

# TRABAJOS ORIGINALES

## Composición y valor alimenticio de las Lágrimas de Job (Lágrimas de San Pedro o trigo Adlay) (*Coix Lacryma-Jobi*)

RAYMOND JAQUOT, JEANINE RAULIN, JEAN ADRIAN  
y ALAIN RERAT

Laboratoire de Biochemie de la Nutrition  
du Centre National de la Recherche Scientifique  
Bellevue (France)

De origen asiático el *Coix Lacryma-Jobi* L. o trigo indio, actualmente se ha aclimatado en la América del Sur, especialmente en el Brasil. Esta planta, a la que el ganado es poco aficionado, produce un grano llamado "Adlay" en inglés y "Lágrimas de Job" en francés. Se le utiliza sobre todo con fines ornamentales, para fabricar rosarios, collares, brazaletes y decorar figuritas.

El uso ha inspirado numerosos nombres vernáculos (\*). Las lágrimas de Job (San Pedro) se emplean poco en la alimentación humana: en la India, en un preparado de féculas;

---

(\*) SINONIMIA BRASILEIRA: biuri, capia, capimdecontas, capim missanga (Hospital de San Pablo), capim rosario, contas de Nossa Senhora, lagrimas de Nossa Senhora (Pará).

SINONIMIA INTERNACIONAL: lagrima de Giobbe (Italia), marientränen, Tränengras (Alemania), adlay, ilás e tigi (Filipinas), kirindi, kirindimana (Ceylán), kauch-gurga, ran-joudhal Sankru (India), damu Daub (países árabes), acakotil (México), lágrimas de San Pedro (Costa Rica), lágrimas de Job (Uruguay), Job's tears (Antillas inglesas), camándulas (Antillas españolas), herbe á chapelet, larmes de Job, lamille des Indes (Antillas francesas), lágrimas de San Pedro (Venezuela). El nombre genérico *Coix* parece ser de origen griego y figura ya en las obras de Teofrasto. La planta descrita por Plinio bajo el nombre de "Lithosperum" parece ser una variedad de *Coix*.

en el Brasil se le emplea en la panificación; en el Japón se saca de ella una bebida ('dzu'). A veces gozan de reputación medicinal y se venden en Bombay bajo el nombre de "Kassai-bij" como depurativo para la sangre y diurético. Los informes que tomamos de Schaaffhausen (26) y de Santos (25) no permiten hacerse una opinión sobre el valor alimenticio de este cereal. Sin embargo, nos muestran que no se ha impuesto como alimento común al hombre allí mismo donde abunda y donde su cultivo sería próspero (\*\*).

Por lo demás, las opiniones más diversas han sido formuladas en su contra. Algunos agrónomos le son muy favorables. Schaaffhausen titula su estudio: "A cereal of potentially greater economic importance" ("Un cereal de mayor importancia económica potencial"). En la conferencia de Dschang (Camerún) el informe de la Comisión II (16) sugiere la introducción de nuevas especies (coix, soja...) en Africa, mientras que Ganef y de Guertechin (21) escriben: "Entre los cereales la superioridad alimenticia del Coix parece establecida." La misma opinión favorable parece animar Raseto (24), para quien *Coix eludis* es "la planta providencial de los países cálidos". A la inversa, Pío Correa (23) se muestra muy reservado sobre la potencialidad alimenticia de las lágrimas de Job, las cuales, según dice, "no pueden compararse con el trigo, el mijo, el arroz, la avena y aun con otros cereales de inferior calidad. Costa (17) y sobre todo Santos (25) son todavía más severos. Este último resume su estudio con la siguiente conclusión: "Os diversos exames realizados nao aconselhan a introdução dessa gramínea na alimentação humana" ("los diversos exámenes realizados no aconsejan la introducción de esta gramínea en la alimentación humana").

(\*\*) Según los informes suministrados por M. D. Brugere, de la División de Agricultura de la F.A.O., quien los obtuvo de los misioneros, la harina y la mazorra de lágrimas de Job es muy apreciada por los indígenas del Congo Belga.

## I. COMPOSICION

1º) *TECNICAS ANALITICAS*

Agua . . . . .	desecación a 102°C.
Cenizas . . . . .	Incineración a 550°.
Prótidos . . . . .	N total (microkjeldahl) × 5,83 según las normas de la F.A.O. para cereales.
Lípidos . . . . .	método de Kumagawa.
Glúcidos asimilables . . . . .	método oficial° "Legislación sobre los alimentos del ganado" (9).
Glúcidos digeribles . . . . .	método de Guillemet-Jaquot. insoluble con ácido fórmico: celulosa, lignina, vasculosa (6).
Fósforo . . . . .	método de Fisk-Subbarow modificado (5).
Calcio . . . . .	método de Guillaumin (7).
Aminoácidos . . . . .	método microbiológico, técnica de Adrian (1).
Vitamina A . . . . .	método de la A.O.A.C. (2).
Vitamina C . . . . .	método de Banerjee (4).
<b>Vitaminas B (*)</b>	
Tiamina - fluorimetría . . . . .	método de Jansen, técnica de Petit.
Riboflavina - microbiológico . . . . .	método de Snell-Strong (11).
Niacina —d°— . . . . .	método de Krèhl - Strong - Elvehjem (8).
ác. pantoténico —d°— . . . . .	método de Skeggs-Wright (10).
Piridoxina —d°— . . . . .	método de Atkin - Williams - Frey (3).
Biotina —d°— . . . . .	método de Wright-Skeggs (12).

(\*) Damos las gracias al señor PETIT, quien ha tenido la bondad de hacer las dosificaciones de vitamina B<sub>1</sub>; extracción por HCL 0,1 N a temperatura ambiente, hidrólisis con takadiestasa a pH 4,4 y a 37°C durante 20 h., purificación sobre Decalso, medición de la fluorescencia.

Los análisis fueron hechos con el grano descascarillado, o sea privado de los envoltorios externos y reducido a harina sin cernir (\*\*).

La molienda es difícil debido a la dureza de los granos.

## 2º) COMPOSICION GLOBAL

Dispusimos de dos muestras bien homogenizadas. El cuadro 1 permite comparar la composición de las lágrimas de Job y la del trigo francés medio.

CUADRO 1  
COMPOSICION EN %

	LAGRIMAS DE JOB		TRIGO FRANCES
	Grano	Cáscaras	Grano entero
Humedad . . . . .	12,49	8,68	14
Cenizas . . . . .	1,92	18,04	1,6
Prótidos . . . . .	14,98	5,58	10
Lípidos . . . . .	7,34	5,26	2,3
Glúcidos asimilables (1) . .	60,40	25,70	67
Glúcidos no digeribles. . .	2,95	35,50	5
Total . . . . .	100,08	98,76	99,9
P. . . . .	0,25	0,097	0,34
Ca . . . . .	0,07	0,194	0,036
Ca/P . . . . .	0,40	—	0,1

(1) Principalmente almidón.

Nuestros resultados concuerdan con los de otros autores, que se presentan en forma condensada en el cuadro 2.

La tasa protídica de 15% que nosotros obtenemos es más elevada que la citada por la F.A.O. (harina cernida) y por Barreto. Concuerda, por el contrario, con las observaciones de Santos (14,1% para la harina de molienda fina) y de Costa (14,93%). Nosotros encontramos un contenido de calcio netamente superior al de los otros autores. Nos limitamos a registrar el hecho. Es evidente que la cantidad de glúcidos no digeribles representada por la fracción insoluble en ácido

(\*\*) Coix Lacryma-Jobi, variedad enana, descrita por Schaffhausen (26).

**CUADRO 2**  
**COMPOSICION DE LAS LAGRIMAS DE JOB SEGUN DIVERSOS**  
**AUTORES (EN %)**

	F. A. O. (19)	Santos (25)	Barreto (14)
Humedad . . . . .	12	13,5	10
Cenizas . . . . .	1,6	—	1,5
Prótidos . . . . .	13,8	14,1	12,4
Lípidos . . . . .	5,1	5,4	5,4
Almidón . . . . .	67	—	69,9
Celulosa . . . . .	0,7	—	0,8
P . . . . .	—	0,24	—
Ca . . . . .	0,021	0,046	—

fórmico es necesariamente superior a los valores para “celulosa bruta”, ya que contiene además la lignina, la vasculosa, etc. La cáscara se caracteriza por un contenido en minerales elevado y un porcentaje de celulosa que impide *a priori* todo uso alimenticio para los monogástricos.

### 3º) AMINOACIDOS

El método microbiológico de Adrian (1) permite la dosificación simultánea de 10 aminoácidos indispensables. Los resultados se encuentran en el cuadro 3, que igualmente contiene el cálculo de las “desviaciones” según Mitchell & Block (28). Estos autores han propuesto una jerarquía de prótidos alimenticios basada en la desviación o porcentaje de déficit del factor limitante en relación a los prótidos del huevo escogido como patrón de referencia.

**CUADRO 3**

Aminoácidos	Cantidad en los prótidos de las lágrimas de Job (16%N) en %	Desviaciones en relación a los prótidos totales del huevo
Arginina . . . . .	3,5	—45
Cistina . . . . .	1,8	—25
Histidina . . . . .	2,15	0
Isoleucina . . . . .	7,2	—10
Leucina . . . . .	23,7	+160
Lisina . . . . .	2,45	—66
Metionina . . . . .	3,10	—24
Fenilalamina . . . . .	4,75	—24
Treonina . . . . .	4,20	—14
Triptófano . . . . .	0,45	—70

La composición de los próticos de *Coix* recuerda mucho la de los próticos de *Zea*. Las lágrimas de Job y el maíz son igualmente ricos en leucina, pero deficientes en todos los otros indispensables (salvo en histidina).

El déficit en lisina y triptófano es considerable. La lisina es el factor limitante del maíz; el triptófano lo es en las lágrimas de Job.

#### 4º) VITAMINAS

Los resultados de las dosificaciones en vitaminas se encuentran en el cuadro 4, el cual muestra igualmente los valores señalados por la F.A.O. (20) (harina extraída al 70%) y el contenido vitamínico medio de los trigos franceses determinada en nuestro laboratorio (15).

CUADRO 4  
DOSIS EN VITAMINAS (en mg. por 100 g.)

	LAGRIMAS DE JOB			Trigo francés grano entero
	Grano des- cortezado	Corteza	Harina 70%	
Vitamina A . . . . .	0	0	0	0
Vitamina C . . . . .	0	0	0	0
Tiamina . . . . .	0,295	—	0,28	0,29
Riboflavina . . . . .	0,26	0,28	0,19	0,17
Niacina . . . . .	6,3	6,1	4,3	4,8
Ac. pantoténico . . . . .	0,75	0,56	—	1,35
Piridoxina . . . . .	0,004	0,006	—	0,46
Biotina . . . . .	0,0009	0,0009	—	—

#### 5º) COMENTARIOS

Es interesante comparar la composición química de las lágrimas de Job con la de otros cereales.

A) El potencial energético de las lágrimas de Job es elevado: 348 calorías por 100 gramos según la F.A.O. (\*), de 386 a 398 cal. según Santos (\*\*). El grano de trigo no aporta sino 334 cal. por 100 g.; el de centeno, 319 cal.; el maíz, 356 cal.

(\*) Harina extraída al 70%.

(\*\*) Grano entero.

Debe recalcar el bajo contenido en "glúcidos no digeribles". Desde este punto de vista la harina integral de lágrimas de Job puede sostener la comparación con una harina de trigo extraída al 80%.

B) El contenido protídico de las lágrimas de Job es superior al de otros cereales. Lo indicamos a continuación:

Cereales	Contenido en prótidos %
Lágrimas de Job, grano entero . . . . .	15
—d°— harina al 70% . . . . .	13,8
Trigo tierno, grano entero . . . . .	10
—d°— harina blanca . . . . .	8
Trigo duro, grano entero . . . . .	13,8
Cebada, grano entero . . . . .	11
Mijo, grano entero . . . . .	6,5 - 12
Maíz, grano entero . . . . .	9,5
Arroz pardo . . . . .	7,7

Sin embargo, algunas variedades de trigo y de mijo rivalizan con el Adlay desde el punto de vista del porcentaje en proteínas. Existen trigos "manitoba" con 15 y hasta 18% de prótidos. Adrian (13) ha encontrado concentraciones de 15% en algunos sorgos *Guineensia*.

Cualitativamente, las lágrimas de Job parecen ser las menos bien equilibradas de todos los prótidos alimenticios de origen natural. El déficit del factor limitante, el triptófano, es considerable, ya que alcanza al 70%. Utilizando la escala de Mitchell & Block (28), que clasifica en orden decreciente los prótidos alimenticios a partir de los prótidos totales del huevo dotados del coeficiente 100, las lágrimas de Job están colocadas entre las últimas con un coeficiente de 30 ( $100 - 70 = 30$ ).

## ESCALA QUIMICA DE LOS PROTIDOS DE CEREALES

Cereales	Coefficiente
Tipo (huevo) ... ..	100
Trigo, germen ... ..	38
grano entero ... ..	37
harina blanca ... ..	28
Arroz blanco ... ..	44
Avena, hojuelas ... ..	46
Maíz entero ... ..	28
Mijo ... ..	35
Lágrimas de Job ... ..	30

Como, además, los prótidos de las lágrimas de Job son deficientes en todos los otros aminoácidos indispensables, excepto la leucina, que presenta un excedente considerable, puede presumirse que su eficacia biológica sea de las más mediocres entre todos los prótidos alimenticios.

Estos datos pueden resumirse así: *las lágrimas de Job contienen mucha proteína, pero de mala calidad.*

C) El contenido vitamínico de las lágrimas de Job es, en total, parecido al de los otros cereales.

La falta de *vitamina A* (salvo en el caso del maíz amarillo) y de *vitamina C* es una regla general de la que los Adley no hacen excepción.

El contenido en *tiamina* es idéntico al de trigos franceses, pero más bajo que el del arroz (0,33 mg. por 100), del centeno (0,41), del maíz (0,46), de los sorgos (0,41), de la avena (0,63) y, sobre todo, de algunos mijos africanos (0,78 mg. en el *Pennisetum glaucum*, Adrian (13).

La concentración de *riboflavina* es más elevada en el grano entero que en la harina extraída. Encontramos, en el primer caso, 0,26 mg. por 100 g., mientras que las tablas de la F.A.O. indican 0,19 mg. para la harina extraída al 70%, y Cramer & Carvalho (18) no encuentran sino 0,164 mg. en una harina muy cernida. Este hecho hace presumir que haya una localización destacada de riboflavina en las partes exteriores del grano. Esta hipótesis se confirma por el estudio de la cáscara, cuyo contenido es alto. Puede deducirse que el aporte en riboflavina es tanto más importante cuanto la harina sea menos cernida.

La misma observación puede hacerse con respecto a la *niacina*. Su contenido es similar en las lágrimas de Job, en el trigo, la cebada, el sorgo, que contienen de 4 a 6 mg. por 100 g. Estos cereales son más ricos que el maíz (2 mg. por 100 g.), el centeno (1,3), los mijos africanos (de 0,8 a 1,5).

Con relación al trigo, las lágrimas de Job son pobres en *piridoxina*: 0,004 contra 0,46 mg. por 100.

Se puede concluir que, *con respecto al tenor vitamínico, no hay nada que diferencie particularmente las lágrimas de Job de los demás cereales.*

## II. VALOR ALIMENTICIO

El valor alimenticio es el resultado de dos factores: la utilización digestiva y la retención metabólica.

Recordaremos algunas definiciones.

El *Coficiente de Utilización Digestiva aparente* (C.U.D.) es la relación:

$$\frac{\text{Elemento absorbido}}{\text{Elemento ingerido}} \times 100$$

Elemento absorbido = Elemento ingerido — Elemento de las heces.

El *Coficiente de Retención* (C.R.) se expresa según la fórmula:

$$\frac{\text{Elemento retenido}}{\text{Elemento absorbido}} \times 100$$

Elemento retenido = Elemento absorbido — Elemento en la orina.

El balance resulta a la vez de la digestión y de la retención.

Se establece según la fórmula:

$$\frac{\text{Elemento retenido}}{\text{Elemento ingerido}}$$

Elemento retenido = Elemento ingerido — (Elemento en las heces + Elemento en la orina).

El valor biológico se calcula según el método de Mitchell.

## 1º) VALOR ALIMENTICIO GLOBAL

Durante 15 días se establecieron los balances con 6 ratas blancas alimentadas exclusivamente con harina integral de lágrimas de Job. Se estudiaron los siguientes factores: la digestibilidad total, balance de nitrógeno, de fósforo, de calcio y el aumento medio del peso. Los resultados se encuentran en el cuadro 5, que contiene, además, los resultados obtenidos por Guillemet y Jaquot (22) con ratas alimentadas exclusivamente con trigo.

CUADRO 5

**BALANCE MEDIO DE RATAS ALIMENTADAS EXCLUSIVAMENTE CON LAGRIMAS DE JOB**

(Dieta con 15% de próticos, grano descortezado)

	C. U. D.	C. R.	Balance
Peso total seco . .	83,6	—	—
Nitrógeno . . . . .	85,7	38,7	33,2
Fósforo . . . . .	56,4	21,3	12,9
Calcio (*) . . . . .	—	—	21,7

Aumento medio de peso por 24 horas: 1,2 g.

**BALANCE MEDIO DE RATAS ALIMENTADAS EXCLUSIVAMENTE CON TRIGO ENTERO**

(Dieta con el 12% de próticos)

	C. U. D.	C. R.	Balance
Peso total seco . .	84	—	—
Nitrógeno . . . . .	79	50	39
Fósforo . . . . .	77	37	28
Calcio (*) . . . . .	—	—	47

Aumento de peso en 24 horas: 1,5 g.

Un régimen que contenga únicamente lágrimas de Job permite un débil crecimiento de la rata y asegura balances nitrogenados, fosforados y cálcicos positivos.

La digestibilidad total de las lágrimas de Job es idéntica a la del trigo. La digestibilidad de los próticos es superior en

(\*) No se puede distinguir entre digestibilidad y retención metabólica en el caso del calcio, siendo el intestino, a la vez, lugar de absorción y de eliminación.

el primero de los casos, lo que se concibe perfectamente, ya que el contenido "los glúcidos no digeribles" es menor en las lágrimas de Job que en el trigo. Al contrario, el fósforo y el calcio son mal asimilados. Puede presumirse que esta mediocre utilización sea debida a la dosis elevada de P fítica que contienen las lágrimas de Job.

Sin embargo, hay que observar enseguida que un régimen exclusivo de lágrimas de Job es, en conjunto, menos alimenticio que una dieta exclusivamente de trigo, aunque el primero contenga 15% de prótidos y el segundo 12%. Es interesante, en la práctica, el determinar los elementos retenidos por el organismo en 100 g. de alimentos ingeridos.

Es eso lo que indica el cálculo siguiente:

**RETENCION POR 100 g. DE ALIMENTOS (en mg.)**

	<u>Nitrógeno</u>	<u>Fósforo</u>	<u>Calcio</u>
Lágrimas de Job . . .	857	35	17
Trigo . . . . .	878	128	30

**2º) VALOR BIOLÓGICO DE LOS PROTIDOS**

Para evaluar la eficacia protídica de los alimentos hay que utilizar dietas de idéntico contenido proteico y, por otra parte, perfectamente equilibradas. Hemos utilizado el método de la determinación del crecimiento y el del balance de nitrógeno.

**A) Método de pesos (crecimiento).**

Lotes de 9 ratas blancas cuyo peso medio inicial era de 42 g. fueron sometidos a dietas que no difieren entre sí sino en la naturaleza de los prótidos: caseína (N=12,9%), lágrimas de Job (N=2,54%), harina de trigo extraída al 78% (N=1,69%). Además, dos series de animales recibieron las lágrimas de Job suplementadas con lisina o con metionina. Todas estas dietas al 10,5% de prótidos han sido enriquecidas con sales y vitaminas. Su composición se encuentra en el cuadro 6.

**CUADRO 6**  
**COMPOSICION DE LOS REGIMENES AL 10,5% DE PROTIDOS**

	I	II	III	IV	V
Caseína . . . . .	13	—	—	—	—
Harina de trigo .	—	100	—	—	—
Lágrimas de Job .	—	—	66,5	66,5	66,5
Azúcar . . . . .	87	—	33,5	33,5	33,5
Aceite . . . . .	3	3	3	3	3
Sales . . . . .	3	3	3	3	3
Mezcla vitamínica	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Lisina . . . . .	—	—	—	0,8	—
Metionina . . . .	—	—	—	—	0,55

**COMPOSICION DE LA MEZCLA VITAMINICA (mg. por 100 g.)**

Tiamina . . . . .	2	Acido fólico . . . . .	0,1
Riboflavina . . . . .	2	Colina . . . . .	50
Piridoxina . . . . .	2	Inositol . . . . .	20
Acido nicotínico . . . . .	2	Biotina . . . . .	0,02
Acido pantoténico . . . . .	4	Tocoferol . . . . .	2
Vitamina K . . . . .	0,5	Azúcar Q. S. P. . . . .	100

Las vitaminas A y D se suministran bajo la forma de un concentrado oleoso (200.000 U. I. por cc.) a razón de dos gotas por semana por rata.

El experimento duró dos meses; las ratas y la cantidad de alimento ingerido fueron pesadas diariamente. Los resultados medios se presentan en el cuadro 7.

**CUADRO 7**  
**EFICACIA PROTIDICA POR EL METODO DEL CRECIMIENTO**  
**(Regimenes al 10,5% de prótidos)**

Lotes	PROTIDOS	INGERIDO seco por serie (g.)	Aumento de pe- so medio por rata en dos meses (g.)	Aumento de pe- so medio por gramos de pró- tidos ingeridos (g.)
I	Caseína	4.807	107	1,84
II	Harina de trigo	4.730	70	1,21
III	Lágrimas de Job	4.038	21	0,42
IV	(d°) lisina	4.502	35	0,56
V	(d°) metionina	4.386	24	0,51

Este experimento confirma la baja eficiencia biológica de las proteínas de las lágrimas de Job que ya se había demostrado mediante el análisis de los aminoácidos indispensables, así como su incapacidad de causar el crecimiento normal de la rata joven. Las pruebas de suplementación se muestran inoperantes a causa del desequilibrio múltiple de las proteínas del Adlay.

### B) METODO DE LOS BALANCES (*Mantenimiento*)

El valor biológico ha sido determinado, según la técnica clásica, con 6 ratas adultas previamente sometidas a un régimen desprovisto de nitrógeno, pero equilibrado en elementos minerales y vitamínicos. En el régimen experimental las lágrimas de Job fueron incorporadas de manera de lograr una tasa protídica de 12%. Los balances han sido establecidos durante 12 días. En estas condiciones se obtuvieron los resultados siguientes:

C.U.D. Nitrogenado aparente	=	87
Valor Biológico	=	20

### 3º) COMENTARIOS

Aunque más ricas en prótidos, las lágrimas de Job tienen un valor alimenticio inferior al del trigo; el hecho puede ser demostrado utilizando estos dos cereales en un régimen exclusivo: por cada 100 g. de harina ingerida la retención de nitrógeno, de fósforo y de calcio, así como el aumento de peso, es mejor con el trigo que con las lágrimas de Job.

La mediocridad de los prótidos del Adlay resulta aún más en las investigaciones proseguidas con regímenes nitrogenados. Ya sea que se trate del método de los pesos o del método del balance, estos prótidos se clasifican muy por debajo de los de los otros cereales. Ocupan un escalón inferior en la escala, cualquiera que sea el modo de expresión: clasificación química, eficacia protídica determinada por el aumento de peso, valor biológico establecido por los balances. En el cuadro 8 se encontrarán los datos que hemos reunido sobre los cereales. Puede notarse la manifiesta inferioridad del *Coix*.

## CUADRO 8

EFICACIA PROTIDICA DE LOS CEREALES  
(Según Mitchell (27) )

Cereales	Clasificación química (+)	Aumento de peso de la rata por gramo de prótidos ingerido	Valor biológico
Trigo entero . . .	37	1,5	67
Harina blanca . . .	28	1,2	54
Arroz blanco . . .	44	1,9	75
Cebada . . . . .	—	1,8	64
Maíz entero . . .	28	1,2	60
Mijo . . . . .	35	1,2	56
Lágrimas de Job .	30	0,4	20

Nuestros resultados concuerdan perfectamente con los de Santos (25), quien atribuye a las lágrimas de Job una V.B. de 21,7 con un régimen al 10% de prótidos, e igualmente observa un crecimiento cerca de 0,5 g. por g. de prótidos ingeridos. Sin embargo, hay que anotar que el autor calcula el C.U. real mientras que nosotros establecemos el C.U.D. aparente.

## CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la composición, las lágrimas de Job no se distinguen de los otros cereales sino por una tasa protídica más elevada (15%). Su concentración de vitamina B es normal y no amerita mención especial. Al contrario, la dosificación de los aminoácidos indispensables muestra un profundo desequilibrio que no es frecuente entre los cereales. Este desequilibrio se caracteriza por un gran exceso de leucina acompañado de un déficit en todos los otros aminoácidos, siendo particularmente pobre en lisina y triptófano. Este último es el factor limitante (porcentaje de déficit = 70; clase química = 30). Los experimentos con ratas confirman la baja eficacia protídica de este grano que se clasifica más bajo que todos los otros cereales. Como la digestibilidad es buena y la concentración en almidón es apreciable, se puede concebir su utilización como aporte energético. Con esta calidad se le emplea con toda satisfacción en el régimen de las aves de co-

rral en el Brasil, a condición de que la ración, desde luego, sea completa y equilibrada (\*). Pero no se podría pretender que las lágrimas de Job representen un alimento protídico digno de interés. Bajo este punto se las puede definir como un mal sustituto del maíz.

¿Puede de este severo juicio, dictado por las investigaciones de laboratorio, sacarse una conclusión práctica?

Nos es difícil responder, pues hay demasiados factores en causa. Cuando se trate de preconizar o de condenar un nuevo tipo de cultivo, los argumentos agronómicos pueden tener tanto peso como los argumentos nutricionales.

El avalúo de las lágrimas de Job deberá, pues, tomar en consideración ciertas ventajas de cultivo tales como: su adaptación a climas subtropicales, su rápido crecimiento (tres meses de la siembra a la cosecha), lo cual es interesante para los países donde la estación de cultivo es corta, su rusticidad y su indiferencia relativa con respecto a los suelos, el no ser atacado por los pájaros, su valor como forraje, que puede ser comparable al del maíz y del sorgo, etc.

Además, el alto contenido en proteínas de este grano, unido a su elevado rendimiento, asegura una producción de aminoácidos por hectárea, lo cual debe tenerse en cuenta no obstante su mediocre valor biológico, ya que podría ser utilizada mejor efectuando una suplementación particularmente en la nutrición animal.

Aunque insistiendo sobre su bajo valor proteico comparado con los otros cereales, podrían compararse las lágrimas de Job con las raíces y tubérculos, donde su superioridad sobre la yuca, los taros, los ñames y hasta la batata sería evidente.

En fin, habría que estudiar las posibilidades de suplementar el Adley con leguminosas tropicales del tipo *Phaseolus mungo*.

La conclusión de nuestro trabajo requiere la consideración siguiente: el cultivo del *Coix* con fines alimentarios para el hombre no debe ser fomentado en los lugares donde haya la posibilidad de desarrollar el cultivo de cualquier otro cereal.

(Damos las gracias al señor Schaaffhausen, del Brasil, y al Dr. M. Autret, de la F.A.O., quienes han hecho posible este estudio suministrándonos las muestras de *Coix* necesarios para los experimentos.)

---

(\*) Esta información nos ha sido proporcionada por el señor SCHAFFHAUSEN.

## RESUMEN

Se estudia la composición y valor alimenticio de las lágrimas de Job (*Coix Lacryma-Jobi*). Se encuentra un contenido normal en vitaminas del complejo B, y un contenido proteico elevado (15%). La determinación de los aminoácidos demuestra un alto contenido en leucina y una gran deficiencia en prácticamente todos los demás aminoácidos esenciales, especialmente en lisina y triptófano.

Se determina el valor alimenticio global estudiando los siguientes factores: digestibilidad, balance de nitrógeno, fósforo y calcio, y crecimiento. La digestibilidad total de las lágrimas de Job fué similar a la del trigo entero; sin embargo, la digestibilidad de la fracción proteica del trigo entero fué inferior. El fósforo y el calcio de las lágrimas de Job son mal asimilados, debido al alto contenido en fitatos. Ratas alimentadas con una dieta compuesta de harina de lágrimas de Job y fortificada con vitaminas y minerales mostraron un crecimiento pobre.

Experimentos con ratas demostraron la baja eficacia productiva de estos granos, obteniendo un valor biológico de 20 y un aumento de peso de la rata por gramo de proteína ingerido de 0,4, lo cual clasifica a las lágrimas de Job como el más pobre de todos los cereales con respecto al valor biológico de sus proteínas.

## SUMMARY

Studying the composition and nutritional value of the "Adley" (*Coix Lacryma-Jobi*), a normal content of vitamins of the B complex and a high percentage of protein are found. The determination of the aminoacid content shows a high content in leucine and great deficiency in practically all the other essential aminoacids, specially in lisine and triptophane.

The nutritional value is determined by studying the following factors: digestibility, nitrogen, phosphorous, and calcium balance, and growth. The digestibility is found to be similar of that of whole wheat, however, the digestibility of the protein fraction of wheat was lower than the digestibility found for the protein fraction of "Adley". The phosphorous and cal-

cium of "Adley" where poorly assimilated, probably due to its high phytate content.

Rats fed with a fortified diet composed mainly of "Adley" meal showed very poor growth.

A biological value of 20 and a body weight increase per gram of protein intake of 0,4 where found in experiments with rats. According to these results "Adley" protein is classified as the poorest of all the cereals.

### ZUSAMMENFASSUNG

Es werden die Ergebnisse einer analytischen und biologischen Untersuchung von Tränengras (*Coix Lacryma-Jobi*) vorgelegt. Der Gehalt an B-Vitaminen ist ähnlich wie in andern Getreiden und derjenige an Eiweiss ist hoch (15%). Unter den Amino-säuren überwiegt Leucin, während geringe Mengen der meisten andern lebenswichtigen Amino-säuren und speziell von Lysin und Triptophan gefunden wurde.

Der Gesamtnährwert wurde untersucht durch Bestimmung der folgenden Faktoren: Verdaulichkeit, Bilanzen von Stickstoff, Phosphor und Kalzium und die Wirkung auf das Wachstum von Ratten. Die Verdaulichkeit war ähnlich der von Vollkorn Weizen, die der Eiweissfraktion war besser als bei Weizen. Phosphor und Kalzium aus Tränengras werden schlecht absorbiert, was wohl mit dem hohen Phytatgehalt zusammenhängt. Ratten, die mit einer Diät, deren einzige Eiweissquelle Tränengrasmehl war, gefüttert wurden, wuchsen sehr schlecht. Diese Versuche zeigten, dass der biologische Wert 20 war und das Wachstum der Ratten pro Gram verzehrtes Eiweiss war 0,4. Damit klassifiziert sich das Mehl aus Tränengrassamen als das Getreidemehl mit dem geringsten biologischen Wert.

### BIBLIOGRAFIA

#### 1º Técnicas analíticas

1. Adrian, J. — Bull. Soc. Chim. Biolog., 1954, en prensa.
2. A. O. A. C. — Methods of analysis, 1 vol., Washington, 1945, A. O. A. C., editor.
3. Atkin L. Williams and W. Y. Frey. — Arch. Biochem., 1943, I, 9.

4. Banerjee S., Deb C. and Belavady B. — J. Biol. Chem., 1952, 195, 271.
5. Fiske T. and Subbarow V. — J. Biol. Chem., 1925, 66, 375.
6. Guillemet R. y Jaquot R. — C. R. Ac. Sc., 1943, 216, 508.
7. Guillaumin C. — Bull. Soc. Chim. Biol., 1940, 12, 1.269.
8. Krehl W. A., Strong F. M. and Elvehjem C. A. — Ind. Eng. Chem. anal. ed., 1943, 15, 471.
9. Législation française des aliments du Bétail. Textes codifiés et azotés, Paris, 1948, S.E.P., édit.
10. Skeggs H. R. and Wright. — J. Biol. Chem., 1944, 156, 21.
11. Snell H. R. and Strong F. M. — Ind. Eng. Chem., anal. ed. 1939, 346.
12. Wright L. D. and Skeggs H. R. — Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1944, 56, 95.

#### 2º Lágrimas de Job y cereales

13. Adrian J. — Les mils et les sorghos. Valor alimentario y usos. A. O. F. Dirección de Salud. Monografías ORANA, 1955, en prensa.
14. Barreto U. P. — Las proteínas y el Coix en la alimentación nacional de la postguerra. Congr. Brasil dos problemas medico-sociales de la postguerra, 1941, 10, 27.
15. Cailleau R. & Adrian J. — Contenido de los trigos franceses en riboflavina, niacina y ácido pantoténico. Ann. Nutrit. Alim. 1948, 2, 383.
16. Conferencia Interafricana sobre Alimentación y Nutrición. Dschang, 1949. Informe de la Comisión II, p. 435.
17. Costa D. y Fonseca H. P. — O valor de cresciúento de adlay e do arroz commun. O Hospital, 1945, 27, 227.
18. Cramer E. C. R. y Carvalho M. C. — Tenor en riboflavina en algunos alimentos brasileiros. Rev. Bras. Med., 1943, 4, 835.
19. F. A. O. — Cuadros de composición de los alimentos. Washington, 1949.
20. F. A. O. — Cuadros de composición de los alimentos. Minerales y vitaminas. Roma, 1954.
21. Ganeff R. J. y Oldenhove de Guertechin. — Medios seguidos para el mejoramiento del complejo alimentario del indígena de la cuenca central del Congo Belga. Conf. Interafricaine de Dschang, 1949, p. 250.
22. Guillemet R. & Jaquot R. — Sobre el valor nutritivo de las diferentes regiones del grano de trigo. Bull. Soc. Chim. Biol., 1944, 26, 324.
23. Pío Carrea M. — Diccionario de las plantas útiles del Brasil. Min. Agric. y Con., 1926, 1, 536.
24. Rasseto E. — Coix eludis. Planta providencial para los países calurosos. Agronom. colon. 1938, p. 497.
25. Santos O. P. — Contribución para el estudio del valor nutritivo de las lágrimas de Job (Coix lacryma Jobi L.). An. Fac. Medic. Univ. Sao Paulo, 1950, 25, 323.
26. Schaaffhausen R. — Lágrimas de Job. Un cereal de mayor potencial y económico. Economic Botany, 1952, 6, 216.

**3° Metabolismo protídico**

27. Mitchell H. H. — La utilización biológica de las proteínas y los requerimientos proteicos en Sahyun M.: Proteínas y aminoácidos en la nutrición. 1 vol., New York, 1948, Reinhold edit.
28. Mitchell H. H. y Block R. J. — *J. Biol. Chem.*, 1946, 163, 599.
29. Terroine E. F. — El metabolismo del nitrógeno. I. 1 vol., Paris, 1933, Press. Univ. edit.  
El metabolismo del nitrógeno. II. Alimentos, digestión, absorción. Enzimas digestivas. 1 vol., Paris, 1936, Presses Universitaires, edit.
30. Terroine E. F. — La parte proteica en la alimentación humana. Bull. trim. de l'organisation d'Hygiène de la S. D. N., Ginebra, sept. 1946.