

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**PROPUESTA DE UN ALIMENTO PARA EL  
MANTENIMIENTO DE RATAS DE BIOTERIO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

P R E S E N T A N:

**ISMAEL ADRIAN NOGUERÓN MENDOZA  
LÓPEZ SALAZAR SERGIO FRANCISCO**

*Jose Maier  
14-Agosto-04*

MÉXICO D.F.

01 -Mayo- 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Sergio Francisco López Salazar  
A mis Padres:

José López Escobedo  
Maria Silyvia Salazar Jiménez

Por que gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar la mas grande de mis metas, la cual constituye la herencia mas valiosa que pudiera recibir.

Con admiración y respeto.

Sergio.

A mis Hermanos:

José Manuel López Salazar  
Silvia López Salazar

A mi Familia:

Familia López  
Familia Salazar  
Susana Corte  
José Luis Reyna

A mis Amigos:

Fernando Quintero  
Mario Pablo  
Alejandro Huerta  
Víctor García  
Marisol Alarcón  
Marilyn García  
Juan Bustillos  
Mario González  
Vicente Reyes  
Oscar Alderete  
Mario León

Sitio donde se desarrollo el trabajo:

En el Laboratorio de la Especializaciones en Desarrollo y Procesos Farmacéuticos de la FES Zaragoza UNAM.

Director de tesis:

Q.F.B. Rosa María Cruz Hernández

Ismael Adrian Noguérón Mendoza

A mis Padres:

Maria Dolores Mendoza Lemus

Valente Noguérón Chirinos

Gracias por la darme la vida, la educación y la fuerza para enfrentar los problemas de la vida.

Con cariño y respeto.

Adrian.

A mis Hermanos:

Viky, Lilia, Lola, Mary, Lalo, Valente y David:

Les agradezco el apoyo y el cariño de hermanos que me brindan para realizarme en todos ámbitos de mi vida.

A mis Amigos:

Sergio López

Vicente Reyes

Mario León.

Luis Manuel Cardoso

Oscar Alderete

Oscar Sarabia

Compañeros de generación

## **Dedicatoria:**

Rosa María Cruz Hernández

Rosa, gracias por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo y tu amistad para impulsar nuestro desarrollo profesional.

Agradecemos tu empeño y esfuerzo para la realización del mismo



## LISTA DE TABLAS

Tabla No 1	Requerimientos Nutricionales para el Mantenimiento de ratas de experimentación .....	8
Tabla No 2	Ingredientes más usados en la fabricación de Alimentos comerciales para ratas.....	11
Tabla No 3	Fuentes nutritivas empleados en el alimento Propuesto .....	12
Tabla No 4	Fuentes nutritivas empleados en el alimento propuesto .....	35
Tabla No 5	Alimentos para ratas de bioterio usados en el estudio .....	36
Tabla No 6	Resultados de los alimentos estudiados .....	37
Tabla No 7	Resultados de análisis proximal bromatológicos ..	39
Tabla No 8	Resultados promedios de los análisis Bromatológicos .....	40
Tabla No 9	Resultados y cantidades teóricas de los componentes de la dieta.....	40
Tabla No 10	Resultados de los estudios de Calorimetria Diferencial de Barrido.....	42

## CONTENIDO

Capitulo	Pagina
Introducción .....	1
1. Estrategia General de investigación.....	3
2. Nutrición General.....	4
2.1 Requerimientos Nutricionales.....	5
2.1.1 Proteínas .....	5
2.1.2 Grasas .....	5
2.1.3 Carbohidratos .....	6
2.1.4 Fibras .....	6
2.1.5 Vitaminas .....	6
2.1.6 Minerales .....	6
2.1.7 Agua .....	7
2.2 Características del alimento para el mantenimiento de animales de bioterio.....	9
2.3. Fabricación más común del alimento para ratas.....	13
2.3.1 Desarrollo fabricación y evaluación del alimento para el mantenimiento de ratas de bioterio con la fórmula propuesta .....	16
2.3.2 Materiales para la fabricación del alimento propuesto .....	17
2.3.3 Ingredientes de la formulación propuesta .....	17
2.3.4 Procedimiento para la fabricación del alimento a partir de la formulación propuesta .....	17
3. Planteamiento del problema .....	18
4. Objetivo general .....	19
5. Hipótesis .....	19
6. Materiales y procedimientos .....	20
6.1 Pruebas Físicas.....	21
6.1.1 Determinación de friabilidad .....	21
6.1.2 Determinación de Dureza .....	24
6.1.3 Determinación de Humedad por Infrarrojo .....	26

## CONTENIDO

Capitulo	Pagina
6.2 Análisis bromatológicos .....	28
6.2.1 Determinación de humedad .....	28
6.2.2 Determinación de cenizas .....	29
6.2.3 Determinación de grasas .....	30
6.2.4 Determinación de fibra cruda .....	31
6.2.5 Determinación de proteínas .....	33
6.3 Análisis por Calorimetria Diferencial de Barrido (CDB), su aplicación en el desarrollo y evaluación..	34
6.3.1 Análisis por Calorimetria Diferencial de Barrido (CDB). Su aplicación en el desarrollo y evaluación de formulaciones .....	35
7. Resultados y Análisis .....	36
7.1 Resultados y Análisis de las pruebas físicas de los alimentos para el mantenimiento de ratas.....	37
7.2 Resultados y Análisis de las pruebas bromatológicas .....	39
7.3 Análisis de los resultados bromatológicos .....	41
7.4 Resultado y Análisis de las pruebas por Calorimetria Diferencial de Barrido en la caracterización de las materias primas y formulación propuesta .....	42
8. Conclusiones .....	43
9. Sugerencias y Comentarios .....	44
10. Bibliografía .....	45
ANEXO 1 (Tablas de resultados del alimento)	
ANEXO 2 (Gráficas de las materias primas analizadas)	
ANEXO 3 (Glosario)	

# INTRODUCCIÓN

Los animales de Laboratorio (ratas, conejos, ranas etc.) han sido un insumo fundamental en las investigaciones científicas durante mucho tiempo, Por ello es importante tener conocimiento de su crecimiento desarrollo y mantenimiento nutricional, antes de ser utilizados en laboratorio, y así controlar una fuente potencial de variabilidad en muchos estudios experimentales.(1)

La rata es el animal más requerido para ser usado en las áreas de investigación, por ello su nutrición es de gran importancia en los bioterios, incluido el de la FES Zaragoza. Por tal razón nos enfocáremos únicamente en este animal.

Actualmente se sabe que cuando se presenta una mal nutrición en ratas da como resultado crecimiento pobre en ratas jóvenes y pérdida de peso en ratas adultas, habrá también alteraciones en la reproducción y baja resistencia a las enfermedades.

Ejemplo de estas enfermedades son las llamadas clínicamente silenciosas que pueden provocar en la rata deficiencia digestiva, interfiriendo en la absorción de los nutrientes de la dieta.

Otro de los factores que afectan la nutrición de las ratas es la forma del alimento, si el alimento no es aceptado por la rata ó muy poco aceptado, el animal no recibirá el aporte nutricional adecuado para su buen crecimiento y desarrollo, tendrá una mala nutrición.(1)

Por ello la forma del alimento tiene que ser dura y adecuada para el tamaño de la mordida de las ratas.

La nutrición también va a depender de la etapa de vida en que se encuentre la rata. Las ratas jóvenes pueden preferir alimentos como masas poco duras debido a que todavía presentan dientes débiles.

Los requerimientos nutricionales no son los mismos para cada periodo de vida de las ratas (lactancia, crecimiento, mantenimiento gestación y reproducción), además que pueden asociarse a factores ambientales, y a las formas de alimento, por ello se requiere de un control del aporte nutricional en la forma del alimento y el balance de sus nutrientes.

En el de la realización de este trabajo en el bioterio de la FES Zaragoza se empleaba un alimento comercial (Harlan), que cumple con las características nutricionales para el mantenimiento de las ratas, pero que presenta problemas de desmoronamiento en las bolsas en las cuales están almacenados, situación que genera una reducción del rendimiento del alimento por su desperdicio como polvo. Además el desarrollo de esta formulación alterna representa una oportunidad de ejercicio profesional en el área de alimentos, utilizando primas naturales y/o comerciales para la fabricación de un alimento alternativo que cumpla con las características de aceptación y necesidades nutricionales para el mantenimiento de ratas de bioterio, cuya resistencia al desmoronamiento sea mayor y que su costo sea menor al alimento Harlan que actualmente se usa en el bioterio de la FES Zaragoza.

El desarrollo de este trabajo se integra por capítulos:

El primer capítulo considera la estrategia general de investigación, el segundo capítulo incluye información sobre la nutrición y requerimientos particulares para la alimentación de ratas de bioterio, así como la propuesta para el desarrollo, fabricación y evaluación de la formulación planeada.

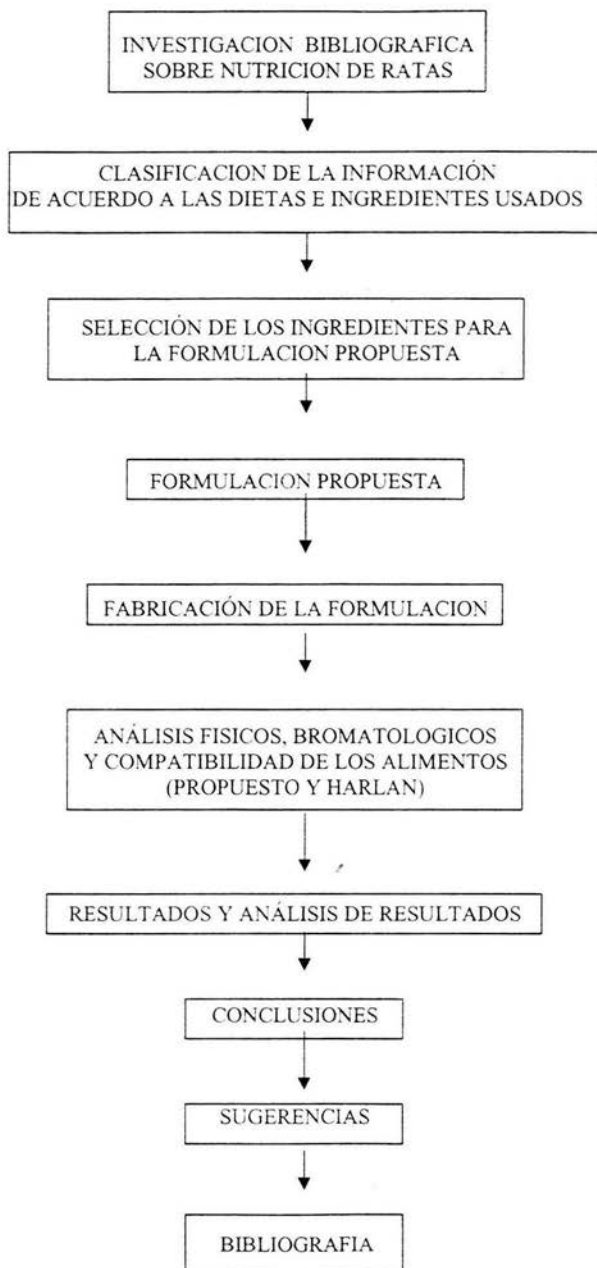
En el tercer capítulo se presenta el planteamiento del problema, el objetivo general y la hipótesis.

El sexto capítulo incluye una breve descripción teórica y el procedimiento para la determinación para las pruebas físicas (friabilidad, dureza, humedad por infrarrojo) y bromatológicas (humedad, cenizas, grasas, proteínas y fibra cruda), así como el análisis por calorimetría diferencial de barrido (caracterización de materias primas y formulación propuesta).

Los resultados y análisis de las pruebas físicas bromatológicas, y de calorimetría se muestran en el capítulo siete.

El capítulo ocho muestra las conclusiones del trabajo y el nueve los comentarios y sugerencias realizadas, finalmente se presenta la bibliografía y anexos.

# 1.0 ESTRATEGIA GENERAL DE INVESTIGACIÓN



## 2. NUTRICIÓN GENERAL

Durante más de medio siglo la rata de laboratorio, en sus diversas razas, han sido un insumo fundamental para la ciencia. Mediante el uso de este pequeño animal, de tamaño adecuado, rápido crecimiento, alta fertilidad y corto período de vida, se han hecho estudios experimentales útiles para la humanidad.

En condiciones de laboratorio o cautiverio las ratas son totalmente dependientes de todos sus requerimientos nutricionales (proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales, fibras y agua), ya que no se encuentran en su ambiente natural y no tienen suplementos alimenticios, por ello su dieta debe ser controlada, Por lo que es muy importante conocer los requerimientos energéticos para su mejor mantenimiento.(1)

Es necesario que el animal se nutra adecuadamente ya que tiene que proveerse de energía para su crecimiento, desarrollo y reproducción.

La desnutrición de las ratas dará como resultado crecimiento pobre en ratas jóvenes y pérdida de peso en ratas adultas, también puede provocar alteraciones en la reproducción y baja resistencia a las enfermedades.

Los requerimientos nutricionales son diferentes para cada especie animal y dependen de su periodo de vida (lactancia, crecimiento, gestación, etc.), así como de su medio ambiente.

Por ello, para la fabricación del alimento es importante considerar esta información, junto con los niveles básicos requeridos para el mantenimiento de ratas de laboratorio y tomando en cuenta la regla general que dice, cada especie con su propio régimen de alimentación.(12)

## 2.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Los requerimientos nutricionales, son todas las sustancias que necesitan los animales en su dieta para satisfacer su demanda nutricional. Los cuales varían de acuerdo a su periodo de vida.

Estos requerimientos nutricionales le aportan energía al animal para múltiples actividades como son: su movimiento, el trabajo muscular, reacciones enzimáticas, mantenimiento de la temperatura corporal, síntesis de nuevas moléculas, etc., y estos dependen directamente del periodo de vida en que se encuentre la rata de bioterio (6).

A continuación se presentan de forma general los principales requerimientos nutricionales y su importancia en el organismo de la rata:

### 2.1.1 Proteínas:

Las proteínas pueden ser de origen vegetal, animal o mezcla de ambas y es importante que reúnan todos los aminoácidos esenciales (arginina, histidina, lisina, tirosina, fenilalanina, triptofano, metionina, cistina, treonina, isoleucina leucina y valina), que son los que la rata no puede sintetizar por sí sola.

Los porcentajes recomendados para el mantenimiento de ratones y ratas de laboratorio es de 7% de proteína cruda en la dieta (1) y 18% en (1)

### 2.1.2 Grasas:

Las grasas son la forma de energía más concentrada y puede ser almacenada en el cuerpo. La adición de grasas o aceites en las dietas ayudan en la absorción de materiales solubles en ellas.

Los niveles de grasa para ratas y ratones de laboratorio van de 2 a 8% de la dieta total y muchas de las grasas son de origen animal (sebo), pero otra porción son de origen vegetal por ejemplo aceite de soya.



### **2.1.3 Carbohidratos:**

Los carbohidratos representan más del 50% de la dieta total de las ratas. Y los ingredientes más empleados para sus dietas son los cereales como: cebada, maíz, trigo y avena, porque tienen una gran proporción de carbohidratos como almidones, también se pueden emplear algunos aceites.

### **2.1.4 Fibras:**

Las fibras de los ingredientes en la dieta, están constituidas principalmente de celulosa de la pared celular de las plantas. Las ratas son aptas para romper la celulosa en el intestino por acción bacteriana y estas bacterias pueden sintetizar al mismo tiempo vitamina B.

Los porcentajes de fibra en las dietas para ratas y ratones, no serán excedidos de 4 a 5% de la dieta total, según la referencia (1).

### **2.1.5 Vitaminas:**

Las vitaminas son un grupo de nutrientes esenciales para la vida y se requieren en pequeñas cantidades de 0.5% a 1.3% de la dieta total en ratas, y generalmente participan en catálisis y como cofactores. Algunas vitaminas son lábiles y pueden sufrir destrucción química en la fabricación de dietas, en el almacenaje o en el proceso de esterilización. La vitamina más lábil es la vitamina B1 (tiamina) y en autoclave o fuertes reacciones alfa pueden destruirse el 75% de estas. La vitamina A y la E están sujetas a la oxidación especialmente de grasas rancias.

### **2.1.6 Minerales:**

Los minerales son los elementos inorgánicos que tienen una gran variedad de funciones importantes para el cuerpo, unas de las más importantes son similares a las vitaminas como activadores enzimáticos y otras como catalizadores de reacciones biológicas, y van de 2% a 3.5% de la dieta total en ratas y ratones.

### **2.1.7 Agua:**

El agua frecuentemente tiende a ser excluida de los nutrientes, pero es el factor más importante de la dieta y puede constituir del 7% al 13% de la dieta total de las ratas. El agua realiza una variedad de funciones, una de las más importantes es cuando se ocupa como medio de transporte, acarreador de nutrientes y lava desechos corporales. El agua también envuelve las reacciones químicas del cuerpo. Esta juega un papel importante en la percepción de las sensaciones y es auxiliar en el control de la temperatura corporal. (1)

La tabla No. 1 presenta los Requerimientos Nutricionales empleados en los alimentos de ratas, según la NCR en 1978.

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad en la dieta</b>
Proteina	4.20 %
Grasas	5.00 %
Energia digestible	3800.00 kcal/kg
<i>L-Aminoácidos</i>	
Arginina	0.60 %
Aspargina	0.40 %
Acido glutámico	4.00 %
Histidina	0.08 %
Isoleucina	0.31 %
Leucina	0.18 %
Lisina	0.11 %
Metionina	0.23 %
Fenilalanina	0.18 %
Prolina	0.40 %
Treonina	0.18 %
Triptofano	0.05 %
Valina	0.23 %
No Escenciables	0.48 %
<i>Minerales</i>	
Calcio	0.50 %
Cloro	0.05 %
Cromo	0.30 mg/kg
Cobre	5.00 mg/kg
Fluor	1.00 mg/kg
Yodo	0.15 mg/kg
Hierro	35.00 mg/kg
Magnesio	0.04 %
Manganeso	50.00 mg/kg
Fosforo	0.40 %
Potasio	0.36 %
Selenio	0.10 mg/kg
Sodio	0.05 %
Azufre	0.03 %
Zinc	12.00 mg/kg
<i>Vitaminas</i>	
A	4000.00 IU/kg
D	1000.00 IU/kg
E	30.00 IU/kg
K1	50.00 mcg/kg
Colina	1000.00 mg/kg
Ácido Fólico	1.00 mg/kg
Niacina	20.00 mg/kg
Pantotánato	8.00 mg/kg
Riboflavina	3.00 mg/kg
Tiamina	4.00 mg/kg
B6	6.00 mg/kg
B12	50.00 mg/kg

TABLA No. 1: Requerimientos nutricionales necesarios para el mantenimiento de ratas de experimentación (1).

## 2.2 CARACTERISTICAS DEL ALIMENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE ANIMALES DE BIOTERIO

Las dietas son definidas por el acuerdo de ciertas especificaciones basadas en la composición nutritiva, higiene y calidad física.

En la composición de un alimento se consideran de forma cuidadosa la calidad de los ingredientes (tipo específico, limpio y puro, que pueda obtenerse regularmente, económico etc.).

Cuando alguno de los ingredientes no reúne las características para un buen alimento, lo que se hace es mezclar todos los ingredientes para que el déficit en la calidad se compense con los otros, por ejemplo (harina).

Otra de las causas que contribuyen a un mal alimento, son los grandes desbalances entre los ingredientes, respecto a los nutrientes, ya sea proteínas, carbohidratos, grasas, residuos indigeribles, excesos de vitaminas y minerales, provocando enfermedades a los animales (6).

Las dietas son elaboradas con el propósito de reducir la variabilidad de los resultados experimentales al usar ratas, para tener los nutrientes en forma balanceada y cuando las dietas son pelletinadas (Fabricación a través de granulación por extrusión y corte), ofrecen mayor higiene y disponibilidad de las fuentes nutritivas en forma compactada. Estos puntos necesarios lo tienen presentes algunas pocas dietas y pueden medirse simplemente viendo el peso ganado por las ratas durante un periodo de crecimiento rápido normal, visto desde el destete hasta la maduración sexual.

Las diferentes especies de ratas requieren de diferentes propiedades físicas respectivas para cada alimento. Pero la preferencia o tolerancia de un alimento en particular puede ser el resultado de un largo tiempo de ambientación y el cambio de un alimento igual o mejorado nutricionalmente, puede ser resistido por una rata durante un largo tiempo.

Los animales de laboratorio son alimentados con componentes comprimidos en pellets, previamente mezclados. La fabricación de masa en forma de pellets, tiene sus orígenes en la época de los 60s cuando Patton, definió la superioridad nutricional de los pellets sobre las masas. Por lo tanto los animales que reciben alimento pelletinado, generalmente presentan mejores características nutricionales, que los alimentados con alimento amasado (6).

La finalidad del alimento es la de tener buena biodisponibilidad de los nutrientes, el buen sabor o aceptación por los animales y mejorar los factores de almacenamiento y transporte.

### **2.2.1 INGREDIENTES DE LA DIETA PARA ANIMALES DE BIOTERIO:**

En la formulación de las dietas, es muy importante considerar todas las características que presenten los ingredientes, por ello es importante seleccionar adecuadamente cada uno de ellos.

Una característica importante para seleccionar ingredientes, es de acuerdo a su aporte nutricional. Ejemplos de esto son: las fuentes de energía como (los cereales de maíz, trigo y avena, melazas de caña, etc.), fuentes de proteína animal como (harina de pescado y carne), de proteína vegetal (harina de soya, linaza, alfalfa, avena, etc.), fuentes de fibra (avena y trigo), fuentes de vitaminas (harina de pescado, alfalfa, maíz, etc.) y fuentes de minerales (harina de alfalfa, levadura de cerveza, carbonato de calcio, cloruro de sodio, etc.) (3).

Otra característica importante para la selección de ingredientes es de acuerdo a su función en el alimento. Ejemplos de estos son: los ingredientes que se encargan del mantenimiento estructural e integral del pellet (pulpa de melazas, proteínas, azúcares, etc).

Se debe considerar que los ingredientes como los cereales, granos o harinas pueden tener residuos de insecticidas, fumigantes, contaminantes químicos y que son afectados por hongos y otros microorganismos, también es importante considerar las interacciones de algunos de ellos, como por ejemplo las harinas de pescado que son protagonistas de las oxidaciones de la vitamina A y E, una vez mezclados estos ingredientes se requiere de un antioxidante. Por otra parte la harina de soya presenta una enzima (tripsinasa), que inhibe la enzima proteolítica digestiva de los animales el cual representa un grave problema que puede resolverse, desnaturizando esta enzima bajo un control adecuado de temperatura para evitar afectar los demás ingredientes de la dieta.

En el momento que se realizó este trabajo (Septiembre 1998), en el bioterio la FES Zaragoza se manejaban alimentos comerciales (Nutricubos de Purina) para la alimentación de las ratas, pero presenta costos elevados para el bioterio. Después se cambio otra opción de alimento (Harlan) para ser probada. Pero presenta problemas de desmoronamiento en las bolsas en las cuales están almacenados, situación que genera una reducción del rendimiento del alimento por su desperdicio como polvo (3)

Para el desarrollo de la propuesta se tomó en cuenta los ingredientes de algunos alimentos comerciales (Teklad, Prolab, Diet Rat y Nutricubos purina), de los cuales se genero un listado con los ingredientes comerciales más usados para la elaboración de este tipo de dietas, que se muestran en la tabla 2

1. Acemite de trigo	23. Biotina
2. Maíz molido	24. Suplemento de vitamina B12
3. Harina de soya	25. Oxido de magnesio
4. Avena molida	26. Oxido de manganeso
5. Harina de alfalfa	27. Sulfato ferroso
6. Aceite de soya	28. Sulfato de cobre
7. Harina de gluten de maíz	29. Oxido de zinc
8. Carbonato de calcio	30. Yodato de potasio
9. Fosfato dicalcico	31. Carbonato de cobalto
10. Levadura de cerveza deshidratada	32. Melasas de caña
11. Sal yodatada	33. Harina de pescado
12. L-lisina	34. Germen de trigo
13. DL- metionina	35. Cianocobalamina
14. Acetato de vitamina A	36. Colecalciferol
15. Suplemento de vitamina E	37. Carboximetilcelulosa
16. Niacina	38. Bentonita
17. Pantotenato de calcio	39. Verxita
18. Riboflavina	40. Ácido cítrico
19. Mononitrato de tiamina	41. Ácido tartarico
20. Hidrocloruro de piridoxina	42. Butilato Hidroxianisola (BHA)
21. Suplemento de menadiona Vit. K	43. Sulfato de sodio
22. Ácido fólico	44. Harina de trigo

TABLA No 2, muestra un listado de los ingredientes de mayor uso comercial en la elaboración de alimentos comprimidos para rata

Las consideraciones hechas para seleccionar los ingrediente fueron: su aportación nutricional, que sea económico, su compatibilidad en el alimento, que se encuentre disponible durante todo el año y que no presente problemas durante la fabricación del alimento lo cual fue decidido en base a la información bibliográfica de proveedores (13).

En base a lo descrito se generó una propuesta de acuerdo, con las fuentes nutricionales disponibles en el mercado evaluando su presentación y costo (tabla No 3).

Ingredientes	Presentación en el mercado	Precio en pesos m.n.	Proveedor
Fuente de proteínas	100 g	33.70	Farmacias del ahorro S.A. DE C.V.
Fuente de carbohidratos	1000 g	7.80	Droguería cosmopolita S.A.
Fuente de carbohidratos	1000 g	10.00	Bodega Aurrera S.A DE C.V.
Fuente de grasas	1000 ml	15.00	Bodega Aurrera S.A. DE C.V.
Proteína esencial	1000 g	423.20	Sigma-Aldrich Química S.A. DE C.V.
Proteína esencial	500 g	501.40	Sigma-Aldrich Química S.A. DE C.V.
Mezcla de vitaminas	1000 g	619.80	Bioselec
Mezcla de minerales	10 Kg.	905.00	Bioselec
Fuente de fibras	5 Kg.	654.35	Sigma-Aldrich Química S.A. DE C.V.

TABLA No 3, Fuentes nutritivas comerciales consideradas e incluidas para la propuesta de formulación, presentación, precio y proveedor.

## 2.3. FABRICACIÓN MAS COMUN DEL ALIMENTO PARA RATAS

La fabricación más común de comida aglomerada para alimento animal es por el proceso de formación de pellets.

El pellet puede ser hecho de diferentes formas, diámetros, longitudes y de diferentes grados de dureza. Los roedores gustan de las características de este tipo de alimento.

Enseguida se muestra un diagrama de bloques sobre el proceso de fabricación de pellets :

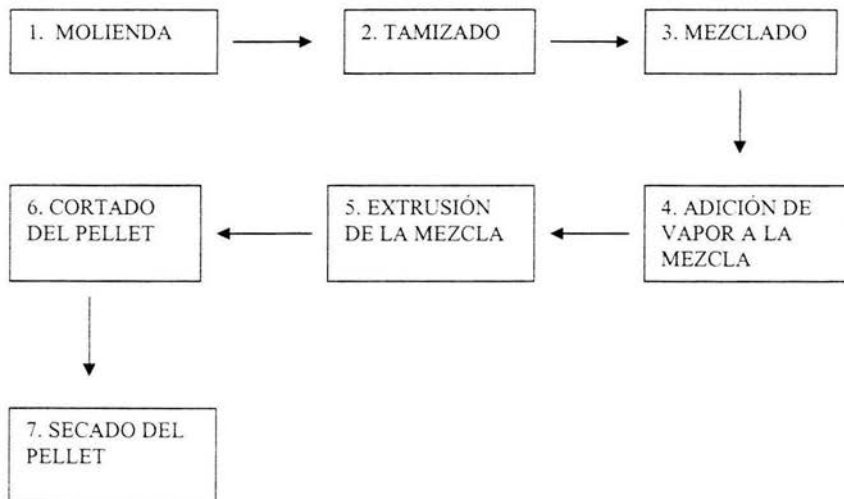


Figura 1. Diagrama de fabricación de pellets (6).



1. Si se considera la fabricación a partir de productos naturales la preparación previa del alimento es la **molienda** de sólidos de mayor tamaño como por ejemplo: semillas, granos, hierbas, etc. La molienda de los ingredientes debe ser la adecuada para el tipo de material que se va a moler, y de preferencia que pueda pasar por un tamiz de malla de serie no. 20. Aunque para la fabricación de pellets las fibras largas lo ayudan a mantener unido.

2. El **tamizado** de los ingredientes se realiza por separado debe ser aproximado a un tamiz de malla serie del no. 20, la uniformidad en el tamaño de partícula favorece ampliamente el mezclado de los ingredientes.

3. La **mezcladora** es el corazón de la planta de alimentos balanceados. De hecho, este es el equipo que permite definir una fábrica como una planta de alimentos balanceados. El mezclado debe ser homogéneo, esto es mezclar de una forma tal que cada ingrediente se distribuya uniformemente para que cada ingrediente se incorpore en las cantidades especificadas.

Se recomienda en este paso hacer diluciones de aditivos menores (premezclas), para una mejor incorporación de estos.

4. La mezcla del alimento es tratada con vapor para incrementar la temperatura (antes de la extrusión el alimento debe alcanzar una temperatura de 70°C a 80°C, para comenzar la cocción) y también para adicionar entre el 20 y 30%.

Se recomienda alimentar la humedad durante el mezclado, para facilitar que la materia sólida absorba la humedad con mayor rapidez.

5. La **extrusión** de un alimento es un proceso en el que los ingredientes del alimento son forzados a fluir bajo una o varias condiciones (como temperatura y humedad) a través de la salida que es diseñada de acuerdo a la forma deseada del pellet. En la actualidad existe una amplia variedad de extrusores, van desde maquinas simples, a maquinas muy sofisticadas que necesitan toda una línea de procesamiento.

Un extrusor de tornillo sencillo, que funcione con humedad y temperaturas altas y cuyo diseño permita un auto descarga ofrece enormes ventajas en la fabricación de diversos tipos de alimentos (5, 6).

Los factores en los que hay que tener mayor cuidado durante la extrusión son los siguientes:

- Control de la temperatura y humedad dentro del extrusor
- Control de la velocidad de extrusión
- Control del proceso de duración
- Control de la relación tiempo/temp.

6 y 7. La forma del pellet es el resultado de la configuración del orificio a través del cual la mezcla es extruida y la velocidad del corte en la salida con la cuchilla, la velocidad de corte debe estar controlada.

Después de la extrusión las piezas son secadas a una humedad menor del 12%.

Basado en las características del alimento y en la forma de fabricación por extrusión, se adaptó una forma de fabricación del alimento de acuerdo a las necesidades y recursos propios con los que se disponía, en la FES Zaragoza. Por lo que se eligió la (galleta) como forma alternativa de fabricación, ya que presenta la características de aceptación para las ratas del bioterio.

Y únicamente se necesitó de equipo: Mezclador pequeño tipo planetario, Balanza granataria, Charolas para secar de acero inoxidable, Dosificadora marca Wilson, Espátula y una cuchara.

### 2.3.1 DESARROLLO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL ALIMENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE RATAS DE BIOTERIO CON LA FORMULACIÓN PROPUESTA

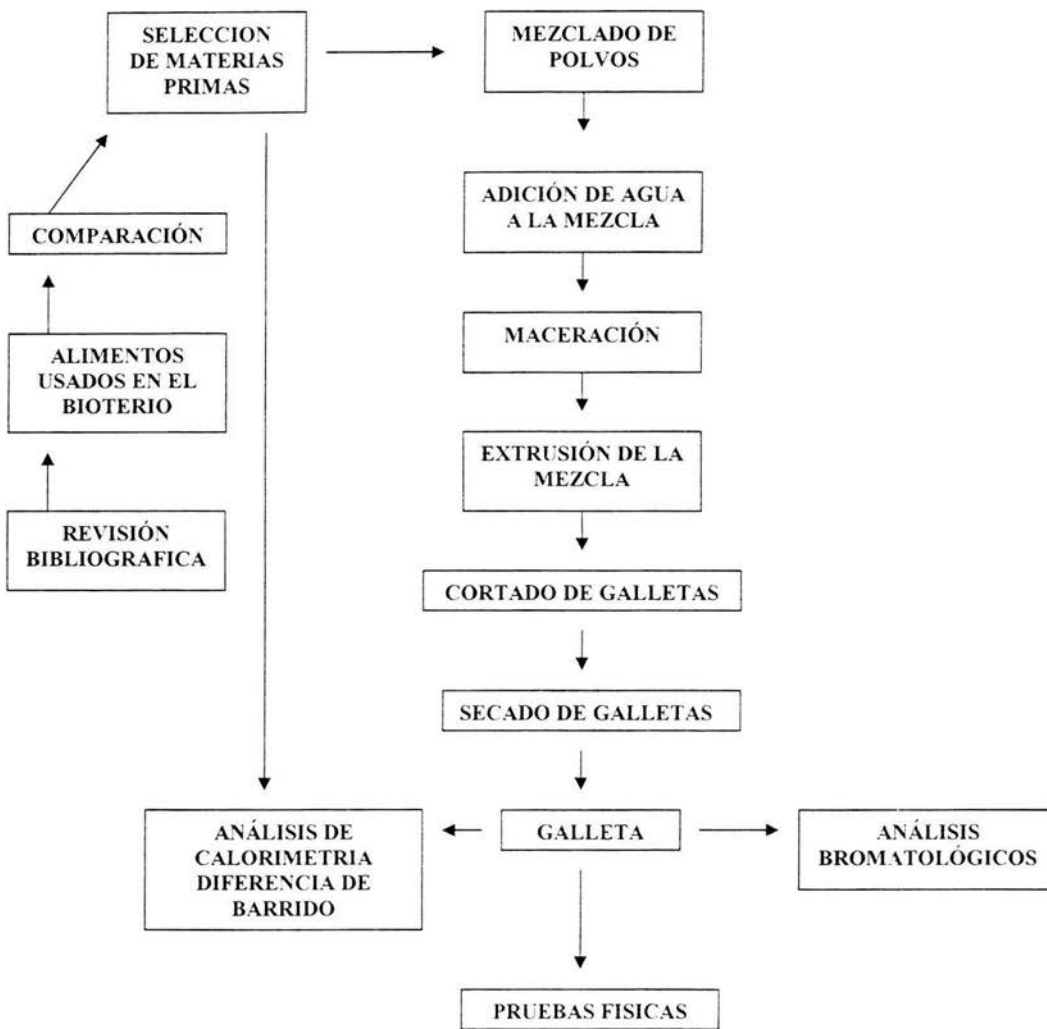


Figura 2 Diagrama de flujo Desarrollo, Fabricación y Evaluación de la formulación propuesta.

### 2.3.2 MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN PROPUESTA:

Equipo mezclador ( Tipo Planetario )  
 Balanza granataria  
 Charolas para secar de acero inoxidable  
 Dosificadora marca Wilson  
 Espátula metálica  
 Cuchara metálica

### 2.3.3 INGREDIENTES DE LA FORMULACION PROPUESTA:

Ingredientes	% en la dieta total
1) 175 gramos de minerales .....(polvo)	3.070 %
2) 50 gramos de vitaminas .....(polvo)	0.877 %
3) 250 gramos de fibras .....(polvo)	4.385 %
4) 3250 gramos de carbohidratos .....(polvo)	57.017 %
5) 1025 gramos de proteínas .....(polvo)	17.982 %
6) 250 gramos de grasas .....(aceite)	4.385 %
7) 700 gramos de agua purificada	<u>12.280 %</u>
5700 gramos de ingredientes totales	100.000 %

### 2.3.4 PROCEDIMIENTO PARA LA FARICACIÓN APARTIR DE LA FORMULACIÓN PROPUESTA:

1. Colocar todos los polvos en el mezclador y mezclar en seco por (Aprox. 2 minutos).
2. Agregar lentamente 500 ml de agua y mezcla por 1 minuto.
3. Adicionar lentamente el agua restante (200 ml), y agitar poco a poco hasta obtener la mezcla completamente homogénea (aprox. 5 minutos).
4. Llenar la dosificadora con la mezcla (masa) y formar el alimento (galletas), con ayuda de una espátula.
5. Partir las galletas por la mitad y colocarlas en una charola de acero inoxidable.
6. Secar el alimento a temperatura ambiente durante 2 o 3 días.

### 3.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante más de medio siglo la rata ha estado presente como una herramienta importante en la ciencia.

Ya que la rata es uno de los principales animales de laboratorio utilizado a nivel experimental es importante conocer sus requerimientos nutricionales esenciales y de esta forma mantener a las ratas sanas para su empleo experimental, ya que la dieta es una fuente potencial de variabilidad en muchos experimentos.

Los requerimientos nutricionales le aportan energía a la rata para el trabajo muscular, mantenimiento de la temperatura corporal y la ayudan en síntesis de nuevas moléculas y sus reacciones enzimáticas.

Los requerimientos básicos para la rata de bioterio son: proteínas, grasas, carbohidratos, fibras, vitaminas, minerales y agua.

Una dieta balanceada provee de todos los nutrientes requeridos en sus correctas cantidades.

La forma comercial de alimento para rata mas utilizada es el pellet, ya que este posee características adecuadas para los roedores, y por ser resistentes al almacenamiento y transporte. Por ello el alimento para rata no solo debe cumplir con las necesidades nutricionales de estos, sino también con las características físicas adecuadas del pellet (resistencia a la ruptura) (13).

Una de las características del pellet, es su estructura física resistente que a la ruptura que puede alcanzarse también en otras formas físicas como la galleta de aproximadamente 4 cm de diámetro.

En el bioterio de la FES-Zaragoza se emplea un alimento que cumple con las características nutricionales para el mantenimiento de ratas de bioterio, pero este alimento presenta desmoronamiento rápido que impacta en su rendimiento y costo por su desperdicio. Por ello, se planteo la necesidad de proponer y desarrollar una formulación para la fabricación de un alimento alternativo para el mantenimiento de ratas de laboratorio que cumpla con las necesidades y características nutricionales, dando solución al desmoronamiento del alimento en una forma económica.

## **4. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una formulación para la fabricación de un alimento alternativo para ratas, que cumpla con las características nutricionales para el mantenimiento de ratas de bioterio y elimine la problemática de desperdicio del alimento por desmoronamiento.

## **5. HIPOTESIS**

Al conocer los requerimientos nutricionales para el mantenimiento de las ratas de bioterio y las características fisicoquímicas del alimento actualmente utilizado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, se podrá proponer y desarrollar una formulación para la fabricación de un alimento alternativo que mejore sus características físicas para evitar el desmoronamiento y así tener un mayor aprovechamiento del alimento.

## 6. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

En el momento de la realización de este trabajo el alimento que se emplea en el bioterio de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza presenta fractura y desmoronamiento, por lo que resulta importante realizar los análisis de friabilidad, dureza, humedad y bromatológicos a muestras de alimento utilizado en el bioterio y al alimento propuesto, para establecer una comparación de estas características y comprobar que el alimento propuesto puede ser una alternativa viable para su uso.

Marca	Uso	No de lote
HARLAN	Todas las etapas	7012-081198M
HARLAN	Todas las etapas	7012-092198M
HARLAN	Todas las etapas	7012-111698M
HARLAN	Reproducción	7004-082098M
HARLAN	Mantenimiento	8664-091798M
PURINA	Todas las etapas	S/L
GALLETA	Mantenimiento	S/L

Tabla No.4. Se muestran los alimentos para ratas de bioterio que se utilizaron dentro del estudio.

### MATERIAL Y EQUIPO:

- Friabilizador marca Mayasa
- Balanza Mettler Toledo PM400
- Durometro Vankel VK200
- Termobalanza Mettler Toledo LP16
- Calorímetro Diferencial de Barrido Perkin Elmer DSC-7
- Microbalanza Mettler Toledo
- Portamuestras de aluminio
- Gas Nitrógeno
- Prensa para portamuestras Perkin Elmer
- Espátula
- Brocha
- Mortero con pistilo.

## 6.1 PRUEBAS FISICAS

La evaluación de las características físicas del alimento es de suma importancia ya que nos presentan el comportamiento que puede tener el alimento al someterlo a ciertas condiciones de estrés durante su manejo (acondicionamiento, almacenamiento, transporte y manipulación).

Las determinaciones realizadas para la caracterización física del alimento fueron las siguientes:

1. Friabilidad
2. Dureza
3. Humedad Relativa

### 6.1.1 DETERMINACIÓN DE FRIABILIDAD

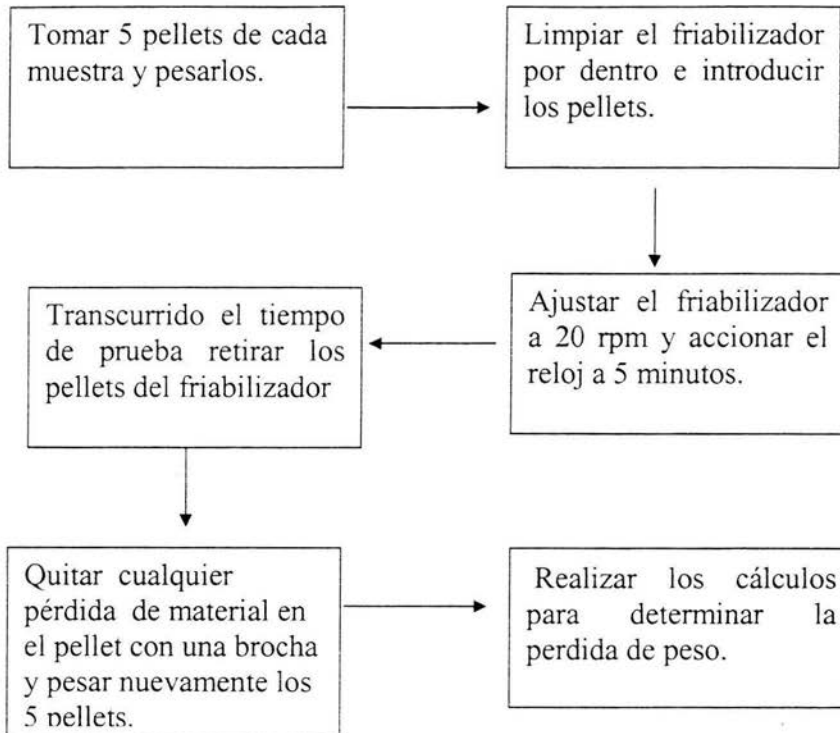
La friabilidad es una medida de la resistencia al choque y la abrasión disminuyendo de esta manera el desmoronamiento durante la manipulación en el acondicionamiento, almacenaje y uso del consumidor.

En el caso del alimento para rata es una prueba esencial que sirve para determinar el desgaste y por lo tanto posibles pérdidas del alimento en el manejo del mismo.

Además la friabilidad está relacionada con diversos factores que van desde el tipo y concentración de materias primas, así como el contenido de humedad y condiciones en el proceso, como la compresión (11).



**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRUEBA DE FRIABILIDAD:**



## PROCEDIMIENTO:

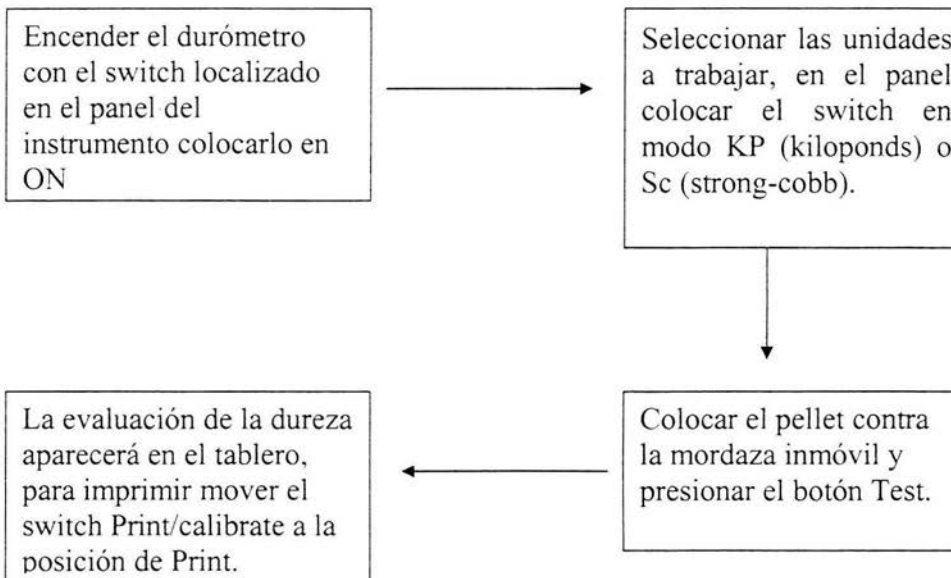
- Tomar 5 pellets de cada muestra y pesarlos.
- Retirar la tapa de acrílico del friabilizador aflojando el tornillo que lo ajusta a la cámara, moviéndolo hacia la izquierda.
- Limpiar la cámara por dentro.
- Introducir las tabletas antes pesadas en la cámara, colocar la tapa de acrílico ajustando con el tornillo.
- Conectar el cable de alimentación eléctrica a la línea, no conectar antes.
- Ajustar a 20 rpm mediante el control de ajuste localizado en la parte posterior del equipo, haciendo coincidir la velocidad seleccionada, con una marca fija localizada arriba del control de velocidad.
- Accionar el reloj ajustando el tiempo a 5 minutos.
- Retirar los pellets una vez transcurrido el tiempo de prueba.
- Quitar cualquier pérdida de material en el pellet con una brocha.
- Pesar nuevamente los pellets.
- Realizar los cálculos para determinar la pérdida de peso.

## 6.1.2 DETERMINACIÓN DE DUREZA

Una variación en la formulación o proceso de fabricación, puede afectar significativamente la dureza de estos. Por lo que adquiere gran importancia el control de las variables involucradas como son los ingredientes de la formulación, la fabricación, las dimensiones, etc., en este caso para lograr una aceptable dureza que pueda soportar el trato, embarque, almacenaje y otros procesos (6).

La medida de la dureza no puede ser determinada exactamente, casi siempre los instrumentos proveen una evaluación de la dureza relativa, que será evaluada también para el alimento Harlan (7).

### DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRUEBA DE DUREZA.



## PROCEDIMIENTO:

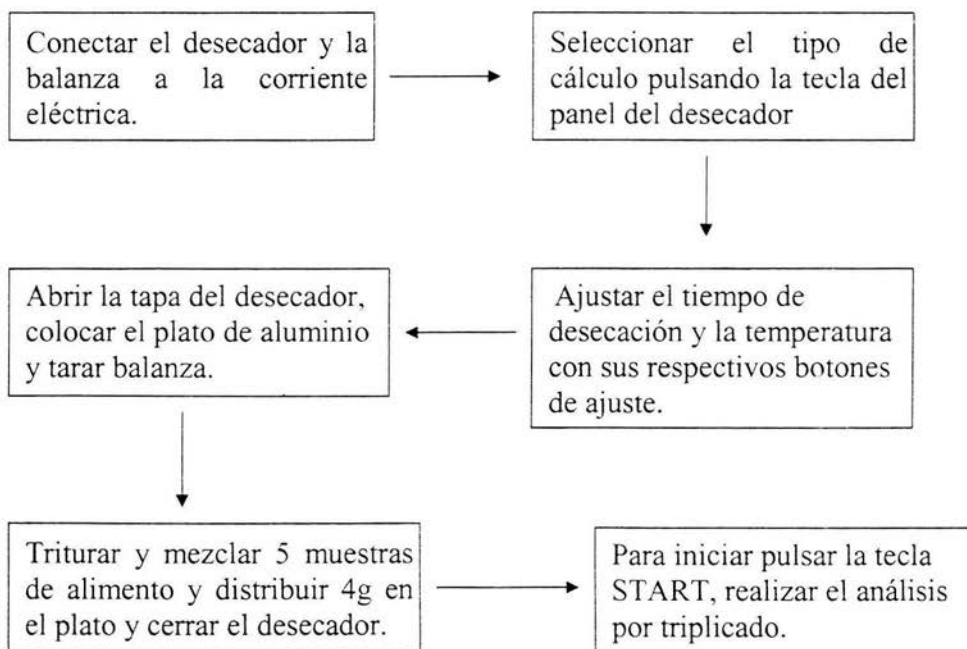
- Colocar el switch de encendido localizado sobre el panel del instrumento en la posición ON.
- Después de encendido, las mordazas se abrirán a su máxima posición y el display localizado en la parte frontal del panel mostrará una serie de opciones, esto nos indicará que está lista para operar.
- Seleccionar las unidades deseadas en el panel, colocando el switch en el modo KP (kiloponds) o SC (strong-cobb).
- Colocar el pellet contra la mordaza sensitiva (inmóvil) y esté seguro que el centro de la muestra (colocado de manera horizontal) toque la cara plana de la mordaza.
- Presionar el botón TEST. La mordaza de poder (móvil) comenzará a acercarse, en el momento de la fractura, la mordaza móvil se detiene, se retira y la evaluación de la dureza aparecerá en el tablero digital.
- Si se desea imprimir, colocar el switch PRINT/CALIBRATE en la posición de PRINT.
- Colocar la segunda muestra y repetir los pasos anteriores, realizarlo con 20 muestras.

### 6.1.3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR INFRAROJO

Esta prueba se basa en el sobre calentamiento de la muestra con rayos infrarrojos de una longitud de onda entre  $2\mu\text{m}$  y  $3.5\mu\text{m}$ . La temperatura de la muestra varía según la naturaleza de la superficie, conductividad térmica y color de la sustancia. Las moléculas de agua muestran a estas longitudes de onda una absorción de los rayos infrarrojos, por lo que se calientan y pueden evaporarse y de esta manera determinar la humedad por diferencia de pesadas (8).

La importancia de este análisis se debe a que el contenido de agua y humedad puede dar información sobre la duración y calidad de los alimentos, ya que un alimento que contenga un mayor porcentaje de humedad es más viable de contaminarse microbiológicamente (6).

#### DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.



## PROCEDIMIENTO:

- Realizar el montaje del desecador METLER LP16 en la balanza METLER PM400 y conectar a la corriente eléctrica.
- Seleccionar en el panel del desecador el calculo del contenido de humedad (% 100...0).
- Ajustar el tiempo de desecación, oprimiendo el botón de ajuste y aumentando y disminuyendo el tiempo con las teclas localizadas en él panel del desecador ( $\wedge$  y  $\vee$  respectivamente), y por ultimo pulsar la tecla ENTER.
- Ajustar la temperatura de desecación, pulsando la tecla de ajuste y aumentando y disminuyendo la temperatura con las teclas  $\wedge$  y  $\vee$  respectivamente.
- Encender la balanza empujando hacia arriba la tecla en barra localizada en el panel de la balanza.
- Abrir la tapa del desecador, poner el plato de aluminio sobre el soporte del platillo y tarar, oprimiendo la tecla en barra localizada en la balanza.
- Triturar y mezclar 5 muestras de alimento en un mortero con pistilo.
- Distribuir 4g de la mezcla uniformemente sobre el plato de aluminio del desecador.
- Para iniciar, pulsar la tecla START y para detener pulsar la tecla STOP.
- Realizar el análisis por triplicado.

## 6.2 ANALISIS BROMATOLOGICOS

Los análisis Bromatológicos se realizan para conocer la composición de los alimentos en cuanto a humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa cruda), proteína total, fibra cruda y carbohidratos asimilables, (análisis proximal).

La importancia de estos estudios es el tener un conocimiento químico detallado de los nutrientes más significativos en la dieta de las ratas, y de esta manera tener un control en la nutrición de estos animales.

Estos análisis nos indicarán los nutrientes en la composición de los alimentos para ratas estudiados en este trabajo y el alimento propuesto (9).

### 6.2.1 DETERMINACION DE HUMEDAD

La humedad (agua) de la muestra se elimina por medio de la evaporación inducida por calor. La cantidad de muestra residual, convertida en porcentaje después del secado, se considera como el contenido (%) de materia seca total.

#### PROCEDIMIENTO

Pesar de 2 a 3 gramos de muestra preparada en un pesafiltro con tapa, que ha sido previamente pesado después de ponerlo a peso constante aproximadamente a 130°C. Secar la muestra 2 horas a la estufa a 100-110°C. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir las operaciones de secado hasta peso constante. Calcular el porcentaje de humedad, reportándola como pérdida por secado a 100-110°C.

## 6.2.2 DETERMINACION DE CENIZAS

El principio de este análisis es que la muestra se incinera a 600 °C para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico, que no se destruye a esta temperatura se llama ceniza (minerales en el alimento).

### PROCEDIMIENTO

Pesar de 3 a 5 gramos de la muestra en un crisol (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol) previamente pesado, después de ponerlo a peso constante aproximadamente a 600°C. Calcinar la muestra, primeramente con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla 2 horas cuidando que la temperatura no pase de 550°C. Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Enfriar en desecador y pesar. No poner los crisoles calientes en la mesa de la mufla. Calcular el porcentaje de cenizas.



### 6.2.3 DETERMINACION DE GRASAS

El principio de este análisis es que el éter se evapora y se condensa continuamente, y al pasar a través de la muestra, extrae materiales solubles. El extracto se recoge y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda se seca y pesa.

#### PROCEDIMIENTO

Poner a peso constante un matraz bola de fondo plano con perlas de ebullición en la estufa a 100 °C.

Pesar 25 gramos de muestra y colocarlo en un matraz aforado de 100ml, adicionar el disolvente hasta la marca de aforo.

Realizar una extracción agitando cada 5 minutos durante 1 hora, filtrar (recuperando en el matraz de fondo plano a peso constante), repetir la operación 2 veces, con 50 ml de disolvente c/u, agitando durante 15 minutos cada vez.

Evaporar el disolvente hasta sequedad utilizando un rotavapor. Eliminar el disolvente remanente en una estufa a 75-80 °C, hasta llegar a peso constante.

Cuantificar los lípidos extraídos. Calcular el porcentaje de grasa.

## 6.2.4 DETERMINACION DE FIBRA CRUDA

Una muestra exenta de grasa se trata con ácido sulfúrico en ebullición y después con hidróxido sódico en ebullición. El residuo menos las cenizas se consideran fibra.

### PROCEDIMIENTO

Se pondrá a peso constante un crisol goosh con fibra de vidrio preparada, sometiendo a calentamiento a 600 °C durante aproximadamente 30 minutos.

Colocar 2 gramos de muestra en un vaso especial de digestión de 600 ml, evitando cualquier contaminación con papel. Adicionar 2 gramos de fibra de vidrio, 200 ml de una solución de ácido sulfúrico 1.25 %. Caliente y una gota de antiespumante, así como piedras de ebullición. Realice el mismo procedimiento solamente con la fibra de vidrio a manera de blanco.

Colocar el vaso en el aparato de digestión con refrigerante, en el que la placa de calentamiento se encuentra preajustada (tal que 200 ml de agua deberá pasar de 25 °C a ebullición en 15 minutos). Deje hervir exactamente 30 minutos, rotando el vaso periódicamente para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes.

Remover el vaso del equipo y filtrar en un embudo buchner con vidrio poroso, o en un embudo cónico sobre tela especial, enjuagando el vaso con 50 a 75 ml de agua caliente. Lavar el material insoluble con 3 porciones de 50 ml de agua caliente, usando succión ligera. Eliminar el exceso de agua por succión.

Recuperar cuantitativamente el material del embudo y colocarlo de nuevo en el vaso de digestión. Adicionar 200 ml de solución de hidróxido de sodio 1.25% caliente y coloque en el aparato de digestión con refrigerante. Deje hervir exactamente 30 minutos.

Remover el vaso del digestor. Filtre con succión sobre el crisol goosh con fibra de vidrio, a peso constante. Lave con 25 ml de solución de ácido sulfúrico 1.25 %, caliente y con 3 porciones de 50 ml de agua. Deshidrate parcialmente con 25 ml de alcohol al 95%.

Someter ha secado en estufa a 130 C durante 2 horas, deje enfriar en un desecador y pese.

Colocar en una mufla a 600 °C durante 30 minutos, deje enfriar en desecador y pese de nuevo.

Calcular el porcentaje de fibra cruda como el material orgánico que resistió los tratamientos ácido y básico, en las condiciones descritas, después de corregir los valores con el tratamiento blanco.

## 6.2.5 DETERMINACION DE PROTEÍNAS

El principio de este análisis es que el nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforma a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulada con ácido sulfúrico estandarizado.

### PROCEDIMIENTO

Se pesan de 0.5-1 g de muestra en un papel delgado, con todo y papel se introduce en un matraz kjeldahl de 800 ml, se agregan 0.3g de sulfato de cobre pentahidratado, 5g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 15 ml de ácido sulfúrico concentrado y se añaden pedazos de plato poroso o perlas de vidrio. Se coloca el matraz en el digestor del equipo kjeldahl y calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir, hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa.

Dejar enfriar hasta temperatura ambiente, diluir con 350 ml de agua destilada fría y enfriar sobre hielo.

En un matraz Erlenmeyer de 500 ml adicionar 50 ml de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo o bien 50 ml de ácido bórico 4% (40g de ácido bórico, 35 ml de fenoltaleína al 0.1%, 10ml de mezcla de verde de bromocresol 0.33% y rojo de metilo 0.66%, aforar a un litro). Colocar el matraz en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución.

Añadir lentamente y resbalando por la pared del matraz kjeldahl 40ml de una solución concentrada de hidróxido de sodio (1:1) que también ha sido enfriada sobre hielo. Adicionar polvo de zinc, conectar inmediatamente el matraz a la trampa de kjeldahl y agitar hasta mezclar las dos capas.

Destilar aproximadamente hasta un volumen de 150ml. Retirar el Erlenmeyer, lavar la alargadera recogiendo sobre el destilado las aguas de lavado.

Titular el exceso de ácido (en el caso de recibir el destilado en HCl) con una solución de NaOH 0.1N. En el caso de recibir con ácido bórico, con una solución de HCl 0.1N.

Efectuar una prueba en blanco empleando la misma cantidad de papel. Calcular el %de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo.

### **6.3 ANÁLISIS POR CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO (CDB), SU APLICACIÓN EN EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN**

El objetivo de este estudio es el de determinar las posibles interacciones entre los componentes de la formulación propuesta de alimento para ratas de bioterio.

El principio de utilizar la calorimetría diferencial de barrido en estudios de compatibilidad es que la temperatura es un factor que aumenta la velocidad de reacción de las sustancias, y esta técnica permite detectar reacciones fisicoquímicas de los componentes de la formulación en periodos cortos de tiempo al ser una técnica termoanalítica.

La metodología a seguir será el análisis térmico de los componentes individuales de la formulación propuesta, y el de la mezcla total (de los componentes de la formulación).

### **6.3.1 ANALISIS POR CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO (CDB) SU APLICACIÓN EN EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE FORMULACIONES.**

En la formulación de un alimento, al igual que un medicamento es importante determinar que los ingredientes propuestos en la formulación son convenientes o no.

La compatibilidad de una mezcla puede resumirse como la capacidad que tiene para mantener sus propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas de forma adecuada para su empleo.

La compatibilidad de un alimento esta en función directa con los ingredientes que lo componen y a la naturaleza de los mismos para interactuar entre sí en la formulación.

Un factor importante que afecta la compatibilidad es la temperatura, que al aumentarla, acelera la cinética de reacción de las sustancias, por ello la descomposición, si es el caso de uno o más componentes de la formulación.

Esto hace que la calorimetría diferencial de barrido (CDB), sea una técnica termoanalítica útil en la detección de incompatibilidades de los ingredientes en la formulación. Esta técnica tiene la ventaja de detectar reacciones fisicoquímicas de una mezcla de ingredientes en periodos de tiempos cortos y usando pequeñas cantidades de muestra del orden de miligramos.

En los estudios de compatibilidades realizados por CDB, se analizan transiciones térmicas de ingredientes incluidos en la formulación y la mezcla de estos, estas transiciones térmicas pueden presentarse debido a cambios físicos o químicos que dan lugar a una emisión de calor (exotermas) o absorción de calor (endotermas). El resultado de estas transiciones se obtiene por medio de la evaluación de las entalpías de los componentes analizados.

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Costo de la manufactura del alimento propuesto en 5 Kg. fabricados.

Ingredientes y mano de obra	g/Kg. de alimento	precio/5kg (pesos)
Fuente de proteínas ( almidón de maíz)	200	337.00
Fuente de carbohidratos (sacarosa)	325	12.67
Fuente de carbohidratos (sacarosa)	325	17.00
Fuente de grasas ( aceite )	50	5.00
Proteína esencial (colina )	3	6.35
Proteína esencial (caseína )	2	5.02
Mezcla de vitaminas	10	30.99
Mezcla de minerales	35	15.83
Fuente de fibras (celulosa)	50	32.71
Mano de obra		221.00
<b>Totales</b>		<b>683.57</b>

Tabla No 5, se muestran los costos para fuentes nutritivas comerciales consideradas para la propuesta de formulación y la mano de obra para el 2000.

## 7.1 RESULTADO Y ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS FISICAS DE LOS ALIMENTOS PARA MANTENIMIENTO DE RATAS.

Muestra	PRUEBAS FISICAS			DIMENSIONES			
	Dureza (SC)	Humedad (%)	Friabilidad (%)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Peso (gr.)	Grosor (mm)
Harlan 7012-081198M	45.69	2.81	1.40	16.38	27.92	4.72	11.46
Harlan 7012-092198M	47.01	3.35	1.56	16.32	28.19	4.74	11.34
Harlan 7012-111698M	37.63	4.0	1.10	16.44	26.82	4.40	11.50
Harlan 7004-082098M	47.38	2.63	0.73	16.28	30.42	5.06	10.85
Harlan 8664-091798M	44.97	2.19	0.85	16.44	31.70	5.57	11.41
Purina S/L	43.36	3.36	1.43	16.63	24.14	3.98	11.22
Resultados promedio de los lotes Harlan	44.53	2.99	1.12	16.37	29.01	4.89	11.31
Galleta S/L	49	2.99	0.32	20.70	41.33	7.49	10.74

Tabla No. 6. Se indica la comparación de los resultados de los análisis realizados a los alimentos para mantenimiento de ratas involucrados en el estudio.

En cuanto a los resultados obtenidos de la dureza para el alimento Harlan fueron de los 37 a los 47 SC (strong-cobb), mientras que el alimento propuesto presento durezas mayores a los 49 SC (strong-cobb).

La dureza obtenida pudo deberse a la utilización del almidón de maíz en la formulación que actúa como agente aglutinante (16) y se gelatiniza en presencia de agua tomando características adhesivas.

La dureza es un parámetro muy importante en las características del alimento, ya que afecta directamente a la nutrición de la rata al jugar un papel importante en la ingesta del animal que tiene preferencia por los alimentos duros y el gusto de roer su alimento estimula ciertas características fisiológicas, además que el alimento duro puede soportar más el trato de



almacenaje y transporte.

La humedad Relativa promedio obtenida en el alimento propuesto fue de 2.99%, mientras que las humedades relativas promedio del alimento Harlan fue entre 2 y 4%. La humedad obtenida del alimento propuesto fue muy parecida a la encontrada en el alimento harlan esto es adecuado para evitar en gran medida el crecimiento microbiano y sin afectar sus propiedades físicas como la dureza.

Los resultados obtenidos de la prueba de friabilidad fueron de 1.5 a 0.73% de pérdida para el alimento de Harlan y de 0.32% para el alimento propuesto.

Aquí se ve claramente que hay un menor porcentaje de pérdida en el alimento propuesto, esto definitivamente es una mejora ya que como sabemos la friabilidad es una característica que determina el desgaste y por ello las posibles pérdidas del alimento en el manejo del mismo.

Estas pérdidas son fundamentales y el disminuirlas fue un punto primordial del estudio, ya que esto nos asegura que se evitara al máximo la fractura y desmoronamiento del alimento (desperdicio) ya que las ratas no comen las moronas que se generan con el alimento Harlan.

Las dimensiones del alimento propuesto fueron mayores respecto al de la marca Harlan, Esto mejora el manejo del alimento propuesto, ya que la dosificación del alimento por rata representa menor número de piezas dentro de lo que indica la literatura (52) Grosor de 9 – 15 mm para alimento en ratas.

El peso promedio del alimento propuesto fue de 7.49 g. En comparación de los pellets de la marca Harlan que oscilaron de 4 y 6 g, esto no representa ningún problema en la ingesta de los animales debido a que en la literatura (53) nos marca que la ingesta diaria de ratas en la etapa adulta es de 9 a 20 gramos del alimento, por lo que 3 piezas de la marca Harlan pueden ser sustituidas por 2 piezas del alimento propuesto.

El tamaño del alimento también ayuda a disminuir en gran parte los problemas de desmoronamiento por abrasión durante la dosificación del alimento a los animales. Porque el número de piezas del alimento propuesto sería menor debido al mayor peso que presentan.

## 7.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS BROMATOLÓGICAS

MUESTRA	HUMEDAD %	CENIZAS %	PROTEINA %	GRASA %	FIBRA %	CARBOHIDRATOS % (por diferencia)
Harlan 7012-081198M	<b>7.50</b>	<b>6.22</b>	<b>21.38</b>	<b>5.61</b>	<b>4.40</b>	<b>54.89</b>
Harlan 7012-092198M	<b>8.20</b>	<b>5.69</b>	<b>18.92</b>	<b>5.89</b>	<b>4.36</b>	<b>56.94</b>
Harlan 7012-111698M	<b>8.20</b>	<b>6.03</b>	<b>23.79</b>	<b>5.93</b>	<b>4.45</b>	<b>51.60</b>
Harlan 7004-082098M	<b>8.17</b>	<b>5.86</b>	<b>21.94</b>	<b>7.53</b>	<b>2.36</b>	<b>54.14</b>
Harlan 8664-091798M	<b>7.58</b>	<b>7.14</b>	<b>27.49</b>	<b>5.26</b>	<b>2.93</b>	<b>49.60</b>
Purina S/L	<b>8.17</b>	<b>9.33</b>	<b>28.33</b>	<b>3.46</b>	<b>7.15</b>	<b>43.56</b>
Galleta S/L	<b>7.10</b>	<b>8.43</b>	<b>26.45</b>	<b>3.10</b>	<b>6.50</b>	<b>48.42</b>

Tabla No. 7. Resultados promedio del análisis proximal para cada uno de los alimentos del estudio.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

<b>ALIMENTO</b>	<b>HUMEDAD %</b>	<b>CENIZAS %</b>	<b>PROTEINA %</b>	<b>GRASA %</b>	<b>FIBRA %</b>	<b>CARBOHIDRATOS %</b>
<b>Harlan</b>	<b>7.50</b>	<b>6.22</b>	<b>21.38</b>	<b>5.61</b>	<b>4.40</b>	<b>54.89</b>
<b>Propuesto</b>	<b>7.10</b>	<b>8.43</b>	<b>26.45</b>	<b>3.10</b>	<b>6.50</b>	<b>48.42</b>
<b>Teórico Harlan</b>	<b>---</b>	<b>7.30</b>	<b>23.40</b>	<b>4.30</b>	<b>5.20</b>	<b>50.80</b>

Tabla No. 8. Se muestra un comparativo de los resultados bromatológicos promedio del alimento Harlan (utilizado en el bioterio), el alimento propuesto y las Cantidades teóricas de la formulación del alimento descritas por la marca Harlan.

<b>ALIMENTO</b>	<b>HUMEDAD %</b>	<b>CENIZAS %</b>	<b>PROTEINA %</b>	<b>GRASA %</b>	<b>FIBRA %</b>	<b>CARBOHIDRATOS %</b>
<b>Cantidades Utilizadas</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>17.98</b>	<b>4.38</b>	<b>4.38</b>	<b>57.01</b>
<b>Resultados del análisis</b>	<b>7.10</b>	<b>8.43</b>	<b>26.45</b>	<b>3.10</b>	<b>6.50</b>	<b>48.42</b>

Tabla No. 9. Se muestran las cantidades de los componentes de la dieta, utilizados en la fabricación del alimento propuesto y se comparan con los resultados obtenidos en el análisis bromatológico del alimento propuesto.

### 7.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS BROMATOLÓGICOS

El comparativo de los resultados del análisis bromatológico de la marca Harlan y el alimento propuesto (Tabla No.7) muestran que la variación en cuanto a los porcentajes de los componentes, es significativa en algunas determinaciones como el porcentaje de fibra (2.93% en el alimento Harlan lote: 8664-091798M y 6.50 % en el alimento propuesto) pero todos los parámetros bromatológicos están dentro de los límites teóricos recomendados por el National Research Council.

En cuanto a la recuperación obtenida de los componentes del alimento propuesto de acuerdo a las cantidades utilizadas para su fabricación (Tabla No.8) se observa una mayor cantidad recuperada en cuanto a las cantidades de proteínas y fibras, esto se pudo deber a que otros ingredientes de la dieta también aportaron cantidades de estos componentes, mientras que los carbohidratos y grasas su recuperación fue menor, esto se pudo haber debido al proceso o calidad de los ingredientes.

## 7.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA PRUEBA POR CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO EN LA CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS Y FORMULACIÓN PROPUESTA

	<b>MUESTRA</b>	<b>Temperatura de inicio</b>	<b>Entalpía <math>\Delta H = \text{j/g}</math></b>
<b>1</b>	<b>FUENTE DE PROTEINA</b> (ALMIDON DE MAIZ)	<b>87.83</b>	<b>210.31</b>
<b>2</b>	<b>CELULOSA</b> (FUENTE DE FIBRA)	<b>106.73</b>	<b>138.16</b>
<b>3</b>	<b>SACAROSA 2PICOS</b> (FUENTE DE CARBOHIDRATOS)	<b>188.3</b>	<b>125.16</b>
		<b>221.07</b>	<b>202.07</b>
<b>4</b>	<b>COLINA</b> (FUENTE DE PROTEINAS)	<b>149.57</b>	<b>129.93</b>
<b>5</b>	<b>CASEINA</b> (FUENTE DE PROTEINAS)	<b>33.65</b>	<b>124.36</b>
<b>6</b>	<b>ACEITE</b> (FUENTE DE GRASAS)	-----	-----
<b>7</b>	<b>ALIMENTO PROPUESTO</b>	<b>175.82</b>	<b>24.14</b>

Tabla No. 10. Resultados del análisis por calorimetría de las materias primas y del alimento propuesto.

La temperatura de inicio de la transición (145.46 °C) del alimento propuesto esta por arriba de la temperatura que puede alcanzarse en el manejo diario (acondicionamiento, manejo, transporte y almacenamiento) del alimento por lo que en este primer análisis se concluye que es estable.

## 8. CONCLUSIONES

Al realizar una revisión de los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que este proyecto cumple con su objetivo, ya que se pudo desarrollar una formulación para la fabricación de un alimento alternativo para el mantenimiento de ratas de bioterio que elimine la problemática de desperdicio por desmoronamiento. Lo anterior se concluye ya que el alimento propuesto cumple con dos aspectos fundamentales, el nutrimental, ya que cuenta con los nutrientes necesarios para asegurar el mantenimiento de ratas de bioterio, y el fisicoquímico, mejorando los criterios de dureza y friabilidad, evitando con esto el desperdicio del alimento en su acondicionamiento, almacenamiento, transporte y manipulación.

Por ultimo la viabilidad para producir el alimento propuesto en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza es amplia, porque que el proceso utilizado para su fabricación no es complicado ya que solo se empleo un mezclado y un apelmazamiento para formar una galleta tipo pellet evitando la utilización de un extrusor, esto además se pudo realizar por que los ingredientes utilizados en la fabricación fueron materias primas comerciales en polvo y así evitando su cocción.

Con todo lo anterior al producir el alimento propuesto mediante controles adecuados, se obtendrá un alimento con una alta calidad nutrimental y fisicoquímica por lo que el bioterio de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza sería independiente en la elaboración de un alimento para el mantenimiento de ratas de bioterio pudiendo ser beneficioso económicamente.

## 9. SUGERENCIAS Y COMENTARIOS

Se sugiere que se haga un estudio de campo del alimento para conocer realmente el costo beneficio en los siguientes puntos:

- a) Manejo del alimento en el bioterio
- b) Aceptación de nuevo alimento por los animales en cuestión
- c) Cantidades administradas y desperdicios por desmoronamiento.
- d) Horarios de alimentación

Con este trabajo se espera que La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza a futuro tenga la posibilidad de generará sus propias formulaciones alimenticias para los diferentes tipos de animales de experimentación y así controlar en gran medida un gran factor de error de experimentación.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Kelly Noel, Wills J. Manual of companion animal nutrition and feeding. British Veterinary Association.1996, 208-216.
2. Kearns Joseph. Extrusion de soya integral. Wenger internacional. 1992,11-22.
3. Necoechea R, Márquez M. Manual de aditivos y suplementos para la alimentación animal.Manual agropecuario.1987.
4. Asociación Americana de Soya. Memorias del seminario: Extrusión en alimentos balanceados, 1990, 52-55.
5. Farrel R. Available extrusion equipment: types and application. 1972, 181-196.
6. Thomas m. Physical Quality of Pelleted Animal Feed. Animal feed science and technology. 1996, 89-112.
7. Vankel Tablet Hardness Tester. Operators Manual. 1991,1-12.
8. Mettler toledo. Manual de termobalanza LP16.
9. Iturbide Aída, Escobedo Gabriela. Manual de metodologías generales, de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Autónoma Metropolitana.1-23.
10. Church d. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Editorial Acribia. España 1977, 20-31.
11. Mehta Atul. Drugs and the pharmaceutical science a series of textbooks and monographs. Volume 37. 1989,241-265.
12. Heidenreich E. On-line measuring technology in the compound feed industry. Muhle-Mischfuttertechnik. 1977, 134: 11, 317-320.
13. Heidenreich E. Abrasion-resistant pellets for fat-rich feed mixtures. Kraftfutter. 1997, No.12, 506-516.
14. Wenger E. Pelleted feed production. Kraftfutter. 1997, No.11, 467-475.
15. Poel AFB van der, Thomas M. Pelleting of diet ingredients: effect of feed presentation on performance, diet selection and feed intake behavior in piglets. Journal of animal physiology and animal nutrition. 1997, 77: 4-5, 153-160.
16. Thomas M, Vliet T, Poel V. Physical quality of pelleted animal feed. Animal feed



- science and technology. 1998, 70:1-2, 59-78.
17. Cash S, Zamora D. Viability of weed seeds in feed pellet processing. *Journal of range management*. 1998, 51:2, 181-185.
  18. Wetzel W. Use of an expander and pelleting with a heat shield: salient features for feedstuffs producers. *Muhle mischfuttertechnik*. 1996, 61:1-4, 89-112.
  19. Aruna P, Laarman J, Coulter E. Used of pallets as a source of pellet fuel: current industry status. *Forest products journal*. 1997, 47:9, 51-56.
  20. Logan T, Lindsay B, Titko S. Characteristics and standards for processed biosolids in the manufacture and marketing of horticultural fertilizers and soil blends. *Agricultural uses of by products and wastes*. 1997, 63-71.
  21. Trevino C. Use of soyabeans in aquaculture. *Nutrición animal tropical*. 1995, 2:1, 67-93.
  22. Toth F. Introduction of ISO-9002: 1994 quality assurance system in hatvan and selyp factories of Matra Cukor Co. *Cukoripar*. 1996, 49:2, 41-44.
  23. Thomas M, Poel V. Physical quality of pelleted animal feed. 1. Criteria for pellet quality. *Animal feed science and technology*. 1996, 61:1-4, 89-112.
  24. Payne J. Production and quality of pelleted poultry feed. *Zootecnica internacional*. 1996, 19:3, 53, 56-59.
  25. Tabil L, Sokhansanj S. Process conditions affecting the physical quality of alfalfa pellets. *Applied engineering in agriculture*. 1996, 12:3, 345-350.
  26. Orthoefer F, Gurkin S, Fisk J. The use of soybean lecithin in aquaculture. *Nutrition and utilization technology in aquaculture*. 1995, 114-129.
  27. Hoyer H. NIR on-line analysis in the food industry. *Process control and quality*. 1997, 9 (4), 143-152.
  28. Levine L. A preliminary investigation of the deformation of cereal pellets by flaking rolls. *Cereal foods world*. 1997, 42 (6) 444, 446-451.
  29. Singh J. Technology for preparation of herbage based pelletised balanced goat feed for economic meat production. *National symposium on production and marketing of*

- goat meat. 1995, 16-17.
30. Colnar C, Cimerman A. Citric acid production on a waste starch fraction hydrolysate. *Prehrambeno tehnoloska i biotehnoloska revija*. 1994, 32 (1) 17-20.
  31. Foster a. The way forward for hop processing. *Cerevisia and biotechnology*. 1994, 19 (2), 37-49.
  32. Hemmann D, Hamilton A. Process for the production of a fiber containing cereal product. United states patent. 1993.
  33. Arya S. Grain based snack and convenience foods. 1. *Indian miller*. 1991, 21 (4), 6-16.
  34. Mc Ewan, Cargill W. Stabilised and isomerised hop pellets. *Brewing and distilling international*. 1991, 22 (7), 16-18.
  35. Rastogi R. Rabbit performance in trinidad. *Tropical agriculture*. 1991, 68 (4), 317-320.
  36. Kaneda H, Tsuchiya Y, Kano Y. Evaluation of storage stability of hop pellets by chemiluminescence analysis. *Journal of the institute of brewing*. 1990, 96 (6), 395-398.
  37. Schmitter b, Rihs T. Evaluation of a macrocombustion method for total nitrogen determination in feedstuffs. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1989, 37(4), 992-994.
  38. Berchiche M, Lebas F. Utilization of field beans by growing rabbits. *World rabbit science*. 1995, 3 (2), 63-67.
  39. Ning L, Villota R. Influence of 7s and 11s globulins on the extrusion performance of soy protein concentrates. *Journal of food processing and preservation*. 1994, 18(5), 421-436.
  40. Luping N. Texturization of soy protein via twin-screw extrusion. *Dissertation abstracts international*, -B. 1994, 54(11), 143.
  41. Yang L, Lee M, Hsu A. Effect of moisturizing method in pelleting process on quality and pelleting efficiency of pig diet. *Journal of taiwan livestock research*. 1995, 28:1, 31-36.

42. Lestan D, Podgornik H. Analysis of fungal pellets by UV-visible spectrum diffuse reflectance spectroscopy. *Applied and environmental microbiology*. 1993, 59:12, 4253-4260.
43. Angulo E, Brufau J, Esteve G. Effect of sepiolite on pellet durability in feeds differing in fat and fibre content. *Animal feed science and technology*. 1995, 53:3-4, 233-241.
44. Komka G. Influence of the technological characteristics on abrasive resistance. *Hungarian agricultural engineering*. 1994, No.7, 72-73.
45. Lauridsen C, Jensen J. Effects of synthetic antioxidants in feed of different technological treatments on the performance of broilers. *Archiv fur geflugelkunde*. 1995, 59:1, 73-81.
46. Ilavsky J. A feed meal from tree foliage as a component for feeding of game and the technology of its production. *Folia venatoria*. 1992, No.22, 215-225.
47. Kavan V. Drying of sugar and beet pulp. *Listy cukrovarnicke a reparske*. 1994, 110:6, 174-175.
48. Takana K, Nakao M, mori N, Emori H, Sumino T. Appliation of immobilized nitrifiers gel to removal of high ammonium nitrogen. Pretreatment of industrial wastewaters. *Water science and technology*. 1994, 29:9, 241-250.
49. Rahman M, Bozadjiev P. Studies on the effects of some additives on the physic mechanical properties of urea-ammonium sulphate pellets. *Fertilizer research*. 1994, 38:2, 89-93.
50. Murado M, Siso I, Gonzalez P. A simple form of immobilization and its effects on morphologic trends and metabolic activity of pellet forming microfungi. *Bioresource technology*. 1994, 48:3, 237-243.
51. James Gary. *Instrumental Analysis*. USA 1986, 120-127.
52. Mc. Donald P. *Nutricion Animal*. 1976, 83-95.
53. Illera Mariano. *El ratón y la rata*. 1978, 67-78.

## ANEXO 1

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS DE LOS ALIMENTOS  
PARA MANTENIMIENTO DE RATAS

<b>ALIMENTO HARLAN LOTE 7012-081198M</b>							
No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	5.156	11.33	16.44	30.32	49.0		
2	5.462	11.34	16.55	31.70	48.5		
3	4.468	11.35	16.53	27.70	48.0		
4	4.932	11.39	16.52	29.14	48.9		
5	4.998	11.71	16.51	29.44	38.3		
6	4.595	11.31	16.45	25.13	45.7		
7	5.013	11.58	16.60	29.05	44.9		
8	4.988	11.33	16.45	30.37	42.7		
9	4.632	11.46	16.54	28.52	39.3		
10	3.386	11.97	15.64	20.51	46.6		
11	4.881	11.25	16.41	27.53	48.2		
12	4.669	11.49	16.54	26.48	48.3		
13	4.586	11.64	16.50	25.83	46.4		
14	4.755	11.43	16.51	28.00	47.3		
15	3.972	11.60	15.77	24.02	40.2		
16	4.620	11.59	16.69	27.38	39.8		
17	4.741	11.72	15.77	28.87	44.7		
18	5.617	11.32	16.44	32.98	49.0		
19	4.700	11.19	16.31	28.25	49.0		
20	4.300	11.18	16.47	27.21	49.0		
<b>MEDIA</b>	<b>4.72</b>	<b>11.46</b>	<b>16.38</b>	<b>27.92</b>	<b>45.69</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>0.48</b>	<b>0.20</b>	<b>0.29</b>	<b>2.74</b>	<b>3.66</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		3.32		1		0.58	
2		2.71		2		1.07	
3		2.40		3		2.56	
<b>MEDIA</b>		<b>2.81</b>		<b>MEDIA</b>		<b>1.40</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.46</b>		<b>DES. STD</b>		<b>1.03</b>	

La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento HARLAN Lote: 7012-081198M

<b>ALIMENTO HARLAN LOTE 7012-092198M</b>							
No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	5.211	11.28	16.55	31.66	41.0		
2	5.698	11.21	16.57	32.92	49.0		
3	6.651	11.12	16.45	35.51	49.0		
4	4.367	11.75	16.72	24.99	39.3		
5	5.153	11.15	16.47	29.58	49.0		
6	4.390	11.31	16.48	26.97	49.0		
7	4.594	11.65	15.64	29.92	49.0		
8	5.361	11.38	15.70	31.01	49.0		
9	4.389	11.29	16.43	24.94	49.0		
10	5.318	11.45	16.62	31.98	48.0		
11	3.850	11.13	16.47	23.62	49.0		
12	4.826	11.25	16.61	28.80	47.3		
13	3.592	11.15	16.46	22.12	48.0		
14	3.949	11.07	16.42	24.45	49.0		
15	4.506	11.55	15.68	26.62	49.0		
16	5.087	11.26	16.56	30.93	42.4		
17	4.835	11.19	16.64	27.84	45.5		
18	4.961	11.58	15.57	29.88	41.5		
19	4.595	11.42	16.47	26.25	49.0		
20	3.659	11.77	15.96	23.94	48.3		
<b>MEDIA</b>	<b>4.74</b>	<b>11.34</b>	<b>16.32</b>	<b>28.19</b>	<b>47.01</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>0.73</b>	<b>0.21</b>	<b>0.37</b>	<b>3.58</b>	<b>3.21</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		3.30		1		0.89	
2		3.29		2		0.87	
3		3.48		3		2.94	
<b>MEDIA</b>		<b>3.35</b>		<b>MEDIA</b>		<b>1.56</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.10</b>		<b>DES. STD</b>		<b>1.18</b>	

La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento HARLAN Lote: 7012-092198M

<b>ALIMENTO HARLAN LOTE 7012-111698M</b>							
No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	5.091	11.48	15.67	32.57	40		
2	5.406	11.11	16.32	31.57	49		
3	4.854	11.58	15.83	29.38	30.9		
4	5.682	11.28	16.57	33.68	46.2		
5	4.038	11.39	16.45	22.10	37.3		
6	3.846	11.73	15.79	23.11	38.3		
7	3.952	11.81	15.81	24.31	31.2		
8	4.968	11.77	15.73	30.47	40.9		
9	3.234	11.29	16.48	20.58	40.4		
10	4.001	11.56	16.70	23.21	33.3		
11	4.486	11.77	16.62	29.58	32.9		
12	5.361	11.53	16.58	31.42	28.7		
13	3.992	11.38	16.57	25.12	28.0		
14	3.581	11.59	16.75	21.83	34.3		
15	5.045	11.65	15.78	31.90	42.6		
16	5.108	11.46	16.61	29.44	47.0		
17	4.554	11.24	16.57	27.21	45.0		
18	3.455	11.67	16.64	22.23	42.0		
19	3.454	11.6	16.74	21.99	33.4		
20	4.013	11.29	18.71	24.84	31.3		
<b>MEDIA</b>	<b>4.40</b>	<b>11.50</b>	<b>16.44</b>	<b>26.82</b>	<b>37.63</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>0.74</b>	<b>0.19</b>	<b>0.66</b>	<b>4</b>	<b>6.41</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		4.2		1		1.1	
2		3.9		2		0.99	
3		3.9		3		1.22	
<b>MEDIA</b>		<b>4.0</b>		<b>MEDIA</b>		<b>1.10</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.17</b>		<b>DES. STD</b>		<b>0.11</b>	

La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento HARLAN Lote: 7012-111698M

<b>ALIMENTO HARLAN LOTE 7004-082098M</b>							
No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	3.68	10.74	16.4	22.76	43.7		
2	4.971	10.75	16.29	29.32	49		
3	4.047	11.2	15.45	26.01	49		
4	5.655	10.88	16.4	33.7	48.1		
5	3.297	11.02	16.57	21.29	36.9		
6	5.64	10.9	16.56	32.46	45.6		
7	5.42	10.71	16.43	31.24	49		
8	5.149	10.72	16.38	36.36	49		
9	5.518	10.75	16.31	33.93	48.5		
10	4.62	10.77	16.33	27.82	47		
11	4.777	10.91	16.26	28	47		
12	4.573	10.84	16.39	27.28	45.9		
13	6.277	10.82	16.39	36.04	49		
14	5.46	10.68	16.24	32.54	49		
15	5.753	10.74	16.3	33.35	49		
16	5.847	10.76	16.35	33.51	49		
17	5.786	11.35	15.6	34.29	48.4		
18	4.818	10.86	16.22	28.74	48.2		
19	5.252	10.7	16.24	32.24	48.5		
20	4.764	11.08	16.49	27.65	47.9		
<b>MEDIA</b>	<b>5.06</b>	<b>10.85</b>	<b>16.28</b>	<b>30.42</b>	<b>47.38</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>0.76</b>	<b>0.17</b>	<b>0.27</b>	<b>4.17</b>	<b>2.85</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		2.6		1		0	
2		2.89		2		1.25	
3		2.40		3		0.96	
<b>MEDIA</b>		<b>2.63</b>		<b>MEDIA</b>		<b>0.73</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.24</b>		<b>DES. STD</b>		<b>0.65</b>	

La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento HARLAN Lote: 7004-082098M

<b>ALIMENTO HARLAN LOTE 8664-091798M</b>							
No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	5.437	11	16.78	31.64	49		
2	6.437	11.3	16.55	36.54	49		
3	5.792	11.24	16.67	34.32	49		
4	4.531	11.29	16.66	24.35	49		
5	5.997	11.3	16.6	33.82	47.9		
6	5.863	11.17	16.62	32.49	49		
7	3.402	11.76	15.83	20.81	40.4		
8	5.994	11.26	16.68	33.4	38.8		
9	5.706	11.56	15.66	32.56	47.3		
10	6.054	11.77	15.84	33.39	38		
11	6.228	11.59	16.62	33.31	35.5		
12	5.986	11.24	16.67	32.97	49		
13	6.04	11.45	16.65	32.99	44.9		
14	4.832	11.6	15.76	29.98	49		
15	6.894	11.35	16.59	39.12	49		
16	6.834	11.2	16.7	37.83	49		
17	6.07	11.35	16.69	34.29	49		
18	4.033	11.68	15.85	25.51	49		
19	3.528	11.58	16.72	22.39	35		
20	5.933	11.61	16.69	32.37	32.7		
<b>MEDIA</b>	<b>5.57</b>	<b>11.41</b>	<b>16.44</b>	<b>31.70</b>	<b>44.97</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>0.998</b>	<b>0.21</b>	<b>0.39</b>	<b>4.85</b>	<b>5.80</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		2.19		1		0.9	
2		2.2		2		0.78	
3		2.19		3		0.87	
<b>MEDIA</b>		<b>2.19</b>		<b>MEDIA</b>		<b>0.85</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.005</b>		<b>DES. STD</b>		<b>0.06</b>	

La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento HARLAN Lote: 8664-091798M



<b>ALIMENTO NUTRICUBO PURINA SIN LOTE</b>							
No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	5.532	11.53	16.8	33.2	40.5		
2	3.993	11.39	16.54	23.88	40.7		
3	3.572	10.87	16.51	22.27	49		
4	3.817	11.11	16.42	21.72	49		
5	4.295	11.04	16.33	24.51	49		
6	2.945	10.99	16.98	20.16	25.4		
7	4.497	11.52	16.34	28.77	49		
8	4.714	11.33	16.67	27.84	41		
9	3.713	10.85	16.62	22.33	44.2		
10	3.278	11.52	16.69	19.65	49		
11	4.717	11.28	16.59	26.39	47.6		
12	3.843	11.54	16.86	23.37	36.3		
13	3.489	11.4	16.68	21.36	40		
14	4.774	11.34	16.68	27.76	37.9		
15	3.786	11.25	16.69	23.08	47.3		
16	3.84	11.27	16.52	23.67	49		
17	3.755	11.38	16.63	22.26	49		
18	3.429	10.49	16.82	21.47	26.2		
19	4.059	11.27	16.81	24.9	48.9		
20	3.746	11.19	16.55	24.37	48.2		
<b>MEDIA</b>	<b>3.98</b>	<b>11.22</b>	<b>16.63</b>	<b>24.14</b>	<b>43.36</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>0.608</b>	<b>0.27</b>	<b>0.16</b>	<b>3.28</b>	<b>7.39</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		3.50		1		1.73	
2		3.39		2		1.84	
3		3.19		3		0.74	
<b>MEDIA</b>		<b>3.36</b>		<b>MEDIA</b>		<b>1.43</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.15</b>		<b>DES. STD</b>		<b>0.60</b>	

La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento NUTRICUBO de PURINA

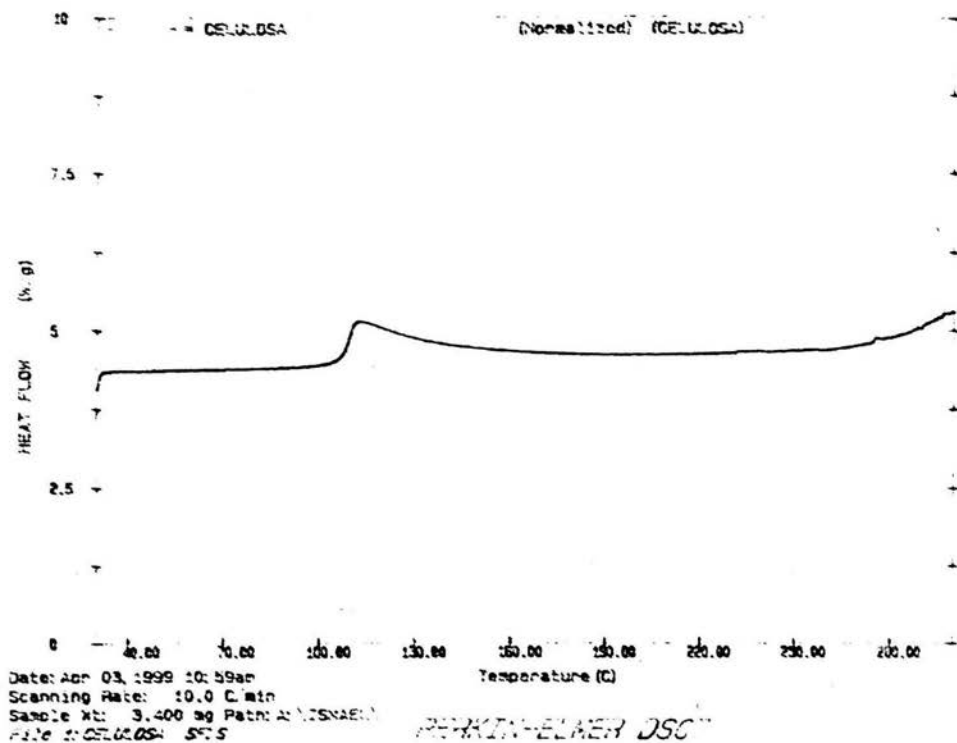
**ALIMENTO PROPUESTO ( GALLETA )**

No	Peso (gr)	Grosor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Dureza (SC)		
1	6.575	8.71	22.04	40.41	49		
2	7.682	11.61	21.52	42.35	49		
3	6.999	9.37	22.47	38.52	49		
4	6.111	9.66	18.82	40.52	49		
5	8.013	14.73	17.05	41.00	49		
6	8.870	10.81	23.10	42.44	49		
7	6.401	7.17	20.06	44.26	49		
8	9.396	12.22	23.46	42.39	49		
9	8.287	13.56	17.66	40.83	49		
10	6.627	9.60	20.91	40.65	49		
<b>MEDIA</b>	<b>7.49</b>	<b>10.74</b>	<b>20.70</b>	<b>41.33</b>	<b>49</b>		
<b>DES. STD</b>	<b>1.125</b>	<b>2.31</b>	<b>2.24</b>	<b>1.57</b>	<b>0</b>		
<b>PRUEBA</b>		<b>%HUMEDAD</b>		<b>PRUEBA</b>		<b>%FRIABILIDAD</b>	
1		3.5		1		0.43	
2		2.89		2		0.19	
3		2.59		3		0.34	
<b>MEDIA</b>		<b>2.99</b>		<b>MEDIA</b>		<b>0.32</b>	
<b>DES. STD</b>		<b>0.46</b>		<b>DES. STD</b>		<b>0.12</b>	

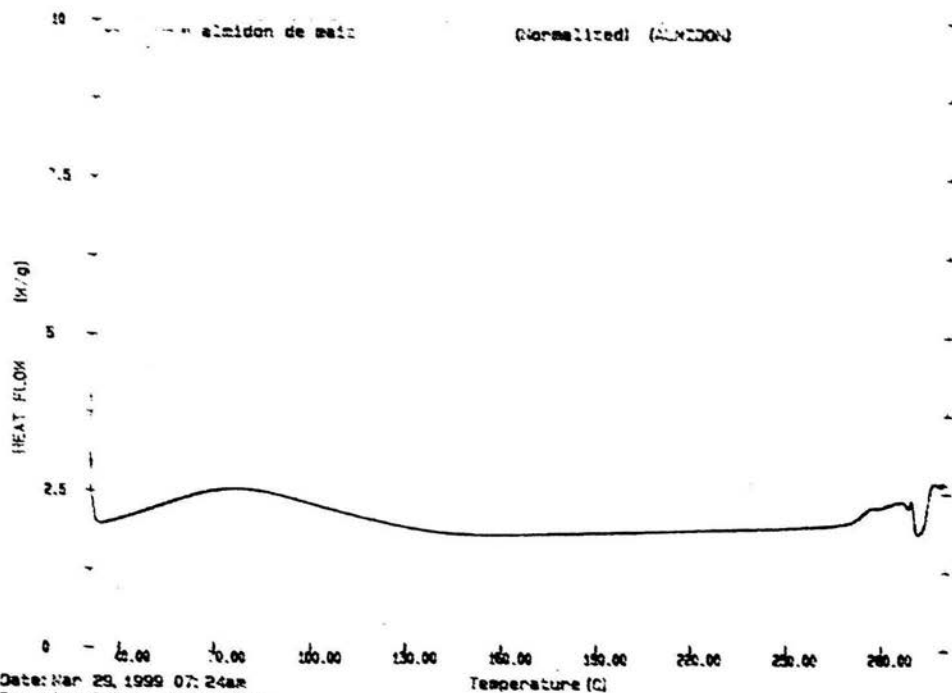
La tabla indica los resultados del Analisis del Peso, dureza, dimensiones, %Humedad y % de friabilidad del alimento propuesto para el mantenimiento de ratas de bioterio

## ANEXO 2

### TERMOGRAMAS DE LA PRUEBA DE CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO EN EL ALIMENTO PARA MANTENIMIENTO DE RATAS DE BIOTERIO



- Termograma de la materia prima Celulosa  
 Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 3.4mg.

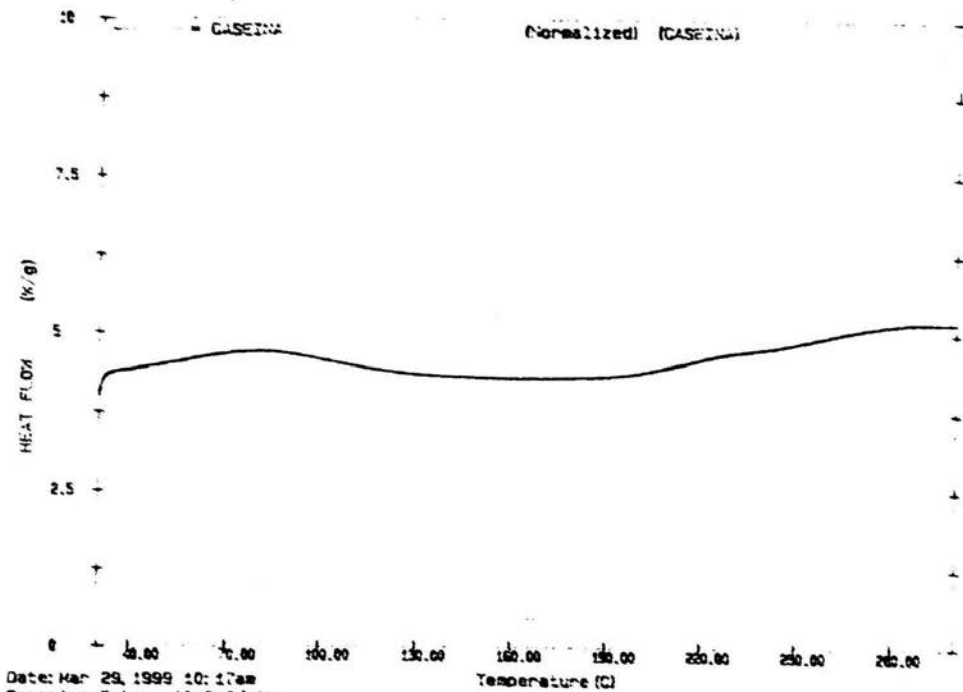


Date: Mar 29, 1999 07:24am  
 Scanning Rate: 10.0 C/min  
 Sample Wt: 4.100 mg Path: ALMIDON  
 File: ALMIDON.TSV

PERKINELMER DSC

- Termograma de la materia prima Almidon de Maiz

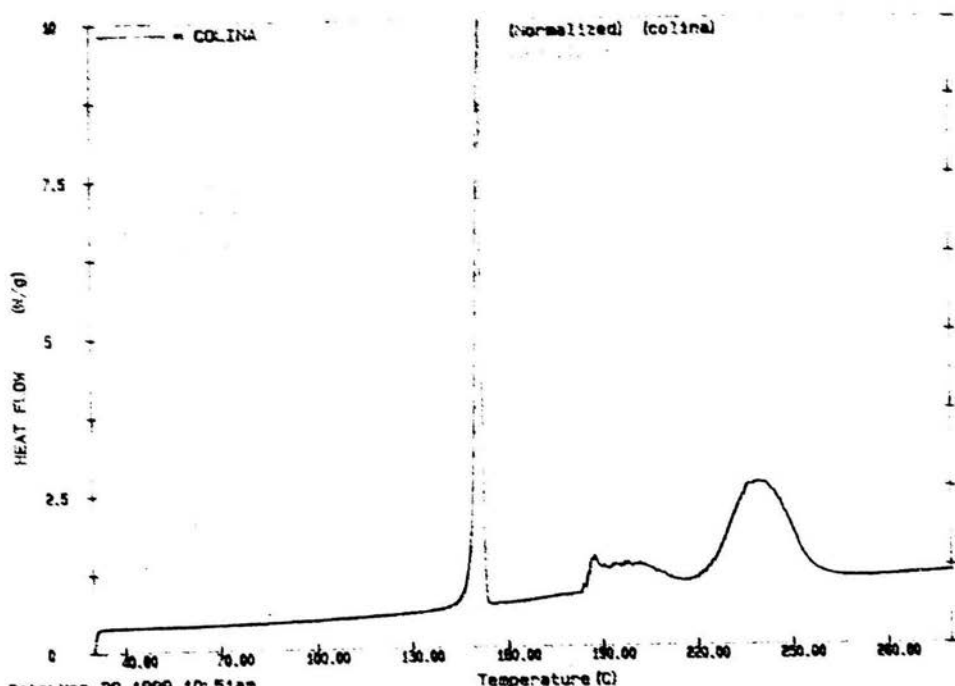
Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min., peso de la muestra 4.1 mg.



Date: Mar 29, 1999 10:17am  
Scanning Rate: 10.0 C/min  
Sample Wt: 3.980 mg Path: A:\ISMAEL\

PERALTA-HELMER DSC

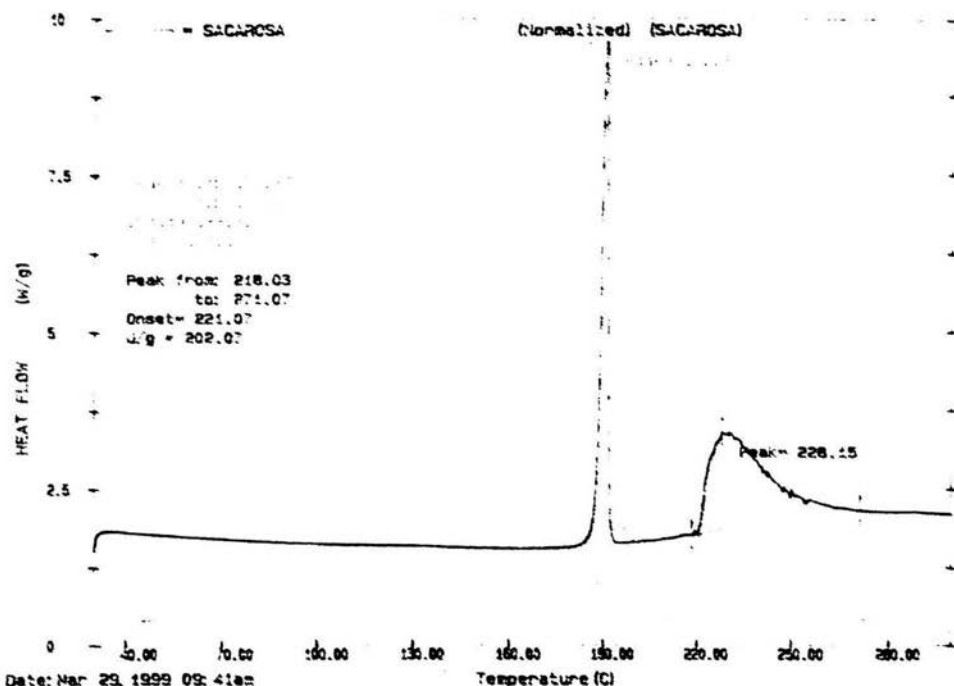
- Termograma de la materia prima Caseina  
Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 3.98mg.



Date: Mar 29, 1999 10: 51am  
Scanning Rate: 10.0 C/min  
Sample Wt: 3.850 mg Path: a:\ismee2\  
File 1: COLINA SFL5

PERKIN-ELMER DSC7

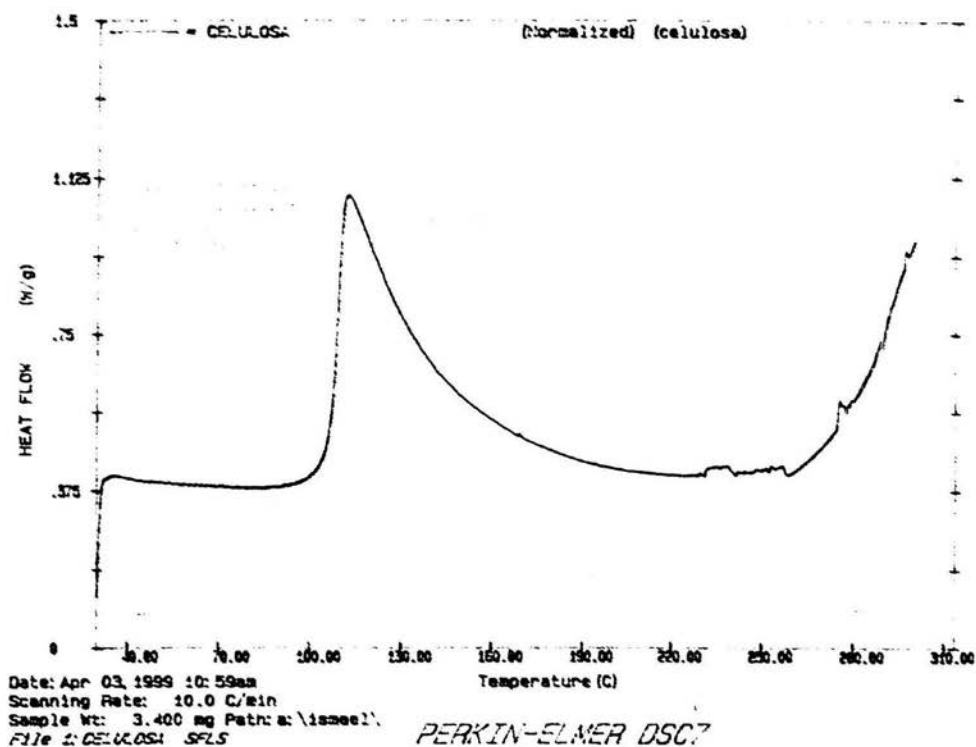
- Termograma de la materia prima Colina  
Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 3.85mg.



Date: Mar 29, 1999 09:41am  
 Scanning Rate: 10.0 C/min  
 Sample Wt: 2.920 mg Patricia VISMARIN  
 File 1: SACAROSA SFLS

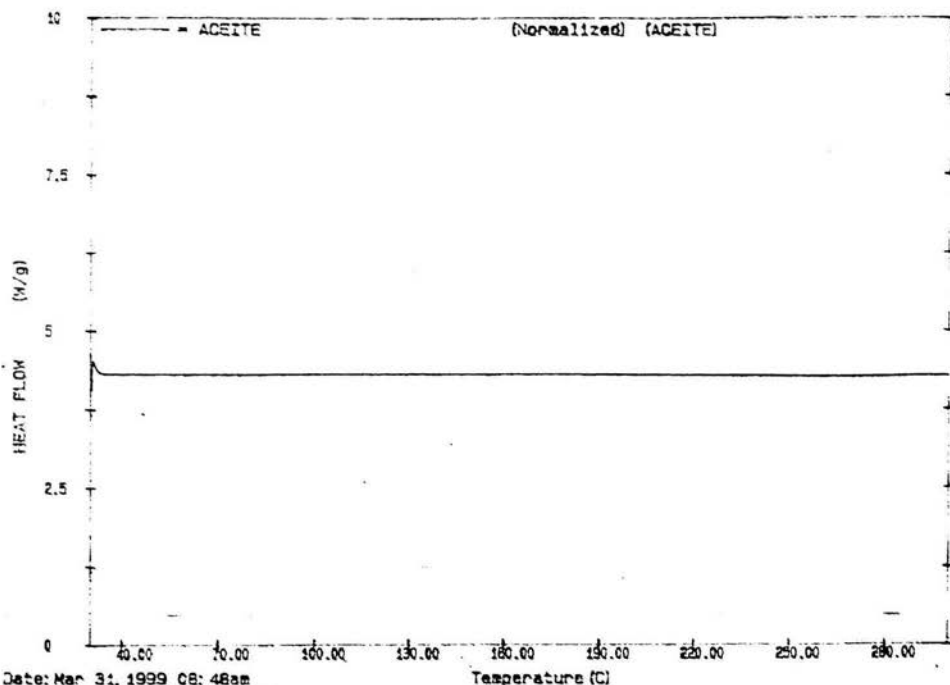
PERKIN-ELMER DSC7

- Termograma de la materia prima Sacarosa  
 Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 2.97mg.



- Termograma de la materia prima Celulosa.  
Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 3.4mg.



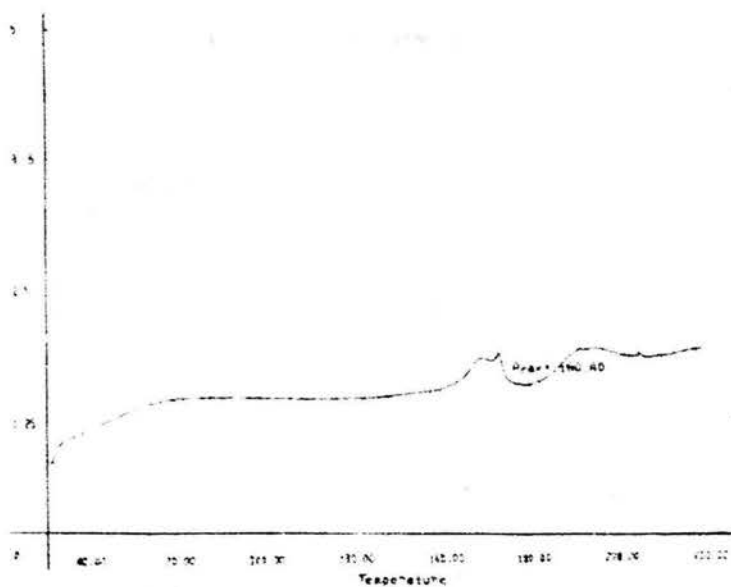


Date: Mar 31, 1999 08:48am  
Scanning Rate: 10.0 C/min  
Sample N<sup>o</sup>: 4.060 mg Path: A:\ISMAEL\  
File 1: ACEITE SFLS

PERKIN-ELMER DSC7

- Termograma de la materia prima Aceite de Maiz.

Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 4.06mg.



- Termograma del alimento en galleta  
Condiciones: Tasa de calentamiento 10 C/min, peso de la muestra 3.86mg.

## ANEXO 3 GLOSARIO

**Estas definiciones se manejan para fines prácticos de este trabajo**

**Pellet:** Alimento comprimido duro en forma de bolita ó trozo de varilla de aproximadamente 3 cm de largo y 1.5 cm de ancho. Producto de la extrusión y corte.

**Pelletinado:** Acción de fabricar pellets.

**Galleta:** Alimento comprimido duro en forma de moneda de aproximadamente 5 cm de diámetro y 1.0 cm de ancho. Producto de la extrusión y corte.

**Dieta :** Régimen alimenticio.

**Alimento:** Toda sustancia que introducido en el canal digestivo llega a la sangre y es asimilado por los órganos y tejidos, reparando sus pérdidas.