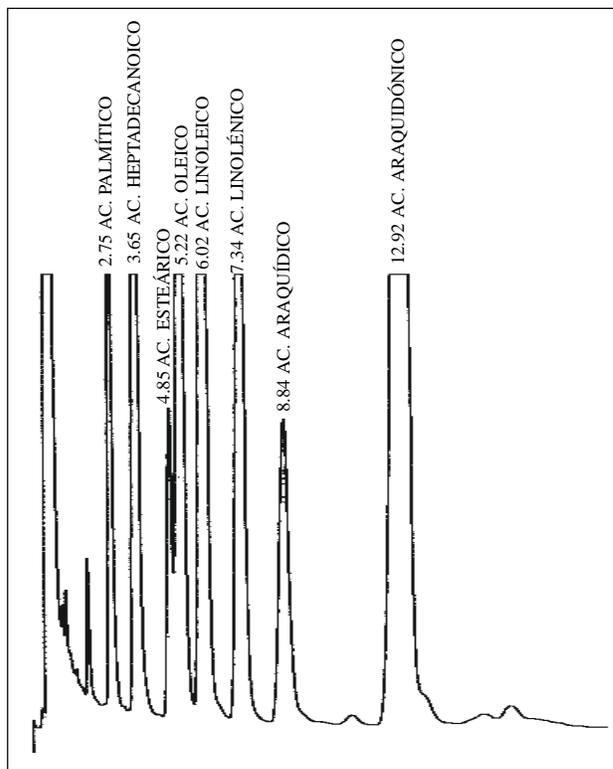


Figura 6. Metilésteres de ácidos grasos del estándar SIGMA, Chemical Co., Oil Reference Standard, AOCs.

de las glándulas. Los resultados de la tabla 1 indican que el porcentaje de extracción de secreción glandular de machos de 45 días (M_1 , M_2 y M_3) fue superior por el método de solubilización con tetracloruro de carbono (CCL_4), método mediante el cual se extrajo la secreción glandular del subgrupo M_3 . En hembras de

12 meses de edad correspondientes a los subgrupos H_4 y H_5 , se observó que el mayor porcentaje de extracción de secreción glandular se obtuvo por el método Soxhlet, mediante el cual se separó la secreción glandular del subgrupo H_4 . En machos de 30 días (M_6) y de 12 meses (M_7), se encontró un porcentaje de extracción de secreción glandular mayor para el subgrupo M_6 , obtenida por el método de solubilización con éter de petróleo/hexano.

Resultados de los análisis fisicoquímicos: según la tabla 2, el índice de yodo de la secreción glandular de machos de 45 días (M_1 , M_2 y M_3) fue mayor que el de las hembras y machos de 12 meses (H_4 y M_7). Así mismo, el índice de yodo de la secreción glandular de las hembras de 12 meses (H_5) fue mayor que el de los machos de 12 meses (M_7). El índice de saponificación de los machos jóvenes fue menor comparado con el de las hembras y machos adultos.

Resultados de la determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la Coturnix coturnix japonica (codorniz doméstica) por cromatografía de gases: según la tabla 3 y las figuras 3 y 4, teniendo en cuenta las condiciones de extracción de la secreción glandular de machos de 45 días y la cromatografía de gases, se observó que el porcentaje relativo de ácidos grasos (Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico y Linolénico), fue mayor en la secreción glandular del subgrupo M_1 , la cual fue obtenida por el método Soxhlet. Se observó además, en los cromatogramas de estas secreciones, áreas con picos que indican la presencia de compuestos no identificados de alto peso molecular a tiempos de retención altos (24.4 a 38.7), en concentraciones superiores a las de los ácidos grasos identificados (véase Figura 3). Considerando únicamente los compuestos insaturados (Oleico, Linoleico y Linolénico) se encontró que el porcentaje relativo de éstos fue mayor en el subgrupo M_1 . Según la variable sexo, en relación con el porcentaje relativo de ácidos grasos de la secreción glandular de hembras y machos de 12 meses de edad (H_4 y M_7), teniendo en cuenta las mismas condiciones de extracción de la secreción glandular (método Soxhlet) y la cromatografía de gases, se encontró que el porcentaje relativo de ácidos grasos (Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico y Linolénico) fue mayor en el subgrupo H_4 . Considerando únicamente los compuestos insaturados (Oleico, Linoleico y Linolénico) se encontró que el porcentaje relativo de éstos fue mayor en el subgrupo H_4 . Según las variables sexo y edad, el

porcentaje relativo promedio de ácidos grasos (Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico y Linolénico) fue 7.3% en la secreción glandular de machos de 45 días (M_1 , M_2 , M_3), 32.3% en las hembras de 12 meses (H_4) y 23.4% en los machos de 12 meses. Considerando únicamente los compuestos insaturados (Oleico, Linoleico y Linolénico) se encontró que el porcentaje relativo promedio de éstos en la secreción glandular de machos de 45 días (M_1 , M_2 , M_3) fue de 5.6%, en las hembras de 12 meses (H_4) de 22.5% y en los machos de 12 meses de 15.7%.

De acuerdo con la tabla 4 y las figuras 5 y 6, teniendo en cuenta las mismas condiciones de extracción de la secreción glandular (método de solubilización con disolventes) y la cromatografía de gases, el porcentaje relativo de ácidos grasos (Palmítico, Heptadecanoico, Esteárico, Oleico, Linoleico, Linolénico, araquídico y araquidónico) fue 63.4% en la secreción glandular de hembras de 12 meses (H_5) y 61.9% en machos de 30 días (M_6). Considerando únicamente los compuestos insaturados (Oleico, Linoleico, Linolénico y araquidónico) se encontró un porcentaje relativo de 32% en el subgrupo H_5 y de 29.6% en el subgrupo M_6 .

Tabla 4. Composición de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica) en % relativo*

Ácido graso	Subgrupos de Glándulas Uropigiales			
	H ₅ 12 m		M ₆ 30d	
	T.R	%	T.R	%
Palmítico	2.8	7.9	2.8	9.0
Heptadecanoico	3.6	0.8	3.7	1.9
Esteárico	4.9	7.1	4.9	7.3
Oleico	5.2	15.8	5.2	12.3
Linoleico	6.0	13.7	6.0	13.6
Linolénico	7.3	0.9	7.3	3.0
Araquídico	8.9	15.6	8.9	14.1
Araquidónico	12.8	1.6	13.0	0.7

*Se determinó por integración de las áreas de los picos en los cromatogramas

T.R: Tiempo de retención

Discusión

El análisis de los resultados de la tabla 1 indica que el porcentaje de la secreción glandular de codornices varía significativamente, con relación al sexo y al estado de desarrollo del animal, lo que concuerda con estudios realizados a la secreción

glandular de diferentes especies de aves (7, 8). También se observó que la obtención de la secreción glandular de la *Coturnix coturnix japonica* (Codorniz doméstica), mediante el método de extracción por solubilización con solventes, en promedio fue mayor comparado con el método de extracción en Soxhlet. Esto puede ser debido a la mayor temperatura que se emplea en el método Soxhlet, la cual posiblemente afecta la composición de dicha secreción. Además, la extracción en Soxhlet permite obtener sólo los lípidos libres, mientras que el método de extracción por solubilización con solventes de baja polaridad, con previa hidrólisis alcalina permite liberar lípidos enlazados, al disolverse completamente la muestra (10). Sin embargo, otros estudios reportan que los procedimientos con cloroformo-metanol, n-hexano-isopropilalcohol y cloruro de metileno-metanol son sistemas de solventes más eficaces para la extracción de lípidos (12).

El análisis de los resultados consignados en la tabla 2 señala características específicas de la secreción glandular de cada uno de los subgrupos. El índice de saponificación promedio de la secreción glandular de machos 45 días (jóvenes) fue menor comparado con el de hembras y machos de 12 meses (adultos). Con relación al índice de yodo, la literatura indica que la relación entre éste y los componentes de una grasa o aceite es directamente proporcional (10, 14). Por lo anterior, puede decirse que los machos de 45 días (jóvenes), poseen componentes lipídicos con un grado de insaturación mayor que los de las hembras y machos de 12 meses (adultos). Así mismo, la secreción glandular de las hembras de 12 meses contiene componentes lipídicos con un grado de insaturación mayor.

Los análisis por cromatografía de gases utilizando columna empacada señalaron que la cantidad de ácidos grasos (Cáprico, láurico, mirístico, palmítico, estearico, oleico, linoleico y linolénico), no superó el 10 % del total de ácidos grasos en las muestras de secreción glandular evaluadas. Lo anterior indicó que la mayoría de los componentes de dicha secreción pertenecen a compuestos de alto peso molecular, presumiblemente con cadenas hidrocarbonadas de más de 18 átomos de carbono. Según la tabla 3, comparativamente y teniendo en cuenta las variables sexo y edad, en relación con el porcentaje relativo promedio de ácidos grasos (Palmítico, Estearico, Oleico, Linoleico y Linolénico) en la secreción

glandular de machos de 45 días (jóvenes) y hembras y machos de 12 meses (adultos), dicho contenido de ácidos grasos fue mayor en las hembras adultas. Considerando únicamente los compuestos insaturados (Oleico, Linoleico y Linolénico) se encontró que el porcentaje relativo promedio de éstos fue mayor en las hembras adultas. La comparación del porcentaje relativo promedio de cada ácido graso en la secreción glandular de machos de 45 días (jóvenes), reveló que el ácido graso obtenido en mayor concentración fue el Linoleico (3.6%), el cual es un ácido graso esencial. La literatura reporta que las grasas de aves y de frutos secos, los aceites de semillas y cereales son buenas fuentes de ácido linoleico, por lo tanto debe ser suministrado en la dieta (19). El ácido Oleico se encontró en mayor concentración en hembras de 12 meses (12%).

El análisis comparativo según las variables sexo y edad, en relación con el porcentaje relativo de cada ácido graso en la secreción glandular de hembras de 12 meses (H_5) y machos de 30 días (M_6), teniendo en cuenta las mismas condiciones de extracción de la secreción glandular (método de solubilización con disolventes) y la realización de los análisis por cromatografía de gases, se observó que el subgrupo H_5 presentó un contenido mayor de ácidos grasos (Palmítico, Heptadecanoico, Estearico, Oleico, Linoleico, Linolénico, araquídico y araquidónico) y también un contenido mayor de compuestos insaturados (Oleico, Linoleico, Linolénico y araquidónico). La comparación del porcentaje relativo de cada ácido graso en la secreción glandular de hembras de 12 meses (adultas) y machos de 30 días (jóvenes), reveló que los ácidos grasos obtenidos en mayor concentración fueron el Oleico (15.8%), el araquídico (15.6%) y el linoleico (13.7%) encontrados en las hembras adultas. Entre los ácidos grasos que se derivan del ácido linoleico se destaca el ácido araquidónico, identificado en la secreción glandular de los subgrupos de hembras adultas (H_5) y machos jóvenes (M_6), el cual juega un papel muy importante en el hombre y animales, en la cascada de la síntesis de prostaglandinas y tromboxanos (22). (véase Tabla 4).

Finalmente se puede concluir que en la composición química de la secreción glandular de la *Coturnix coturnix japonica* (Codorniz doméstica) se encontraron diferencias importantes, considerando las variables edad y sexo. Este resultado concuerda con

los estudios reportados que indican diferencias específicas significativas en la composición química de los lípidos, los ácidos grasos y alcoholes constituyentes de la secreción de la glándula uropigial de aves (4, 11, 13). De igual manera, se puede decir que dicha secreción puede estar relacionado con una grasa con valor nutricional, porque contiene ácidos

grasos esenciales. La presencia de compuestos de alto peso molecular, que no fue posible identificar, amerita continuar con la investigación para caracterizarlos utilizando diversos métodos analíticos cuantitativos de análisis, como cromatografía de gases utilizando estándares calidad reactiva de ácidos grasos de alto peso molecular y la espectrometría de masas.

Agradecimientos

Agradecemos todo el interés, la colaboración y el apoyo recibido del Centro de Investigaciones Pecuarias de la Facultad de Ciencias Agrarias para realizar esta investigación.

Summary

Fatty acids profile determination in the uropygial gland of Coturnix coturnix japonica (domestic quail)

There are not any studies in Colombia about the composition and function of the uropygial gland in birds. This fact motivated the researchers to conduct an experimental study of the chemical composition of the uropygial gland secretion in female and male Coturnix coturnix japonica (domestic quail) of different age groups. Research on animal and vegetable oils and fats obtained through the adequate methods of extraction has as a main objective the characterization of these substances to achieve that different methods of analysis are used such as physicochemical, chromatographic and sensorial. Gas chromatography analysis allows to determinate the profile of fatty acids. The nutritional effects of oils and fats on diets has gained greater importance in research in the last decade (31, 39). The aim of this study was to evaluate some physicochemical indexes and the profile of fatty acids in the secretion of the uropygial gland of Coturnix coturnix japonica (domestic quail) obtained through the Soxhlet extraction methods and solubilization with solvents. The evaluation was conducted to establish possible differences in the chemical composition regarding sex and age of the quails. Taking into account the extended use of oils and fats in pharmaceutical industry (cosmetics) and nutrition. This secretion may be a potential source of raw materials applied in those fields. The determination of the iodine value, the saponification value, the unsaponifiable matter, the acid value and the peroxide value indicated specific characteristics of the gland secretion of each one of the group of males and females of different age groups. Through the gland secretion analysis of quails through gas chromatography using packed column, the following fatty acids were found: capric, lauric, miristic, palmitic, estearic, oleic, linoleic y linolenic. These acids did not exceed 10 % of the total fatty acids in the samples evaluated. This finding indicated that the majority of components of such secretion belong to compounds of high molecular weight with hydrocarbonate chains with more than 18 carbon atoms. Therefore, it was necessary to change the work conditions to establish a wider range of comparison of results obtained across the different analyzed samples. The different analysis performed showed that the chemical composition regarding sex, hormonal and developmental stage of the animal. Furthermore, it was observed in all the samples the presence of unidentified compounds of high molecular weight.

Key words: derivatization, gas chromatography, physicochemical analysis, tetramethylammonium hydroxide.

Referencias

1. Asnani MV, Ramachandran AV. Roles of adrenal and gonadal steroids and season in uropygial gland function in male pigeons. Gen Comp Endocrinol. 1993; 92-2: 213-224.
2. Bhattacharyya SP, Chowdhury SR. Seasonal variation in the secretory lipids of the uropygial gland of a subtropical wild passerine bird, pycnonotus cafer (L) in relation to the testicular cycle. Endocrinol Lab. 1995; 26-1: 79-87.

3. Bissoni E. Cría de la codorniz. Argentina. Ed Albatros. 1987; 117 p.
4. Bohnet S, Rogers L, Sasaki G, Kolattukudy PE. Estradiol induces proliferation of peroxisome like microbodies and the production of 3 - hidroxy fatty acid diesters, the female pheromones, in the uropygial glands of male and female mallards. The J Biol Chem. 1991; 266-15: 9795-9804.
5. González OL, Duque JF. Explotación, cria y manejo de la codorniz. Tesis Video. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Antioquia. Medellín. 1998; 87 p.
6. Grimmer G. Skin lipids, a group of unusual lipids in man and animals. J Chromatogr Sci. 1976; 15: 101-105.
7. Jacob J, Poltz J. Composition of uropygial gland secretions of birds of prey. J Chromatogr Sci. 1974; 10-1: 1-8.
8. Jacob J. TCL, GLC and MS of complex lipid mixtures from uropygial secretions. J Chromatogr Sci. 1975; 13: 414-422.
9. Jaramillo de OL. Aves de Colombia 167 SP. Atlas Fondo Filantrópico. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. Santafé de Bogotá, 1993; 25 p.
10. Kirk RS, Sawyer R, Egan H. Grasas. En: Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2ª ed. México. Compañía Editorial Continental, S.A. 1996: 25-28.
11. Kolattukudy PE, Bohnet S, Sasaki G, Rogers L. Developmental changes in the expression of S-acyl fatty acid synthase thioesterase gene and lipid composition in the uropygial gland of mallard ducks (*Anas platyrhynchos*). Arch Biochem Biophys. 1991; 284-1:201-206.
12. Lee ChM, Trevino B, Chaiyawat M. A simple and rapid solvent extraction method for determining total lipids in fish tissue. J AOAC Intern. 1996; 79-2: 487- 492.
13. Livezey BC, Jacob J, Humphrey PS. Biochemical composition of secretions from uropygial glands of steamer-ducks. Biochem System Ecol. 1986; 14-4: 445-450.
14. Matissek R, Schnepel FM, Steiner G. Grasas y sustancias acompañantes. En: Análisis de los Alimentos: fundamentos, métodos, aplicaciones. 2a ed. España. Editorial Acribia, S.A. 1992: 45-87.
15. Metcalfe LD, Wang CN. Rapid preparation of fatty acid methyl esters using organic base catalyzed transesterification. J Chromatogr Sci. 1981; 19: 530-535.
16. Nageswari K., Banerjee R, Menon V P. Effect of w-3 and w-6 Polyunsaturated Fatty Acids on Myocardial Infarction. J Nutr Biochem. 1999; 10-6:338-344.
17. Official methods of analysis of A.O.A.C. international. Vol. II, 16ª ed. Published by A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) 1996.
18. Ortiz HN, Bosch V. Acidos grasos en pescados de mar y de río de consumo frecuente en venezuela. Anales Venezolanos de Nutrición. 1994; 7: 27-30.
19. Potter N, Hotchkiss JH. Aspectos nutritivos de los constituyentes alimentarios. En: Ciencia de los alimentos, 5ª ed. España. Ed. Acribia S.A. 1995:53-75.
20. Quiroz VC, Serna R. Caracterización del aceite de evening primrose (*Oenothera sp.*). Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 1996; 51 p.
21. Terragno N, Terragno A. Autacoides de origen lipídico. Eicosanoides y factor activador plaquetario (PAF). En: Farmacología Velasquéz. 16ª ed. Madrid. Editorial Interamericana. 1993: 238-254.
22. Van Greevenbroek MM, Robertus-Teunissen MG, Erkelens DW, De Bruin TW. Participation of the microsomal triglyceride transfer protein in lipoprotein assembly in Caco-2 cells: interaction with saturated and unsaturated dietary fatty acids. J Lipid Res. 1998; 39: 173-185.
23. Webb GP. Grasas. En: Nutrición. Una alternativa para promover la salud. Traducido por Emilia Latorre Macarrón y Derek Kelso. España. Editorial Acribia, S.A. 1999: 195-229.
24. Woo KL, Kim JI. New hydrolysis method for extremely small amount of lipids and capillary gas chromatographic analysis as N(O)-tert.-butyldimethylsilyl fatty acid derivatives compared with methyl ester derivatives. J Chromatogr A. 1999; 862: 199-208.
25. Zock P. Relación entre la grasa de los alimentos y la enfermedad coronaria. Los estilos de vida saludable, nutrición y actividad física. Int Life Sci Inst (ILSI). Bélgica. 1999:13-21.