

**INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL**  
**I C A I T I**

**Segunda Reunión Centroamericana en Tecnología  
de Aceites, Grasas y Proteínas**

*28-29*  
**Octubre de 1971**

**GUATEMALA, GUATEMALA, C. A.**

Evaluación nutricional de la torta y del aceite de la semilla de hule

Dr. L. Elías, Científico de la División de Ciencias Agrícolas y Alimentos, INCAP

Según estudios recientes llevados a cabo por la SIECA, e informaciones divulgadas de otras fuentes, se espera para el año de 1975 una disminución en la disponibilidad de grasas y aceites en el área centroamericana. Por otro lado, numerosas encuestas realizadas por el INCAP, han indicado también que existe un déficit marcado en nuestros países en lo que se refiere a la disponibilidad de fuentes proteínicas de buena calidad, tanto para consumo humano como para animales.

Se reconoce así, que de éstos dos importantes nutrientes -proteínas y aceites- el primero de ellos, o sea las proteínas siguen siendo deficientes, y las grasas que constituyen una poderosa fuente de energías, corre el riesgo de tener la misma suerte.

Conciente de este problema, muchas Instituciones, en el mundo han dedicado como parte de su programa de investigación aumentar la disponibilidad de estas fuentes de alimentos, a través del estudio de sus recursos naturales.

Por razones obvias, los esfuerzos en este aspecto se han dedicado en parte a los recursos de origen vegetal, y entre estos se considera que las semillas oleaginosas representan, desde el punto de vista económico, un material ventajoso ya que es capaz de proporcionar al mismo tiempo proteínas y aceites.

Desafortunadamente, en parte también por razones económicas este concepto no ha sido utilizado de la manera más eficiente.

A través del tiempo en el procesamiento de las semillas oleaginosas, a excepción del algodón que también incluye la fibra, se ha dedicado mayor atención al aceite, considerando la torta (proteína) como un sub-producto, y por ende no se le había prestado los máximos recursos tecnológicos, con el propósito de darle la misma categoría.

De esta manera, podríamos decir, que se creó un balance positivo en favor del aceite, posiblemente debido a la mayor demanda de este último.

Creemos, sin embargo, que este concepto ha venido cambiando en los últimos años, y la prueba de eso, son los múltiples proyectos que actualmente se llevan a cabo en varios laboratorios con el propósito de colocar los dos productos en similares condiciones de utilización.

Este cambio de conceptos relacionados a la industria de las oleaginosas, se debe en parte a la búsqueda de una mayor eficiencia de utilización de esta materia prima, a la necesidad de otras industrias afines, y a la presión constante de una

población creciente que necesita más alimentos, y en consecuencia crea mayor demanda de estos productos.

El presente trabajo tiene como finalidad informar sobre los resultados preliminares obtenidos, al estudiar el valor nutricional de la torta y del aceite de la semilla de hule (*Hevea brasiliensis*).

### Material estudiado

Botánicamente el árbol de la semilla de hule (*Hevea brasiliensis*), pertenece a la orden de las Euphorbiaceas y dos son las variedades más conocidas: la semilla de hule de Pará (*Hevea brasiliensis*) y la de Ceará (*Manihot glaziovii*), ambas originarias del Brasil, pero que ahora están siendo cultivadas en muchos países del trópico.

El fruto de estos árboles, contiene varias semillas, generalmente tres; como sucede en la semilla de hule de Pará las semillas (primera foto) tiene un color café claro con manchas de color café oscuro, y con una cáscara lisa característica. Adentro de la cáscara se encuentra la pulpa oleaginosa que está recubierta de una capa con fibras semejantes al algodón. Al romper la cáscara la pulpa se desprende fácilmente sin ningún problema.

La semilla de hule estudiada fue obtenida en la estación experimental "Los Brillantes" en Cuyotenango, Guatemala. Las semillas fueron descascaradas a mano, y molidas en un molino tipo Willey; para la extracción del aceite se usaron dos procedimientos a nivel de laboratorio: por prensa y por solvente. En el caso del solvente se usó éter de petróleo, y la prensa usada fue del tipo hidráulico. La semilla extraída por solvente, fue secada a una temperatura moderada con el propósito de evaporar las trazas de solvente. El aceite fue purificado, usando celita como material filtrante. Los productos así obtenidos fueron almacenados bajo refrigeración hasta el momento que se usaron para las pruebas químicas y biológicas.

#### 1. Estudio con la pulpa desengrasada

En la primera transparencia (Cuadro 1) se enseñan los análisis químicos de la semilla de hule descorticada y de la torta desengrasada con éter de petróleo. Los resultados enseñan una cantidad aceptable de proteínas y un contenido adecuado de fibra cruda. El porcentaje relativamente alto de aceite, ofrece posibilidades de utilización industrial, dejando la torta como un producto adicional que puede ser utilizado como fuente de proteínas.

La siguiente transparencia (Cuadro 2) enseña el contenido de calcio, fósforo y hierro en la torta, y el contenido de ácido cianhídrico en la semilla entera, y en la torta:

De mayor interés desde el punto de vista práctico es el contenido de ácido cianhídrico que como se sabe es un compuesto tóxico, que causa efectos adversos al organismo. Como se puede apreciar, durante el procesamiento de semilla entera a la torta el contenido de este ácido baja significativamente, posiblemente debido al calor aplicado a la torta para evaporar el solvente, ya que éste es un compuesto termo-labil.

Otra manera de eliminar el elevado contenido de ácido cianhídrico en la almendra sería usando un método similar al que se utiliza con la yuca, que consiste en dejar las semillas en reposo por 24 horas, como mínimo, cambiando varias veces el agua de remojo, y posteriormente hervir el material en un recipiente abierto durante 30 minutos y someterlo a secado.

En la transparencia que sigue (Cuadro 3) se compara el contenido de aminoácidos esenciales de la torta de semilla de hule con otras oleaginosas, como la harina de soya, harina de algodón, harina de maíz y harina de ajonjolí.

Conviene aquí recordar que el valor alimenticio de estos productos está en gran parte relacionado con la cantidad de estos aminoácidos que a la postre gobiernan la calidad nutritiva de las proteínas. Al observar estos resultados se puede decir que de una manera general la semilla de hule contiene menores cantidades de los aminoácidos analizados, que las otras leguminosas usadas como comparación.

Sin embargo, es interesante llamar la atención al contenido bastante adecuado de lisina, al comparar con la harina de algodón y harina de maíz. Se puede también apreciar que el contenido de metionina y de triptofano son también más bajos al comparar con las demás oleaginosas.

La razón de hacer hincapié en estos tres aminoácidos mencionados (lisina, metionina y triptofano) se debe al hecho de que desde el punto de vista práctico, son los que generalmente son deficientes en los cereales, los cuales casi siempre representan la mayor parte de las dietas normales.

Para ilustrar mejor este punto, en la transparencia que sigue (Cuadro 4) se enseña el contenido de estos aminoácidos en la semilla de hule en comparación con otras fuentes de proteínas; se incluye también una proteína de referencia que nos indica cuáles son las cantidades consideradas como óptimas desde el punto de vista nutricional. Como se puede observar, en los cereales por lo general los tres aminoácidos son limitantes, siendo mayor la deficiencia de lisina y triptofano en el caso del maíz, usado como ejemplo de un cereal. Podríamos, sin embargo, decir que de una manera general la lisina es el más limitante en los cereales.

Las leguminosas se caracterizan por ser buenas fuentes de lisina y triptofano, y deficientes en metionina. En cambio las oleaginosas, no siguen a este respecto una regla tan general, siendo más bien fuentes de lisina y triptofano, como la soya por ejemplo, o buenas fuentes de metionina como el ajonjolí.

De esta manera, la tecnología empleada para formular dietas balanceadas, consiste en utilizar alimentos que puedan corregir mutuamente las deficiencias que poseen con respecto a los aminoácidos.

En base a estas observaciones se puede sugerir que la proteína de la semilla de hule podría encontrar su utilización como fuente relativamente adecuada de lisina, en este caso para los cereales.

La evaluación de valor nutritivo de la torta, así como el efecto de la adición de aminoácidos puede ser observado en la siguiente transparencia (Cuadro 5). Como se puede notar los resultados indican un valor protéico relativamente bajo para la torta, indicados por el peso ganado de los animales y la eficiencia protéica, valor este que es la razón del aumento en peso y la cantidad de proteína consumida.

Se puede también observar que el agregado de lisina mejora estos dos parámetros, confirmando a este respecto los análisis químicos previamente enseñados.

La adición de metionina no produce ningún efecto benéfico, mientras que la presencia de lisina más metionina indica nuevamente que posiblemente la lisina es el aminoácido más limitante en la torta de semilla de hule.

La siguiente transparencia (Cuadro 6), confirma estos resultados, en lo que se refiere a la deficiencia de lisina y a la incapacidad de la metionina en producir una respuesta beneficiosa cuando agregada aisladamente. Debido al bajo valor nutritivo de la torta, se trató de calentar el material, con el propósito de averiguar si este tratamiento térmico podría tener algún efecto beneficioso en la torta.

Como se observa en este mismo cuadro, este tratamiento no reportó los resultados esperados.

Los escasos datos encontrados en la literatura con respecto al uso de la torta de semilla de hule como alimento son bastante contradictorios.

De Sequeira y colaboradores en Brasil atribuyen el bajo valor de la torta a causa del sabor y olor desagradables, proveniente de los componentes cianogénicos presentes en el material. Sin embargo, nosotros no observamos estas características organolépticas, ya que el consumo de la dieta por parte de los animales no indicó un consumo significativamente bajo, y éste aumentó con la suplementación de la dieta con el aminoácido deficiente.

Por otro lado Havw y colaboradores de Indonesia han reportado un valor protéico relativamente alto para la torta de semilla de hule, con una eficiencia protéica de 2.0, eficiencia esta que puede ser considerada como buena para proteínas de origen vegetal. Estudios realizados por Ellet y colaboradores, en los Es-

tados Unidos de Norte América, han indicado también buenos resultados en la alimentación de ganado vacuno, no afectando la producción de leche o de los animales bajo estudio.

Nuestros resultados, pueden ser considerados en una posición intermedia en lo que se refiere al valor nutritivo de este material.

Consideramos que la diferencia en estos resultados sea a causa del método de preparación del material, o a la clase de animales usados en la experimentación.

Con respecto a la deficiencia de aminoácidos, nuestros resultados indican con bastante seguridad que la lisina es el aminoácido limitante en primer lugar. El contenido de aminoácidos de la semilla de hule ha sido reportado por otros investigadores, en el cual indican ser este material buena fuente de lisina y triptofano. Desafortunadamente estos investigadores no realizaron pruebas biológicas, que pudieran sustanciar esta afirmación.

Con los conocimientos que disponemos podemos decir, que este material a pesar de no ser buena fuente de lisina puede ser considerado como de utilidad en la suplementación de cereales, que como se indicara antes este aminoácido es el principal limitante en este tipo de alimento.

Obviamente se necesita hacer más investigación en este respecto antes de llegar a una conclusión final.

## 2. Estudios en el aceite

Como se mencionó anteriormente la semilla de hule descortada contiene alrededor de 22% de aceite, lo que representa desde el punto de vista industrial un producto con posibilidades de utilización, pero se vuelve más oscuro y más ácido con el almacenamiento.

La siguiente transparencia (Cuadro 7), enseña algunos análisis físico-químicos del aceite. De las características estudiadas cabe señalar el valor relativamente del índice de iodo, y de ácidos grasos libres.

En el primer caso, o sea el índice de iodo nos indica el número de enlaces dobles presentes colocando así este aceite en la categoría de semi-secante, mientras que en el segundo caso, explica la alta acidez que se desarrolla al almacenarlo.

Estas características sugieren que su utilización inmediata podría ser en la industria de pinturas y barnices, a semejanza del aceite de linaza, a pesar de que según algunos autores la alta acidez que desarrolla podría constituir una desventaja que podría ser remediada si se mejoran los métodos de recolección y tratamiento previo de las semillas.

En lo que se refiere a la composición de ácidos grasos esenciales se ha reportado un contenido adecuado, de ácido oléico (17 - 30%) y linolénico (30 - 40%), ácidos estos considerados como necesarios en los aceites, ya que el organismo no puede fabricarlos.

A pesar de que se encuentra en la literatura datos que sugieren la utilización del aceite de la semilla de hule en la industria de pinturas no existen estudios referentes a su uso como aceite comestible, lo que constituye el segundo propósito de este trabajo.

Entre los requisitos necesarios para que un aceite pueda ser utilizado en la alimentación, dos son de importancia primordial: que no contenga sustancias tóxicas y que la grasa sea fácilmente digerible. Para estudiar estos dos aspectos se usaron ratas como animales de experimentación, en dos etapas de su vida; jóvenes y adultas.

La siguiente transparencia (Cuadro 8) enseña los resultados obtenidos al alimentar ratas jóvenes con diferentes niveles de aceite de semilla de hule. Se incluyó en este experimento como testigo al nivel más alto, el aceite de semilla de soya ampliamente conocido como aceite comestible.

Como se puede observar los resultados obtenidos indican que a medida que se aumenta el nivel del aceite en las dietas hay una disminución progresiva en la ganancia en peso y en la ingesta de alimentos en los animales; alcanzando su punto máximo al nivel de 20% del aceite crudo, donde se observó no sólo una disminución altamente significativa en el crecimiento, sino que también una mortalidad de 50% de los animales.

El calentamiento por 2 horas a una temperatura de 139 - 142°C indica una ligera tendencia a contrarrestar este efecto adverso, a juzgar por la ganancia en peso y menor mortalidad de las ratas.

Está claro de estos resultados que el aceite de semilla de hule contiene un factor tóxico no identificado, ya que los animales alimentados con 20% de aceite de soya crecieron normalmente, y no demostraron ningún signo de toxicidad, o intolerancia a la dieta.

Con el propósito de averiguar si el aceite también era tóxico para ratas adultas, y si el tratamiento térmico podría contrarrestar esta toxicidad, se prepararon dietas que contenían 10% de aceite de semilla de hule y calentado por 1 y 2 horas respectivamente. En este caso se usó como testigo, en las mismas condiciones el aceite de semilla de algodón.

Los resultados pueden ser observados en la siguiente transparencia (Cuadro 9); en primer lugar podemos decir que a semejanza de las ratas jóvenes, nuevamente se observó una depresión en la ganancia en peso con la adición de 10% de acei-

te crudo a la dieta, al comparar con la que no contenía este material. Segundo que a este nivel de aceite el tratamiento térmico por 1 y 2 horas respectivamente contrarrestó el efecto tóxico, como se puede observar en la recuperación en peso de los animales. Tercero que las dietas que contenían aceite de algodón, ya sea crudo o calentado, presentaron ganancia en peso normales. Puede ser que en este caso, el efecto más positivo del tratamiento térmico se deba a que no sólo los animales adultos son más resistentes a la toxicidad, sino que también el nivel de aceite calentado fue más bajo (10%). Estos resultados, así como los anteriores, sugieren que la sustancia tóxica es termo-labil, ya que se encontró una respuesta beneficiosa directa entre la concentración del aceite y el tiempo de calentamiento.

Una evidencia adicional de este efecto favorable del calor puede ser observado en la siguiente transparencia (Cuadro 10), en la cual se enseña los coeficientes de digestibilidad del aceite de hule crudo y calentado en las mismas condiciones del experimento anterior.

De un valor de 83.8% de digestibilidad con el aceite crudo subió a 93.0% cuando se calentó por 2 horas.

En este caso también se usó el aceite de semilla de algodón como testigo, con resultados de digestibilidad normales.

En base de los estudios que hemos realizado en el aceite, podemos decir que debido a sus características físico-químicas que lo clasifican como del tipo secante, su aplicación primaria sería en la industria de pintura y barnices, a semejanza del aceite de linaza.

Con respecto a su utilización como aceite comestible, se están siguiendo las investigaciones con el propósito de eliminar completamente el factor tóxico presente, que según los datos obtenidos parece ser termo-labil. Se están también llevando a cabo estudios de estabilidad del aceite, punto igualmente interesante ya que siendo un material rico en ácidos grasos no saturados, se oxida fácilmente, y en consecuencia es muy susceptible a la rancidez.

### 3. Algunas consideraciones sobre la utilización comercial de la semilla de hule

El uso principal que se le ha dado al árbol de hule en los países que lo cultivan es en la obtención del latex para la producción del hule, concepto este que también se aplica en Guatemala.

La utilización de la semilla como fuente de proteínas y aceites ha sido un aspecto muy poco explorado, básicamente debido a los problemas encontrados para su comercialización y a la falta de una investigación básica que permita su uso.

Desde el punto de vista comercial el principal problema es la recolección de la semilla en el lugar de las plantaciones. Este aspecto es importante porque debido a la cantidad y calidad del aceite en la pulpa, ésta debe ser tratada adecuadamente para conservar las cualidades deseables en el aceite.

Bajo el aspecto de procesamiento, el problema más serio encontrado ha sido la eliminación de la cáscara en una forma práctica.

El ICAITI ha realizado pruebas en este sentido, utilizando diversos tipos de molienda, sin haber encontrado todavía resultados satisfactorios, ya que con los sistemas ensayados, se aplastaban por completo las semillas, haciendo muy difícil la separación de cáscara y almendra. Con el propósito de separar la cáscara de la almendra, esta misma Institución llevó a cabo ensayos de flotación en agua, ya que la cáscara es bastante densa; sin embargo, el elevado contenido de aceite de la almendra hizo que ésta se pegara a la cáscara, resultando en una pérdida considerable del material.

En base a estos resultados se llegó a la conclusión que se necesitaba un equipo adecuado para procesar este material como por ejemplo un quebrantador -separador que utiliza un ciclón para la recolección neumática de la cáscara.

Obviamente, otra solución sería moler la semilla entera usando prensa de tornillo o hidráulica, y posteriormente separar la harina de la cáscara por tamización o por densidad.

Con respecto al contenido de ácido cianhídrico, se considera que no es problema, ya que si éste no se eliminara completamente durante el proceso -lo que es poco probable- se podría seguir el procedimiento usado para la yuca descrito anteriormente.

Finalmente presentamos una estimación económica, y de producción encontrados en la literatura con respecto a la semilla de hule (Cuadro 11).

De acuerdo a estos datos, nos parece que desde este punto de vista no es ningún problema la utilización de esta materia prima.

## Conclusiones

1. La semilla de hule contiene cantidades apreciables de proteínas y aceites, dos productos con posibilidades de utilización desde el punto de vista comercial.
2. Que la torta obtenida ofrece posibilidades de uso en dietas para consumo humano y animal.
3. Que el aceite podría ser usado primariamente en la industria de pinturas y barnices ya que posee características similares al aceite de linaza.
4. Su uso como aceite comestible, necesita más investigación debido a la presencia de un factor tóxico no identificado; este factor tiene grandes posibilidades de ser eliminado por un tratamiento térmico.
5. El mayor problema desde el punto de vista comercial, es el sistema adecuado de recolección de las semillas, y bajo el aspecto de procesamiento separar la almendra de la cáscara con los sistemas de molienda, corrientemente disponibles.

CUADRO No. 1

ANALISIS QUIMICOS DE LA SEMILLA DE HULE

---

Nutriente	Semilla de hule descortificada	Torta de semilla de hule g % (1)
Humedad	45.2	13.4
Proteína (N x 6.25)	8.9	29.1
Extracto Etéreo	22.2	9.8
Fibra cruda	3.1	6.4
Ceniza	2.0	4.8

---

(1) Desengrasada con éter de petróleo (hexano)

CUADRO No. 2

CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y ACIDO  
CIANHIDRICO EN LA SEMILLA DE HULE

Nutriente	Semilla de hule descortificada, mg %	Torta de semilla de hule, mg % (1)
Calcio	---	475
Fósforo	---	34
Hierro	---	132
Acido Cianhídrico	121	0.75

(1) Desengrasada con éter de petróleo (hexano)

CUADRO No. 3

CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN LA TORTA DE SEMILLA DE HULE EN COMPARACION  
CON OTRAS OLEAGINOSAS (mg/g N)

Aminoácido	Semilla de hule	harina <sup>1</sup> de soya	harina <sup>1</sup> de algodón	harina <sup>1</sup> de maní	harina <sup>1</sup> de ajonjolí
Arginina	321	452	702	669	547
Histidina	110	149	166	152	121
Isoleucina	159	336	236	257	261
Leucina	170	482	369	380	461
<u>Lisina</u>	<u>240</u>	<u>395</u>	<u>268</u>	<u>223</u>	<u>160</u>
<u>Metionina</u> <sup>2</sup>	<u>104</u>	<u>195</u>	<u>188</u>	<u>149</u>	<u>311</u>
Fenilalanina <sup>3</sup>	224	508	498	540	461
Treonina	151	246	221	168	194
<u>Triptofano</u>	<u>41</u>	<u>86</u>	<u>74</u>	<u>69</u>	<u>91</u>
Valina	246	328	308	311	244

1 Tomado de Orr, M.L. and B.K. Watt. Amino Acid content of Foods. Home Economic Research, Report No. 4, U.S.D.A., Washington, D.C., 1957

2 Incluye la Cistina

3 Incluye la Tirosina

CUADRO No. 4

CONTENIDO DE LISINA, METIONINA+CISTINA Y TRIPTOFANO  
EN COMPARACION CON OTRAS FUENTES DE PROTEINAS

mg/g N

Aminoácido	Semilla de hule	Cereales*	Leguminosas**	Patrón de la FAO***
Lisina	240	181	486	270
Metionina + Cistina	104	200	80	270
Triptofano	41	37	71	90

\* Maíz (*Zea mays*)

\*\* Frijol negro (*Phaseolus vulgaris*)

\*\*\* Proteína de referencia

CUADRO No. 5

SUPLEMENTACION DE LA TORTA DE SEMILLA DE  
HULE CON AMINOACIDOS

Dieta	% Proteína en dieta	Peso <sup>1</sup> ganado g/28 días	Eficiencia proteínica
Basal de semilla de hule	10.8	30 ± 1.9 <sup>2</sup>	1.25 ± 0.05 <sup>2</sup>
Basal + 0.20% Lisina	10.8	47 ± 6.6	1.71 ± 0.14
Basal + 0.20% Metionina	10.9	27 ± 1.3	1.13 ± 0.05
Basal + 0.20% Lisina + 0.20% Metionina	11.0	45 ± 4.4	1.63 ± 0.07

<sup>1</sup> Peso inicial = 42 g

<sup>2</sup> Error Estandar

CUADRO No. 6

VALOR NUTRITIVO Y SUPLEMENTACION DE LA TORTA DE SEMILLA DE HULE  
CON AMINOACIDOS<sup>1</sup>

Dietas	% Proteína en dieta, g	Peso inicial g	Peso ganado g/28 días	Alimento consumido g/28 días	Eficiencia <sup>2</sup> proteínica	Eficiencia <sup>3</sup> alimentación
Basal de semilla de hule	9.88	47	14	236	0.64	15.73
Basal + 0.20% Lisina	9.50	47	52	320	1.71	6.15
Basal + 0.20% Metionina	9.88	47	18	262	0.69	14.5
Basal + 0.20% Lisina + 0.20% Metionina	9.81	47	63	355	1.81	5.73
Torta calentada <sup>4</sup>	9.85	46	9	146	0.61	16.80
Caseína, control	9.80	47	131	447	2.96	3.44

CUADRO No. 6

(Continuación)

1 L-Lisina HCl; DL-Metionina

2 Eficiencia proteínica =  $\frac{\text{peso ganado}}{\text{Proteína consumida}}$

3 Eficiencia de alimento =  $\frac{\text{Alimento consumido}}{\text{peso ganado}}$

4 Calentada en el autoclave, a 121°C de temperatura, a 16 lbs de presión, por 30 minutos.

CUADRO No. 7

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL  
ACEITE DE SEMILLA DE HULE

Muestra	Densidad (15/15°C)	Acidos grasos libres*	Indice de saponificación	Indice de yodo
Extraído con prensa	0.916	13.9	196	132
Extraído con solvente	0.914	19.4	208	141

\* Expresados como % de ácido oléico

CUADRO No. 8

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ACEITE DE SEMILLA  
DE HULE\* EN EL CRECIMIENTO DE RATAS JOVENES\*\*

Tipo de Aceite	Tratamiento	% en la dieta	Promedio peso ganado g/28 días	Promedio alimento consumido g/28 días	Mortalidad
Semilla de hule	-	5	96	345	0/8
Semilla de hule	-	10	59	254	0/8
Semilla de hule	-	15	33	194	0/8
Semilla de hule	-	20	13	171	4/8
Semilla de hule	Calentado 2 horas 139/142°C	20	16		3/8
Semilla de soya		20	120		0/8

\* Aceite extraído con solvente (hexano)

\*\* 8 animales/grupo

CUADRO No. 9

RESPUESTA DE RATAS ADULTAS\*\* ALIMENTADAS CON  
10% DE ACEITE DE SÉMILLA DE HULE\* Y  
ACEITE DE SEMILLA DE ALGODON

Tipo de Aceite	Tratamiento	Promedio peso inicial g	Promedio peso ganado g/12 días	Promedio alimento consumido
-	-	180	50	74.4
Semilla de hule	-	182	39	74.7
Semilla de hule	Calentado 1 hora	193	45	74.2
Semilla de hule	Calentado 2 horas	180	62	74.2
Semilla de algodón	-	180	65	74.1
Semilla de algodón	Calentado 1 hora	182	61	75.0
Semilla de algodón	Calentado 2 horas	178	63	74.5

\* Aceite extraído con solvente (hexano)

\*\* 4 animales/grupo

CUADRO No. 10  
 DIGESTIBILIDAD DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE  
 HULE\* EN COMPARACION CON OTROS ACEITES

Tipo de Aceite	Tratamiento	% en la dieta	% Digestibilidad**
Semilla de hule	-	10.0	83.8
Semilla de hule	Calentado*** 1 hora	10.0	88.4
Semilla de hule	Calentado*** 2 horas	10.0	93.0
Semilla de algodón	-	10.0	97.9
Semilla de algodón	Calentado*** 1 hora	10.0	94.7
Semilla de algodón	Calentado*** 2 horas	10.0	94.9

- \* Aceite extraído con solvente (hexano)
- \*\* Se usaron 4 animales/grupo
- \*\*\* A una temperatura de 139 - 142°C

CUADRO No. 11

ALGUNOS DATOS ECONOMICOS Y DE PRODUCCION DE LA SEMILLA DE HULE

Producción Anual

300.000 qq

66 millones de kgs.

Peso Semilla Completa

Peso Almendra

% de Almendra

4.64

2.89 g

62.1

66 millones de kgs

41 millones de kgs

---

% Aceite en Semilla

% Humedad en Semilla

% Torta Residual

22.6

45.2

32.6

Torta

Aceite

13.4 millones kgs

9.1 millones kgs

---

Estimación Económica

Costo Semilla Bruta

Q. 27.4/1000 kgs

Torta

Aceite

Q. 5.50/1000 kgs

Q. 3.75/1000 kgs