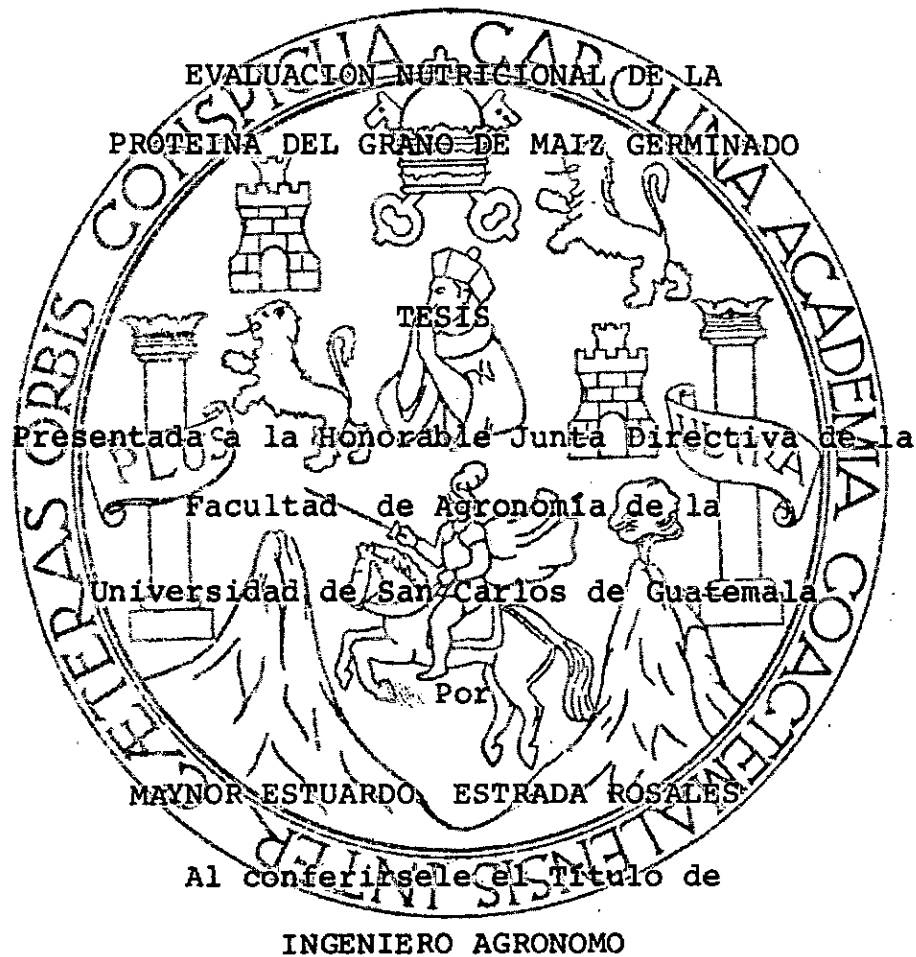


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA



En el grado Académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre de 1,982.

01  
T(651)  
c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado.

JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Vocal 1o.	Ing.Agr. Oscar RenéLeiva R.
Vocal 2o.	Ing.Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.	Ing.Agr. Nestor F. Vargas N.
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enriquez P.
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz N.
SECRETARIO	Ing.Agr. Carlos R. Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Examinador	Ing.Agr. Salvador Castillo
Examinador	Ing.Agr. Gustavo Méndez
Examinador	Ing.Agr. Carlos R. Fernández
Secretario	Ing.Agr. Carlos N. Salcedo.



**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

2 de octubre de 1982

Doctor  
Antonio A. Sandoval Sagastume  
Decano Facultad de Agronomía  
Su Despacho

Señor Decano:

Atentamente tengo el agrado de informarle que he procedido al asesoramiento del trabajo de tesis; "Evaluación Nutricional de la proteína del grano de maíz germinado", realizado por el Sr. Maynor Estuardo Estrada Rosales.

He analizado el documento final de este trabajo y lo encuentro satisfactorio en su metodología e interpretación, por lo que recomiendo su aprobación.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Anibal B. Martínez

ABM/iam



INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

COSTA RICA  
EL SALVADOR  
GUATEMALA

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA  
OFICINA REGIONAL DE LA  
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

HONDURAS  
NICARAGUA  
PANAMA

APARTADO POSTAL 1188

TELEFONOS 43762 AL 43767

CARRETERA ROOSEVELT, ZONA 11  
GUATEMALA, C. A.

CABLE: INCAP

IN-320-82-Q

Guatemala, 28 octubre 1982

Dr. Antonio Sandoval  
Decano, Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria  
Guatemala

Estimado Dr. Sandoval:

Como es de su conocimiento, el Sr. Maynor Estrada realizó su trabajo de tesis en el INCAP con la asesoría del Ing. Anibal Martínez y mfa. Este trabajo es la continuación del trabajo que sirvió de tesis al Ing. Martínez y viene a reforzar los hallazgos anteriores así como a completar el cuadro relacionado a los efectos de la germinación del maíz sobre contenido de lisina y triptofano y su valor nutritivo.

El Sr. Estrada completó satisfactoriamente el trabajo de investigación propiamente, así como el análisis de la información, lo que le permitió escribir su tesis.

Esta ya fue leída y la he encontrado bastante bien, por lo cual considero que el Sr. Estrada ha cumplido con esta responsabilidad.

Sin más por el momento, lo saluda,

atentamente,



Ricardo Bressani, Jefe  
División de Ciencias  
Agrícolas y de Alimentos

Guatemala,  
4 de noviembre de 1982.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Guatemala.

Honorables Miembros:

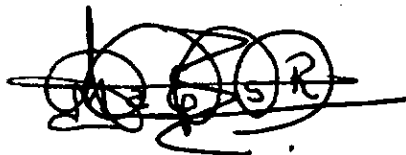
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION NUTRICIONAL DE LA PROTEINA DEL GRANO DE MAIZ GERMINADO.

Como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que sea merecedor de su aceptación me suscribo de ustedes.

Respetuosamente.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. E. E. R.', written over a horizontal line.

Maynor Estuardo Estrada Rosales.

ACTO QUE DEDICO

A: Díos

A MIS PADRES: Lic. José Lisandro Estrada Pérez  
Ruth Rosales de Estrada  
Con especial cariño y agradecimiento.

A MIS HERMANOS: Luis Adolfo Estrada R.  
Dr. Roberto Estrada R.  
Betzy Rosana Estrada R.  
Ada Emerita Estrada R.  
Manuel Lisandro Estrada R.

A MI ESPOSA: Mayra Alvarado de Estrada  
Con afecto y cariño.

A MI HIJA: Ruth Adriana  
Alegria y esperanza en mi vida.

A MIS FAMILIARES:

A: Mis amigos y compañeros de promoción especialmente.

A: Marco Tulio Lazo B.  
Guillermo A. Marmol D.  
Carlos O. Flores Vela  
Juan F. Aguilar Moran.

A LA FAMILIA: Alvarado Linares.

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala.

A: La Antigua - Guatemala

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Agronomía

A: Mis asesores:

Dr. Ricardo Bressani

Ing.Agr. Anibal Martínez

A: Mis compañeros de la Sub-Area de Ciencias Sociales y  
Filosofía.

## AGRADECIMIENTOS

Que estas líneas sean la mínima expresión de mis agradecimientos sinceros a:

El Ing.Agr. Anibal B. Martínez, forjador del proyecto y notable impulsor del mismo.

Al Dr. Ricardo Bressani, por permitirme llevar a culminación la presente tesis, las asesorías, sugerencias; y empeño puesto para la revisión de la misma.

Al Dr. Ricardo Gómez Brenes, por sus sugerencias y apoyo decidido en el trabajo experimental.

A: Todo el personal de la División de Química Agrícola del - INCAP., por la ayuda brindada al presente trabajo especialmente a:

Sr. Enrique Amezquita, Audel López, Carlos García, Hugo Paz, Vinicio Rosales, Víctor Chajón, Catalino Estrada.

Al: Ing.Agr. Marino Barrientos y al Ing.Agr. Luis Reyes.  
Por la ayuda brindada al análisis estadístico.

Al: Sr. Julio C. Hernández, Agradecimiento por el trabajo mecanográfico.



## CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVOS
- III. REVISION DE LITERATURA
  1. Estructura Morfológica y Funcional del grano de Maíz.
  2. Composición Química del grano de Maíz.
    - 2.1. Hidratos de carbono
    - 2.2. Proteínas
    - 2.3. Lípidos
    - 2.4. Minerales
    - 2.5. Vitaminas.
  3. Germinación de la Semilla de Maíz.
  4. Germinación y valor Nutritivo.
- IV. HIPOTESIS
- V. MATERIALES Y METODOS
- VI. RESULTADOS Y DISCUSION
- VII. CONCLUSIONES
- VIII. RECOMENDACIONES
- IX. REFERENCIA
- X. APENDICE

## R E S U M E N

En el presente trabajo de tesis se exponen los resultados obtenidos en la investigación de diferentes variedades de maíz germinado, experimentados en la búsqueda de alternativas para el mejoramiento de la dieta de los guatemaltecos tradicionalmente deficientes en su balance calorico-proteico, particularmente en lo que se refiere a la presencia de los aminoácidos lisina y triptofano.

De tal manera que el propósito fundamental del presente trabajo se circunscribe a evaluar biológicamente la calidad de la proteína de grano de maíz germinado; ya que a través de la información obtenida en otros trabajos que tratan el tema, indican que durante la germinación además de la solubilización de azúcares, grasas, etc., ocurren transformaciones bioquímicas significativas tales como el aumento de los aminoácidos esenciales como lo son, lisina y triptofano, y la degradación de la fracción proteica zeína en albúmina, cambios que suponen acumulación de elementos nutricionales en una etapa de la germinación.

Se evaluaron 3 variedades de maíz siendo estas, Azotea Cuarenteño e ICTA B-1, las cuales se germinaron a los 2 y 4 días, así como también se tuvo material sin germinar. Se utilizó una dieta testigo que fue Caseína. El diseño estadístico necesario para el análisis fue de Diseño en Irrestricto azar con 9 tratamientos y factorial  $3^2$  más el testigo. Se realizaron análisis químicos y análisis biológico, habiéndose realizado la evaluación biológica de NPR y Digestibilidad.

Los resultados Químicos indican que existe un aumento durante la germinación de los aminoácidos esenciales lisina y triptofano y una disminución de la fracción zeína.

Con respecto a la evaluación Biológica de NPR los resultados indican valores más bajos en los maíces germinados con

respecto al maíz sin germinar, sin diferencia significativa - entre estos; mientras que con respecto a la dieta testigo -- existe diferencia altamente significativa.

Dentro de las variedades si se encuentra diferencias altamente significativas siendo Azotea e ICTA B-1 quienes alcanzan valores mayores con respecto a Cuarenteño. De tal manera que podemos deducir que no hubo aumento en el valor Biológico del maíz germinado, sin embargo se puede afirmar que - el valor nutritivo del grano germinado es superior al grano - no germinado.

Lo anterior tiene explicación en el sentido de que el incremento en los aminoácidos, lisina y triptofano expresados - por gramos de nitrógeno no es consistente para todos los maíces. Los aumentos en lisina son bastante altos a los 4 días de germinado, incluso en valores mayores que maíces de alto - valor proteico, no así en triptofano que aumenta en valores - pequeños, lo que da la pauta para expresar que los cambios no son proporcionales entre los 2 aminoácidos suponiendo que esta falta de proporcionalidad influya sobre la calidad proteínica de los materiales germinados.

Con respecto al análisis de Digestibilidad esta se ve -- afectada significativamente conforme aumenta el período de - germinación, así como entre variedades.

En conclusión; durante la germinación ocurren aumentos - de lisina y triptofano, pero estos aumentos no son proporcionales. Así como también una disminución en el contenido de la fracción proteica zeína. La falta de proporcionalidad mencionada anteriormente que ocurre en estos 2 aminoácidos esenciales limitan la eficiencia biológica, aunque se note un incremento en el valor nutritivo. Esto tiene diferencias entre - las variedades evaluadas ya que en AZOTEA e ICTA B-1 variedades de ciclo tardío e intermedio respectivamente en donde se observó valores superiores a los de la variedad de ciclo precoz como lo es CUARENTENO.

## INTRODUCCION:

A nivel mundial las proteínas de origen vegetal constituyen el 71 % de las fuentes de proteínas de los cuales los cereales aportan el 50 %. (16).

La dieta de la población rural de Guatemala consiste principalmente de maíz y frijol en proporción de 72 % de maíz y 8% de frijol, el restante 20 % corresponde a tubérculos, verduras y azúcar, de donde se ve claramente que la mayor parte de la proteína dietética viene del maíz. (2).

Esto aunado al gran aumento de la población, y a la relativa escases de alimento actual pero real en un futuro no muy lejano que se presenta en Guatemala, crea una serie de problemas, lo cual es más alarmante si convertimos la necesidad de alimentos a los requerimiento de calorías y proteínas necesarios para mantener y reproducir la vida.

Atendiendo al contenido de calorías y proteínas de los alimentos básicos de la población guatemalteca y a su producción, podemos determinar el suministro de calorías y proteínas es decir su disponibilidad anual, los cuales al compararlos con los requerimientos anuales de calorías y proteínas de la población, arroja un deficit de 69.4 % y 68.3 % respectivamente. (7).

Así pues el problema mayor para la alimentación de la población guatemalteca es la escases de proteínas y sobre todo proteínas de elevado valor biológico, ricas y completas en los aminoácidos esenciales.

Debido a esto se han generado una serie de líneas de investigación tendientes a encontrarle solución al problema, investigación que se justifica si se ve la producción de alimentos y suministro de ellos en base a los requerimientos metabólicos del hombre.

Cuando enfoquemos el problema desde este punto de vista - ya no podemos hablar de producción cuantificada sino también - calificada tomando en cuenta para ello aspectos como, contenido de aminoácidos, vitaminas, etc.

El contenido de los anteriores elementos sigue siendo en cierta medida parámetros cuánticos, por lo que es necesario medir la eficiencia metabólica de ese contenido, y, la eficiencia metabólica podemos medirla por el suministro del balance - de aminoácidos para que el organismo pueda continuar la síntesis de sus propias proteínas de los tejidos.

## II. OBJETIVO

1. EVALUAR BIOLÓGICAMENTE LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GRANO DE MAÍZ GERMINADO.

### III. REVISION DE LITERATURA:

#### 1. ESTRUCTURA MORFOLOGICA Y FUNCIONAL DEL GRANO DE MAIZ.

El grano de maíz es botánicamente, un fruto en - carióspside que contiene una sola semilla (o grano), - compuesto de estructuras morfológicas muy especializadas, esa esencialización está asociada a características físicas y químicas, que resultan en diferencias - notables de las estructuras del grano.

Tales estructuras son: La cubierta exterior, el endospermo y el embrión o germen, que llegará a ser - una nueva planta. Cada una de estas tres partes del grano cumple una función definida.

La cubierta exterior se encuentra formada por el pericarpio y el tegmen o testa.

El pericarpio es la parte que protege la semilla, se encuentra formado por varios tejidos, (epicarpio, mesocarpio, capas de células transversales entre otros) más o menos diferenciados, formados en el grano maduro por células vacías. El Pericarpio es rico en celulosa.

En el Tegmen o testa del grano maduro solo se diferencia fácilmente una capa celular. Está constituido básicamente, por una capa continua de sustancia - grasa, en la cual se encuentran los pigmentos que dan al grano su color característico. (13).

El Endospermo, es la parte que representa aproximadamente cuatro quintas del peso total del grano. - Está constituido por células de parénquima, de paredes delgadas, dispuestas en sentido radial, repletas de - gránulos de almidón; rodeado de una o varios estratos

de células de parénquima, de forma cuadrangular o rectangular y con paredes delgadas, llamada, ALEURONA capa que se encuentra subyacente al Tegmen. Es en la Aleurona donde se concentran abundantes glóbulos de grasa y proteína.

La función principal del endospermo consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven, hasta que sus raíces estén bien afianzadas y sus hojas puedan elaborar sustancias energéticas (carbohidratos) en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos de la vida y el crecimiento.

EL EMBRION O GERMEN está localizado en un extremo del grano. Es una estructura muy compleja que se encuentra formado por, el Escutelo que es un tejido de reserva, el coleóptilo, la coleorriza, el espiplasto, la radícula o porción semejante a una raíz en miniatura, la plumula (parte foliar) esbozo embrionario de 5 a 6 hojas y el hipocotilo.

Los tejidos del germen son ricos en proteínas y lípidos conteniendo apenas almidón.

## 2. COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE MAIZ.

La composición química aproximada del grano de maíz varía e entre límites muy amplios, dependiendo de una serie de factores que influye en la composición definida del grano.

Se presenta a continuación la composición química aproximada del grano de maíz, siendo sus componentes principales los siguientes:



<u>Elemento</u>	<u>% sobre 100 grs. Peso seco</u>
Proteína	10.3
Grasa	4.5
Totales	83.8
Fibra	2.3
Cenizas	1.4

} Hidratos de carbono.

Fuente: Primo.

Es importante señalar que la distribución de contenidos el grano es bien heterogeneo, es decir que la composición de los diferentes tejidos presenta una gran diferencia que tal como se dijo anteriormente tal diferenciación conlleva la especialización de las partes del grano.

La composición de los distintos tejidos componentes del grano se presentan en la siguiente tabla, según Earley y Col (1946) citado por (Primo).

COMPOSICION QUIMICA DE LAS PARTES ANATOMICAS DEL GRANO DE MAIZ.

<u>Parte del Grano</u>	<u>% en Peso</u>	<u>Almidón</u>	<u>Proteína.</u>	<u>Grasa</u>	<u>Azúcares</u>	<u>Cenizas.</u>
Grano entero	100	71.5	10.3	4.8	2.0	1.4
Endospermo	82.3	86.4	9.4	0.8	0.6	0.3
Germen	11.5	8.2	18.8	34.5	10.8	10.1
Pericarpio	5.3	7.3	3.7	1.0	0.3	0.8

De dicha tabla se deduce que el 98% del almidón y el 73% de las proteínas del grano se localizan en el endospermo y el 83% del aceite, el 70% de los azúcares y el 78% de los minerales en el germen. El pericarpio de muy poco valor nutritivo conteniendo el 45% de hemicelulosa y un porcentaje también elevado de celulosa. Gran parte de las vitaminas se concentra también en -

el germen.

Se trata con lo anterior de presentar una panorámica general de los principales componentes químicos - del grano de maíz lo cual se complementará a continuación con describir los principales constituyentes y la especificación de su mayor concentración y localización.

## 2.1. HIDRATOS DE CARBONO.

Representan el 65-90% del peso seco de los granos de maíz, siendo su componente principal el Almidón. Otros componentes que se mencionan, importantes de esta fracción son las hemicelulosas, la celulosa y los azúcares libres.

El contenido de hidratos de carbono presentes en los granos de maíz citados de una manera - aproximada e indicativa en porcentaje de sustancia seca, de los granos completos de maíz se encuentran contenidos en los siguientes datos.

Almidón	70
Hemicelulosa	3
Celulosa	2.5
Azúcares libres	2.5

En el grano de maíz el 98% del almidón del grano se encuentra en el endospermo y el 70% de los azúcares libres en el germen (Taufel y Col. 1960) (13)

### 2.1.1. HEMICELULOSAS.

Las hemicelulosas constituyen un componente fundamental de las paredes celulares - del grano, posee estructura amorfa actuando como centro aunque algunas poseen estructura fibrilar.

### 2.1.1. AZUCARES LIBRES.

El grano de maíz posee de 1 a 3% en peso de azúcares libre, siendo los más abundantes en los granos o en cualquiera de - las otras partes del mismo, la sacarosa, - seguida por el trisacarido Rafinosa. Tam- bién se encuentra presente la fructosa y la glucosa pero en menor proporción.

Se encuentran principalmente en mayor abundancia en el germen y en el pericarpio, siendo mucho menor su contenido en el en- dospermo.

Otro constituyente que merece especial mención es la celulosa, que abunda en el - pericarpio y en el germen, como constitu- yente estructural de las paredes celulares.

### 2.2. PROTEINAS.

Las proteínas representan el 10% en peso del grano entero de maíz.

La distribución de las proteínas entre los - diversos tejidos que constituyen el grano y aún - en el interior de los mismos no es uniforme, y varía de un cereal a otro. Una idea de la anterior aseveración nos la proporciona la siguiente tabla en donde se presenta la Distribución de las Prote- ínas entre los Diferentes tejidos del grano de -- maíz.

---

PARTE DEL GRANO DE MAIZ	CONTENIDO *
Pericarpio	3.0
Aleurona	19.0
Endospermo	11.0
Exterior	27.7
Medio	7.5
Interior	5.6
Germen	26.5
Escutelo	16.0

---

\*Granos de proteína en 100 g. (sustancia seca) de la parte del grano considerada.

(Según Kent, Wall y Blessin, 1969, Wall y Ross - 1970) citados por Primo.

Como se puede notar las concentraciones mayores de proteínas se encuentran en las capas más externas del endospermo (Capas sub-aleurónicas), en la propia aleurona y en el germen. El interior del endospermo suele contener menor proporción de proteínas que la media del grano y en el pericarpio son muy escasas.

Las fracciones más comunes de proteínas son la Prolamina (zeína) que se encuentra en mayor -- cantidad en el grano (60-80% de las proteínas totales del grano), localizada principalmente en el endospermo. Seguidamente se encuentran las Glutelinas localizadas también en el endospermo con menor concentración que la anterior. Las albúminas y globulinas se presentan también en las cubier--tas exteriores y en el germen.

### 2.3. LIPIDOS.

Representan normalmente el 1-4% del peso del grano. Se encuentran concentrados en el tegmen o testa y en los tejidos del germen principalmente como componentes de la membrana celulares. Se en encuentran también en los gránulos proteicos del en dospermo y en el escutelo del germen y en la capa de aleurona. Las membranas de los gránulos de al midón del endospermo son también ricas en lípidos.

### 2.4. MINERALES.

Constituye el 1-3% del peso del grano. Se localizan en su mayor parte en el pericarpio del grano. La contribución de los minerales contenidos en el grano es significativa en la dieta alimenticia, notándose principalmente la contribu---ción de hierro, magnesio, fosforo y calcio.

### 2.5. VITAMINAS.

La fuente más importante de vitaminas contenidas en los granos, es la del grupo B, siendo la más importante la niacina, seguida por el ácido pantoténico, la piridoxina y la tiamina. No contiene o bien se encuentra en proporción muy baja otras vitaminas importantes como la C, B<sub>12</sub>, A y D.

## 3. GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ.

El fenómeno de la germinación puede definirse como una cadena de cambios que empiezan con la absorción de agua y conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la raicilla (raíz embrional) o por la plántula. - Estos cambios van acompañados por divisiones y agrandamientos de las células del embrión y por aumento gene-

ral de la actividad metabólica.

La germinación es provocada por la absorción de agua y por la temperatura adecuada, provocando cambios químicos que activan el crecimiento en el eje embrionario provocando que emerja primeramente la Radícula o raíz embrionaria. Poco después la Plúmula comienza a alargarse, la cual crece en sentido inverso a la radícula, iniciándose la formación de nuevas hojas dentro de esta parte de la plántula (llamada coleoptilo después que sale de la semilla) dando comienzo a la sintetización de clorofila, provocando la actividad fotosintética y asimilación activa.

Después de la primera raíz aparecen rápidamente varias otras llamadas raíces seminales o de la semilla, que sirven para afirmar la plántula y para absorber agua y otras sustancias nutritivas.

#### 4. GERMINACION Y VALOR NUTRITIVO.

Todos los animales superiores requieren de proteínas para los complejos procesos metabólicos que intervienen en su desarrollo y mantenimiento. Sin embargo estos procesos a nivel celular no utilizan propiamente la proteínas, sino sus componentes fundamentales llamados aminoácidos (12).

Los animales monogástricos para poder utilizar -- las proteínas ingeridas necesitan consumir algunos aminoácidos ya formados, o sea los aminoácidos esenciales para utilizarlos en sus procesos metabólicos como en el caso de los aminoácidos ingeridos a través del maíz.

Los esfuerzos para mejorar la oferta de proteína, son de varias formas, entre las más importantes son:

a) Búsqueda de nuevas fuentes de alimento y proteína

- b) Búsqueda de genes mutantes de alta calidad y cantidad de proteína, e incorporación de dichos genes a variedades comerciales.
- c) Estudio de las vías metabólicas que sigue la formación de proteína, durante el desarrollo de la planta, hasta la cosecha del producto.
- d) Formulación en mezclas de proteínas vegetales en -- alimentos procesados.

El tercer enfoque, relativamente tiene poco tiempo de haberse sugerido, y hasta la fecha se ha trabajado en dos etapas fundamentales del desarrollo de la planta, como lo son: Los procesos bioquímicos dentro del grano de cereales post-polinización, y durante la germinación. Existiendo algunos sobre el período de almacenamiento.

Post-polinización y germinación muestran vías metabólicas inversas, pues mientras en la post-polinización los componentes nutricionales se insolubilizan, en la germinación se solubilizan.

Durante la germinación además de la solubilización de azúcares, grasas, etc, ocurren transformaciones bioquímicas significativas tales como el aumento de aminoácidos esenciales como lo son la LISINA Y TRIPTOFANO.

Asímismo ocurre una transformación de la proteína, ejemplo claro de ello, es la transformación de la zeína en albúmina, en el endospermo del grano de maíz, - proteína que durante el proceso de germinación se traslada al embrión para servir al embrión plántula que empieza a desarrollar.

Lo anterior ocurre entre el cuarto y sexto día de la germinación del grano y aniveles superiores de los que posee el grano maduro de maíz opaco 2.

Durante este período ocurre un aumento en el peso seco del germen y una disminución del mismo en el endospermo lo que da la pauta para pensar que durante el cuarto y sexto día de la germinación ocurre una alta concentración de elementos nutritivos en la nueva plántula en desarrollo. A la par que en este período ocurre este aumento también ocurre una disminución de los elementos no nutricionales. (8).

Lo anteriormente planteado nos da la idea que existe un momento durante la germinación donde existe una mayor acumulación de elementos nutricionales (proteínas) el cual es necesario evaluarlo biológicamente para determinarlo con certeza, y de esta manera hallar el verdadero valor nutricional que se supone pueda tener el material.

Hasta el momento no se tiene experiencia del valor nutritivo de la proteína, del grano del maíz durante el proceso de germinación, y solamente podré citar una experiencia personal realizada por el Ing. Agr. Anibal Martínez, en gorgojo del arroz (*Sitophilus orizae*), consistente en colocar dos grupos de gorgojos en medios alimenticios de harina de maíz sin germinar y -- ocho días de germinación. El resultado fue que en el grupo colocado en harina de maíz sin germinar se desarrolló normalmente y logró reproducirse, mientras el grupo de harina de maíz germinado no logró desarrollarse, mucho menos reproducirse.

Lo anterior es un posible indicador de la no disponibilidad de esta proteína en el maíz germinado, lo cual limita su uso en relación con la cantidad y calidad que aparenta ganar.

Sin embargo, es posible que el problema estribe en que no todos los aminoácidos de los ocho esenciales



aumentan durante la germinación, y o que algunos ya no existan y se hallan catabolizado.

Lo anterior se respalda con una pequeña prueba - que se hizo en el maíz azotea, consistente en obtener el aminograma en triplicado de muestras sin germinar y muestras de ocho días de germinación, cuyo resultado en forma sintetizado muestra un aumento leve de metionina, treonina y valina, un aumento de un 80% de lisina, pero una disminución del 40% de leucina.

De todos los aminoácidos necesarios para el organismo la leucina se necesita en mayor cantidad, y es acá donde posiblemente el estudio de los aminogramas nos de respuesta al experimento con el gorgojo, ya que la disminución del aminoácido leucina puede ser la -- causa de la limitación nutricional.

En frijol existen trabajos que demuestran los procesos y cambios químicos nutricionales en el proceso de germinación.

En la investigación a presentar, se estudió el efecto de la germinación sobre el valor nutritivo del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*, L.) para las etapas de germinación se tomaron muestras de 0, 3, 6 y 9 -- días. Se observó una disminución en el valor nutritivo durante la germinación y la digestibilidad de la proteína no fue afectada significativamente. (10)

Este trabajo realizado sugiere que durante la -- germinación, la disminución en el valor nutritivo se debe al menor contenido de aminoácidos azufrados totales.

Podemos definir como una proteína de buena calidad aquella que suministra la cantidad de aminoácidos requeridos para la síntesis de proteína de los tejidos de un animal y cuya utilización sea lo más eficientemente posible, lo cual es el resultado del balance y

disponibilidad de sus aminoácidos.

Es importante señalar que no debe confundirse el valor biológico de una proteína con el valor nutritivo de dicha proteína en la dieta. El primero evalúa única y exclusivamente la cantidad de aminoácidos esenciales disponibles al animal para satisfacer sus respectivos requerimientos durante la situación fisiológica en que se encuentra. En cambio el segundo concepto, se refiere a la aplicación de los resultados del primero y sus propósitos es evaluar la capacidad de la proteína, juntamente con otros nutrientes, e inducir estados nutricionales adecuados.

**IV. HIPOTESIS:**

1. Debido al aumento en la fracción proteica albumina y - al aumento en la cantidad total, de lisina y triptofano durante la germinación del maíz, se espera que estos - cambios se traduzcan en un aumento en el valor biológico y valor nutritivo del maíz.
2. El valor biológico de las variedades de los maíces germinados no son diferentes entre si.

## V. MATERIALES Y METODOS.

### A. MATERIAL VEGETAL:

Para el presente estudio se trabajó con tres variedades - de maíz, cuyos valores de proteínas y aminoácidos durante la germinación son conocidos.

- a. Variedad Azotea, es de la zona alta de ciclo tardío.
- b. Variedad Cuarenteño de la zona baja de ciclo precoz.
- c. Variedad ICTA B-1 de la zona baja y media, de ciclo - intermedio.

Las variedades Azotea y Cuarenteño fueron proporcionadas por el INCAP producto de sus fincas experimentales.

La variedad ICTA B-1 fue proporcionada por el Instituto - de Ciencia y Tecnología Agrícola, proveniente de sus estaciones experimentales de Cuyuta.

### B. METODOLOGIA:

#### 1. DISEÑO EXPERIMENTAL:

El modelo a estudiar fue de Diseño en Irrestricto azar con 9 tratamientos y factorial  $3^2$  más testigo.

El diseño estuvo formado por los siguientes tratamientos:

0,2, 4 días de germinación

A - B - C - Variedades

Testigo: CASEINA

Repeticiones: A - B - C

#### 2. GERMINACION:

Previo a efectuarse el proceso de germinación se pesaron las cantidades de maíz requeridas para el cono

sumo en las dietas aplicadas al lote de ratas puestas en experimentación.

Se pesaron 700 gramos por repetición, para cada variedad y tiempo de germinación, que sirvió para la germinación, análisis químico y elaboración de dietas.

2.a. PROCEDIMIENTO:

Las semillas de maíz fueron remojadas durante -- una hora, a temperatura ambiente en una solución de -- hipoclorito de sodio al 0.005% con la finalidad de -- prevenir el crecimiento de mohos.

Seguidamente las semillas fueron puestas en remojo durante 24 horas con la finalidad de acelerar el - proceso de germinación y sacar a las semillas de su - período de reposo.

Transcurrido el período de remojo se procedió a colocarlas en una bandeja para su germinación. Las - semillas fueron cubiertas con papel semiabsorbente hu medecido con la finalidad de evitar perdidas de húmedad, La germinación se efectuó a temperatura de 25-28°C., en la oscuridad durante 2 y 4 días. Durante - este período se regó con agua el papel para mantener la humedad. Una vez finalizados los diferentes tiempos de germinación de las diferentes variedades, las semillas se secaron en un horno a una temperatura de 75°C. durante 16 horas y luego se molieron en molino - de tamiz No. 20.

Así mismo las semillas sin germinar fueron remojadas con agua con la finalidad de que no presentará problemas para la molida, fueron luego secadas y molidas.

Con este proceso se obtuvo una cantidad aproximada

da de 650 gramos de harina de maíz germinado y sin-germinar, para las diferentes variedades, días de --germinación y repeticiones.

Se tomaron muestras de 15 gramos de las diferentes -variedades y tiempo de germinación para ser utiliza--dos en los correspondientes análisis químicos.

### 3. ANALISIS QUIMICOS:

De los 15 gramos que se tomaron de la harina de maíz provenientes de las diferentes variedades y --tiempo de germinación se procedió a realizar las de--terminaciones químicas.

Los análisis se hicieron en tres repeticiones y en duplicado y fueron los siguientes:

#### 3a. Determinación de la Proteína de las Dietas.

-Determinación de Nitrogeno por el método de Ma--croKjedall multiplicado por 6.25.

#### 3b. Determinación de Nitroógeno de las variedades de maíz con sus diferentes tiempos de germinación.- por MacroKjedall.

#### 3c. Determinación de lisina se utilizó el método de Electroforesis.

#### 3d. Triptofano por el método Químico.

#### 3e. Zeina se presenta su determinación en base al --Diagrama (1).

#### 3f. Nitroógeno No Proteico. Se presenta su determina--ción en el Diagrama (1).

### 4. ANALISIS BIOLOGICO:

El diseño experimental fue de Diseño en irres--

tricto azar con 10 tratamientos y factorial  $3^2$  más testigo. Cada tratamiento fue ofrecido a un lote de 4 ratas de la Raza Wistar de la colonia del INCAP, en cada repetición -- dando un total de 120 ratas disponibles en el experimento; así como también se tuvo un lote de 12 ratas a las que se les suministro una dieta libre de Nitrógeno, necesario para la evaluación biológica.

Las evaluaciones que se realizaron fueron:

4a. RAZON PROTEICA NETA:

Es el efecto neto, sobre el incremento de peso, que produce cada gramo de proteína ingerida, considerando tanto el aumento real de peso como la disminución del mismo, cuando se tiene como punto de partida una diete exenta de proteínas.

En este ensayo se utilizaron 132 ratas albinas de la raza Wistar de la colonia del INCAP, de 21 a 23 días de -- edad recién destetadas. Las dietas y el agua fueron suministradas durante 15 días. La composición de las dietas -- basales se observan en el cuadro No. 10.

Se llevó un registro semanal del consumo de dieta y -- las ganancias en peso de los animales.

Se utilizó una dieta de caseína al 10% como control, así como también una dieta libre de Nitrógeno, esta última dieta contemplada en el método.

La evaluación se calculó en base a la siguiente fórmu  
la.

$$\text{NPR} = \frac{\text{aumento en peso del grupo experimental(grs.)} - \text{aumento en peso del grupo libre de N}}{\text{Proteína Ingerida (alimento consumido X \% Proteína)}}$$

$$\text{(N X 6.25)}$$

#### 4b. DIGESTIBILIDAD APARENTE (DAP)

Este ensayo se efectuó después de haberse realizado la prueba experimental de NPR.

Una proteína aunque contenga todos los aminoácidos esenciales, carece de valor nutritivo y alimenticio si no puede ser digerida en el tubo digestivo. Los alimentos primarios deben ser de tal naturaleza que pueden digerirse y absorberse. En este sentido la Digestibilidad efectuada en este ensayo estuvo relacionada con la capacidad de absorción de las dietas suministradas a las ratas. Se realizó con la finalidad de tener un dato auxiliar en caso la comprobación de la evaluación de NPR no resultara satisfactoria.

Se recolectaron las heces durante 4 días, solamente del sexo macho de cada lote experimental y de cada repetición, las que se pesaron y se tomaron datos del consumo de alimentos. Seguidamente cada una de las muestras se llevaron a una temperatura de 60°C., durante 24 horas para secarlas o quitarles la humedad, y luego fueron molidas.

Se les determinó Nitrógeno a cada una de las muestras a través de MacroKjedall.

La digestibilidad se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$DAP = \frac{N_i - N_f}{N_i} \times 100$$

$N_i$  = Nitrógeno Ingerido (alimento consumido X % N. en la dieta.)

$N_f$  = Nitrógeno Fecal (peso de heces grs. X % N. en las heces).



5. ANALISIS ESTADISTICO:

Los datos de Valor Biológico de los granos germinados y no germinados se sometieron a ANALISIS DE VARIANZA - cuyas formulaciones lineales son las siguientes:

DISEÑO AL IRRESTRICTO AZAR CON 10 TRATAMIENTOS.

$$Y_i = \mu + \tau_i + \epsilon_i$$

$Y_i$  = Valor de la variable respuesta para la i-ésima -  
unidad experimental.

$\mu$  = efecto de la Media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_i$  = efecto del error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental.

Diseño de Factorial  $3^2$

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Valor de la variable respuesta para la ij-ésima -  
unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la Media General

$A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de A (VARIEDADES)

$B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de B (DIAS A GERMINACION)

$(A \times B)_{ij}$  = Efecto de la Interacción

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del Error Experimental asociado a la ij-  
ésima unidad experimental.

5a. PRUEBA DE DUNNET:

Es la prueba que sirve para discriminar tratamientos con un testigo y determinar su diferenciación significativa entre ellos.

Se realizó esta prueba a los análisis de NPR y -- los de Digestibilidad, porque al existir significancia entre tratamientos, se separaron las medias para determinar diferencias entre ellos.

Por otro lado, para cumplir con las suposiciones del ANDEVA se transformaron los valores de la variable DIGESTIBILIDAD dados en porcentaje (%) por medio de la fórmula:

$$\text{Sen}^{-1} \sqrt{x}$$

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

Tal como se presenta en el cuadro No.1. en el cual se encuentran los resultados de Nitrógeno Total, Lisina, Triptofano, Zeina, y Nitrógeno no Proteico, de las 3 variedades -- con sus tres tiempos de germinación nos damos cuenta que el Nitrógeno Total, los aminoácidos lisina y triptofano y la fracción proteica Zeina tienen un comportamiento similar al reportado por Martínez (8), o sea un comportamiento irregular del Nitrógeno Total, un aumento de los aminoácidos y una disminución de la fracción zeina.

Con respecto a estos resultados, hay un acuerdo además con los autores reportados por Martínez (8) tales como (Ingle etal, 1963, y Tsai, et al 1975) quienes reportaron el comportamiento de la zeina, que disminuye durante el proceso de germinación, notándose esta disminución en la fracción en dospermo, no así en el germen que por tener bajos niveles -- iniciales de zeina, no varía durante el proceso de germinación.

Así mismo Tsai, et al (1975) reporta el aumento de los aminoácidos Lisina y Triptofano durante el proceso de germinación.

CUADRO No.1.

Resultados Totales de Nitrógeno Total, Lisina, Triptofano  
Zeina y Nitrógeno No. Proteico

VARIEDAD	D.G	N. TOTAL	LISINA	TRIPTOFANO	ZEINA	N. no. PROTEICO.
ICTA B-1	0	1.457	0.2661	0.0276	0.344	0.077
	2	1.664	0.3245	0.0353	0.236	0.155
	4	1.557	0.3182	0.0359	0.223	0.215
CUARENTE- NO.	0	1.792	0.3301	0.0422	0.564	0.066
	2	1.850	0.3326	0.0442	0.493	0.215
	4	1.942	0.3432	0.0516	0.424	0.288
AZOTEA	0	1.286	0.2374	0.0285	0.236	0.080
	2	1.375	0.2767	0.0291	0.202	0.265
	4	1.360	0.3456	0.0303	0.200	0.197

Estos datos están dados en:

Para:

Nitrógeno Total: %

Lisina: grs./%

Triptofano: grs/%

Zeina: Grs.de N./%

Nitrógeno no Proteico: grs.de N./%

En el cuadro No.2. donde se presentan los resultados de -- NPR., se observa que las variedades ICTA B-1 y CUARENTENO presentan similar comportamiento. En las 3 repeticiones -- presentadas los valores aumentan al 2<sup>a</sup>. día de germina--- ción, disminuyendo al 4<sup>a</sup> día. Por ejemplo en la repeti--- ción A de la variedad ICTA B-1 el valor a los 0 días es de 2.14 aumentando al 2<sup>a</sup> día de germinación a 2.61 y disminu--- yendo al 4<sup>a</sup>. día a 2.50. Como se dijo anteriormente este comportamiento se da en forma similar en las 3 repeticio--- nes y en las variedades mencionadas.

Esto no ocurre en la variedad AZOTEA en donde en las 3 repeticiones los valores son más altos al inicio o sea a los 0 días de germinación disminuyendo al 2<sup>a</sup>. y alcanzan do valores más bajos al 4<sup>a</sup>. día de germinación.

CUADRO No. 2.

VALORES DE NPR Razón Proteica Neta

VARIEDAD	D.G	REPETICION A	REPETICION B	REPETICION C	$\bar{X}$
ICTA-B	0	2.14	2.78	2.81	2.57
	2	2.61	2.95	3.16	2.90
	4	2.50	2.37	2.62	2.50
CUARENTENO	0	1.97	2.12	2.29	2.12
	2	2.02	2.33	0.94	1.76
	4	1.91	2.01	1.71	1.87
AZOTEA	0	3.05	3.25	2.85	3.05
	2	2.97	2.54	2.61	2.70
	4	2.64	2.47	2.26	2.45
Dieta Testigo		4.60	4.57	3.99	4.38

CUADRO No. 3.

Valores Iniciales y Finales del peso en grs. de los animales puestos en tratamiento y su diferencia final.

VARIEDAD	Días de Gemina- ción.	REPETICION		REPETICION		REPETICION		Medida de Diferen- cias.
		A		B		C		
		PESO Ini- cial	PESO Fin	PESO Ini- cial	PESO Fin	PESO Ini- cial	PESO Fin	
ICTA B-1	0	54	63	54	65	54	64	10 grs.
	2	53	66	53	71	53	75	18 grs.
	4	52	56	52	54	52	55	03 grs.
CUARENTEÑO	0	54	66	54	68	54	66	13 grs.
	2	54	58	53	61	53	43	02 grs.
	4	53	53	53	55	53	53	0.6grs.
AZOTEA	0	54	65	54	63	54	62	9 grs.
	2	53	60	53	53	53	56	3.3
	4	52	54	52	55	52	51	1.3
TESTIGO CASEINA		53	104	53	91	52	84	40 grs.
DIETA LIBRE DE N.		51	38	51	37	52	36	-14.33 gr

Analizando estadísticamente los resultados de NPR, que se presentan en los ANDEVAS de los cuadros 4 y 5 nos damos cuenta que existe diferencia significativa entre tratamientos. Al hacer separación de medias el tratamiento 10 que corresponde al testigo o sea la Dieta de Caseína alcanza mayor valor. Al realizar la prueba de DUNNETT para comparar el testigo contra todos los tratamientos, se concluye que el testigo fue altamente significativo y superior a los demás tratamientos.

CUADRO No. 4.

ANALISIS DE VARIANZA: DISEÑO EN IRRESTRICTO AZAR.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	C. MEDIO	F
Tratamiento	9	14.90218	1.65580	15.5 *
Error	20	2.12988	0.10649	
Total	29	17.03206		

Coefficiente de variación: 12.38 %

Tratamiento 1 Media = 2.12667

Tratamiento 2 Media = 1.76333

Tratamiento 3 Media = 1.87667

Tratamiento 4 Media = 2.57667

Tratamiento 5 Media = 2.90667

Tratamiento 6 Media = 2.49667

Tratamiento 7 Media = 3.05000

Tratamiento 8 Media = 2.70667

Tratamiento 9 Media = 2.45667

Tratamiento 10 Media = 4.38667 (Testigo)

\* Significativo (5%)

Al aplicar el análisis estadístico de factorial  $3^2$  en -- irrestricto azar hay una diferencia altamente significativa - en tratamientos así como en las variedades. El efecto alta-- mente significativo obtenidos en los tratamientos se debe a - las variedades, no existiendo diferencia estadística entre pe ríodos de germinación ni en la interacción entre variedades - por día de germinación.

CUADRO No.5.

ANDEVA: FACTORIAL  $3^2$  EN IRRESTRICTO AZAR

CALCULO DE NPR.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	C. MEDIO	F
Tratamientos	8	4.67023	0.58378	5.24** *
VARIEDADES (A)	2	3.6468	1.8234	17.33** *
DIAS DE GER(B)	2	0.4314	0.2157	2.051 NSNS.
INTERAC. AXB	4	0.5920	0.1480	1.406 NSNS.
ERROR	18	1.89343	0.10519	
TOTAL	26	6.56366		

Coefficiente de Variación: 12.39 %.

\*Significativo (5%)

\*\*Altamente significativo (1%)

NS No significativo



Se separaron las medias de las variedades y se aplico prueba de DUNETT para comparar medias dando lugar a deducir que el valor nutritivo de las variedades Azotea e ICTA B-1 ó sea las variedades provenientes de ciclo tardio e intermedio es igual, pero superior a la de ciclo precoz que es Cuarenteño.

Con lo anterior se puede observar que en este estudio no hubo aumento en el valor biológico de la proteína del maíz germinado haciendo nula por lo anterior parte de la primera hipótesis planteada en el trabajo. Sin embargo, se puede afirmar que el valor nutritivo del grano germinado es superior al no germinado, ya que valor nutritivo es el producto del valor biológico que no fue afectado por el contenido de proteínas que aumento por germinación.

La segunda hipótesis planteada no se cumple ya que si existió diferencia altamente significativa en el valor biológico entre las variedades.

CUADRO DE MEDIAS

$$W = q (3, 18) 0.05$$

3.61

$$\bar{S}_X = \sqrt{\frac{CMe}{rb}} \sqrt{\frac{0.10519}{3 \times 3}} = 0.1081$$

$$W = 3.61 \times 0.1081$$

$$W = 0.3903$$

	Azotea	ICTA B-1	Cuarenteño
	2.738	2.66	1.922
Cuarenteño 1.922	0.816*	0.738*	
ICTA B-1 2.66	0.078	N.S.	
Azotea 2.738			

\* Significativo  
NS No significativo.

VARIEDAD	MEDIA
AZOTEA	2.738 (a)
ICTA B-1	2.66 (a)
CUARENTENO	1.922 (b)

Según Palmer y colaboradores (11) el efecto de la germinación sobre la calidad nutricional no está claramente definido. Sin embargo, otros investigadores citados por Moron (9) como Chattopadhyay y colaboradores afirman que los frijoles - germinados por cuatro días no mejoran su valor nutritivo y en arvejas con el mismo período germinativo disminuye definitivamente. Jaya y colaboradores encontraron que en semillas de Phaseolus aureus, caupí y garbanzo, germinada durante 0.24, 48 y 72 horas no presentaron aumento en su valor nutricional.

Así mismo Muñoz (10) corrobora las anteriores aseveraciones, trabajando con el frijo negro (Phaseolus vulgaris L.) y estudiando el efecto de la germinación sobre el valor nutritivo, tomando muestras para las etapas de germinación de 0,3,6 y 9 días, se observó una disminución en el valor nutritivo durante la germinación, y la digestibilidad no fue afectada significativamente. Este autor atribuye estos resultados a una disminución del contenido de los aminoácidos azufrados durante el período germinativo de las semillas.

En Moron (9) encontramos que Chattopadhyay y colaboradores que las diferencias de opinión que resultan sobre si el valor biológico aumenta o disminuye durante la germinación -- puede ser debido a algunos cambios en las características físicas o químicas; o ambas de la molécula proteica de las semillas, o bien podría ser debidas a algunas alteraciones en la velocidad de liberación de los distintos aminoácidos.

Cambios en lisina y triptofano expresados en grs. de aminoácido/16 grs. de Nitrógeno.

CUADRO No. 6

ICTA - B-1	Lisina (g/16gN)	Triptofano (g/16gN)	Proporción
0	2.92	0.30	9.7/1
2	3.12	0.34	9.1/1
4	3.27	0.37	8.8/1
<b>CUARENTENO</b>			
0	2.95	0.38	7.7/1
2	2.88	0.38	7.5/1
4	2.83	0.42	6.7/1
<b>AZATEA</b>			
0	2.95	0.35	8.4/1
2	3.22	0.34	9.5/1
4	4.06	0.36	11.3/1
Maíz de alto valor proteico (opaco-2) (tuxpeño HEU <sub>2</sub> )	3.57	0.85	4/2

Una de las hipótesis de este trabajo fue que de comprobarse un aumento en los aminoácidos lisina y triptofano, esto se traduciría en un aumento en calidad, hecho que no fue consistente.

El incremento en los aminoácidos lisina y triptofano expresados por gramos de nitrógeno (o por 16 g N = 100 g Proteína) no son consistentes para todos los maíces. Como se puede observar en el cuadro No.6. La muestra ICTA B-1 y el Azotea muestran aumentos en lisina no así el Cuarenteño. Con -

respecto al triptofano, los aumentos son pequeños pero más consistentes para los 3 maíces. Por otro lado los cambios no son proporcionales entre los dos aminoácidos, de tal manera que esta falta de proporcionalidad influya sobre la calidad proteínica de los materiales germinados. Asimismo, se sabe que la relación leucina a isoleucina está fuera de proporción en la proteína del maíz, con un exceso de leucina -- que interfiere en la utilización biológica de la proteína o sea en su calidad. Por consiguiente a pesar de los aumentos en lisina la falta de proporcionalidad con respecto al triptofano viene a disminuir el incremento en valor nutritivo in sinuado por el aumento en lisina.

La digestibilidad Aparente, Cuadro No. 7; tiene un comportamiento diferente en las tres variedades, ya que en la variedad ICTA B-1 aumenta al 2o. día de germinación de 79.1% a 82% y disminuye al cuarto día a 79.0 %. En Cuarenteño la Digestibilidad disminuye al cuarto día de germinación de -- 87.1 % a 79.2 %. En la variedad Azotea este valor disminuye del valor inicial al cuarto día de germinación, ya que en 0 días el valor es de 87.7 % y al cuarto día es de 79.9 %, pero al 2o. día de germinación el valor es aún más bajo, corres pondiendo a 78.8 %.

CUADRO No. 7.

Valores de Digestibilidad (DAP en %)

Dieta cuya base es la Variedad	D.G	Repetición A	Repetición B	Repetición C	Pro-medio
ICTA B-1	0	84.9	79.8	72.8	79.1
	2	80.6	81.9	83.5	82
	4	79.4	80.6	77.4	79.1
CUARENTEÑO	0	88.4	86.8	86.3	87.1
	2	84.6	84.1	84.3	84.3
	4	80	78.5	79.3	79.2
AZOTEA	0	82.8	84.6	83.8	83.7
	2	80.7	77.9	77.8	78.8
	4	78.6	81.1	80.1	79.9
CASEINA	-	90.2			90.2
LIBRE DE NITROGENO.	-	93.1			93.1

Con los anteriores datos nos damos cuenta que la Digestibilidad fue afectada ya que sus valores fueron más bajos - de los de sus valores iniciales.

Tratando de encontrar si la digestibilidad fue afectada significativamente se procedió a realizar análisis estadístico convirtiendo los valores en % a través de la fórmula  $Sen^{-1}\sqrt{X}$ , a valores transformados que pudieran analizarse estadísticamente dando por resultado el ANDEVA del cuadro No. 8, en el que se determinó que existe diferencia altamente -- significativa entre tratamientos; haciendo separación de medias y aplicando prueba de DUNNETT, dan por resultado que el testigo o sea el análisis producto de la Dieta suministrada de Caseina alcanza diferencia significativa para la variedad Cuarenteño sin germinar y de 2 días de germinación; y diferencia altamente significativa para los demás tratamientos.

CUADRO No. 8.

ANALISIS DE VARIANZA: EN IRRESTRICTO AZAR

CALCULO DE DIGESTIBILIDAD

Fuente de Variación	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Tratamiento	9	229.812	25.534	6.18**
ERROR	20	82.625	4.131	
TOTAL	29	312.437		

COEFICIENTE DE VARIACION = 3.12%

Transformación =  $Sen^{-1}\sqrt{X}$

\* Significativo

\*\* Altamente significativo.

SEPARACION DE MEDIAS

DUNNETT:

$$W = q (9, 20) 0.05 \quad \bar{S}X = \frac{2 \times 4.131}{3} = 1.6595$$

$$W = 4.315 \text{ al } 0.05 \quad W = 5.609 \text{ al } 0.01$$

Media del Tratamiento 10 (Testigo) = 71.84898

Tratamientos	Media	d
1	69.020	4.829*
2	66.68365	5.165*
7	66.21931	5.630**
5	64.90732	**
9	63.39432	**
4	63.0	**
3	62.92	**
6	62.82	**
8	62.60	**

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

En el diseño Factorial  $3^2$  en irrestricto azar que presenta el ANDEVA en el Cuadro No. 9, existe diferencia altamente significativa en tratamientos, variedades y días de germinación, así como diferencia significativa en la interacción variedades por día de germinación. Se concluye que la diferencia altamente significativa en los tratamientos se debe a la diferencia altamente significativa entre variedades, entre períodos de germinación y a la interacción.

CUADRO No. 9

ANALISIS DE VARIANZA: FACTORIAL  $3^2$  EN IRRESTRICTO AZAR

CALCULO DE DIGESTIBILIDAD

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Tratamientos	8	125.562	15.695	5.33**
Variedades (A)	2	37.375	18.68	6.82**
Días de Ger (B)	2	38.75	19.375	7.01**
Interacción AXB	4	49.437	12.359	4.51*
Error	18	49.25	2.736	
Total	26	174.812		

Coefficiente de Variación =2.56

\* Significativo

\*\* Altamente significativo.



Separando medias de las variedades y de los períodos de germinación y aplicando Prueba de DUNNETT se concluye que la DIGESTIBILIDAD APARENTE de los animales que se les proporcionó dieta cuya base fue maíz Variedad Cuarenteño poseen mayor Digestibilidad que los animales alimentados con las variedades ICTA B-1 y AZOTEA, es decir que ICTA B-1 con AZOTEA son de igual Digestibilidad pero inferiores a CUARENTEÑO.

Prueba de Dunnett y separación de Medias

DUNNETT:

$$q(3,18) 0.5 \quad \begin{matrix} \downarrow \\ 3.61 \end{matrix} \quad SX = \sqrt{\frac{CMe}{ra}} = \sqrt{\frac{2.736}{9}} = 0.551$$

W = 1.99

VARIEDADES

	Cuarenteño 66.206	Azotea 64.07	ICTA B-1 63.578
ICTA B-1	2.628*	0.492 <sup>N.S</sup>	-----
AZOTEA	2.136*	-----	
CUARENTEÑO	-----		

RESUMEN:

CUARENTEÑO	a
AZOTEA	b
ICTA B-1	b

\* Significativo

NS No significativo.

PERIODOS DE GERMINACION

	0 días de Ger. 66.079	2 Días de Ger. 64.729	4 Días de Ger. 63.046
4 D.G.	3.033*	1.683 N.S	-----
2 D.G.	1.35 N.S.	---	
0.D.G.	----		

RESUMEN:

0.D.G	a	
2.D.G	a	b
4 D.G		b

Por lo anterior nos damos cuenta la Digestibilidad se ve afectada negativamente conforme aumenta el período de germinación.

En Moron (9) encontramos que investigadores como Everson, quién afirma que la germinación puede afectar el valor nutritivo de las proteínas, debido a una mejor disponibilidad de los aminoácidos esenciales. Así mismo se menciona que El Hag y colaboradores observaron que la baja digestibilidad de las leguminosas mejora con la germinación y que el mejoramiento de la Digestibilidad a través de la germinación está asociada con la disminución de la proteína globulina y un aumento en el coeficiente de Digestibilidad de la fracción E.

Muñoz (10) observó que la Digestibilidad aparente de las semillas de frijol común con 0,3.6 y 9 días de germinación no

fue afectada significativamente con el proceso de germinación, aunque sus valores tienden a disminuir.

Finalmente en los cuadros 16 y 17 del apéndice se presentan el detalle de los datos de NPR y DAP para una mejor ilustración del trabajo.

## VII. CONCLUSIONES:

1. El proceso de germinación del maíz induce cambios en el contenido de nitrógeno, lisina y triptofano y fracciones proteínicas.
2. Los cambios son en general incrementos en nitrógeno, lisina y triptofano, pero no proporcionales con respecto al maíz no germinado, expresados como % de la muestra o en base a nitrógeno en el caso de los aminoácidos.
3. La fracción proteínica zeína disminuye en concentración con respecto a tiempo de germinación.
4. Aunque se nota un pequeño incremento en calidad proteínica para unas variedades de maíz y no para otras, puede atribuirse esto a la falta de incremento proporcional de los dos aminoácidos limitantes del maíz.
5. Relacionando la conclusión anterior con la presente, se concluye que la germinación afectó negativamente el aumento en peso de los animales, comprobado a través del NPR. se observó diferencia en el efecto de las variedades; siendo en las variedades AZOTEA e ICTA B-1 variedades de ciclo tardío e intermedio respectivamente donde se observó valores superiores a los de la variedad de ciclo precoz como lo es Cuarenteño.
6. La digestibilidad de la proteína con respecto a días de germinación es variable no siguiendo un patrón definido entre variedades de maíz, pero en general es afectada negativamente conforme al período de germinación.

### VIII. RECOMENDACIONES.

1. En futuros estudios, será necesario analizar los materiales germinados por su contenido de carbohidratos, los cuales se utilizan para proveer la energía necesaria para germinación. Esto da como resultado incre--mentos en Nitrógeno Total y Aminoácidos, expresados - en porcentaje.
2. El aprovechamiento del incremento en N y aminoácidos observados en este y otros estudios en maíz germinado posiblemente sería más eficiente usando el maíz germinado en combinación con otros productos alimenticios para fines de complementación proteínica.
3. Sería necesario conocer los cambios en otros aminoácidos también responsables por el bajo valor proteínico del maíz como la relación leucina/isoleucina.
4. Los cambios durante germinación deberían ser expresa-dos en base a algún nutriente constante durante germinación para mejor interpretación de datos.

## IX. REFERENCIA.

1. ALDRICH, S. R. Y LENG, E. Producción moderna de maíz. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur/Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional, 1974.p.1-13
2. BRESSANI, R. Mejoramiento de las dietas a base de maíz enriquecido con aminoácidos y proteínas suplementario. In Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT - PURDUE. El Baten, México, CIMMYT, 1975.p.47-63
3. BUSTO, J. A. DEL. Desarrollo y aplicación de un método para la evaluación proteínica de alimentos, índice de nitrógeno a crecimiento. Tesis Mag. Sci. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP - CESNA, 1973. 54 p.
4. DEVLIN, R. Fisiología vegetal. 3a. ed. Barcelona, -- Omega, 1980.p.471-475
5. HARPSTEAD, D. Maíz de alto contenido en lisina. In -- Los alimentos, cuestiones de bromatología; selecciones de Scientific American. Madrid, Blume, 1975.p. 301 - 310
6. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA. Mejoramiento nutricional del maíz, memorias de una conferencia de nivel internacional celebrada en el INCAP., Guatemala, 1972 325 p.
7. MARTINEZ, M.A. El gran faltante de alimento en Guatemala la Revista Agronomía. 3 (25).p.9-10 1981.
8. \_\_\_\_\_. Relación del contenido de lisina y triptofano con el de zeína durante la germinación del grano de maíz y su posible vinculación con el ciclo vegetativo de la planta. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. - 33 p.
9. MORON JIMENEZ, M. J. Estudios bioquímicos y nutricionales de la semilla germinada de soya. Tesis Mag.Sc. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP - CESNA, 1981. - 63 p.

10. MUÑOZ G., J. A. Cambios químicos nutricionales del -- frijol (Phaseolus vulgaris L.) en su proceso de -- germinación. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universi-- dad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 41 p.
11. PALMER R., McINTOSH Y PUSZTAI A. The nutritional eva-- luation of kidney beans (Phaseolus vulgaris); the effect on nutritional valve of seed germination and changes in trypsin inhibitor content. J. Sci. Food Agri., 24: 937 - 944. 1973.
12. POEY, F. R. El mejoramiento integral del maíz; rendi-- miento y valor nutritivo, hipótesis y método. Ph.D. Tesis, Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1975. 172 p.
13. PRIMO YUFERA, E. Química agrícola Madrid, Alhambra,-- 1979. Vol. III.p. 1- 47
14. STEEL, R. G., Y TORRIE, J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw - Hill, 1960. -- 375 p.
15. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE -- AGRONOMIA, SUBAREA DE CIENCIAS QUIMICAS. Princi-- pios de nutrición. Curso de Bioquímica. Guatema-- la, 1982.
16. VELASQUEZ L., M. Determinación de triptofano y lisina en maíz (Zea mays L.) utilizando una prueba rápida de análisis y su comprobación cuantitativa. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fa-- cultad de Agronomía, 1979. 54 p.



*Alfonso Ramirez*

X. A P E N D I C E



CUADRO No. 10.

Componentes de las Dietas en % y en Peso en grs.

Maíz	90 %	630 grs.
Minerales	4 %	28 grs.
Aceite Vegetal	5 %	35 grs.
Aceite Bacalao	1 %	7 grs.
T O T A L	100 %	700 grs.
Sulemento de Vitaminas	5 %	35 grs.

CUADRO No. 11.

RESULTADO DE PROTEINA\* EN LAS DIETAS

DIETA VARIEDAD	D.G	REPETICION A	REPETICION B	REPETICION C	MEDIA
ICTA B-1	0	10.5	10.0	10.2	10.1
	2	10.1	9.8	9.3	9.7
	4	10.48	10.6	10.5	10.5
CUARENTENO	0	8.25	8.15	8.04	8.1
	2	9.05	9.1	9.45	9.1
	4	8.2	8.4	8.0	8.2
AZOTEA	0	7.2	7.8	7.19	7.15
	2	7.60	7.60	7.6	7.6
	4	7.0	7.6	7.5	7.3
DIETA CASEINA					8.1
DIETA LI- BRE DE N.					8.0

\*Dato expresado en porcentaje (%).

CUADRO No. 12.

RESULTADO DE NITROGENO\* EN LAS VARIEDADES DE MAIZ  
CON SUS DIFERENTES DIAS DE GERMINACION

VARIEDAD	D.G	REPETICION A	REPETICION B	REPETICION C	MEDIA
ICTA B-1	0	1.459	1.475	1.437	1.457
	2	1.741	1.622	1.629	1.664
	4	1.581	1.535	1.556	1.557
CUARENTE NO.	0	1.778	1.801	1.797	1.792
	2	1.861	1.852	1.838	1.850
	4	1.950	1.941	1.935	1.942
AZOTEA	0	1.289	1.279	1.291	1.281
	2	1.360	1.391	1.374	1.375
	4	1.379	1.363	1.34	1.360

\*Resultado expresado en Porcentaje (%)

CUADRO No. 13.

RESULTADOS DE LISINA\* EN LAS VARIEDADES DE MAIZ

VARIEDAD	D.G.	REPETICION A	REPETICION B	REPETICION C	MEDIA
ICTA B-1	0	0.2612	0.2453	0.2919	0.2661
	2	0.3499	0.3248	0.2987	0.3245
	4.	0.2359	0.4330	0.2856	0.3182
CUARENTEÑO	0	0.3414	0.3162	0.3327	0.3301
	2	0.2814	0.4050	0.3114	0.3326
	4	0.2899	0.2900	0.4498	0.3432
AZOTEA	0	0.2459	0.2285	0.2379	0.2374
	2	0.2213	0.3046	0.3042	0.2767
	4	0.3531	0.3226	0.3612	0.3456

\* Dato expresado en grs./ %

CUADRO No. 14.

CONTENIDO DE ZEINA\* DE LAS VARIETADES DE MAIZ

VARIEDAD	D.G	REPETICION A	REPETICION B	REPETICION C	MEDIA
ICTA B-1	0	0.38	0.334	0.317	0.344
	2	0.138	0.264	0.307	0.236
	4	0.241	0.199	0.229	0.223
CUARENTE NO.	0	0.631	0.549	0.512	0.564
	2	0.489	0.497	-----	0.493
	4	0.436	0.473	0.363	0.424
AZOTEA	0	0.241	0.223	0.243	0.236
	2	0.209	0.211	0.187	0.202
	4	0.219	0.165	0.217	0.200

\*Dato expresado en grs. de N. / %.

CUADRO No. 15.

CONTENIDO DE NITROGENO NO PROTEICO\* DE LAS  
VARIEDADES DE MAIZ.

VARIEDAD	D.G	REPETICION A	REPETICION B	REPETICION C	MEDIA
ICTA B-1	0	0.063	0.074	0.095	0.077
	2	0.169	0.116	0.180	0.155
	4	-----	0.242	0.188	0.215
CUARENTE NO.	0	0.063	0.052	0.084	0.066
	2	0.208	0.222	-----	0.215
	4	0.3215	0.273	0.269	0.288
AZOTEA	0	0.063	0.063	0.127	0.084
	2	0.292	0.243	0.260	0.265
	4	0.209	0.207	0.176	0.197

\*Dato expresado en grs. de N./ %.

CUADRO No. 16-17

DETALLE DE EL ANALISIS DE LOS COMPONENTES DE LA EVALUACION BIOLOGICA N.P.R.

Identificación	Aumento en peso de los animales en la dieta prueba (1)	Aumento en peso de los animales en la dieta libre de N. (2)	Resultado de la diferencia (1) (2)	Alimento Consumido	% Proteína en la dieta	Proteína Ingerida	N.P.R.	Promedio
<u>Dieta Cuarenteño O.D.C.</u>								
Rata No.1 Sexo ♂ Rep. A	14 grs.		28.33 grs.	133 grs.	10.5	13.96	2.028	
Rata No.2 Sexo ♂ Rep. A	08 grs.	-14.33 grs.	15.13 grs.	89 grs.	10.5	9.34	1.619	
Rata No.3 Sexo ♀ Rep. A.	17 grs.		31.33 grs.	162 grs.	10.5	17.01	1.842	
Rata No.4 Sexo ♀ Rep. A	10 grs.		24.33	97 grs.	10.5	10.18	2.388	= 1.97
<u>Dieta I.C.T.A. O.D.C. A</u>								
Rata No.5 Sexo ♂ Rep. B	15 grs.		29.33 grs.	142 grs.	10	14.20	2.065	
Rata No.6 Sexo ♂ Rep. B	13 grs.	-14.33 grs.	27.33 grs.	131 grs.	10	13.10	2.086	
Rata No.7 Sexo ♀ Rep. B	15 grs.		29.33 grs.	123 grs.	10	12.30	2.384	
Rata No.8 Sexo ♀ Rep. B	14 grs.		28.33 grs.	146 grs.	10	14.60	1.940	= 2.12
<u>Dieta Azotes O.D.C. A</u>								
Rata No.9 Sexo ♂ Rep. C	16 grs.		30.33 grs.	147 grs.	10.02	14.72	2.059	
Rata No.10 Sexo ♂ Rep. C	09 grs.	-14.33 grs.	23.33 grs.	81 grs.	10.02	8.11	2.874	
Rata No.11 Sexo ♀ Rep. C	08 grs.		22.33 grs.	118 grs.	10.02	11.82	1.889	
Rata No.12 Sexo ♀ Rep. C	16 grs.		30.33 grs.	130 grs.	10.02	13.02	2.328	= 2.29
<u>Dieta I.C.T.A. O.D.C. A</u>								
Rata No.13 Sexo ♂ Rep. 2A	09 grs.		23.33 grs.	126 grs.	8.25	10.39	2.244	
Rata No.14 Sexo ♂ Rep. 2A	04 grs.	-14.33 grs.	18.33 grs.	145 grs.	8.25	11.96	1.532	
Rata No.15 Sexo ♀ Rep. 2A	12 grs.		26.33 grs.	149 grs.	8.25	12.29	2.141	
Rata No.16 Sexo ♀ Rep. 2A	11 grs.		25.33 grs.	117 grs.	8.25	9.65	2.624	= 2.14
<u>Dieta I.C.T.A. O.D.C. B</u>								
Rata No.17 Sexo ♂ Rep. 2B	14 grs.		28.33 grs.	123 grs.	8.15	10.02	2.826	
Rata No.18 Sexo ♂ Rep. 2B	08 grs.	-14.33 grs.	22.33 grs.	96 grs.	8.15	7.82	2.854	
Rata No.19 Sexo ♀ Rep. 2B	13 grs.		27.33 grs.	152 grs.	8.15	12.38	2.206	
Rata No.20 Sexo ♀ Rep. 2B	12 grs.		26.33 grs.	100 grs.	8.15	8.15	3.231	= 2.78
<u>Dieta I.C.T.A. O.D.C. C</u>								
Rata No.21 Sexo ♂ Rep. 2C	08 grs.		22.33 grs.	111 grs.	8.04	8.92	2.502	
Rata No.22 Sexo ♂ Rep. 2C	08 grs.	-14.33 grs.	22.33 grs.	94 grs.	8.04	7.55	2.955	
Rata No.23 Sexo ♀ Rep. 2C	15 grs.		29.33 grs.	123 grs.	8.04	9.88	2.966	
Rata No.24 Sexo ♀ Rep. 2C	09 grs.		23.33 grs.	103 grs.	8.04	8.28	2.817	= 2.81
<u>Dieta Azotes O.D.C. A</u>								
Rata No.25 Sexo ♂ Rep. 3A	08 grs.		22.33 grs.	115 grs.	7.2	8.28	2.697	
Rata No.26 Sexo ♂ Rep. 3A	07 grs.	-14.33 grs.	21.33 grs.	96 grs.	7.2	6.91	3.086	
Rata No.27 Sexo ♀ Rep. 3A	15 grs.		29.33 grs.	138 grs.	7.2	9.93	2.952	
Rata No.28 Sexo ♀ Rep. 3A	12 grs.		26.33 grs.	106 grs.	7.2	7.63	3.450	= 3.05
<u>Dieta I.C.T.A. O.D.C. B</u>								
Rata No.29 Sexo ♂ Rep. 3B	09 grs.		23.33 grs.	107 grs.	7.08	7.57	3.079	
Rata No.30 Sexo ♂ Rep. 3B	08 grs.	-14.33 grs.	22.33 grs.	89 grs.	7.08	6.30	3.544	
Rata No.31 Sexo ♀ Rep. 3B	14 grs.		28.33 grs.	120 grs.	7.08	8.49	3.334	
Rata No.32 Sexo ♀ Rep. 3B	06 grs.		20.33 grs.	94 grs.	7.08	6.65	3.055	3.25

Identificación	Aumento en peso de los animales en la dieta prueba (1)	Aumento en peso de los animales en la dieta libre de N (2)	Resultado de la diferencia (1) (2)	Alimento Consumido	% Proteína en la dieta	Proteína Ingerida	K.F.R.	Promedio
Rata No.33 Sexo ♂ Rep. 3C	07 grs.		21.33 grs.	133 grs.	7.19	9.36	2.250	
Rata No.34 Sexo ♂ Rep. 3C	05 grs.	-14.33 grs.	19.33 grs.	82 grs.	7.19	5.89	3.278	
Rata No.35 Sexo ♀ Rep. 3C	13 grs.		27.33 grs.	145 grs.	7.19	10.42	2.621	
Rata No.36 Sexo ♀ Rep. 3C	09 grs.		23.33 grs.	99 grs.	7.19	7.11	3.278	- 2.85
<u>Dieta Cuarenteño 2 D.G. A</u>								
Rata No.37 Sexo ♂ Rep. 4A	06 grs.		20.33 grs.	111 grs.	10.1	11.21	1.813	
Rata No.38 Sexo ♂ Rep. 4A	05 grs.	-14.33 grs.	19.33 grs.	92 grs.	10.1	9.29	2.080	
Rata No.39 Sexo ♀ Rep. 4A	03 grs.		17.33 grs.	86 grs.	10.1	8.68	1.995	
Rata No.40 Sexo ♀ Rep. 4A	05 grs.		19.33 grs.	88 grs.	10.1	8.88	2.175	- 2.02
Rata No.41 Sexo ♂ Rep. 4B	06 grs.		20.33 grs.	110 grs.	9.8	10.78	1.886	
Rata No.42 Sexo ♂ Rep. 4B	08 grs.	-14.33 grs.	22.33 grs.	87 grs.	9.8	6.52	2.619	
Rata No.43 Sexo ♀ Rep. 4B	06 grs.		20.33 grs.	100 grs.	9.8	9.80	2.074	
Rata No.44 Sexo ♀ Rep. 4B	12 grs.		26.33 grs.	98 grs.	9.8	9.60	2.742	- 2.33
Rata No.45 Sexo ♂ Rep. 4C	-21 grs.		-6.67 grs.	75 grs.	9.3	6.97	-9.562	
Rata No.46 Sexo ♂ Rep. 4C	00 grs.	-14.33 grs.	14.33 grs.	63 grs.	9.3	5.85	2.445	
Rata No.47 Sexo ♀ Rep. 4C	-13 grs.	-14.33 grs.	1.33 grs.	67 grs.	9.3	6.23	2.134	
Rata No.48 Sexo ♀ Rep. 4C	00 grs.		14.33 grs.	74 grs.	9.3	6.88	2.082	- 0.94
<u>Dieta I.C.T.A. 2 D.G. A</u>								
Rata No.49 Sexo ♂ Rep. 5A	06 grs.		20.33 grs.	95 grs.	9.05	8.59	2.364	
Rata No.50 Sexo ♂ Rep. 5A	10 grs.	-14.33 grs.	24.33 grs.	97 grs.	9.05	8.77	2.771	
Rata No.51 Sexo ♀ Rep. 5A	17 grs.		31.33 grs.	140 grs.	9.05	12.67	2.472	
Rata No.52 Sexo ♀ Rep. 5A	20 grs.		34.33 grs.	133 grs.	9.05	12.03	2.852	- 2.61
Rata No.53 Sexo ♂ Rep. 5B	20 grs.		34.33 grs.	136 grs.	9.1	12.37	2.774	
Rata No.54 Sexo ♂ Rep. 5B	15 grs.	-14.33 grs.	29.33 grs.	101 grs.	9.1	9.19	3.191	
Rata No.55 Sexo ♀ Rep. 5B	18 grs.		32.33 grs.	138 grs.	9.1	12.55	2.574	
Rata No.56 Sexo ♀ Rep. 5B	18 grs.		32.33 grs.	109 grs.	9.1	9.91	3.259	- 2.95
Rata No.57 Sexo ♂ Rep. 5C	25 grs.		39.33 grs.	134 grs.	9.45	12.66	3.106	
Rata No.58 Sexo ♂ Rep. 5C	14 grs.	-14.33 grs.	28.33 grs.	90 grs.	9.45	8.50	3.331	
Rata No.59 Sexo ♀ Rep. 5C	28 grs.		42.33 grs.	152 grs.	9.45	14.36	2.947	
Rata No.60 Sexo ♀ Rep. 5C	20 grs.		34.33 grs.	112 grs.	9.45	10.58	3.244	- 3.16
<u>Dieta Anotes 2 D.G. A</u>								
Rata No.61 Sexo ♂ Rep. 6A	04 grs.		18.33 grs.	94 grs.	7.60	7.14	2.565	
Rata No.62 Sexo ♂ Rep. 6A	05 grs.	-14.33 grs.	19.33 grs.	78 grs.	7.60	5.92	3.261	
Rata No.63 Sexo ♀ Rep. 6A	03 grs.		17.33 grs.	109 grs.	7.60	8.28	2.092	
Rata No.64 Sexo ♀ Rep. 6A	18 grs.		32.33 grs.	107 grs.	7.60	8.13	3.976	- 2.97



Identificación	Aumento en peso de los animales en la dieta prueba (1)	Aumento en peso de los animales en la dieta libre de N. (2)	Resultado de la diferencia (1) (2)	Alimento Consumido	% Proteína en la dieta	Proteína Ingerida	N.P.R.	Promedio
Rata No.65 Sexo ♂ Rep. 6B	01 grs.		15.33 grs.	71 grs.	7.6	5.39	2.841	
Rata No.66 Sexo ♂ Rep. 6B	-05 grs.	-14.33 grs.	9.33 grs.	77 grs.	7.6	5.85	1.594	
Rata No.67 Sexo ♀ Rep. 6B	04 grs.	-14.33 grs.	18.33 grs.	75 grs.	7.6	5.70	3.216	
Rata No.68 Sexo ♀ Rep. 6B	03 grs.		17.44 grs.	91 grs.	7.6	6.91	2.506	= 2.54
Rata No.69 Sexo ♂ Rep. 6C	02 grs.		16.33 grs.	90 grs.	7.6	6.84	2.387	
Rata No.70 Sexo ♂ Rep. 6C	02 grs.	-14.33 grs.	16.33 grs.	75 grs.	7.6	5.70	2.865	
Rata No.71 Sexo ♀ Rep. 6C	04 grs.		18.33 grs.	93 grs.	7.6	7.06	2.593	
Rata No.72 Sexo ♀ Rep. 6C	05 grs.		19.33 grs.	98 grs.	7.6	7.44	2.595	= 2.61
<u>Dieta Cuarentena 4 D.C. A</u>								
Rata No.73 Sexo ♂ Rep. 7A	02 grs.		16.33 grs.	90 grs.	10.48	9.43	1.731	
Rata No.74 Sexo ♂ Rep. 7A	-02 grs.	-14.33 grs.	12.33 grs.	68 grs.	10.48	7.12	1.730	
Rata No.75 Sexo ♀ Rep. 7A	00 grs.		14.33 grs.	73 grs.	10.48	7.65	1.873	
Rata No.76 Sexo ♀ Rep. 7A	02 grs.		16.33 grs.	68 grs.	10.48	7.12	2.291	= 1.91
Rata No.77 Sexo ♂ Rep. 7B	00 grs.		14.33 grs.	72 grs.	10.6	7.63	1.878	
Rata No.78 Sexo ♂ Rep. 7B	05 grs.	-14.33 grs.	19.33 grs.	76 grs.	10.6	8.05	2.399	
Rata No.79 Sexo ♀ Rep. 7B	-03 grs.	-14.33 grs.	11.33 grs.	70 grs.	10.6	7.42	1.527	
Rata No.80 Sexo ♀ Rep. 7B	05 grs.		19.33 grs.	82 grs.	10.6	8.69	2.224	= 2.01
Rata No.81 Sexo ♂ Rep. 7C	00 grs.		14.33 grs.	86 grs.	10.5	9.03	1.587	
Rata No.82 Sexo ♂ Rep. 7C	-02 grs.		12.33 grs.	69 grs.	10.5	7.24	1.702	
Rata No.83 Sexo ♀ Rep. 7C	00 grs.	-14.33 grs.	14.33 grs.	76 grs.	10.5	7.98	1.796	
Rata No.84 Sexo ♀ Rep. 7C	01 grs.		13.33 grs.	72 grs.	10.5	7.36	1.763	= 1.71
<u>Dieta I.C.T.A. 4 D.C. A</u>								
Rata No.85 Sexo ♂ Rep. 8A	07 grs.		21.33 grs.	109 grs.	8.2	8.93	2.386	
Rata No.86 Sexo ♂ Rep. 8A	03 grs.	-14.33 grs.	17.33 grs.	87 grs.	8.2	7.13	2.429	
Rata No.87 Sexo ♀ Rep. 8A	01 grs.		15.33 grs.	79 grs.	8.2	6.47	2.366	
Rata No.88 Sexo ♀ Rep. 8A	04 grs.		18.33 grs.	79 grs.	8.2	6.47	2.829	= 2.50
Rata No.89 Sexo ♂ Rep. 8B	-02 grs.		12.33 grs.	65 grs.	8.4	5.46	2.258	
Rata No.90 Sexo ♂ Rep. 8B	01 grs.		13.33 grs.	70 grs.	8.4	5.88	2.267	
Rata No.91 Sexo ♀ Rep. 8B	03 grs.	-14.33 grs.	17.33 grs.	93 grs.	8.4	7.81	2.218	
Rata No.92 Sexo ♀ Rep. 8B	05 grs.		19.33 grs.	84 grs.	8.4	7.05	2.740	= 2.37
Rata No.93 Sexo ♂ Rep. 8C	03 grs.		17.33 grs.	90 grs.	8.0	7.20	2.407	
Rata No.94 Sexo ♂ Rep. 8C	04 grs.		18.33 grs.	87 grs.	8.0	6.96	2.634	
Rata No.95 Sexo ♀ Rep. 8C	06 grs.	-14.33 grs.	20.33 grs.	92 grs.	8.0	7.36	2.762	
Rata No.96 Sexo ♀ Rep. 8C	00 grs.		14.33 grs.	67 grs.	8.0	5.36	2.673	= 2.62

Identificación	Aumento en peso de los animales en la dieta prueba (1)	Aumento en peso de los animales en la dieta libre de N. (2)	Resultado de la diferencia (1) (2)	Alimento Consumido	% Proteína en la dieta	Proteína Ingerida	N.P.R.	Promedio
<u>Meta Azotes 4 D.C. A</u>								
Rata No. 97 Sexo ♂ Rep. 9A	02 gra.		16.33 gra.	93 gra.	7.0	6.51	2.508	
Rata No. 98 Sexo ♂ Rep. 9A	-02 gra.		12.33 gra.	78 gra.	7.0	5.46	2.258	
Rata No. 99 Sexo ♀ Rep. 9A	06 gra.	-14.33 gra.	20.33 gra.	96 gra.	7.0	6.72	3.025	
Rata No.100 Sexo ♀ Rep. 9A	00 gra.		14.33 gra.	74 gra.	7.0	5.18	2.766	= 2.64
Rata No.101 Sexo ♂ Rep. 9B	03 gra.		17.33 gra.	102 gra.	7.6	7.75	2.236	
Rata No.102 Sexo ♂ Rep. 9B	03 gra.		17.33 gra.	73 gra.	7.6	5.54	3.124	
Rata No.103 Sexo ♀ Rep. 9B	04 gra.	-14.33 gra.	18.33 gra.	97 gra.	7.6	7.37	2.486	
Rata No.104 Sexo ♀ Rep. 9B	03 gra.		17.33 gra.	110 gra.	7.6	8.36	2.073	= 2.47
Rata No.105 Sexo ♂ Rep. 9C	03 gra.		17.33 gra.	108 gra.	7.5	8.10	2.139	
Rata No.106 Sexo ♂ Rep. 9C	-05 gra.		9.33 gra.	63 gra.	7.5	4.72	1.975	
Rata No.107 Sexo ♀ Rep. 9C	01 gra.	-14.33 gra.	15.33 gra.	74 gra.	7.5	5.55	2.762	
Rata No.108 Sexo ♀ Rep. 9C	-03 gra.		11.33 gra.	70 gra.	7.5	5.25	2.158	= 2.26
Rata No.109 Sexo ♂ Rep. Cascina	54 gra.		68.33 gra.	188 gra.	8.1	15.22	4.487	
Rata No.110 Sexo ♂ Rep. Cascina	50 gra.		64.33 gra.	164 gra.	8.1	13.28	4.843	
Rata No.111 Sexo ♀ Rep. Cascina	54 gra.	-14.33 gra.	68.33 gra.	186 gra.	8.1	15.06	4.535	
Rata No.112 Sexo ♀ Rep. Cascina	46 gra.		60.33 gra.	164 gra.	8.1	13.28	4.542	= 4.60
Rata No.113 Sexo ♂ Rep. Cascina	39 gra.		53.33 gra.	143 gra.	8.1	11.58	4.604	
Rata No.114 Sexo ♂ Rep. Cascina	53 gra.	-14.33 gra.	67.33 gra.	167 gra.	8.1	13.52	4.604	
Rata No.115 Sexo ♀ Rep. Cascina	22 gra.		36.33 gra.	118 gra.	8.1	9.55	3.800	
Rata No.116 Sexo ♀ Rep. Cascina	41 gra.		55.33 gra.	139 gra.	8.1	11.25	4.910	= 4.57
Rata No.117 Sexo ♂ Rep. Cascina	35 gra.		49.33 gra.	151 gra.	8.1	12.23	4.033	
Rata No.118 Sexo ♂ Rep. Cascina	30 gra.		44.33 gra.	140 gra.	8.1	11.34	3.909	
Rata No.119 Sexo ♀ Rep. Cascina	28 gra.	-14.33 gra.	42.33 gra.	146 gra.	8.1	11.82	3.579	
Rata No.120 Sexo ♀ Rep. Cascina	36 gra.		50.33 gra.	140 gra.	8.1	11.34	4.438	= 3.99

D.C.- días germinación

Rep.- repetición

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LA EVALUACION DE DIGESTIBILIDAD

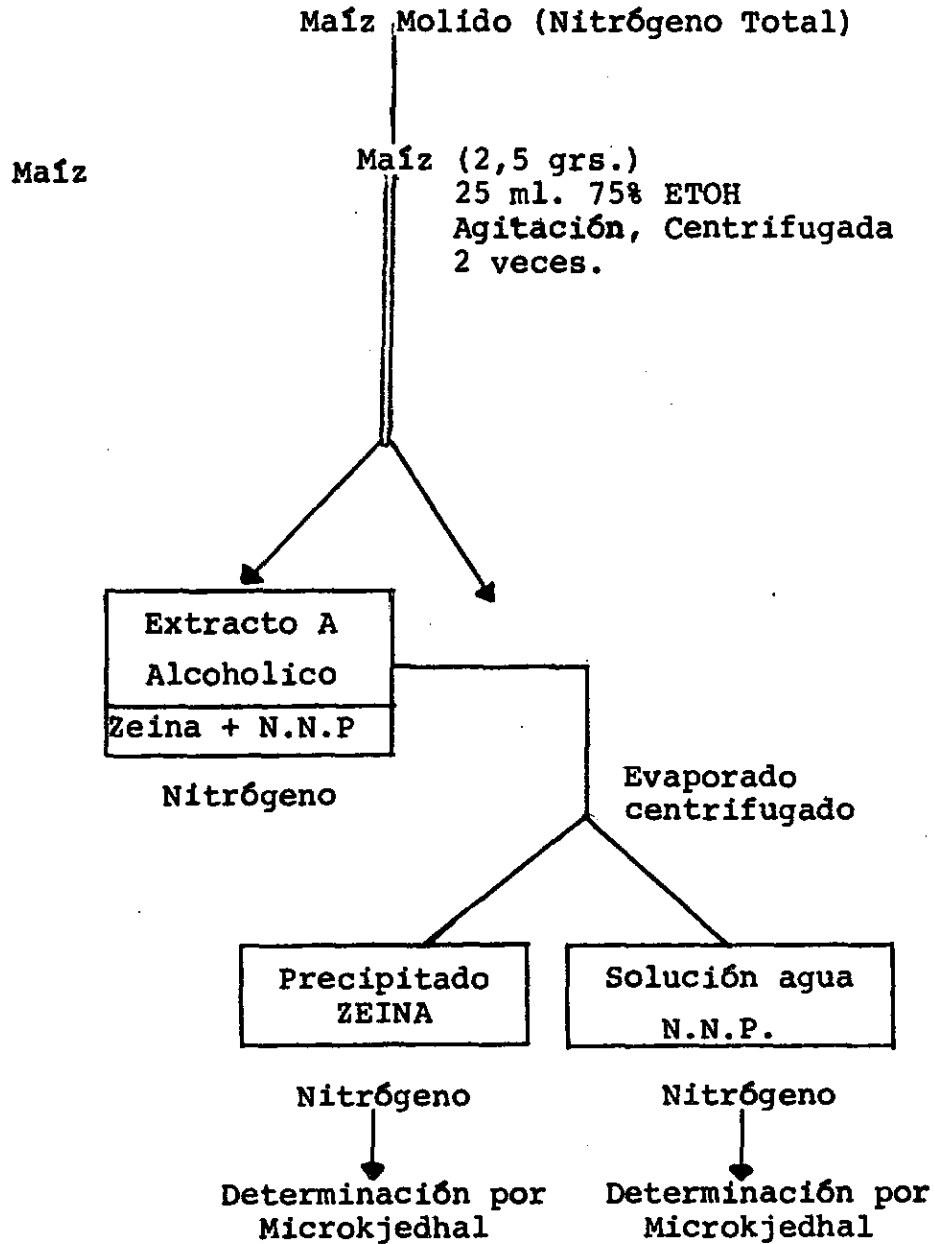
Identificación	Alimento consumido en grs.	% N. en la Dieta	Grs. de N. Ingerido (N.I.)	Peso de Heces Grs.	% N. en las heces	N. Excretado N.F.	N. absorbido N.A.	% Digestibilidad
<u>Dieta I.C.T.A. 0 D.G.</u>								
Rata No. 1 Rep. A	44	1.684	74.096	3.9010	2.07	8.075	66.021	89.00
Rata No. 2 Rep. A	25	1.684	42.1	2.1179	2.42	5.125318	36.974682	87.8
Rata No. 5 Rep. B	45	1.5995	71.9775	4.2432	2.03	8.613696	63.363804	88.00
Rata No. 6 Rep. B	39	1.5995	62.3805	3.2855	2.70	8.87085	53.50965	85.7
Rata No. 9 Rep. C	28	1.6025	44.87	4.0684	2.18	8.869112	36.000888	80.2
Rata No.10 Rep. C	42	1.6025	67.305	2.3674	2.11	4.995214	62.309786	92.5
<u>Dieta Cuarenta No 0 D.G.</u>								
Rata No.13 Rep. A	45	1.32	59.4	4.2376	2.16	9.153216	50.246784	84.6
Rata No.14 Rep. A	26	1.32	34.32	2.1975	2.30	5.05425	29.26575	85.2
Rata No.17 Rep. B	33	1.304	43.032	3.6425	2.46	8.96055	34.06945	79.1
Rata No.18 Rep. B	29	1.304	37.816	3.1815	2.31	7.34265	30.466735	80.5
Rata No.21 Rep. C	29	1.287	37.323	3.2439	3.20	10.38048	26.94252	72.2
Rata No.22 Rep. C	24	1.287	30.888	3.2403	2.52	8.165556	22.722444	73.5
<u>Dieta Azotea 0 D.G.</u>								
Rata No.25 Rep. A	38	1.152	43.776	3.7190	2.27	8.44213	35.33387	80.7
Rata No.26 Rep. A	23	1.152	26.496	1.7502	2.27	3.972954	22.523046	85.00
Rata No.29 Rep. B	29	1.132	32.828	2.4987	2.22	5.547114	27.280886	83.00
Rata No.30 Rep. B	34	1.132	38.488	2.4812	2.11	5.235332	33.252668	86.3
Rata No.33 Rep. C	40	1.15	46.000	3.8900	2.17	8.4413	37.5587	81.6
Rata No.34 Rep. C	29	1.15	33.35	2.1473	2.15	4.616695	28.733305	86.1
<u>Dieta I.C.T.A. 2 D.G.</u>								
Rata No.37 Rep. A	34	1.60	54.4	3.6988	2.22	8.211336	46.188664	84.9
Rata No.38 Rep. A	30	1.60	48.00	3.3165	2.27	7.528455	40.471545	84.3
Rata No.41 Rep. B	35	1.573	55.055	3.9044	2.00	7.8080	47.247	85.8
Rata No.42 Rep. B	22	1.573	34.606	3.0684	1.97	6.044748	28.561252	82.5
Rata No.45 Rep. C	36	1.486	53.496	3.0743	2.00	6.1486	47.3474	88.5
Rata No.46 Rep. C	25	1.486	37.15	3.0521	2.00	6.1042	31.0458	83.5
<u>Dieta Cuarenta No 2 D.G.</u>								
Rata No.49 Rep. A	34	1.449	49.266	4.1032	2.74	11.242768	38.023232	77.1
Rata No.50 Rep. A	31	1.449	44.919	3.4417	2.06	7.089902	37.829098	84.2
Rata No.53 Rep. B	39	1.461	56.979	4.5075	2.27	10.232025	46.746975	82.00
Rata No.54 Rep. B	40	1.461	58.44	4.7775	2.21	10.558275	47.681725	81.9
Rata No.57 Rep. C	42	1.512	63.504	4.8400	2.16	10.4544	53.0496	83.5
Rata No.58 Rep. C	32	1.512	48.384	3.7257	2.12	7.898484	40.485516	83.6

Identificación	Alimento consumido en grs.	% N. en la Dieta	Grs. de N. Ingerido (N.I.)	Peso de Heces Grs.	% N. en las heces	N. Excretado N.F.	N. absorbido N.A.	% Digestibilidad
<u>Dieta Azotes 2 D.G.</u>								
Rata No.61 Rep. A	30	1.2175	36.525	3.4386	2.16	7.427376	29.097624	79.6
Rata No.62 Rep. A	24	1.2175	29.22	2.5767	2.06	5.308002	23.911998	81.8
Rata No.65 Rep. B	25	1.217	30.425	2.8400	2.25	6.39	24.035	78.9
Rata No.66 Rep. B	24	1.217	29.208	2.7085	2.49	6.744165	22.463835	76.9
Rata No.69 Rep. C	20	1.221	24.42	2.3172	2.45	5.67714	18.74286	76.7
Rata No.70 Rep. C	22	1.221	26.862	2.5414	2.22	5.641908	21.220092	78.9
<u>Dieta I.C.T.A. 4 D.G.</u>								
Rata No.73 Rep. A	34	1.677	57.018	4.6463	2.34	10.872342	46.145658	80.9
Rata No.74 Rep. A	21	1.677	35.217	3.0377	2.42	7.351234	27.865766	79.1
Rata No.77 Rep. B	24	1.6895	40.548	3.0780	2.59	7.97202	32.57598	80.3
Rata No.78 Rep. B	26	1.6895	43.927	3.6033	2.84	10.233372	33.693628	76.7
Rata No.81 Rep. C	31	1.6805	52.0955	3.9833	2.76	10.953908	41.101592	78.8
Rata No.82 Rep. C	21	1.6805	35.2905	2.7719	2.55	7.068345	26.222155	79.9
<u>Dieta Cuarentaño 4 D.G.</u>								
Rata No.85 Rep. A	44	1.3195	58.058	6.1371	2.08	12.765168	45.292832	78.00
Rata No.86 Rep. A	26	1.3195	34.307	3.1146	2.11	6.571806	27.735194	80.8
Rata No.89 Rep. B	26	1.342	34.892	2.8726	1.96	5.630296	29.261704	83.8
Rata No.90 Rep. B	26	1.342	34.892	3.4843	2.26	7.874518	27.017482	77.4
Rata No.93 Rep. C	37	1.286	47.582	4.7636	2.56	12.194816	35.387184	74.3
Rata No.94 Rep. C	31	1.286	39.866	3.9425	1.96	7.7273	32.1387	80.6
<u>Dieta Azotes 4 D.G.</u>								
Rata No. 97 Rep. A	32	1.119	35.808	2.6545	2.51	6.662795	29.145205	81.3
Rata No. 98 Rep. A	20	1.119	22.38	2.1956	2.45	5.37922	17.00078	75.9
Rata No.101 Rep. B	28	1.212	33.936	2.8639	2.43	6.959277	26.976723	79.4
Rata No.102 Rep. B	27	1.212	32.724	2.7557	2.04	5.621628	27.102372	82.8
Rata No.105 Rep. C	34	1.1915	40.511	3.0729	2.45	7.528605	32.952395	81.4
Rata No.106 Rep. C	24	1.1915	28.596	2.6664	2.27	6.052728	22.543272	78.8
<u>Dieta Caseína</u>								
Rata No.109 Rep. A	60	1.296	77.76	1.8425	4.06	7.48055	70.27945	90.3
Rata No.110 Rep. A	60	1.296	77.76	2.0346	5.16	10.498536	67.261464	86.4
Rata No.113 Rep. B	58	1.296	75.168	1.5195	4.40	6.6858	68.4822	91.1
Rata No.114 Rep. B	60	1.296	77.76	1.5460	4.96	7.66816	70.09184	90.1
Rata No.117 Rep. C	69	1.296	89.424	1.1799	5.05	5.958495	83.465505	93.3
Rata No.118 Rep. C	62	1.296	25.68	1.3761	5.60	7.70616	72.64584	90.4

Identificación	Alimento consumido en gms.	% N. en la Dieta	Gras. de N. Ingerido (N.I.)	Peso de Heces Gras.	% N. en las heces	N. Excretado N.F.	N. absorbido N.A.	% Digestibilidad
<u>Dieta Libre de Nitrogeno</u>								
Rata No.121 Libre de N.	20	1.284	25.68	0.4894	3.54	1.732476	23.947524	93.2
Rata No.122 Libre de N.	16	1.284	20.544	0.4755	2.60	1.2363	19.3077	93.9
Rata No.125 Libre de N.	20	1.284	25.68	0.5327	2.38	1.267826	24.412174	95.00
Rata No.126 Libre de N.	13	1.284	16.692	0.6687	2.98	1.992726	14.699274	88.00
Rata No.129 Libre de N.	—	1.284	—	—	—	—	—	—
Rata No.130 Libre de N.	17	1.284	21.828	0.2946	3.08	0.907368	20.920632	95.8

DIAGRAMA No.1.

ESQUEMA DEL FRACCIONAMIENTO NITROGENADO DEL MAIZ  
PARA LA EXTRACCION DE ZEINA Y NITROGENO NO PROTEICO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1843

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

" I M P R I M A S E "



  
DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O