

# UTILIZACION DE GRASAS Y SUS SUBPRODUCTOS EN ALIMENTACION AVICOLA

Mario E. Zumbado\*

Carlos R. Gutiérrez S.\*\*

Eliécer Pérez R.\*\*\*

## Abstract

*Studies on the use of palm fats and mixtures of fats and oils in poultry nutrition. The main factors that affect the digestibility and metabolizable energy content of fats for poultry are their contents of saturated fatty acids and the unsaturated to saturated ratio (UFA:SFA), the carbon chain length of the SFA, the level of free fatty acids (FFA), and the age of the birds. Also, it is important to consider quality aspects of the fat being fed, such as the level of moisture, impurities and unsaponifiable matter and toxic products developed in fats excessively heated, such as polymers present in restaurant greases of poor quality. The results of the present studies show that up to 45% FFA in a crude palm oil - palm distilled fatty acids blend are permissible without detrimental effect on broiler performance when that blend was included at a 6% rate in starter diets. Besides, better results are obtained when a fat of high FFA content and /or low UFA:SFA is fed after the first week of age and not in day-old broilers. The use of fats of high FFA content is feasible but a previous determination of its ME content is necessary before formulation of*

---

\* Centro de Investigaciones en Nutrición Animal  
Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica  
\*\* Escuela de Zootecnia Universidad de Costa Rica  
\*\*\* Instituto de Desarrollo Agrario. Costa Rica

*the feed. Due to the difficulties involved in the determination of ME by conventional methods, an alternative procedure is to calculate such values through the use of prediction equations. These equations use FFA and UFA:SFA levels in the fat and are developed for young and older broilers.*

## **Introducción**

*La utilización de grasas o aceites crudos, con altos niveles de triglicéridos, en dietas comerciales para aves se ve muy limitada por su alto precio. Por tal razón, el recurrir al uso de subproductos del procesamiento de los aceites crudos o mezclas puede ayudar a reducir los costos.*

*El conocimiento de los diferentes factores que afectan la calidad y valor nutritivo de una grasa o aceite es esencial para ayudar en la toma de decisiones sobre su utilización en alimentos para animales.*

*La estructura química tiene un importante efecto sobre el contenido de energía metabolizable de las grasas debido a variaciones en digestibilidad y absorción. Entre estos factores, los más críticos son el grado de saturación y la relación de ácidos grasos insaturados y saturados (AGI:AGS), la longitud de la cadena de carbonos de los AGS y el contenido de ácidos grasos libres (AGL).*

*El procesamiento de los aceites genera como principal producto residual AGL a partir de la desodorización durante el refinamiento de los aceites para consumo humano. Dichos productos también son conocidos como aceites ácidos.*

*La presencia de AGL en una grasa o mezcla causa una disminución en su absorción posiblemente debido a una menor secreción de bilis,*

limitándose la cantidad de ácidos grasos que pasan a formar parte de las micellas previa absorción intestinal (Sklan, 1979). Esto explica el mayor contenido de EM de un aceite o grasa comparado a su producto hidrolizado (Young, 1961). Renner y Hill (1961a) confirmaron estos resultados al encontrar que la absorción de ácidos grasos fue menor en el sebo o aceite de soya ácidos comparados al producto "intacto" (cuadro 1).

Los datos del cuadro 1 muestran que la absorción de AGL es aún menor en grasas más saturadas como el sebo y que el mayor efecto adverso ocurre con ácidos grasos saturados como el palmítico y esteárico. Según esta información, con el uso de AGL de soya no ocurre una disminución tan dramática en la absorción de los ácidos grasos. Incluso es conocido que la presencia de ácidos grasos insaturados ayuda a mejorar la absorción de AG saturados, especialmente se ven favorecidos los de cadena de carbono larga como el palmítico y esteárico.

**Cuadro 1. ABSORCION DE ACIDOS GRASOS DE GRASAS INTACTAS O HIDROLIZADAS.**

Grasa o aceite	Absorción, %			Lípidos
	Palmítico	Esteárico	AGI	
Sebo bovinos	57	53	81	69
AGL sebo	30	22	74	51
Aceite de soya	94	92	97	96
AGL soya	84	78	98	88

AGL: Acidos grasos libres.

*Estudios adicionales de Renner y Hill (1961b) demostraron la menor absorción de AGL saturados, la cual se redujo aún más al aumentar la longitud de la cadena de carbonos de C14 (laurico, 65% absorción) a C16 (palmítico, 25%) o C18 (esteárico, 5%). En todos los casos se observó una reducción en el crecimiento de los pollos siendo el efecto igualmente adverso en gallinas ponedoras.*

*Investigaciones más recientes indican que el mayor efecto negativo de los AGL ocurre en las aves más jóvenes, normalmente durante la primera semana de edad (Freeman, 1984; Lamas, 1992 comunicación personal). Contrario a los estudios antes mencionados, en investigaciones más recientes de Vilchez et al (1990b, 1991), fue posible observar una mejor respuesta reproductiva de codornices con 3% de ácido palmítico comparado al mismo nivel de ácido oleico o linoleico. Estos resultados podrían indicar que existe un posible rol fisiológico de este ácido graso en la reproducción.*

## **NIVEL DE ACIDOS GRASOS LIBRES**

No existe una definición clara sobre cuál es el nivel permisible de AGL en una grasa o aceite o directamente en la dieta de las aves. En algunos de los estudios aquí mencionados se utilizaron niveles superiores a 15% de AGL en las dietas experimentales los cuáles son considerablemente elevados si se compara con fórmulas de uso "práctico". En los estudios con codornices de Vilchez et al (1990b, 1991) antes mencionados, no se encontraron efectos adversos al suplir 3% de diferentes AGL individuales. Este nivel se ajusta más a las condiciones de formulación comercial para aves, en donde se utiliza entre 1 y 4% de grasas.

En un experimento anterior, Vilchez et al (1990a) compararon el uso de 3% de ácido palmítico con 3 % de aceite de maíz con resultados similares entre ambas dietas.

Información existente sobre el uso comercial de grasas en alimentación avícola, indica que una grasa utilizada en alimentos avícolas puede alcanzar niveles de hasta 50% de ácidos grasos libres (NRA, 1985).

Estas investigaciones reflejan que es factible el uso de AGL o de grasas con alta acidez sin que se ocasionen problemas al ave. La ventaja de utilizar este tipo de productos es la de reducir los costos al ser éstos subproductos agroindustriales. Por lo tanto, es clave conocer su aporte nutricional real comparado a las grasas o aceites crudos.

## **DEFINICION DE GRASAS O ACEITES ACIDOS**

La industria mundial de alimentos para animales depende en gran medida de grasas o aceite ácidos comercialmente disponibles. El principio básico que debe conocer el fabricante de alimentos es el de que usualmente los productos disponibles son clasificados como “feed grade” al ser su calidad inferior a la de las utilizadas para humanos. La mayor parte de estas grasas son subproductos o principalmente mezclas de diferentes productos o subproductos.

La presencia de altos niveles de acidez en grasas para animales o “feed grade” no necesariamente es indicativo de deterio o pobre calidad de la grasa. Por el contrario, en el caso de grasas o aceites para consumo humano “food grade”, la alta acidez no es aceptada según las normas de calidad debido a que han sufrido hidrólisis y podrían estar expuestas al desarrollo de rancidez oxidativa. Esto ocasiona que se generen malos olores y sabores con el consiguiente rechazo por parte del consumidor. Durante el proceso de desodorización de las grasas se extraen los AGL.

A continuación se resume la clasificación de algunos de estos aceites o grasas y su definición oficial:

**1. Aceite acidulado (acidulated soapstock):** es obtenido a partir del residuo sólido que proviene del refinamiento de los aceites crudos. A éste se le eliminan los minerales, especialmente el sodio incorporado por el uso de soda cáustica que sirve para separar los AGL, por medio de acidulación con ácido sulfúrico el cual luego es lavado con agua. Según las normas de calidad, este producto deberá tener el nombre del aceite que le dió origen (ej. aceite acidulado de soya o ácidos grasos de soya y no aceite de soya como acostumbra algunos proveedores). Su contenido de lípidos debe ser mayor de 97% y menos de 3% de humedad. Este alto contenido de humedad obliga a tomar las precauciones necesarias y utilizarlo lo más rápidamente posible para evitar su peroxidación y corrosión de equipos en la planta de alimento.

**2. Grasa de restaurante o mezclas con grasas animales (yellow greases)** generalmente con más de 98% de lípidos, no más de 15% de AGL y menos de 2% de humedad e impurezas.

**3. Aceites hidrolizados o ácidos grasos,** comunmente referidos al producto de la deodorización de aceites crudos por métodos físicos. Tal es el caso de los ácidos grasos de palma (o aceite hidrolizado de palma) con alrededor de 90% de AGL, alta pureza, bajo contenido de humedad y pH mayor de 4.0. Debe indicarse el nombre del aceite que le dió origen.

**4. Mezclas de grasas crudas con ácidos grasos.** También denominados aceites ácidos. Con estas mezclas se busca reducir el nivel de ácidos grasos del producto final y a su vez disminuir el costo de éste. El proveedor deberá establecer claramente el origen de la mezcla y su contenido de AGL. En América Central se encuentra comercialmente disponible la mezcla de aceite crudo de palma con ácidos grasos.

En general todos los productos mencionados o cualquier otro similar deberán tener al menos las siguientes especificaciones:

Nivel de humedad e impurezas.

Contenido de ácidos grasos libres.

Perfil de ácidos grasos por cromatografía.

Nombre de la grasa o aceite que le dió origen.

El incremento en el contenido de AGL puede ser una indicación de que la grasa se está deteriorando por la acción hidrolítica de enzimas lipolíticas producidas por bacterias. Igualmente es indicativo del uso de productos viejos, con alto contenido de humedad, mal almacenados o excesivamente reciclados como en el caso de grasas de restaurantes.

## MEDICION DE ACIDOS GRASOS LIBRES

La base para la evaluación del contenido de AGL en una grasa es la reacción entre un compuesto alcalino y dichos ácidos. Por medio de titulación con hidróxido de potasio se mide la cantidad requerida para neutralizar los ácidos grasos libres en 1 g de grasa (NRA, 1985).

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de acidez son:

1. Aceite de palma y sus derivados:

$$\text{AGL (palmítico), \%} = \frac{\text{ml de KOH} \times \text{N} \times 25.6}{\text{peso de muestra}}$$

2. Aceite de coco o coquito de palma.

$$\text{AGL (laúrico), \%} = \frac{\text{ml de KOH} \times \text{N} \times 20.0}{\text{peso de muestra}}$$

3. Otros aceites:

$$\text{AGL (oleico), \%} = \frac{\text{ml de KOH} \times \text{N} \times 28.2}{\text{peso de muestra}}$$

## PREDICCIÓN DE ENERGÍA METABOLIZABLE

Las grasas o aceites se incluyen en los alimentos principalmente como fuente de energía metabolizable. Por esa razón, es necesario contar con algún mecanismo para al menos predecir el valor energético, dado que la medición directa es un procedimiento relativamente lento y especializado.

Las ecuaciones para predecir el contenido de energía generalmente se basan en los siguientes factores (Wiseman et al, 1991):

1. *Proporción de ácidos grasos insaturados : saturados.*
2. *Contenido de ácidos grasos libres.*
3. *Edad del ave.*

El cuadro 2 resume los efectos de los factores mencionados sobre el contenido de EM del sebo y los aceites de palma y soya con diferentes contenidos de ácidos grasos.

Un aumento en el contenido de ácidos grasos conduce a una reducción en el nivel de EM de la grasa. Este efecto es más notorio en aves jóvenes, especialmente con las grasas más saturadas como la palma y el sebo de bovinos. Por lo tanto cuando aumenta el nivel de acidez, es necesario ajustar el nivel de energía antes de formular el alimento.

Cabe destacar, que los niveles de ácidos grasos evaluados en estos trabajos son muy bajos (9.52% max) comparativamente a lo reportado en la literatura.

Los trabajos de Wiseman *et al*(1991) permitieron desarrollar ecuaciones de regresión para predecir el contenido de EM de grasas con diferencias en (1) relación AGI:AGS, (2) contenido de AGL y (3) edad del pollo. Estas ecuaciones se resumen tanto en el cuadro 3 como en la figura 1.



**CUADRO 2. EFECTO DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS LIBRES SOBRE EL NIVEL DE EMA DE GRASAS O ACEITES CON DIFERENTE GRADO DE SATURACION.**

GRASA	AGL, %	EMA, Kcal/Kg	
		EDAD, SEM	
		1.5	7.5
Palma	5.8*	6620	7720
	27.3	5856	7576
	48.8	5712	7313
	70.3	4876	6979
	91.8**	3537	6573
Soya	1.4*	9202	9202
	18.2	9058	9082
	34.9	8556	8915
	51.6	8341	8628
	68.3**	7911	8389

\*Aceite crudo sin gomas; \*\*Acidos grasos. Wiseman et al (1991)

**Cuadro 3.** Predicción del contenido de E.M.A. de grasas a partir de la relación AGI:AGS y nivel de AGL

Edad	(Cxl:S)			
	A	B	C	D
10 días	38.112	-0.009	-15.337	-0.506
53 días	39.025	-0.006	- 8.505	-0.403

AGI (I), AGS (S) = ácidos grasos saturados e insaturados

AGL = Acidos grasos libres (mg/Kg).

Wiseman et al (1991)

## EFFECTO DE LOS ACIDOS GRASOS EN POLLOS DE ENGORDE

Considerando la mayor disponibilidad y menor costo de grasas ácidas en comparación a las crudas, es importante confirmar si el efecto adverso de los AGL sobre el valor de EM se manifiesta de igual forma al incluir grasas con diferente acidez en dietas de tipo comercial para pollos de engorde.

Con este objetivo se realizan investigaciones en la Universidad de Costa Rica, especialmente con el aceite de palma, por ser éste el de mayor disponibilidad en el mercado.

En el primer experimento se midió el efecto del nivel de ácidos grasos en el aceite crudo de palma. Los 5 tratamientos con los resultados aparecen en el cuadro 4. La figura 2 muestra el efecto del nivel de ácidos grasos sobre el contenido de EMA. Por su parte, el cuadro 5 y la fig. 3 resumen los valores de

digestibilidad y contenido de EMAn de las dietas con aceite de palma con diferentes niveles de AGL.

La EMVn del aceite de palma y los ácidos grasos medida según el método de Sibbald (1985) se muestran en el cuadro 6.

**Cuadro 4. EFECTO DEL NIVEL DE ACIDOS GRASOS LIBRES (AGL) DEL ACEITE DE PALMA EN POLLOS DE ENGORDE.**

Tratamiento	Gan. Peso g/pollo	Conversión
ACS (CONTROL)	505	1.50b
AP:		
< 5% AGL (ACP)	512	1.53ab
20% AGL *	502	1.50b
40% AGL *	488	1.60ab
60% AGL *	523	1.62a
>85% AGL **	478	1.63a

ACS/P: Aceite crudo de soya o palma.

\* Mezclas de ACP y ácidos grasos de palma.

\*\*Acidos grasos de palma puros.

**Cuadro 5. EFECTO DEL NIVEL DE AGL DEL ACEITE DE PALMA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LIPIDOS Y CONTENIDO DE EMAn (Exp 1, Zumbado et al, 1992)**

Tratamiento	Digestibilidad de lipidos, %	EMAn Kcal/Kg
ACS (Testigo)	88a	3307a
AP:		
< 5% AGL (ACP)	75b	3287a
20% AGL	73b	3290a
40% AGL	79ab	3167b
60% AGL	76ab	3230ab
>85% AGL **	77ab	3240ab

ACS: Aceite crudo de soya; AP: aceite de palma ACP: Aceite crudo de palma. \*\* Acidos grasos de palma.

**Cuadro 6. EMVn DEL ACEITE CRUDO DE PALMA Y LOS ACIDOS GRASOS (Zumbado et al, 1992)**

Aceite	EMVn Kcal/Kg
Aceite crudo de palma	7697
Acidos Grasos de Palma/1	7494
1/ >85% Acidos grasos libres	

El cuadro 7 muestra como los rendimientos de los pollos se vieron favorecidos al incluir aceite ácido de palma (40% AGL) en vez de ácidos grasos de soya. El eliminar el uso de aceite durante las primeras semanas de vida no alteró la ganancia de peso significativamente aunque afectó la conversión alimenticia en forma adversa, posiblemente debido al menor consumo de energía.

Los resultados de los cuadros 7 y 8 demuestran que es factible utilizar hasta 40% de AGL sin afectar los rendimientos de los pollos. Con el uso de ácidos grasos puros se reducen los rendimientos, por lo que su inclusión en la dieta deberá ser económicamente justificable.

**Cuadro 7. RENDIMIENTOS DE POLLOS CON ACEITE ACIDO DE PALMA SUPLIDO A DIFERENTES EDADES Y COMBINADO CON ACIDOS GRASOS DE SOYA (Exp 2).**

Tratamiento		Gan. Peso g/pollo	Conversión Alimenticia
Testigo	(S/aceite)	894c	1.63a
AGS	4 Sem	951bc	1.49c
AAP	4 Sem	1043ab	1.45c
AAP	3 Sem*	1058a	1.49c
AAP	2 Sem*	991abc	1.59ab
AAP+AGS	4 Sem	993abc	1.51bc
AAP+AGS	3 Sem*	1007ab	1.51bc
AAP+AGS	2 Sem*	992abc	1.54bc

AGS: Ácidos grasos de soya, AAP: Aceite ácido de palma (40% AGP+60% ACP)

\* 1era o 1era+2da sem sin aceite.

**Cuadro 8. EFECTO DE ELIMINAR EL ACEITE ACIDO DE PALMA Y LA COMBINACION CON ACIDOS GRASOS DE SOYA SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE POLLOS A 30 DIAS (exp 2)**

Tratamiento	Gan. Peso g/pollo	Conversión Alimenticia
Sin Aceite	894b	1.63a
Con aceite	1018a	1.48b
AAP	1043a	1.45b
AAP+AGS	993ab	1.51b
AGS	951ab	1.50b

AAP: Aceite ácido de palma; AGS: ácidos grasos de soya

## Conclusiones

*Es factible desde el punto de vista nutricional utilizar grasas con niveles de hasta 45% de ácidos grasos libres (AGL); aún así, es importante tomar en cuenta que el incremento en el nivel de AGL reduce proporcionalmente el contenido de energía metabolizable de la grasa o aceite.*

*La utilización de ácidos grasos o grasas “ácidas”, es una alternativa más económica para el fabricante de alimentos. Aún así es importante conocer el origen de estos productos, su perfil de ácidos grasos, nivel de humedad e impurezas y su contenido de acidez.*

*Debido a la reducción en energía, la utilización de grasas ácidas depende de un estudio de costos previo. El cálculo del precio al cuál se*

*puede utilizar una grasa deberá realizarse en base al costo por unidad de energía.*

*El contenido de AGL de una grasa y el grado de saturación de los ácidos grasos afecta su nivel de energía metabolizable. Es difícil analizar el contenido de EM por métodos directos por lo que el uso de ecuaciones de regresión es una herramienta de uso más práctico.*

*Las ecuaciones de regresión aquí descritas muestran que al aumentar el nivel de AGL se reduce el contenido de EMAn. Sin embargo, pruebas realizadas directamente con pollos indican que es factible utilizar hasta un 40% de ácidos grasos mezclados en el aceite crudo de palma produciendo un aceite ácido el cuál, a un nivel tan elevado como 6% no afectó los rendimientos comparado al aceite crudo de soya.*

*Existe una tendencia de los pollos a presentar una reducción en la digestibilidad de las grasas ácidas saturadas en la primera semana de edad, por lo que los rendimientos se verán favorecidos si su uso se inicia a partir de la segunda semana de edad.*

## **Bibliografía**

- Freeman, C.P., 1984. *The digestion, absorption and transport of fats, non-ruminants.* Pages 105-122 in: *Fats in Animal Nutrition.* ed. Butterworths, London, England.
- National Renderers Ass. 1985. *Pocket Information Manual & Exporters List.* NRA/USDA
- Renner, R., y F.W. Hill, 1961a. *Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids in the chick.* J. Nutrition 74:254-258.
- Renner, R., y F.W. Hill, 1961a. *Utilization of fatty acids by the chicken.* J. Nutrition 74:259-264.

- Sibbald, I., 1985. The TME system of feed evaluation; methodology, feed composition data and bibliography. Animal Research Centre. Contribution 85-19. Agriculture Canada, Ottawa, Ontario.
- Sklan, D. 1979. Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides of tree fatty acids: Synthesis of monoglycerides in the intestine. *Poultry Sci.* 58:885-889.
- Vilchez, C., S.P. Touchburn, E.R. Chavez, y C.W. Chan, 1990. Dietary palmitic and linoleic acids and reproduction of japanese quail. *Poultry Sci.* 69:1922-1930.
- Vilchez, C., S.P. Touchburn, E.R. Chavez, y C.W. Chan, 1991. Effect of feeding palmitic, oleic, and linoleic acids to japanese quail hens 1. Reproductive performance and tissue fatty acids. *Poultry Sci.* 70:2484-2493.
- Wiseman, J. y F. Salvador, 1991a. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers. *Poultry Sci.* 70:573-582.
- Wiseman, J. y F. Salvador, 1991b. Prediction of the apparent metabolizable energy content of fats fed to broiler chickens. *Poultry Sci.* 70:1527-1533.
- Young, R.J., 1961. The energy value of fats and fatty acids for chicks. *Poultry Sci.* 40:1225-1233.
- Zumbado, M.E., E. Pérez y C.R. Gutiérrez. 1992. Effect of free fatty acid level of palm oil fed at different ages to broilers. *Poultry Sci.* 71:225.