

**Composición Química Proximal de los  
Subproductos de los Molinos de  
Trigo y Arroz en Guatemala**

**René Rolando Cojulún Hernández**

**Tesis presentada como requisito para optar al título de**

**PERITO AGRONOMO**

**Escuela Nacional de Agricultura  
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**Bárcena Villa Nueva, Guatemala**

**FEBRERO DE 1966**

**Composición Química Proximal de los  
Subproductos de los Molinos de  
Trigo y Arroz en Guatemala**

**René Rolando Cojulún Hernández**

**Tesis presentada como requisito para optar al título de**

**PERITO AGRONOMO**

**Escuela Nacional de Agricultura  
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

Bárcena Villa Nueva, Guatemala

FEBRERO DE 1966

**Composición Química Proximal de los  
Subproductos de los Molinos de  
Trigo y Arroz en Guatemala**

**René Rolando Cojulún Hernández**

**Tesis presentada como requisito para optar al título de**

**PERITO AGRONOMO**

**Escuela Nacional de Agricultura  
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

Bárcena Villa Nueva, Guatemala

FEBRERO DE 1966

I N D I C E

|   | No. | PAGINAS |
|---|-----|---------|
| I.- INTRODUCCION -----                  |     | 1       |
| II.- REVISION DE LA LITERATURA -----    |     | 3       |
| III.- MATERIALES Y METODOS -----        |     | 7       |
| III.1.- Recolección de muestras -----   |     | 7       |
| III.2.- Preparación para análisis ----- |     | 7       |
| III.3.- Análisis Químicos -----         |     | 8       |
| IV.- RESULTADOS -----                   |     | 9       |
| IV.1.- Subproductos de trigo -----      |     | 9       |
| IV.2.- Subproductos de Arroz -----      |     | 10      |
| V.- DISCUSION -----                     |     | 12      |
| VI.- RESUMEN -----                      |     | 15      |
| VII.- APENDICE -----                    |     | 17      |
| VIII.- BIBLIOGRAFIA -----               |     | 28      |

DEDICATORIA

AL SUPREMO CREADOR.

Infinitas Gracias

A MIS QUERIDOS PADRES

Ma. Magdalena Hernández V. (Q.E.P)  
Ruperto Cojulún C.

Como pequeña recompensa a sus multiples  
esfuerzos, por hacer de mi hombre útil  
a la patria.

A MIS HERMANOS.

Ma. Enriqueta, Rómulo y Héctor Aníbal.  
Amor fraternal.

A MI NOVIA.

Clara Luz Vela M.  
Cariñosamente.

A LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA.

Centro forjador de hombres dedicados al  
estudio agronómico.

A MI ASESOR.

Doctor Ricardo Bressani.  
Admiración y respeto.

A MIS CATEDRATICOS, en especial.

Ing.. José Ramírez B.  
P.A. Alfonso Leche C.  
Ing. Roel García Granados.  
Doc. Jorge Corleto.  
Por sus sabias enseñanzas.

A MI AMIGO

Miguel Ángel Gutiérrez O.  
Sinceramente.

A LOS ESPOSOS.

Sra. Enma Orellana.  
Doc. Miguel A. Gutiérrez C.  
Por su valiosa colaboración.

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION, especialmente.

Miguel A. Gutiérrez O.  
Waldemar Duarte F.  
Ariel Girón M.  
Recuerdos inolvidables.

RECONOCIMIENTO

Al Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá, por su valiosa colaboración en darme la oportunidad de llevar a feliz término el presente trabajo. Así también a la acertada asesoría del distinguido Doctor Ricardo Bressani, Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá, (INCAP). Que con entusiasmo y afán supo poner parte de su sapiencia al darle un carácter científico a la presente como estímulo a mis desaciertos; exhortándome para proseguir en un sendero de superación investigativo.

Hago extensivo mi reconocimiento a todo el personal que labora en los diferentes laboratorios de la División, quienes en una u otra forma supieron guiarme para realizar mi ideal. Especialmente a los señores: Carlos Urrutia, Lauro Rivera y Enrique Amézquita.-

## I. INTRODUCCION

El mejoramiento de la salud de la población de Guatemala y la eliminación de la malnutrición que en la actualidad prevalece en el país, dependen en gran parte del desarrollo de nuevos recursos alimenticios y de la mejor utilización de los ya existentes. Entre estos últimos tienen mucha importancia aquellos que vienen directa o indirectamente de los animales domésticos - tanto aves, como porcinos, ovinos y rumiantes. Los animales - como el hombre necesitan crecer y reproducirse y así como el -- hombre, tienen requerimientos nutricionales que deben llenarse - para que de ellos se obtenga una producción más eficiente.

La buena nutrición animal para una producción eficiente in dudablemente requiere el conocimiento de los valores nutritivos de los alimentos que se emplean en la preparación de raciones - para su alimentación, ya sean estos alimentos directamente producidos en el campo o se obtengan de las industrias de los productos agrícolas. Entre estos últimos se puede contar con los subproductos del beneficio de los cereales, trigo, arroz y maíz.

El conocimiento de la composición química de estos subproductos, y que se emplean en la elaboración de raciones para la alimentación animal, es necesaria y de mucho beneficio para el industrialista que se dedica a la preparación de concentrados - así como para el agricultor que prepara las raciones para sus - animales. Además, permite que se pueda establecer normas de - calidad del producto para poder definirlos, clasificarlos y co- nocerlos; usando bases más firmes como es el conocimiento de la

composición química. La normalización de estos subproductos - resultará en beneficio de la industria animal así como a la producción de los mismos.

El propósito de este estudio fué el de analizar químicamente los subproductos de las industrias del trigo y arroz, así como el de obtener información sobre el método de producción con el fin de poder definir más exactamente estos alimentos para los animales domésticos. Este estudio constituye solo una pequeña sección de un proyecto más amplio que considera la elaboración de una Tabla de Composición Química y valor Nutritivo de Pastos, Forrajes e Ingredientes para raciones, para el desarrollo más efectivo de la industria animal en Centro América que se está llevando a cabo en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y - Panamá (INCAP).

## II. REVISION DE LA LITERATURA:

Es un hecho bien establecido que los subproductos de la industria de los cereales se emplean en la alimentación animal directamente o en concentrados. La literatura sobre la composición química de los subproductos de los cereales es voluminosa en los países tecnicamente desarrollados pero escasa en los países latino americanos, especialmente en los de Centro América.

Descripciones completas sobre los subproductos de los cereales, trigo, arroz y maíz pueden encontrarse en los siguientes libros de referencia: Morrison (7), Blanck (2), Geddes (5), Mats (8) y otros (6 (3) 9).

En el caso del trigo, el objetivo del molino es el de separar el endospermo de las otras fracciones anatómicas del grano que vienen a constituir los diferentes subproductos de este cereal. El grano está cubierto por una envoltura pardusca que se le conoce como afecho y que consiste de cuatro capas cubriendo el grano. Debajo de estas capas se encuentra la capa conocida como aleurona, por último el germen ó embrión que está en la base del grano. El molinero por consiguiente elimina todas estas capas y el germen del resto del grano, dando origen a las harinas blancas de trigo. Al procesar el trigo se obtienen varios subproductos, el nombre de

los cuales varía entre regiones, tipo de trigo y productores así como también en las fracciones anatómicas del grano que los componen. Estos subproductos son: el afrecho, que consiste principalmente de las capas exteriores del grano de trigo y el granillo o harinillas de trigo, que son los subproductos más finos del procesamiento de este cereal, y consiste en las capas internas que están entre el afrecho y la parte almidonada del endospermo. El germen puede ó no incluirse con cualquiera de los dos subproductos mencionados. En la elaboración de la harina blanca, aproximadamente del 72 al 75 % del peso del trigo limpio por lo general va a la harina y el resto a los subproductos (4). El afrecho y el granillo constituyen cada uno más o menos el 11% del peso del grano original y el granillo blanco alrededor del 5%.

Debido a la estandarización en la molienda del trigo, se ha podido producir subproductos con bastante exactitud en cuanto a composición química se refiere, lo que ha permitido que estos materiales se puedan definir químicamente.

Morrison (7) indica que el afrecho de trigo tiene un promedio del 15.8% de proteína y 5% de grasa y corrientemente no contiene más de un 10% de celulosa. El granillo estandar no debe de contener más de 9.5% de celulosa. Este subproducto consiste en su mayoría de las partículas finas del afrecho y germen. Contiene un promedio de 17.4% de proteína, -

6.8% de celulosa y 5.5% de grasa.

En la elaboración del arroz para producir arroz pulido para alimento humano, primero se extrae la envoltura y en seguida el germen y todas las capas de afrecho. Los germenes y el afrecho, con los fragmentos de envolturas que son inevitables de eliminar en el proceso normal de beneficiado del arroz constituyen el subproducto llamado afrecho de arroz. Como al eliminar del grano estas capas, este queda todavía con un color café oscuro y de una textura grosera, se le pule, eliminando las últimas capas de afrecho y también las partes finas resultantes del pulimento de la parte amilácea. Todos estos últimos tratamientos dan origen al pulido de arroz.

En la preparación del arroz se obtienen aproximadamente 65% de arroz pulido, 19% de envolturas, 8% de afrecho de arroz, 3% de pulido de Arroz y 2% de granillo o arroz quebrado. El afrecho contiene un promedio de 12.8% de proteína y 13.4% de grasa con 13% de celulosa. Los pulidos de arroz contienen aproximadamente tanta proteína y casi tanta grasa como el afrecho de arroz y tienen solamente 3% de celulosa, según Morrison (7). Las envolturas del arroz o la cáscara son insípidas, rígidas y leñosas. Contienen mucho sílice y por su textura y composición no son tan populares en la alimentación como los otros subproductos de este cereal.

6.8% de celulosa y 5.5% de grasa.

En la elaboración del arroz para producir arroz pulido para alimento humano, primero se extrae la envoltura y en seguida el germen y todas las capas de afrecho. Los germenes y el afrecho, con los fragmentos de envolturas que son inevitables de eliminar en el proceso normal de beneficiado del arroz constituyen el subproducto llamado afrecho de arroz. Como al eliminar del grano estas capas, este queda todavía con un color café obscuro y de una textura grosera, se le pule, eliminando las últimas capas de afrecho y también las partes finas resultantes del pulimento de la parte amilácea. Todos estos últimos tratamientos dan origen al pulido de arroz.

En la preparación del arroz se obtienen aproximadamente 65% de arroz pulido, 19% de envolturas, 8% de afrecho de arroz, 3% de pulido de Arroz y 2% de granillo o arroz quebrado. El afrecho contiene un promedio de 12.8% de proteína y 13.4% de grasa con 13% de celulosa. Los pulidos de arroz contienen aproximadamente tanta proteína y casi tanta grasa como el afrecho de arroz y tienen solamente 3% de celulosa, según Morrison (7). Las envolturas del arroz o la cáscara son insípidas, rígidas y leñosas. Contienen mucho sílice y por su textura y composición no son tan populares en la alimentación como los otros subproductos de este cereal.

Con respecto al maíz, el cual es procesado para la producción de almidón da también varios subproductos. Uno de ellos es el afrecho que consiste en las envolturas externas y parte del germen y el otro es el gluten que consiste en el residuo de la extracción del almidón. Si el proceso empleado para procesar el maíz es el de beneficio húmedo, se obtienen de este grano, el germen, el afrecho, el gluten y los elementos solubles del maíz (5, 8, 9). El contenido de nutrientes y la constitución de estos subproductos están determinados por el método empleado en el procesamiento del grano de maíz.-

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### III.1. Recolección de Muestras:

Las diferentes muestras fueron proporcionadas por varios molinos que funcionan en Guatemala.

Se consideró suficiente tomar muestras de tres molinos de trigo y cinco de arroz, dando un total de 28 muestras.

Las muestras se recolectaron en diferentes fechas para cada molino, se utilizó como envase para cada una de ellas, una bolsa plástica con una capacidad de 1 Kilogramo (2.2 libras). Las muestras de trigo obtenidas fueron: afrecho, granillo de primera, de segunda y germen. En el caso del arroz se obtuvo muestras de afate, cascabillo, harinillas de primera, segunda y tercera, pulido de primera, segunda y tercera, granillo y afrecho.

#### III.2.- Preparación para análisis:

El material obtenido se almacenó en un cuarto frío (4°C) a fin de mantenerlos en buen estado después de molerlos si era necesario a una granulometría de 40 mallas, usando un pequeño molino eléctrico Wiley.

Del material recolectado se obtuvo una submuestra de 100 gramos para el análisis químico.

Las muestras así preparadas se les identificó bajo el nombre de subproducto dado en la fábrica y su procedencia, así como también se le dió un número de identificación que se colocó dentro de la bolsa plástica que contenía la muestra.

### III.3.- Análisis químico:

Una vez las muestras fueron preparadas se realizaron los siguientes análisis en duplicado: extracto etéreo, fibra cruda, nitrógeno, proteína, hierro, fósforo y calcio siguiendo los métodos de la AOAC (1). Los carbohidratos solubles fueron obtenidos por diferencia.

## IV. RESULTADOS

### IV.1. Subproductos de trigo:

Los resultados de los análisis químicos de los subproductos de la industria del trigo de los tres molinos se detallan en los cuadros N°. 1, 2 y 3, y en el cuadro N°. 4 se presentan los valores promedios por subproducto. Las variaciones entre molinos por subproducto en el contenido de los diferentes componentes químicos es relativamente poca. Observación de los datos en el cuadro N°4 indica, que el contenido de humedad es similar entre los diferentes subproductos de la industria del trigo. Así mismo se puede notar que el afrecho se caracteriza por su contenido relativamente alto en fibra cruda y el granillo, tanto de primera como de segunda, por su contenido alto en proteína. El granillo también contiene cantidades ligeramente menores de cenizas que el afrecho. El germen se caracteriza por su contenido alto en grasa y proteína y contenido bajo en fibra cruda.

En cuanto al contenido de minerales se refiere la variación entre fábricas es significativa para cada producto. El afrecho contiene un poco más calcio que fósforo, mientras que el granillo en promedio contiene cantidades ligeramente superiores de fósforo que de calcio. En todo caso, el grano contiene más de los dos elementos que el afrecho.

Este último contiene cantidades mayores de hierro.

#### IV.2. Subproductos de arroz:

Los resultados de los análisis sobre los subproductos - del beneficiado de arroz se detallan en los cuadros Nos. 5, 6, 7, 8 y 9 para cada beneficio estudiado y en el cuadro No. 10 se presentan los valores promedios por producto de todas las fábricas.

Como puede observarse, la variación en composición química para cada subproducto entre fábricas es relativamente - alta. Al estudiar el cuadro No. 10 se puede observar que el afrecho de arroz se caracteriza por su contenido alto en fibra cruda, cenizas y en extracto etéreo. Las harinillas por el contrario contienen bajas concentraciones de grasa, fibra cruda y cenizas. La concentración proteica es sin embargo - ligeramente inferior a la del afrecho. Los pulidos de arroz en grupo se caracterizan por su contenido alto en grasa y -- ocupan un lugar intermedio entre el afrecho y la harinilla - en el contenido de cenizas y de fibra cruda. El contenido - proteico del pulido es ligeramente superior al del afrecho y al de la harinilla de arroz. Finalmente, el cascabillo se - caracteriza por su contenido alto en fibra cruda y cenizas y el granillo que se asemeja bastante a la composición química de la harinilla.

Con respecto al contenido de hierro, calcio, y fósforo en los subproductos de arroz se nota grandes variaciones entre fábricas para el mismo producto. Así mismo algunas fábricas obtienen menos clases de subproductos que otras. El afrecho de arroz es más rico en fósforo y calcio que la harinilla y que el pulido y cascabillo, También parece ser más rico en hierro que la harinilla e igual en contenido que en el pulido.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo indican que el proceso empleado para el beneficiado del trigo y del arroz en Guatemala dan origen a subproductos con una composición química que en general es similar a la composición química de los mismos subproductos obtenidos en fábricas de otros países del mundo en los nutrientes principales pero no en la composición de la parte mineral, principalmente en el caso del arroz. Esto puede observarse en el cuadro No. 11, en donde se han tabulado los resultados promedios de este estudio para los subproductos de trigo y arroz y los valores indicados en las tablas 4 y 10, respectivamente. Sin embargo, más variación se puede observar en la composición química de los subproductos del arroz de este estudio con los valores obtenidos de Morrison (7) marcados en el cuadro 11. Esto es posiblemente debido a que los procesos para el arroz son diferentes así como también a que en los beneficios estudiados en Guatemala se obtienen mas variedad de subproductos y a que estos se mezclan unos con los otros. En vista de estos resultados es por consiguiente posible definir químicamente estos subproductos con el fin de estandarizar su calidad, usando las cifras de composición adoptadas para estos subproductos por los Estados Unidos (2).

Con respecto a los subproductos del arroz, sería conveniente reunir bajo un subproducto las tres clasificaciones de harinilla y de pulido, a pesar de que la harinilla y el pulido de 3a. calidad contienen más fibra cruda y más cenizas que los mismos subproductos de 1a. calidad. Esto no introduciría una disminución en el valor nutritivo del material de primera ya que la cantidad total producida de los materiales de tercera son probablemente de poco volumen en comparación con la producción de los subproductos de primera.

La cáscara de arroz es un subproducto de poca utilidad ya que contiene cantidades altas de fibra cruda y en las cenizas la concentración de sílice es sumamente alta (7, 5, 8, 9).

Las diferencias en composición química entre los reportados en este trabajo y los de otros lugares puede ser debido a diferencias en composición química del cereal que se procesa. Esto es más cierto para el arroz que para el trigo, ya que en Guatemala mucho del trigo procesado viene del exterior.

Para poder lograr la normalización de los diversos subproductos de las industrias de cereales es necesario que esta se haga no solo tomando en consideración la composición

química como parámetro pero sería muy conveniente que el nombre del subproducto fuera el mismo, ya que en la literatura la harinilla de trigo parece ser igual al granillo de trigo. En el caso del arroz, también se puede normalizar mas los diferentes subproductos eliminando los pulidos del arroz de segundo y tercera y agrupandolos con el pulido de primera. Lo mismo se podría hacer con respecto a las diferentes calases de harinillas, ya que todos contienen una composición química similar y provienen de las mismas regiones anatómicas del grano de arroz.

Por los resultados de la composición química de los diferentes subproductos es obvio que los subproductos del trigo son superiores a los del arroz, sobre todo en lo que a proteína concierne. La desventaja mayor de los subproductos del arroz es el nivel relativamente alto de fibra cruda y de cenizas, estas últimas posiblemente ricas en sílice. Sin embargo, todos estos productos están siendo utilizados en la nutrición animal y el hecho de conocer su composición química permitirá que puedan usarse más eficientemente. Se reconoce también que es necesario realizar mas análisis de los subproductos para poder obtener un promedio mas representativo que el que se presenta en este trabajo. Así mismo, con más análisis y conociendo mas al producto se podrá normalizar los para que las raciones que se preparen usando estos productos sean del mejor valor nutritivo posible para el mejor

desarrollo de la industria animal en Guatemala.

### R E S U M E N

El trabajo práctico se realizó con la colaboración de tres molinos de trigo y cinco molinos de arroz del país. Las muestras, en un total de 28, se recolectaron directamente de los molinos. Las muestras recolectadas fueron: subproductos de trigo: afrecho, granillo y germinación; Subproductos de arroz: cáscara, afrecho, granillo, pulido y afate. Todas las muestras se les sometió a la determinación de composición química proximal y de los minerales: hierro, fósforo y calcio.

Se pidió a los dueños o administradores de los molinos que dieran a conocer su definición de lo que consideraban que era cada subproducto con respecto a las fracciones anatómicas del grano. En base a esto y los análisis obtenidos se pudo elaborar una definición más precisa y exacta de lo que consiste cada subproducto.

La finalidad de efectuar las determinaciones químicas fue para dar a conocer el valor nutritivo de los diferentes subproductos de trigo y arroz de los materiales indicados producidos en Guatemala y compararlos con la composición química de productos similares de otros países. Así mismo para poder definir con mayor claridad la calidad y elaborar tablas que dan a conocer los valores químicos promedios de cada sub-

producto por cereal. Los resultados indicaron que la composición química de los subproductos del trigo era similar a la composición química de los mismos subproductos obtenidos en molinos de otros países. Esto no fue así con respecto a los subproductos de arroz, posiblemente debido a diferencias químicas del grano, al método de beneficiado y al número mayor de subproductos obtenidos de este cereal en este país. Estos resultados servirán de base para continuar elaborando las tablas de composición química de valores nutritivos de pastos, forrajes e ingredientes para raciones y así contribuir al efectivo desarrollo de la industria animal en Guatemala y demás países del istmo centroamericano.

CUADRO NUMERO 1

COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO  
Y CENIZA DE SUBPRODUCTOS DE TRIGO

| SUBPRODUCTOS       | COMPOSICION QUIMICA |                   | MINERALES      |          |                    |        |              |        |          |
|--------------------|---------------------|-------------------|----------------|----------|--------------------|--------|--------------|--------|----------|
|                    | %                   |                   |                |          |                    |        |              |        | mg/100 g |
|                    | HUMEDAD             | EXTRACTO<br>ETERO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEINA | CARBOHI-<br>DRATOS | CENIZA | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO   |
| Afrecho            | 13.98               | 4.42              | 14.38          | 14.1     | 46.52              | 6.60   | 103          | 13.1   | 463      |
| Granillo de<br>la. | 12.30               | 5.52              | 8.34           | 16.3     | 53.05              | 4.49   | 962          | 12.9   | 609      |
| Granillo de<br>2a. | 12.32               | 6.00              | 6.32           | 17.2     | 53.69              | 4.47   | 831          | 20.9   | 1315     |
| Germen             | 12.58               | 10.84             | 2.76           | 28.0     | 41.35              | 4.47   | 657          | 12.5   | 1170     |

CUADRO NUMERO 2

COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y CENIZAS  
DE SUBPRODUCTOS DE TRIGO

| SUBPRODUCTOS | COMPOSICION QUIMICA<br>% |                   |                |          |                   | MINERALES<br>mg/100 g |              |        |        |
|--------------|--------------------------|-------------------|----------------|----------|-------------------|-----------------------|--------------|--------|--------|
|              | HUMEDAD                  | EXTRACTO<br>ETERO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEINA | CARBOHI<br>DRATOS | CENIZAS               | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO |
| Afrecho      | 12.53                    | 5.09              | 12.59          | 13.2     | 51.66             | 4.93                  | 717          | 12.4   | 534    |
| Granillo     | 11.93                    | 5.17              | 9.44           | 14.8     | 54.93             | 3.70                  | 611          | 9.6    | 365    |

CUADRO NUMERO 3

COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y  
CENIZAS DE SUBPRODUCTOS DE TRIGO

| SUBPRODUCTOS | COMPOSICION QUIMICA<br>% |                     |                |          |                    | CENIZA | FOS-<br>FOS | HIERRO | CALCIO | MINERALES<br>mg/100 g |
|--------------|--------------------------|---------------------|----------------|----------|--------------------|--------|-------------|--------|--------|-----------------------|
|              | HUMEDAD                  | EXTRACTO<br>ETERICO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEINA | CARBOHI-<br>DRATOS |        |             |        |        |                       |
| Afrecho      | 12.48                    | 5.56                | 10.92          | 15.5     | 49.73              | 5.81   | 520         | 15.40  | 580    |                       |
| Granillo     | 12.69                    | 4.82                | 6.53           | 16.8     | 55.38              | 3.78   | 419         | 4.43   | 245    |                       |

CUADRO NUMERO 4

VALORES PROMEDIOS DE LOS SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO  
DE TRIGO

|                  | SUB-PRODUCTOS              |                             |                           |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                  | <u>AFRECHO<sup>1</sup></u> | <u>GRANILLE<sup>2</sup></u> | <u>GERMEN<sup>3</sup></u> |
| Humedad %        | 13.00                      | 12.32                       | 12.58                     |
| Ext. Etereo %    | 5.02                       | 5.38                        | 10.84                     |
| Fibra cruda %    | 12.63                      | 7.66                        | 2.76                      |
| Nitrógeno %      | 2.29                       | 2.60                        | 4.47                      |
| Proteína %       | 14.31                      | 16.25                       | 27.94                     |
| Carbohidratos %  | 49.30                      | 54.26                       | 41.35                     |
| Cenizas %        | 5.78                       | 4.11                        | 4.47                      |
| Fósforo mg/100 g | 756                        | 706                         | 657                       |
| Hierro mg/100 g  | 13.6                       | 11.9                        | 12.5                      |
| Calcio mg/100 g  | 526                        | 633                         | 1170                      |

1 Número de muestras: 3

2 Número de muestras: 4

3 Número de muestras: 1

CUADRO NUMERO 5

COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO y  
CENIZAS DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ

COMPOSICION QUIMICA  
%

MINERALES  
mg/100 g

| SUBPRODUCTOS        | HUMEDAD | EXTRACTO<br>ETERO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEINA | CARBOHI-<br>DRATOS | CENIZA | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO |
|---------------------|---------|-------------------|----------------|----------|--------------------|--------|--------------|--------|--------|
| Afrecho             | 11.03   | 3.82              | 24.92          | 6.8      | 41.84              | 11.59  | 450          | 15.1   | 514    |
| Harinilla de<br>la. | 12.63   | 0.54              | 0.50           | 5.5      | 80.34              | 0.49   | 204          | 2.3    | 560    |
| Harinilla de<br>2a. | 12.59   | 0.80              | 1.24           | 6.2      | 78.47              | 0.70   | 155          | 6.3    | 120    |
| Harinilla de<br>3a. | 11.32   | 1.41              | 4.24           | 5.4      | 75.91              | 1.72   | 157          | 9.1    | 112    |
| Pulido No. 1        | 10.19   | 13.77             | 7.89           | 9.7      | 49.30              | 7.75   | 260          | 14.0   | 182    |
| Pulido No. 3        | 9.90    | 14.28             | 11.91          | 8.6      | 45.73              | 9.58   | 265          | 23.9   | 214    |

CUADRO NÚMERO 6

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y  
CENIZAS DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ

| SUBPRODUCTOS        | COMPOSICIÓN QUÍMICA<br>% |                    |                |          |           | MINERALES<br>mg/100 g |              |        |        |
|---------------------|--------------------------|--------------------|----------------|----------|-----------|-----------------------|--------------|--------|--------|
|                     | HJ. EDAD                 | EXTRACTO<br>ESTRÉO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEÍNA | CARBONATO | CENIZA                | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO |
| Afrecho             | 10.92                    | 1.26               | 37.32          | 3.8      | 29.15     | 17.55                 | 2.64         | 5.2    | 312    |
| Granillo            | 14.63                    | 0.70               | 1.08           | 6.2      | 76.65     | 0.74                  | 1.68         | 48.5   | 88     |
| Pulimento de<br>la. | 11.52                    | 20.34              | 9.54           | 13.64    | 35.56     | 9.1                   | 5.12         | 11.4   | 390    |
| Pulimento de<br>2a. | 11.76                    | 20.34              | 5.88           | 1.40     | 51.72     | 8.9                   | 5.09         | 9.2    | 310    |

CUADRO NUMERO 7

COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y  
CENIZAS DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ

| SUBPRODUCTOS | COMPOSICION QUIMICA |                    | MINERALES      |          |           |        |              |        |          |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------|----------|-----------|--------|--------------|--------|----------|
|              | %                   |                    |                |          |           |        |              |        | mg/100 g |
|              | HUMEDAD             | EXTRACTO<br>ETÉREO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEINA | CARBONATO | CENIZA | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO   |
| Afrecho      | 10.06               | 1.18               | 31.53          | 4.4      | 27.38     | 25.45  | 147          | 28.5   | 396      |
| Cascavillo   | 9.96                | 1.29               | 37.84          | 5.0      | 30.18     | 17.73  | 164          | 28.6   | 310      |
| Pulimento    | 13.30               | 7.66               | 3.56           | 8.6      | 60.23     | 6.65   | 287          | 12.55  | 174      |

CUADRO NUMERO 8

COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y  
CENIZAS DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ

| SUBPRODUCTOS         | COMPOSICION QUIMICA<br>% |                     |                |          |                  | MINERALES<br>mg/100 g |              |        |        |
|----------------------|--------------------------|---------------------|----------------|----------|------------------|-----------------------|--------------|--------|--------|
|                      | HUMEDAD                  | EXTRACTO<br>ETERICO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEINA | CARBON<br>DIAZOS | CENIZA                | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO |
| Afrecho de la. 12.23 | 17.120                   | 7.67                | 11.6           | 41.49    | 9.81             | 372                   | 15.2         | 237    |        |
| Afrecho de<br>2a.    | 13.12                    | 8.94                | 3.74           | 8.5      | 60.09            | 5.61                  | 158          | 5.4    | 211    |
| Cascabillo           | 9.71                     | 0.75                | 45.31          | 1.7      | 20.08            | 22.45                 | 134          | 5.9    | 330    |

CUADRO NÚMERO 9

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y  
CENIZAS DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ

COMPOSICIÓN QUÍMICA  
%

MINERALES  
mg/100 g

| SUBPRODUCTOS | HUMEDAD | EXTRACTO<br>ETÉREO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEÍNA | CARBONATO<br>DIKÁTOS | CENIZAS | FOS-<br>FORO | HIERRO | CALCIO |
|--------------|---------|--------------------|----------------|----------|----------------------|---------|--------------|--------|--------|
| Afrecho      | 11.52   | 19.33              | 18.36          | 9.9      | 42.45                | 8.44    | 331          | 11.4   | 253    |
| Granillo     | 13.75   | 0.62               | 0.50           | 8.8      | 75.66                | 0.67    | 159          | 3.9    | 98     |
| Cascabillo   | 9.76    | 0.60               | 48.25          | 4.0      | 16.96                | 20.42   | 86           | 2.0    | 200    |
| Afate        | 11.20   | 5.30               | 27.40          | 9.6      | 33.13                | 13.37   | 444          | 23.0   | 320    |

## CUADRO NÚMERO 10

## PROMEDIOS SOBRE RESULTADOS DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ

| SUBPRODUCTOS            | HUMEDAD | EXTRACTO<br>ETÉREO | FIBRA<br>CRUDA | PROTEÍNA | CARBOHI<br>DRATOS | CENIZAS |
|-------------------------|---------|--------------------|----------------|----------|-------------------|---------|
| Afrecho (1)             | 11.15   | 8.56               | 21.96          | 7.2      | 36.45             | 14.56   |
| Harinilla de<br>la. (2) | 12.63   | 0.54               | 0.50           | 5.5      | 80.34             | 0.49    |
| Harinilla de<br>2a. (2) | 12.59   | 0.80               | 1.24           | 6.2      | 78.47             | 0.70    |
| Harinilla de<br>3a. (2) | 11.32   | 1.41               | 4.24           | 5.4      | 75.91             | 1.72    |
| Pulido de la. (3)       | 11.77   | 13.93              | 6.77           | 10.64    | 48.36             | 7.83    |
| Pulido de 2a. (1)       | 11.76   | 20.34              | 5.98           | 1.40     | 51.72             | 8.90    |
| Pulido de 3a. (2)       | 9.90    | 14.28              | 11.91          | 8.60     | 45.73             | 9.58    |
| Granillo (2)            | 14.19   | 0.66               | 0.79           | 7.00     | 76.15             | 0.70    |
| Afrecho de 2a. (1)      | 13.12   | 8.94               | 3.74           | 8.50     | 60.09             | 5.61    |
| Cascabillo (3)          | 9.81    | 0.88               | 40.43          | 2.90     | 22.41             | 22.20   |
| Afate (1)               | 11.20   | 5.30               | 27.40          | 9.60     | 33.13             | 13.37   |

1 Número de muestras: 5. 2 Número de muestras: 2. 3 Número de muestras: 3.

CUADRO NUMERO 11

COMPARACION EN LA COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LOS RESULTADOS  
DE ESTE ESTUDIO Y DE LA LITERATURA

|                                  | <u>%</u>        |                |                 |                      |                |                |                |  |
|----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|--|
|                                  | <u>PROTEINA</u> | <u>GRASA</u>   | <u>CELULOSA</u> | <u>CARBOHIDRATOS</u> | <u>CENIZAS</u> | <u>Ca</u>      | <u>P</u>       |  |
| Afrecho de trigo                 | 14.2<br>(15.8)  | 5.0<br>(5.0)   | 12.6<br>(9.5)   | 49.3<br>(54.3)       | 5.8<br>(6.0)   | 0.53<br>(0.12) | 0.76<br>(1.32) |  |
| Harinilla de trigo<br>(Granillo) | 18.2<br>(17.4)  | 6.0<br>(5.5)   | 6.3<br>(6.8)    | 53.7<br>(56.1)       | 4.5<br>(4.2)   | 0.63<br>(0.08) | 0.71<br>(0.94) |  |
| Germen de trigo                  | 28.0<br>(25.5)  | 10.8<br>(10.7) | 2.8<br>(2.5)    | 41.3<br>(44.9)       | 4.5<br>(4.5)   | 1.17<br>(0.07) | 0.66<br>(1.05) |  |
| Afrecho de arroz                 | 5.0<br>(12.8)   | 2.1<br>(13.4)  | 31.3<br>(13.0)  | 32.8<br>(41.1)       | 18.2<br>(10.8) | 0.41<br>(0.08) | 0.30<br>(1.36) |  |
| Pulido de arroz                  | 9.4<br>(12.7)   | 15.2<br>(11.5) | 7.3<br>(3.0)    | 48.3<br>(57.2)       | 8.2<br>(6.1)   | 0.25<br>(0.04) | 0.34<br>(1.10) |  |
| Cáscara de arroz                 | 2.9<br>(3.6)    | 0.9<br>(0.9)   | 40.4<br>(39.1)  | 22.4<br>(29.4)       | 22.2<br>(18.6) | ---            | ---            |  |
| Granillo de arroz                | 7.0<br>(7.4)    | 0.7<br>(0.6)   | 0.8<br>(0.8)    | 76.2<br>(78.4)       | 0.7<br>(0.8)   | 0.20<br>(0.04) | 0.17<br>(0.10) |  |

Número en parentesis tomados de Morrison (1)

Número sin parentesis - promedios de este estudio.

BIBLIGRAFIA

1. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis, 8th ed. Association of Agricultural Chemistry, Washinton, D.S., 1955.
2. Blanck, F. C. (editor). Handbood of food and Agriculture, Reinhold Publishing Corporation. New Yord, 1955.
3. Enciclopedia de tecnología Química, tomo 4. UTEHA.
4. From wheat to Flour. Wheat Flour Institute. Chicago, Illinois, 1965.
5. Geddes, W. F. Cereales grains p/ 1022-1133, ch. 24. the Chemistry and Technology of food products. Ed. M. B. Jacobs. Interscience Rut., Inc. N. Y. 1951.
6. Ket-Jones, D. W. Y Amos, A. J. Química Moderna de los cereales.
7. Morrison, F. B. Alimentos y Alimentación, 20a. Edición. Empresa Editora Zig - Zag, Santiago Chile, 1943.
8. Matz, S. A. (editor). The Chemistry and Technology of Cereals as food and feed. The Avi Publishing Co., Inc. Westport, conn.
9. Seeley, R. D. Milling feeds, P. 761-785. Processed Plant Protein food Stuff's. Ed, A M. Altschul, Academic Press.

fin