

89  
Zej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**PRODUCTIVIDAD OBTENIDA DE DOS INSECTOS AL  
RECICLAR DESECHOS ORGANICOS DE ORIGEN  
ANIMAL Y VEGETAL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

P R E S E N T A N :

**ALBERTINA MARIA DE JESUS LAGUNES LARA**

**LAURA GARCIA VAZQUEZ**



MEXICO, D. F.



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLARES

1994

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

**A la memoria de mi Padre  
Samuel Lagunes Lagunes**

**A la memoria de mis Hermanos  
Alba y Rafael**

**Con amor, gratitud y admiración,  
a quien todo lo ha dado y  
de quien todo he recibido, mi Madre.  
Dionisia Lara Vda. de Lagunes**

**A mis Hermanos**

**A mis Sobrinos**

**A quienes me han brindado sincera amistad.**

**Albertina**

**A mis Padres**

**Victoria Vázquez Juárez  
Jesús García Pérez**

**Por el apoyo incondicional  
que me han brindado en todo momento.  
Con cariño**

**Laura**

## **AGRADECIMIENTOS.**

Con profundo agradecimiento a la Dra. Julieta Ramos-Elorduy por su excelente dirección, entusiasmo y paciencia en el desarrollo de esta investigación así como por sus atinados consejos.

Al M. en C. José Manuel Pino M., por la valiosa asistencia técnica para la elaboración de análisis químicos y por sus sugerencias en la revisión del trabajo.

A la Dra. Nora Elizabeth Galindo M. por sus sugerencias en la revisión del presente trabajo.

A la M. en C. Lourdes Zuñiga T. y al Biol. Javier Figueroa Morales G., por la revisión de este trabajo.

Hacemos patente nuestro agradecimiento al Dr. Benito López Baños y a la Dra. Silvia Vázquez Islas por sus aportaciones en los estudios matemáticos de este trabajo.

**Este trabajo se realizó en el Instituto de Biología,  
Departamento de Zoología (Entomología) U.N.A.M. y en el  
Laboratorio de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad  
de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.**

## INDICE

1.	INTRODUCCION	
1.1	HAMBRE Y DESNUTRICION-----	1
1.2	INSECTOS COMESTIBLES-----	6
1.3	CONTAMINACION Y RECICLAJE-----	10
2.	ANTECEDENTES	
2.1	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS INSECTOS-----	15
2.2	CARACTERISTICAS GENERALES DEL ORDEN ORTHOPTERA-----	16
2.3	CARACTERISTICAS GENERALES DEL ORDEN COLEOPTERA-----	17
2.4	POSICION TAXONOMICA DE LOS INSECTOS ESTUDIADOS-----	19
3.	OBJETIVOS-----	20
4.	MATERIAL Y METODO	
4.1	CULTIVO-----	22
4.1.1	Tratamiento de desechos-----	22
4.1.2	Experimentos de reciclaje-----	27
4.2	REGISTRO DE DATOS-----	31
4.3	ANALISIS QUIMICO PROXIMAL-----	33
4.4	ANALISIS ESTADISTICO-----	38
4.5	ANALISIS DE COSTO DE PRODUCCION-----	39
5.	RESULTADOS	
5.1	<i>Tenebrio molitor</i> -----	41
5.2	<i>Acheta domestica</i> -----	61
5.3	ANALISIS ESTADISTICO-----	86
5.4	COSTO DE PRODUCCION-----	103
6.	DISCUSION-----	106
7.	CONCLUSIONES-----	120
8.	LITERATURA CONSULTADA-----	124

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 HAMBRE Y DESNUTRICION.

En el mundo actualmente se vive una crítica situación, donde cada vez se acentúan problemas lacerantes entre los que destacan: a) contaminación ambiental, b) crisis energética, c) explosión demográfica, d) uso del suelo y e) la falta de disponibilidad de recursos alimentarios en los diferentes países para mantener a su población.

De este último, lamentablemente se ha visto que en diversas partes del mundo, a pesar de que el hombre desde siempre, ha recolectado, sembrado, pescado, cazado y/o producido para su sustento diversos tipos de alimentos que le proporcionen los nutrimentos indispensables para su desarrollo y bienestar, existen en la actualidad, muchas personas que padecen desnutrición y hambre; y, aunque las causas de ello pueden ser muchas y muy variadas, particularmente para México podríamos mencionar entre otras: a) la ubicación geográfica, muy heterogénea, donde la mayor superficie está comprendida por zonas áridas y semiáridas, b) las tierras de labranza que en su mayoría son de temporal, es decir, dependen para la producción agrícola de las variaciones climáticas, que en ocasiones son adversas y causan la pérdida de los cultivos, y



aunado a ésto, el hecho de que otras tierras se dejan ociosas porque comercialmente no es costeable trabajarlas, c) las prácticas tradicionales e inoperantes de explotación de la tierra, que en algunas regiones todavía se realizan y que no producen eficientemente para mantener a la población, en continuo crecimiento y d) el constante incremento de precios de los alimentos debido a la inflación, ya que muchos de los productos que integran la llamada "canasta básica", se han tornado inaccesibles para la mayoría de la población, cuyo salario es raquítico, cuando al menos tienen un empleo.

Debido a esta problemática, de manera gradual y a través del tiempo, se le ha ido obligando a la mayoría de la población a cambiar sus hábitos alimenticios y a seleccionar productos de una menor calidad en su dieta, como ampliamente se aprecia en nuestro país; por ejemplo en el sector obrero, el cambio que se ha realizado del consumo de tortillas y frijoles por el de pan y pastas en el presente, convirtiéndose además en grandes consumidores de productos "chatarra", que por ende, les originan problemas nutricionales cada vez más graves; dichos hábitos dietéticos en los mexicanos distan mucho de lo diversificada y buena que fue la alimentación en la época de las culturas prehispánicas (Dávalos, H.E., 1966) y de lo cual dejó testimonio su cultura, en diversos tipos de códices.

En México el problema de alimentación es grave, pues prácticamente más de la mitad de sus habitantes padecen desnutrición, la cual regionalmente tiene la mayor concentración en los estados del sur, sureste y en algunos del centro del país (Espinosa, C.L. et al., 1987); existiendo apreciables diferencias nutricionales entre los distintos sectores sociales y los medios urbanos y rurales.

Existiendo un problema tan "dramático" como lo es el hambre, en tierras buenas se cultivan forrajes para alimentación de animales de granja, pues se ha notado en general, que en los últimos 25 años, las ciudades han ido absorbiendo en mayor escala los productos de origen animal como: carne, leche y huevo; a pesar de que se ha comprobado que desde el punto de vista energético, al analizar las cadenas alimenticias y los gastos de su manutención, rinden menos dichos productos que los derivados directos de la agricultura (Barrons K.C., 1978), como las prácticas tradicionales lo han mostrado. Además, la producción, distribución y abastecimiento de los alimentos así obtenidos tienen un precio muy alto, siendo por ello negativos para mantener la calidad, la cantidad y el precio accesible a los sectores más amplios de la población, en donde es patente la desnutrición y el hambre, siendo éste más notorio en la población rural y en la urbana marginada.

En las últimas encuestas nacionales sobre alimentación, se muestra que casi nadie en el país consume una dieta nutritiva y variada, ya que el 66% lo hace defectuosamente un 21% en exceso (De Valdivia R.M. et al., 1984), y sólo un reducido 13% de la población lo hace adecuadamente.

En el primer caso (66%) lleva a la población a manifestar graves trastornos de salud tanto física como mental, pues para el organismo es insuficiente y/o de baja calidad el consumo de proteínas en sus alimentos, siendo éstas las que están reflejando la situación nutricional del individuo; como por ejemplo se puede provocar la alteración del equilibrio hídrico del organismo, cuya manifestación es la inflamación del vientre. Durante la inanición o cuando no se ingieren proteínas, los aminoácidos se desaminan y oxidan, produciendo una pérdida de proteínas de alrededor de 30 gramos diarios, por lo que es preciso ingerir no menos de éstos y es recomendable la ingestión de 75 gramos diarios, como un margen de seguridad para un buen metabolismo de acuerdo a las actividades del organismo (Guyton, A.C., 1971).

En el segundo caso (21%), también ocurren problemas metabólicos como la obesidad, siendo los organismos muy susceptibles a algunas enfermedades degenerativas como, arteroesclerosis, hipertensión, enfermedades tromboembólicas.

En el tercer caso en donde sólo se tiene desafortunadamente al 13% de la población, el individuo lleva a cabo un buen funcionamiento orgánico gracias a que en su consumo alimenticio las proteínas, favorecen las condiciones de estructura, la formación de varias hormonas y de enzimas que regulan procesos metabólicos y de inmunidad, permitiendo la formación de anticuerpos indispensables en la defensa del organismos contra agentes patógenos.

Las proteínas son la fuente de aminoácidos esenciales para el hombre y otros animales, dichos aminoácidos que algunas plantas sintetizan, el hombre debe adquirirlos a través de sus dietas, debido a que las proteínas constituyen también aproximadamente, las tres cuartas partes de los sólidos del cuerpo (Guyton, A.C., 1971); se puede señalar tan solo como un ejemplo que en el músculo se alberga alrededor de un 40% de la proteína total del cuerpo, que puede funcionar como reserva de aminoácidos y/o en la síntesis de bases púricas y pirimídicas, vitaminas, etc. (Leningher, A. 1972).

Es importante también tomar en cuenta el consumo calórico, que es otro de los indicadores directos del tipo de alimentación ingerida por la población, éste se considera es de 2200 K/cal per-cápita diario en la población mexicana promedio en torno a 18 años de edad (Roldan A. et al., 1988).

En las guías para educación nutricional en México, se recomienda que para una buena nutrición es indispensable un consumo de 20 gramos de proteína animal por día; se sabe que éstas proporcionan 4 calorías por gramo, que las grasas proporcionan 9 calorías por gramo y los carbohidratos 4 calorías por gramo (Badui, D.S. 1981). Estos datos son importantes ya que los alimentos deben de contener estos compuestos orgánicos, en una proporción balanceada y para que así permitan obtener un consumo proteínico y calórico para el bienestar orgánico.

Es necesario y prioritario, intentar solucionar o abatir el problema de desnutrición y hambre, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales; para ello es relevante buscar e impulsar otras fuentes de proteína, alternativas, que apoyen o complementen los recursos agropecuarios clásicos a bajo costo, para poder satisfacer las necesidades de la población.

## **1.2 INSECTOS COMESTIBLES.**

Respecto a lo anterior se puede decir que la entomofagia podría ser una buena alternativa a tomar en cuenta, que ayudaría a solucionar el problema de la alimentación por las siguientes razones:

--- En diversas regiones del mundo, los insectos desde épocas remotas han sido fuente de alimento para el hombre.

- Tienen ciclos de vida que manifiestan diferentes estados de desarrollo, huevecillos, larvas, pupas o ninfas y adultos; y que son consumidos por las diferentes culturas del mundo.
- Su valor nutricional, que se ha comprobado es elevado en calidad y cantidad de proteína.
- Son el grupo animal dominante sobre la Tierra y comprenden 4/5 partes del reino animal.
- Son el grupo animal más cosmopolita, condición que se da por su amplia adaptación genética.
- Por su tamaño encuentran mayor cantidad de habitats adecuados a su supervivencia y reproducción.
- Manifiestan un potencial biótico elevado y ciclos de vida generalmente cortos. (Ramos-Elorduy, J. et al., 1989).

Considerando los factores relevantes antes mencionados, de manera general se ha postulado, que los insectos comestibles se pueden emplear para diseñar y elaborar una dieta idónea (balanceada) para la salud, pues se ha demostrado que tienen un perfil de aminoácidos aceptable para la alimentación; además las pruebas de digestibilidad "in vitro" de algunos insectos comestibles, sobrepasan el 60% de digestibilidad proteínica y por ello se les considera así como un "concentrado proteínico" (Ramos-Elorduy, J. et al., 1981).

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, el hombre desconoce la función real o potencial que pudieran desempeñar los insectos como fuente de alimentación directa. Es decir, se pueden usar en la elaboración de dietas para el hombre en este caso, un gran número de especies comestibles importantes como: mariposas, escarabajos, hormigas, abejas, avispas, chinches, moscos, termitas, libélulas, chapulines, piojos y chicharras (Ramos-Elorduy J. et al., 1984c), las que en muchas regiones del mundo han sido y siguen siendo fuente de alimento para el hombre desde época prehistórica; fundamentalmente por ejemplo en las regiones geográficas que manifiestan condiciones adversas para el desarrollo agrícola. En nuestro país este hábito se observa sobre todo en las zonas áridas donde la gente consume por gusto una gran diversidad de insectos, favoreciendo así a subsanar el problema crítico de la obtención de alimentos y por ende, el de la nutrición (Ramos-Elorduy J., 1984b); o bien emplearse indirectamente para él mismo, al ser usados en alimentación de pollos, patos, peces y otros. En la nutrición animal se pueden emplear moscas, cucarachas o algunas otras especies que proliferan en la naturaleza, para la elaboración de las raciones alimenticias bajo condiciones controladas.

Es importante tener muy presente que el valor nutricional de un insecto para consumo, no es el único aspecto a considerar en él sino también, la eficiencia de conversión alimenticia,

considerando así la transformación que el insecto hace del alimento consumido en su propio peso corporal, es decir su masa.

Los estudios sobre la comparación de la eficiencia de conversión alimenticia de diferentes animales de consumo humano, han demostrado que es el pollo, el de mejor eficiencia, siendo ésta similar a la que se presenta en los insectos; en este último caso es difícil de calcular, debido a la biodiversidad del grupo y al diferente estado fisiológico del insecto que se investigue, pero según Taylor, R. (1975) como se mencionó anteriormente, muchos insectos comestibles son satisfactoriamente comparados con el pollo en cuanto a dicha eficiencia de conversión alimenticia.

Se debe tener presente también, que los productos alimenticios animales que se transforman en nutrimentos para el hombre, son el resultado de todo un proceso de producción, que implica desde la elaboración de las raciones de alimentación, hasta la adquisición y consumo del producto, donde generalmente la naturaleza de los ingredientes dietéticos para dicha producción tienen como base: maíz, sorgo, trigo, soya y otros que en muchos de los casos son recursos directos para el sustento del hombre; se considera que de esta forma, no es objetivo producir alimento



para la humanidad compitiendo con los recursos directos de alimentación del hombre mismo.

Por lo tanto, es importante señalar que con un cultivo de insectos, se promovería ampliamente el aprovechamiento de éstos y no se corre el riesgo de competencia con la producción vegetal ni animal, ni con el recurso de sustento de los insectos o animales para consumo, ya que para sus cultivos incluso, se puede hacer uso de productos de desecho orgánicos del ambiente, como los que producen las ciudades y que actualmente han llegado a causar grandes problemas ecológicos y de salud, debido a que las actividades del hombre son cada vez más intensas; es decir, la población libera gran cantidad de residuos que clasificamos simplemente como "basura" y que, desde el punto de vista técnico, su procesamiento y uso ulterior son muy complicados.

### **1.3 CONTAMINACION Y RECICLAJE.**

En México el problema de la acumulación y procesamiento de la basura se torna complejo, sobre todo por la escala de producción de residuos sólidos, ya que la velocidad de ésta es mucho mayor, a la eficiencia con la que éstos se reciclan en el medio, por procesos bioquímicos naturales dentro de un determinado período de tiempo, por lo que se debe de implementar su reciclamiento de una forma más eficaz.

Entre los residuos se pueden considerar: restos de comida, desechos de mercados, desperdicios de fábricas de productos agropecuarios, hojarasca, paja, estiércol, restos de forrajes y otros, denominados orgánicos. Todos ellos son desechos que componen el 50% de la "basura" orgánica que se recolecta en México; el 20% es de material reciclable para la industria y el 30% de material de "rechazo". De toda la basura, el 80% es de origen doméstico, el 10% proviene de mercados y comercios y el otro 10% del ramo industrial, lo que demuestra que las concentraciones urbanas como producto de su actividad, dan lugar a la cada vez mayor producción de basura y en las últimas décadas en nuestro país, se han visto cambios sustanciales, pues a principios de los cincuentas, la producción de basura fue de 300 gramos por día per-cápita y en la actualidad se alcanzan 750 gramos por día, de manera que a nivel nacional, se da una generación diaria de 80 000 toneladas aproximadamente. Comparando con la producción de 1982 que se aproximó a 48 000 toneladas diarias, se aprecia un incremento notable y de las proyecciones futuras se estima que para el año 2000, podría llegar a ser de 100 000 toneladas diarias en el país; pues tan solo en los hogares del Distrito Federal desperdiciamos diariamente 100 000 Kilogramos de tortilla, 75 000 Kgs. de pan, 38 000 Kgs. de frijol, 30 000 Kgs. de arroz y en forma general producen 940 gramos de basura por día, los habitantes del Distrito Federal. (Villeda, V.C., 1992).

En cuanto a la calidad de la basura, en el pasado se alcanzaba hasta el 64% de tipo orgánico, de fácil degradación; al transcurrir los años ésta se ha reducido hasta el 40% y la restante es de difícil degradación, (Anónimo, 1984), lo que muestra, que los desechos permanecen por más tiempo en el ambiente y con ello, las condiciones técnicas, sociales, económicas y demográficas, se tornan cada vez más complejas para solucionar o reducir el problema de contaminación ambiental originado por basura ya que de ésta, más del 90% se dispone en tiraderos a cielo abierto, trayendo consecuencias indeseables para la salud y alteraciones ambientales debido por ejemplo a que, con facilidad proliferan ahí muchos animales nocivos; el restante 10% se procesa para la producción de "rico suelo" en una planta industrializadora de basura que es insuficiente para las necesidades de la población, la cual ya rebasa los 18 millones de habitantes tan solo en el área metropolitana.

Con el tamaño de la población y las condiciones locales actuales para disponer de un tratamiento total o parcial de los desperdicios y donde la colecta, transporte, descarga y procesamiento de ellos es altamente costoso; valdría la pena preguntarse ¿por qué no aprovechar la basura orgánica como un recurso que permita el cultivo de insectos? así, ésta sería una buena alternativa que favoreciera o completara la

producción de nutrimentos de buena calidad para la elaboración de alimento para animales a bajo costo, apoyándose indirectamente la nutrición humana y contribuyendo a su vez a dar un tratamiento diverso a los desechos para reciclarlos de forma inmediata; al crear centros de cultivo de insectos consumidores de desechos y abatiendo en parte la destrucción del ambiente, evitando la lixiviación, ya que al filtrarse a través del suelo los productos de la fermentación de la basura de los tiraderos y baldíos, se contaminan las aguas subterráneas con microorganismos patógenos y sustancias químicas, desafortunadamente solo logra recolectarse un 75% del total y desgraciadamente es mínima la parte que se recupera para reciclaje.

Se puede decir, que de la basura orgánica se están desperdiciando proporciones muy altas de proteínas y del valor energético de la materia, pues como ya se mencionó solo una mínima parte de ésta es procesada (10%); si consideramos que tan solo 100 gramos de peso neto de los siguientes productos alimenticios producen:

Alimento porción comestible	Proteína gramos	Carbohidratos gramos
Tortilla	5.4	47.2
Pan blanco	8.4	62.1
Frijol	19.2	61.5
Arroz	7.4	78.8

(Hernández M., Chávez A. y Bourges H., 1987)

Estas proteínas y carbohidratos se tornan desechos por la población debido a las toneladas diarias que como desperdicios alimenticios arroja formando parte de la basura.

Cabría pues, apoyar la posibilidad de aprovechar la energía y valor nutritivo de la "basura" en producir proteína a través del cultivo de insectos, reciclando los desperdicios; más aún, si consideramos que las proteínas son la parte más cara de la ración y actualmente la mayor parte de éstas para la formulación del alimento animal proviene de la importación y principalmente deriva de la soya.

Considerando esta alternativa, los insectos aún no siendo el alimento central de la dieta del hombre, pueden ser considerados como un recurso natural renovable que le apoya para subsanar problemas de desnutrición, hambre y contaminación por desechos orgánicos, ya que son un suplemento significativo en proteínas, aminoácidos, grasas, sales minerales, vitaminas y calorías en la alimentación de los pueblos, así como también son útiles en el reciclaje de materiales que el mismo hombre genera.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS INSECTOS**

Los insectos tienen estructurado su cuerpo en tres regiones:

\_\_\_ La cabeza: en la mayoría de los insectos está orientada de forma que las partes bucales se dirigen hacia abajo, presentan un par de ojos compuestos y sostienen de forma típica un par de antenas.

\_\_\_ El tórax: forma la región media del cuerpo, a él se articulan los tres pares de patas y generalmente dos pares de alas.

\_\_\_ El abdomen: está estructurado de nueve a once segmentos y los últimos de esta tercera región del cuerpo se transforman en órganos que el animal utiliza para funciones reproductivas y de oviposición.

La clase Insecta la forman más de 750 000 especies descritas dentro de los 27 órdenes que dan (Borror D.J. et al. 1976). Debido a su gran radiación adaptativa y a sus características morfofisiológicas específicas, poseen diversos tipos de adaptaciones entre éstas, se encuentran las que les permiten prevenir pérdidas de agua, un ejemplo de esto es la epicutícula que está impregnada de compuestos cerosos, éstos disminuyen la superficie de evaporación y por otra parte está

también la reabsorción de agua en el recto, que permite conservar parte de este líquido que se perdería por excreción y egestión.

Casi todos los insectos depositan sus huevos valiéndose de un ovipositor.

Durante su crecimiento manifiestan cambios graduales de exoesqueleto (mudas), siendo de 6 a 10 mudas las necesarias para alcanzar el estado adulto según la especie.

Todos los insectos presentan una respiración tipo traqueal.

Son de habitats terrestres o dulce acuícolas, varían considerablemente en sus hábitos alimenticios, entre los que se pueden considerar el consumo de plantas, animales, hongos, humus, carroña, productos animales etc. es decir, son fitófagos, micófagos, humícolas, carroñeros etc.

## **2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ORDEN ORTHOPTERA**

Actualmente se conocen 22 500 especies pertenecientes a este orden (Coronado R. et al., 1972) cuya diagnóstico es la siguiente:

Su cuerpo es alargado, cilíndrico o robusto, sus partes bucales son masticadoras, ojos compuestos y dos o tres

ocelos, antenas filiformes, cortas o largas, abdomen de diez segmentos y vestigios del onceavo, patas traseras generalmente adaptadas para saltar; las hembras con ovipositor muy desarrollado, aparato estridulatorio y auditivo desarrollado. La metamorfosis es incompleta, paurometábola.

#### **Diagnosís de la Familia Gryllidae.**

Las especies de la familia Gryllidae son de cuerpo cilíndrico aplanado por el dorso, son ubicados taxonómicamente en el suborden Saltatoria por su capacidad de saltar, éstos tienen tres segmentos tarsales, antenas largas; el ovipositor es largo y recto, los cercos son de un solo artejo. La mayoría son omnívoros. Una de las especies de mayor importancia económica es el llamado grillo doméstico, *Acheta domestica* (L), que se ha clasificado como una plaga frecuente en las casas habitación.

#### **2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ORDEN COLEOPTERA**

Se conocen alrededor de 250 000 especies (Coronado R. et al., 1972) cuya diagnósis es la siguiente:

Su cuerpo es duro, las partes bucales son del tipo masticador, ojos bien desarrollados, generalmente faltan los ocelos, antenas de diferente tipo, acodadas, lameladas, filiformes y aserradas; las alas anteriores endurecidas y las



posteriores son membranosas. El abdomen consta de diez segmentos y el último es retráctil, cercos ausentes. Las larvas pueden tener o no patas torácicas y son excelentes ejemplos de adaptación a diferentes modos de vida. Presentan metamorfosis completa u holometábola.

#### **Diagnosís de la Familia Tenebrionidae.**

En la familia Tenebrionidae el tamaño es de 2 a 35 mm., son de cabeza pequeña, angosta y prognata, antenas de once artejos del tipo aserradas o claviformes, larvas de cuerpo cilíndrico con dos ganchos al final del abdomen, la pupa con cercos cortos, los adultos son de color café oscuro lustroso o negro. Son de hábitos nocturnos y su alimentación es variada. Una de las especies de gran interés económico por ser una plaga de granos y almacenados es *Tenebrio molitor* (L), comúnmente conocida como gusano amarillo de la harina o en estado adulto gorgojo negro, es considerada como una plaga secundaria, en virtud de que se alimenta de granos o semillas previamente dañados así como de las harinas, salvado etc., son comunes principalmente en los lugares de almacenamiento oscuros y húmedos (Moron, M.A. et al., 1988).

#### 2.4 POSICION TAXONOMICA DE LOS INSECTOS ESTUDIADOS

Phyllum\_\_Arthropoda

Clase\_\_Insecta

Orden\_\_Orthoptera

Familia\_\_Gryllidae

Género\_\_*Acheta*

Especie\_\_*domestica* (Linnaeus)

Phyllum\_\_Arthropoda

Clase\_\_Insecta

Orden\_\_Coleoptera

Familia\_\_Tenebrionidae

Género\_\_*Tenebrio*

Especie\_\_*molitor* (Linnaeus)

### 3. OBJETIVOS

Debido a la problemática anteriormente expuesta, referente a nutrición, alimentación y a la contaminación; surgen los siguientes objetivos que tienen como finalidad aportar estudios que puedan contribuir a la elaboración de raciones alimenticias, como una alternativa para la población y a su vez, favorecer a reducir, la permanencia de residuos orgánicos indeseables en el ambiente.

a) Diseñar y realizar diferentes experimentos que permitan el reciclaje de desechos orgánicos mediante el empleo de dos especies de insectos *Tenebrio molitor* L. y *Acheta domestica* L. en condiciones de laboratorio.

b) Determinar mediante las técnicas del A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) el valor nutricional de las dietas empleadas y de la biomasa obtenida de las larvas de *Tenebrio molitor* y de ninfas de *Acheta domestica* obtenidos.

c) Evaluar la productividad de estas especies en los medios ofrecidos.

d) Hacer un estudio comparativo de costos de obtención de proteína animal con productos convencionales de obtención proteínica.

e) Cuantificar la eficiencia de conversión alimenticia de cada dieta para *Tenebrio molitor* y *Acheta domestica*.

#### **4. MATERIAL Y METODO**

Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la U.N.A.M. y se dividió en diferentes fases:

##### **4.1 CULTIVO.**

Las poblaciones iniciales de los insectos empleados fueron proporcionadas por la Dra. Julieta Ramos-Elorduy. Dichas poblaciones están ubicadas en las cámaras de cultivo anexas al Instituto referido, en condiciones controladas a una temperatura promedio de 27.3°C con un rango de 1.5°C  $\pm$  y una humedad relativa promedio de 76.3  $\pm$  2 registradas con un higrómetro marca Cole-Palmer Instrument Company modelo No. 3310-00; estas poblaciones eran alimentadas con dietas ideales elaboradas como se muestra en la Tabla No. I para tenebrios (Cotton, R.T., 1940) y Tabla No. II para grillos (Patton, R.L., 1967) para su producción y manejo.

##### **4.1.1 Tratamiento de desechos.**

Los desechos de origen animal utilizados fueron: gallinaza, borregaza y estiércol de bovino, que se obtuvieron en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. y los desechos de origen vegetal fueron obtenidos de residuos alimenticios de diversos hogares.

Todos los desechos se secaron en estufa a 50°C marca Robertshaw Controls Company, modelo 15697, hasta su total deshidratación (peso constante), después de ésta, se molieron hasta que el tamaño de las partículas atravesara un tamiz Duvesa de 0.5 mm.; así se procedió a preparar las dietas, haciendo diferentes combinaciones con los ingredientes y homogeneizando las mezclas.

Se presentan en la Tabla No. I para *Tenebrio molitor*, las 16 dietas ensayadas, su clave correspondiente y la proporción de cada uno de sus componentes y para *Acheta domestica* en la Tabla No. II, se muestran las diferentes combinaciones de mezclas que permitieron elaborar con los desechos ya tratados las 7 dietas ensayadas con los organismos.

Las siglas que aparecen en la Tabla No. I a continuación son: D.O.C. que hacen referencia a los desechos orgánicos caseros (de origen vegetal), Exc. a excreta de tenebrios y Bag. al bagazo de caña.

**TABLA No. I:** Diferentes dietas en las que se cultivaron organismos de *Tenebrio molitor*.

1.- DIETA IDEAL (T1)		9.- BORREGAZA COMBINADA (B2)	
Salvado	90%	Borregaza	70%
Levadura	10%	Salvado	20%
		Levadura	10%
2.- GALLINAZA COMBINADA (G1)		10.- BORREGAZA COMBINADA (B3)	
Gallinaza	95%	Borregaza	80%
Bag. de caña	3%	Salvado	10%
Exc. de <i>T. molitor</i>	2%	Levadura	10%
3.- GALLINAZA COMBINADA (G2)		11.- BORREGAZA COMBINADA (B5)	
Gallinaza	70%	Borregaza	46.5%
Salvado	20%	D.O.C.	46.5%
Levadura	10%	Levadura	5%
		Exc. de <i>T. molitor</i>	2%
4.- GALLINAZA COMBINADA (G3)		12.- BORREGAZA COMBINADA (B6)	
Gallinaza	80%	Borregaza	69%
Salvado	10%	D.O.C.	24%
Levadura	10%	Levadura	5%
		Exc. de <i>T. molitor</i>	2%
5.- GALLINAZA COMBINADA (G4)		13.- ESTIERCOL COMBINADO (E1)	
Gallinaza	46.5%	Estiércol	95%
Borregaza	46.5%	Bag. de caña	3%
Levadura	5%	Exc. de <i>T. molitor</i>	2%
Exc. de <i>T. molitor</i>	2%		
6.- GALLINAZA COMBINADA (G5)		14.- ESTIERCOL COMBINADO (E2)	
Gallinaza	46.5%	Estiércol	70%
D.O.C.	46.5%	Salvado	20%
Levadura	5%	Levadura	10%
Exc. de <i>T. molitor</i>	2%		
7.- GALLINAZA COMBINADA (G6)		15.- ESTIERCOL COMBINADO (E5)	
Gallinaza	69%	Estiércol	46.5%
D.O.C.	24%	D.O.C.	46.5%
Levadura	5%	Levadura	5%
Exc. de <i>T. molitor</i>	2%	Exc. de <i>T. molitor</i>	2%
8.- BORREGAZA COMBINADA (B1)		16.- ESTIERCOL COMBINADO (E6)	
Borregaza	95%	Estiércol	69%
Bag. de caña	3%	D.O.C.	24%
Exc. de <i>T. molitor</i>	2%	Levadura	5%
		Exc. de <i>T. molitor</i>	2%

Las 16 dietas ensayadas con *Tenebrio molitor* se pueden concretar en 6 grupos con los cuatro sustratos básicos que fueron: salvado (testigo), gallinaza, borregaza y estiércol, los que variaron en concentración en cada tipo de dieta, como se muestra en el Cuadro No. 1 .

Se puede observar en el siguiente Cuadro (No. 1) que en el grupo 1 se tienen cuatro tipos de dietas incluyendo la testigo, en el grupo 2, 5 y 6 se tienen tres tipos, en el grupo 3 con dos tipos y en el grupo 4 solo un tipo de dieta. Cabe aclarar que en estos dos últimos casos de dietas (3 y 4) se empleó un número menor de tipos de dietas, debido a que las pruebas iniciales con estiércol no dieron resultados favorables, por lo que de éstas ya no se realizaron las combinaciones correspondientes.



CUADRO No. 1: Agrupamiento de los 16 tipos de dietas básicas para el reciclaje de *Tenebrio molitor* con las respectivas variaciones de éstas.

DIETA 1

T1 Salvado 90% Levad. 10%	G1 Gallinaza* 95% Bag. de caña 3% Ex <i>T.molitor</i> 2%	B1 Borregaza* 95% Bag. caña 3% Ex <i>T.molitor</i> 2%	E1 Estiércol* 95% Bag. caña 3% Ex <i>T.molitor</i> 2%
---------------------------------	---	--	--

DIETA 2

G2 Gallinaza* 70% Salvado 20% Levadura 10%	B2 Borregaza* 70% Salvado 20% Levadura 10%	E2 Estiércol* 70% Salvado 20% Levadura 10%
---	---	---

DIETA 3

G3 Gallinaza* 80% Salvado 10% Levadura 10%	B3 Borregaza* 80% Salvado 10% Levadura 10%
---	---

DIETA 4

G4 Gallinaza 46.5% Borregaza 46.5% Levadura 5.0% Ex <i>T.molitor</i> 2.0%
---

DIETA 5

G5 Gallinaza* 46.5% D.O.C. 46.5% Levadura 5.0% Ex <i>T.molitor</i> 2.0%	B5 Borregaza* 46.5% D.O.C. 46.5% Levadura 5.0% Ex <i>T.molitor</i> 2.0%	E5 Estiércol* 46.5% D.O.C. 46.5% Levadura 5.0% Ex <i>T.molitor</i> 2.0%
---	---	---

DIETA 6

G6 Gallinaza* 69% D.O.C. 24% Levadura 5% Ex. <i>T.molitor</i> 2%	B6 Borregaza* 69% D.O.C. 24% Levadura 5% Ex. <i>T.molitor</i> 2%	E6 Estiércol* 69% D.O.C. 24% Levadura 5% Ex. <i>T.molitor</i> 2%
--	--	--

Notas:

Las literales e índices significan la clave de la dieta.  
(\*) representa la variable del sustrato. Ex.= Excreta.

#### 4.1.2 Experimentos de reciclaje.

En los experimentos de *Tenebrio molitor* se empleó una población inicial de 30 pupas, se montaron en cajas de plástico rectangulares, de 28 cm. de largo X 22 cm. de ancho y 12 cm. de alto, con una capacidad de 7778.88 cm<sup>3</sup>, cada caja de experimentación se etiquetó con los siguientes datos: fecha de inicio del experimento, dieta y número de repetición, población inicial, fechas de revisiones. El contenido de la ración alimenticia fue de 550 gramos libres en el recipiente.

A todas las charolas se les puso sobre la dieta, interiormente, una toalla de papel y se cubrió con un lienzo de 45 x 35 cm. de color negro sujetándolo por medio de ligas, para evitar que los tenebrios adultos se salieran así como para minimizar el efecto de la luz en su desarrollo, ya que este organismo vive óptimamente en la oscuridad.

Todas las cajas de experimentación se mantuvieron dentro de las cámaras a temperatura y humedad constantes y con un fotoperíodo de 12 a 12 horas luz-oscuridad.

Cada tercer día se humedecieron todas las charolas con 5 ml. de agua sobre la toalla de papel y así los organismos tuvieron un suministro constante, importante para su desarrollo.

Cada experimento se efectuó por triplicado; la dieta en parte fue consumida por los organismos adultos y larvas durante el tiempo de experimentación (3 meses), en donde se obtuvo una primera generación de organismos adecuados al consumo de las respectivas dietas, con estos nuevos organismos en estado de pupas, se repitieron los experimentos de la misma manera que la inicial.

Los experimentos con *Acheta domestica* se trabajaron con cuatro repeticiones para cada dieta, preparadas éstas con las combinaciones de ingredientes que se presentan en la Tabla No. II.

La dieta ideal (Patton, R.L., 1967) fue el testigo y las seis dietas restantes las experimentales, considerando en estas últimas los desechos orgánicos animales para unas dietas y los desechos orgánicos del tipo vegetal para otras, en las proporciones que a continuación se presentan. (Tabla No.II).

**TABLA No. II: Diferentes dietas en las que se desarrolló el cultivo de organismos de *Acheta domestica*.**

**1.- IDEAL**

Harina de trigo	33.2 %
Harina de soya	19.9 %
Leche en polvo	19.9 %
Harina de maíz	13.3 %
Levadura	13.3 %
Colesterol	0.13 %

**2.- D.O.C. (desechos orgánicos caseros de origen vegetal)**  
100 %

Cáscara de mango	48.28 %
Pedazos de tortilla	30.39 %
Cáscara de plátano	11.73 %
Hojas viejas de col	2.48 %
Hojas de rábano	2.08 %
Cáscara de papa	1.48 %
Cáscara de melón	1.37 %
Rabos de cebolla	1.17 %
Cáscara de pepino	0.61 %
Pedazos de cilantro	0.39 %

**3.- D.O.C. COMBINADO**

D.O.C.	90.82 %
Levadura	9.08 %
Colesterol	0.09 %

**4.- GALLINAZA 100 %**

**5.- GALLINAZA COMBINADA**

Gallinaza	90.82 %
Levadura	9.08 %
Colesterol	0.09 %

**6.- ESTIERCOL 100 %**

**7.- BORREGAZA 100 %**

Se montaron los experimentos con una población inicial de 50 ninfas del primer estadio por cada caja rectangular de plástico, de la misma capacidad que las empleadas para *Tenebrio molitor* y en las que se distribuyó el espacio para: una caja de petri en la que se colocaban 2 gramos de alimento, que se iba suministrando gradualmente según el consumo que hacían los organismos cada tercer o cuarto día; en la caja también se introdujo un pedazo de cartón corrugado de 10 x 7 cm. como en el que se envasa el huevo, con la finalidad de mantener en el interior un área que sirviera como habitación para los organismos, e igualmente que les protegiera de la luz directa que penetraba a través de la tapa de la caja y un pequeño recipiente con algodón para el suministro de agua.

Preparadas las cajas se cubrieron con sus tapas de cierre hermético, éstas tenían una abertura en el centro de 169 cm<sup>2</sup> cubierta con una malla de tela muy fina (organdí), para evitar la fuga de grillos y a la vez permitir el intercambio de aire hacia la caja.

Cada caja se etiquetó con los datos señalados anteriormente para *Tenebrio molitor*, pero añadiendo también los siguientes: fecha de oviposición, cantidad de huevos, fecha de nacimiento, número de ninfas y número de grillos a diferentes tiempos en que se efectuaban las revisiones.

También se suministraron 10 ml. de agua cada tercer día en el mencionado recipiente con algodón, la caja de oviposición diariamente se humedecía para evitar la desecación de los huevecillos.

Una vez que aparecieron los organismos adultos, a los dos meses de experimentación, se introdujo una caja de plástico transparente (tipo gabetera) de 14 cm. de largo X 7 cm. de ancho X 4 cm. de alto, dando una capacidad de 420.42 cm<sup>3</sup>, con arena de río fina y esterilizada, que funcionó como medio de oviposición.

Los huevecillos se dejaron en la caja de oviposición y en una caja de experimentación separados de los adultos, hasta el nacimiento y su completo desarrollo; siendo estos organismos la generación de adecuación en la experimentación.

Después del nacimiento de las crías se continuaron los experimentos hasta que los organismos alcanzaron estados adultos es decir tres meses más.

#### 4.2 REGISTRO DE DATOS.

Para *Tenebrio molitor* la revisión de las cajas experimentales se realizó en períodos de 30 días hasta la aparición de

estados larvales denominados (L6); en estos momentos se separaron los organismos del medio de cultivo haciendo pasar éstos a través de tamices Duvesa y Mont-Inox, obteniéndose así del tamiz de 0.5 mm. de abertura, las excretas; de los tamices Mont-Inox del No. 4 y No. 6 se obtuvieron los restos no consumidos de la dieta; cada producto así obtenido se pesó; los organismos de cada charola larvas, pupas y adultos fueron cuantificados de uno en uno y pesados por separado.

Las larvas (L6) se secaron en estufa marca Robertshaw Controls Company, modelo 15697, a 50°C hasta su total deshidratación. (peso constante).

Las pupas fueron utilizadas para la obtención de una nueva generación de organismos y los adultos no fueron considerados en la secuencia de esta experimentación y se les dejó continuar su desarrollo en los medios ideales.

Para *Acheta domestica* se realizaron revisiones cada 30 días hasta el momento de aparición de los organismos adultos (dos meses) y se cuantificaron. En este momento se introdujo la caja de oviposición para cuantificar los huevecillos 30 días después. Los huevecillos se obtuvieron tanto del medio de oviposición removiendo delicadamente la arena, como del algodón utilizado para el suministro de agua; para contarlos

se empleó un pincel de pelo fino y presión por medio de agua sobre el algodón dejando así aislados los huevecillos que contenía éste y fueron pasados a la caja de oviposición.

Ya cuantificados los huevecillos se dejaron en la caja de oviposición hasta el nacimiento y su completo desarrollo, para concluir contando, pesando y secando estos organismos.

#### **4.3 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.**

Estos fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.; se analizaron: el porcentaje de humedad, cenizas o sales minerales, extracto etéreo o grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno; utilizando los métodos de la A.O.A.C. (1975).

##### **Humedad.**

Para obtener este porcentaje se usó un recipiente (tara) previamente pesado y secado, en él se colocó la muestra fresca y se pesó, después se colocaron en una estufa durante 24 horas hasta peso constante, se pesó nuevamente la tara y la materia seca y la diferencia entre el peso original y el peso final constante, correspondió al porcentaje de agua de la muestra. Por diferencia de 100 se calculó el porcentaje de materia seca.



### **Proteína cruda.**

Se interpreta como proteína cruda dado que se determina Nitrógeno total, es decir no solo proteínas sino también otros compuestos nitrogenados.

Para obtención de las proteínas se empleó el método Kjeldahl, que consiste básicamente en una digestión con ácido sulfúrico concentrado y una destilación con hidróxido de sodio concentrado en una solución 1:1.

De la materia seca pulverizada se pesó 1 gr. y se colocó en un matraz Kjeldahl, al mismo se añadieron 3 grs. de selenio (mezcla de sulfato de cobre, sulfato de potasio y selenio) como catalizador, 4 perlas de vidrio, después de ello se adicionó 20 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Se calentó durante 45 minutos, (tiempo en el que la muestra adquirió coloración verde clara); se dejó enfriar, después al matraz Kjeldahl se le agregaron 400 ml. de agua, 5 gotas de fenolftaleína al 1% y 40 ml. de hidróxido de sodio 1:1 .

El matraz Kjeldahl se conectó al aparato de destilación y una vez tapado se agitó la solución y se encendió la parrilla sobre la que descansa el matraz; el producto destilado se recibió en un matraz Erlenmeyer de 250 ml., éste receptor contenía 50 ml. de ácido bórico al 4% y 16 gotas de verde de

bromocresol. Cuando el contenido del matraz receptor alcanzó los 150 ml. de destilado, se suspendió el calentamiento del matraz Kjeldahl y se procedió a la titulación de la proteína cruda con ácido clorhídrico 0.1 N.

Para calcular la proteína cruda: Los mililitros de ácido empleados en la titulación se multiplicaron por la normalidad del ácido, por el miliequivalente del nitrógeno (0.0014), por el coeficiente nitrogenado de las proteínas (6.25), todo esto se dividió entre el gramo de muestra y se multiplicó el resultado anterior por el porcentaje de materia seca.

#### **Grasa.**

Se denomina así porque está formada por sustancias solubles en solventes orgánicos como éter etílico, cloroformo, hexano etc.. Esta grasa cruda está constituida principalmente por lípidos además de carotenos, algunas vitaminas y pigmentos como las clorofilas.

Para cuantificar el porcentaje de grasas se pesaron 5 grs. de materia seca molida, que se colocaron en un cartucho de papel filtro Whatmann previamente secado, pesado y numerado, se introdujo en un Soxhlet. La extracción se realizó con éter de petróleo durante 4 horas, posteriormente se sacó el cartucho y se secó en la estufa y después se pesó con el residuo de

muestra desgrasada. Al peso total del cartucho más los 5 grs. originales de muestra se le restó el peso obtenido después de las cuatro horas de extracción; se dividió la diferencia entre 5 y se multiplicó por el porcentaje de materia seca, obteniéndose el porcentaje de grasa cruda.

#### **Cenizas o Sales Minerales.**

Para obtener la cantidad de éstas se procedió a pesar un gramo de materia seca molida, que se colocó en un crisol previamente pesado, secado y numerado, ambos se introdujeron a una mufla a 700°C y se dejó calcinar durante 4 horas; se enfrió y pesó nuevamente el crisol con las cenizas. Para hacer los cálculos al peso del crisol con cenizas se le restó el peso del crisol sólo y se obtuvo el peso de las cenizas de 1 gramo de la muestra.

Este resultado se multiplicó por el porcentaje de materia seca del alimento, obteniendo así el porcentaje total de cenizas.

#### **Fibra cruda.**

En la fibra cruda se encuentran los glúcidos insolubles en agua y resistentes a la acción hidrolítica. Si se trata de vegetales está constituida por celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina; si son de origen animal serán escleroproteínas y queratinas. (Alcántara, S.E. et al., 1988).

Para su cuantificación se tomaron 2 grs. de la muestra seca desgrasada, se colocaron en un vaso de precipitado de 500 ml. y se le añadieron 200 ml. de ácido sulfúrico 1.25 N, para llevar a cabo una primera digestión ácida con la muestra dejándola hervir en una parrilla solo 30 minutos, se enfrió con agua destilada y posteriormente se filtró empleando una rodaja de papel filtro sobre un embudo Buchner adaptado a un matraz de filtración conectado a un aparato de vacío, se fue lavando la muestra con agua destilada, después la rodaja con la muestra retenida se pasó del embudo al mismo vaso de 500 ml. y se arrastró la muestra adherida al papel filtro con un "chorro" de hidróxido de sodio 1.25 N, se completaron 200 ml. de éste en el vaso y se llevó a cabo una segunda digestión (alcalina), sometiendo nuevamente la muestra a solo 30 minutos de ebullición; transcurrido este tiempo se dejó enfriar y se volvió a filtrar al vacío, empleando una rodaja de papel filtro desecada, pesada y numerada para su identificación; toda la muestra recuperada en la rodaja se lavó con agua destilada, ambas se dejaron secar en una estufa durante 24 horas. Después de esto se pesó la rodaja con el residuo y se le restó el peso de la rodaja sola, se dividió entre los gramos de muestra empleados (2 grs.) y se multiplicó por un nuevo porcentaje de materia seca que se obtuvo por diferencia de materia seca total, menos el porcentaje de grasa, menos el de cenizas. Con lo anterior se

calculó el porcentaje de fibra cruda de toda la muestra.  
(A.O.A.C., 1975)

#### **Extracto libre de nitrógeno.**

Este no requirió de un análisis de laboratorio ya que fue determinado por la diferencia entre 100, menos las porciones centesimales de los componentes (agua, cenizas, proteínas, grasas y fibra).

#### **4.4 ANALISIS ESTADISTICO.**

Se realizó un análisis de varianza, con la finalidad de apreciar si se tenían diferencias significativas entre los resultados obtenidos, después de que los organismos reciclaron los productos de desecho.

Al llevar a cabo dicho análisis se establecieron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub> (hipótesis nula):**

Las medias de las poblaciones son iguales.

**H<sub>1</sub> (hipótesis alternativa):**

Las medias de las poblaciones son diferentes.

Se acepta la hipótesis nula, cuando los resultados estadísticos no muestran diferencias significativas, esto indica que las observadas se deben a la casualidad.

El análisis de varianza lleva a la aceptación de la hipótesis alternativa, cuando las diferencias entre los valores medios de la muestra son demasiado grandes como para deberse únicamente a la casualidad (sino que al tipo de dieta).

Los datos obtenidos de varianza se compararon con el valor tabular de la Razón F, que da el valor máximo del valor estadístico de prueba, lo cual indica que la hipótesis nula debe ser aceptada de lo contrario será rechazada y aceptada la hipótesis alternativa.

Se utilizó el programa SAS para realizar el análisis estadístico de varianza (ANOVA) y la prueba de medias de Tukey, para determinar el agrupamiento de las dietas con medias semejantes.

#### **4.5 ANALISIS DE COSTO DE PRODUCCION.**

Se llevaron a cabo mediante una sencilla investigación de mercado en granjas, diferentes establecimientos comerciales de productos industrializados y supermercados; para obtener los precios actuales de los productos (salvado, levadura, harina de trigo, harina de soya, harina de maíz, colesterol, gallinaza, borregaza, estiércol de bovino, desechos orgánicos caseros (D.O.C.), leche en polvo), que fueron necesarios para

la elaboración de las dietas de los insectos con los que se realizaron los ensayos de reciclaje.

Se hicieron los cálculos sobre el costo de cada dieta, de acuerdo a la proporción de ingredientes contenidos en ella, para preparar un kilogramo de dieta.

Considerándose el consumo que hizo la población y el costo de la dieta empleada para su cultivo, se calculó el costo de la producción obtenida (para las dos especies ensayadas). con base en esto, se hicieron estimaciones económicas para una producción en escala mayor (1 kg.).

Los costos de producción se calcularon sin tomar en cuenta la infraestructura (transporte, luz, etc.), ni la mano de obra.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 *Tenebrio molitor*.

Considerando el agrupamiento que se hizo de las 16 dietas en sólo 6 grupos (Cuadro No. 1) se tienen organizadas las tablas de resultados obtenidos de los ensayos y las gráficas respectivas.

A continuación se presentan en la Tabla No. III, los resultados obtenidos del cultivo de *Tenebrio molitor* en los 6 grupos de dieta ensayadas, esta tabla consta de las siguientes columnas:

--- En la primera está la clave de la dieta, representada por la primera letra de la palabra del sustrato base de la dieta y con el número, se clasifica al tipo de dieta al que pertenece.

--- La segunda presenta el número de individuos obtenidos en los lapsos de tiempo señalados en la última columna.

--- La tercera hace referencia al promedio de peso seco en gramos, del total de individuos.

--- La cuarta contiene los datos del peso promedio de cada individuo.

--- La quinta corresponde al alimento consumido en gramos por la población, de la ración inicial de 550 gramos.



--- La sexta corresponde al alimento consumido por cada individuo durante el desarrollo del experimento.

--- La séptima presenta los datos de la eficiencia de conversión en biomasa, obtenida mediante la división del alimento consumido y el peso seco obtenido de todos los organismos.

--- La octava muestra la eficiencia de conversión en productividad, obtenida de la división del alimento total consumido, con relación al número de individuos.

--- La novena se refiere a la cantidad de excreta desechada del total de los organismos durante el tiempo de experimentación.

--- La décima corresponde al promedio del tiempo en días de desarrollo hasta el estado de larva 6, con la excepción de los organismos desarrollados en las dietas E1, B1, E2, B2 y B3 que no llegaron al estadio larval mencionado.

Los resultados obtenidos y presentados en estas columnas se proyectan en ocho gráficas. Para su interpretación, considérese la letra inicial del sustrato (base de la dieta) que se presenta en la proyección de la coordenada X (en gráfica), y el número de dieta que sobre el mismo eje se muestra, para poder ubicarlas con la clave que se asignó a la dieta y que aparece en la primera columna de la Tabla No. III.

Tabla No. III

Resultados promedio de la Biomasa de larvas obtenidas con Tenebrio molitor reciclando diferentes dietas de desechos orgánicos sólidos.

CLAVE DE DIETA	NUMERO DE INDIVIDUOS	PESO SECO (g.)	PESO MEDIO POR ORGANISMO (g.)	ALIMENTO CONSUMIDO (g.)	ALIMENTO CONSUMIDO POR INDIVIDUO (g.)	EFICIENCIA DE CONVERSION EN BIOMASA	EFICIENCIA DE CONVERSION EN PRODUCTIVIDAD	EXCRETA (g.)	TIEMPO (días)
T1	1056.60	45.35	0.0442	395.6	0.3839	8.72 : 1	0.373 : 1	213.4	91
E1	11.66	0.82	0.0020	-	-	-	-	-	150
B1	11.66	0.81	0.0011	-	-	-	-	-	150
G1	608.36	21.42	0.0317	236.5	0.3539	11.04 : 1	0.344 : 1	205.9	95
E2	84.33	1.00	0.0119	378.3	4.5035	378.30 : 1	4.485 : 1	326.1	100
B2	14.33	0.20	0.0139	362.5	25.3496	725.00 : 1	25.350 : 1	290.5	100
B2	1975.65	36.95	0.0187	368.7	0.1878	9.97 : 1	0.187 : 1	312.1	100
B3	171.00	1.30	0.0076	209.4	1.5904	174.50 : 1	1.590 : 1	176.1	170
G3	600.00	6.90	0.0113	409.0	0.6042	70.06 : 1	0.604 : 1	383.3	100
G4	932.50	8.06	0.0086	210.6	0.2250	26.16 : 1	0.226 : 1	192.8	90
E5	1004.00	30.30	0.0301	331.4	0.3300	10.93 : 1	0.330 : 1	216.2	90
B5	1184.00	19.80	0.0167	347.9	0.2937	17.57 : 1	0.294 : 1	230.7	90
B5	1013.66	29.90	0.0294	307.3	0.3084	12.95 : 1	0.302 : 1	235.1	90
E6	1296.50	16.25	0.0125	269.4	0.2077	16.57 : 1	0.200 : 1	189.6	90
B6	1453.50	11.95	0.0082	237.4	0.1633	19.06 : 1	0.163 : 1	204.3	90
G6	1160.50	26.85	0.0229	284.9	0.2437	10.60 : 1	0.244 : 1	230.4	90

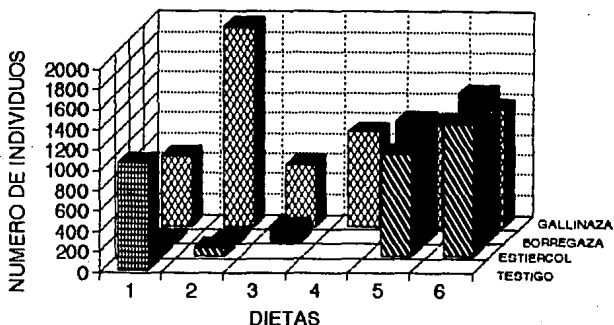
Simbología:

T= Testigo G= Gallinaza presente en el tipo de dieta señalada.  
 B= Borregaza presente en el tipo de dieta especificado.  
 E= Estiercol presente en el tipo de dieta mostrada.

En la gráfica No.1, se puede apreciar que del número promedio de larvas de *Tenebrio molitor* obtenidas, un solo tipo (G2) supera con 817 larvas a las obtenidas en el testigo correspondiendo éste al grupo de dieta 2; le siguen en orden decreciente la dieta 6 en sus tres variantes (G6, B6, E6) con un rango que va de 110 a 395 larvas más que el testigo. La dieta 4 y la dieta 5 con sus tres variantes son semejantes, observándose diferencias que van de 61 larvas menos que el testigo a 126 larvas más; los grupos de dieta restantes tienen diferencias muy por debajo del testigo.

GRAFICA No 1

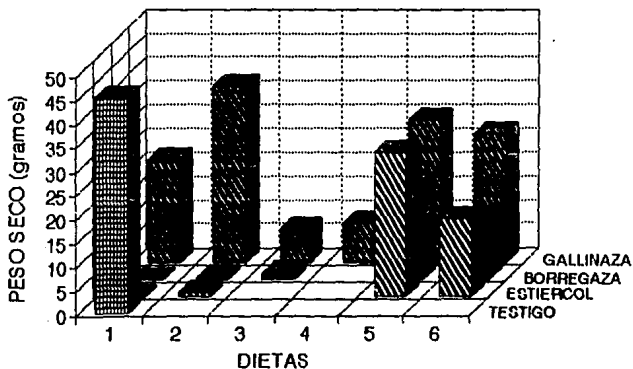
PRODUCTIVIDAD OBTENIDA DE LARVAS DE *Tenebrio molitor*  
 RECICLANDO DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS



Gráfica No. 2. Muestra en cuanto al peso seco de las larvas de *Tenebrio molitor*, que del tipo de dieta 2, en una de sus variantes (G2) existe una diferencia de 8.4 grs. menos que el testigo, siguen en orden decreciente la dieta 5, en ésta, en solo dos variantes hay una diferencia de 14.95 grs. en (E5) y 15.35 grs. en (G5) menos que el testigo y el tipo (G6) de la dieta 6, tiene una diferencia de 18.5 grs. menos que el testigo; las dietas restantes no llegan ni a la mitad del peso seco que el testigo manifestó ( 45.35 grs.) y algunas de ellas con pesos tan reducidos, como 0.01 y 0.02 gramos.

GRAFICA No. 2

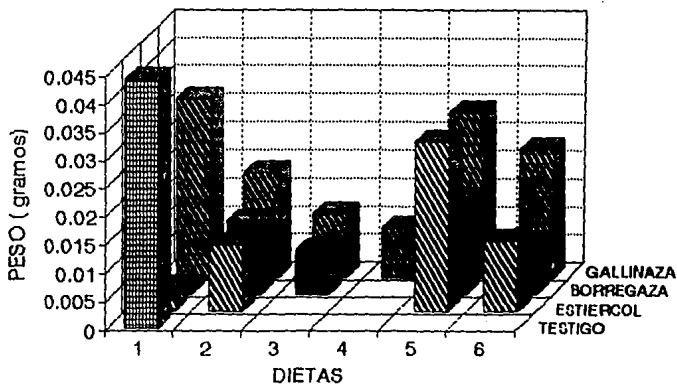
PESO SECO DE *Tenebrio molitor* (Larvas) RECICLANDO DIVERSOS DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS



La gráfica No. 3 se refiere al peso promedio por organismo; en ella se puede observar que ninguna dieta supera al peso de larva testigo (0.0442 grs.) y solo son cercanos a ella, la dieta 1 en su variante (G1) y la dieta 5 en las variantes (E5 y G5); dándose diferencias que van de 0.0141 grs. a 0.0148 grs. menos que el testigo; es significativo también que en la dieta 6, solo una variante de ella la (G6) tiene diferencia de 0.0213 grs., siendo ésta de casi la mitad en peso que el testigo. En todos los otros tipos de dieta, las diferencias van desde 0.0355 grs. (G2) hasta 0.431 grs. (B1) de peso comparados con el testigo, siendo este último caso aproximado a solo un 2% de peso con relación al testigo.

GRAFICA No. 3

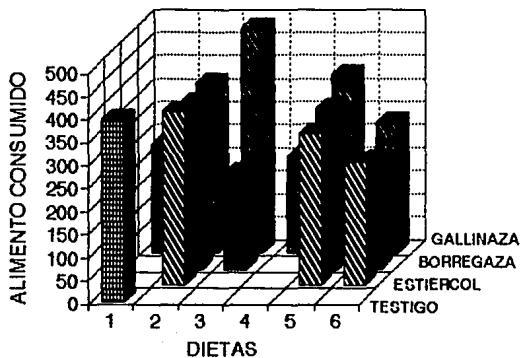
PESO PROMEDIO POR LARVA DE *Tenebrio molitor* RECICLANDO  
DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS



En cuanto al factor del alimento consumido por las larvas de *Tenebrio molitor* se presentan dos gráficas; la primera (No. 4), muestra cuánto consumió cada población de insectos de la ración total de 550 grs. iniciales y se puede observar que solo una dieta, la 3, en una de sus variantes (G3), fue la más ingerida por las larvas, dándose una diferencia de 93.4 grs. más en consumo comparativamente con el testigo; mientras que en la dieta 2 en sus tres variantes, el consumo fue semejante con pequeñas diferencias de 6 a 9 grs. entre ellas y de un promedio de 25.8 grs. de menor consumo que la población testigo; de la dieta 5, solo el tipo (G5) fue casi igual al del testigo con una pequeña diferencia de solo 8.3 grs. menos de consumo; los otros dos tipos de esta misma dieta (B5 y E5), fueron consumidas en un promedio de 55.8 grs. menos que el testigo; para la dieta 6 en sus tres variantes y para la dieta 1 en la variante (G1), los resultados fueron semejantes, siendo en promedio de 165 grs. de menor consumo que el testigo; los restantes tipos de dietas (B3 y G4) quedan casi a la mitad del consumo registrado para la dieta testigo (395.6 grs.). Las variantes de la dieta 1 (B1 y E1) no se cuantificaron porque el número de organismos fue muy bajo, por lo que en las dos gráficas de consumo alimenticio, no aparecen.

GRAFICA No. 4

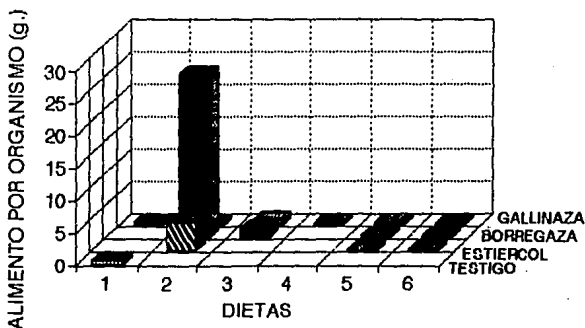
CONSUMO ALIMENTICIO DE LARVAS DE *Tenebrio molitor*  
RECICLANDO DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS



La segunda gráfica de alimento consumido, es respecto a lo que un solo organismos fue capaz de consumir (gráfica No. 5), en ésta se observa que la dieta 2 en sus variantes (E2 y B2) muestran los consumos más elevados de 4.5 grs. a 25 grs. respectivamente por individuo; mientras que en la dieta 3, en el tipo (B3) el consumo es alto (1.59 grs.) pero no tan elevado como en las dietas ya mencionadas (E2, B2), las restantes dietas son semejantes en consumo por individuo fluctuando entre un máximo de 0.8 grs. a un mínimo de 0.16 gramos; y, entre estas formas de consumo se encuentra el testigo (0.38 grs.).

#### GRAFICA No. 5

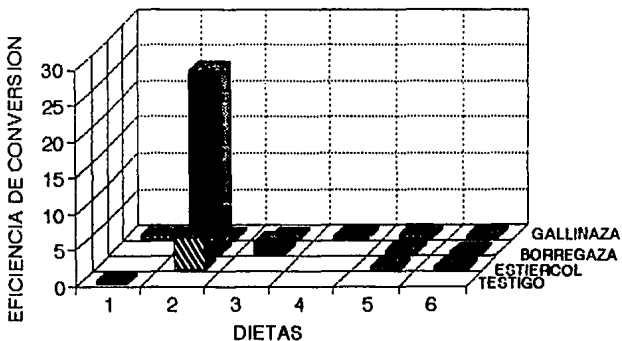
ALIMENTO CONSUMIDO POR ORGANISMO DE *T. molitor*  
 RECICLANDO DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS.





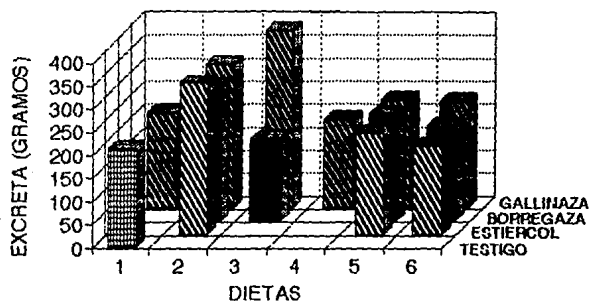
En general en todas las dietas se muestra una eficiencia de conversión semejante y menor que el testigo (gráfica No.6), con excepción de las E2, B2 y B3, G3, que mostraron una proporción que queda por debajo de una menor eficiencia que el testigo; los resultados con las restantes dietas son más semejantes entre ellas, pues presentan valores que van solo de 0.8% a 2.01% de diferencia en requerimientos para la conversión alimenticia para poder igualarse al testigo. (B1 y E1 no se registraron porque no se cuantificó alimento consumido).

GRAFICA No. 6  
EFICIENCIA DE CONVERSION A PRODUCTIVIDAD DE  
T. molitor RECICLANDO DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS

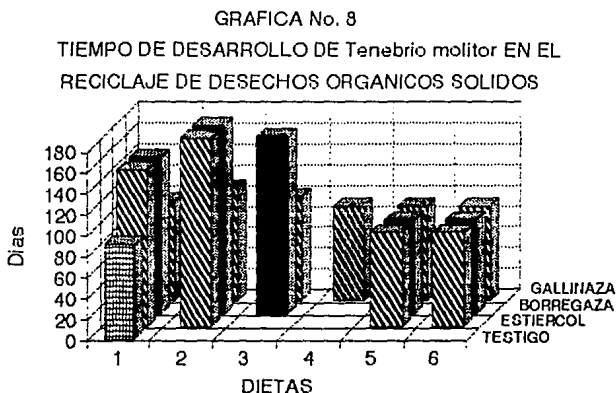


En la gráfica No. 7, alusiva a la cantidad de excreta que *Tenebrio molitor* desechó, considerando las diferentes dietas ensayadas, se observa que los rangos varían de 176.1 grs. a 383.3 gramos correspondientes a las dietas B3 y G3 respectivamente; se aprecia que para las dietas E1 y B1 no se cuantificó la cantidad de excreta debido al bajo número de organismos, obtenido como producción.

GRAFICA No 7  
EXCRETA ELIMINADA POR *Tenebrio molitor*  
DEL RECICLAJE DE DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS



Gráfica No. 8. Se observan los tiempos que requirieron los organismos para llegar al estadio de larva 6; se aprecia que en la dieta 3, la variante B3, al igual que en la dieta 2 las variantes E2 y B2, el tiempo necesario fue en promedio casi el doble con respecto al testigo; mientras que en la dieta 1 las variantes E1 y B1, fue de aproximadamente un medio más de tiempo que el del testigo; en las otras dietas ensayadas los tiempos para su desarrollo fueron similares a los logrados con el testigo (91 días).



Los resultados del análisis químico de los componentes empleados en la elaboración de las diferentes dietas para el cultivo de *Tenebrio molitor*, se presentan en la Tabla No. IV y fueron obtenidos a través del análisis bromatológico, con los métodos de la A.O.A.C. (1975)

**TABLA No. IV**

Resultados del análisis químico de los componentes empleados en la elaboración de las diferentes dietas utilizadas para *Tenebrio molitor* L.

COMPONENTES PARA DIETAS	PORCENTAJES					
	P	G	S.M	F.C.	E.L.N.	TOTAL
Salvado	17.22	6.68	5.11	9.82	61.17	100
Levadura	39.62	2.78	6.82	3.17	47.61	100
Bagazo de caña	6.41	11.86	12.05	31.0	38.68	100
Exc. <i>T. molitor</i>	36.07	2.68	8.41	11.73	41.11	100
Gallinaza	33.86	6.83	12.64	7.77	38.9	100
Borregaza	14.96	5.35	29.83	16.28	33.58	100
Estiércol	14.35	3.61	50.76	19.38	11.9	100
D.O.C.	7.34	5.21	4.85	12.2	70.4	100

Simbología:

P= Proteínas; G= Grasas; S.M.= Sales minerales; F.C.= Fibra cruda; E.L.N.= Extracto libre de nitrógeno; Exc.= Excreta de

Se puede apreciar en general en esta tabla que de todos los componentes empleados para la elaboración de las raciones alimenticias, el contenido proteínico se tiene en un rango que va de 14.35% a 39.62%; solo el bagazo de caña y los D.O.C. quedan fuera de este rango, con valores de 6.41% a 7.34% respectivamente.

En cuanto a la proporción de las grasas, los rangos son de 2.68% a 6.83%, pero el bagazo de caña se sale con un porcentaje muy elevado (11.86%).

Respecto a las sales minerales, las proporciones que presentan los componentes de las dietas son muy desiguales; el estiércol es el de mayor concentración con un valor de 50.76% y los componentes restantes fluctúan entre 4.85% (D.O.C.) y 29.83% (Borregaza).

En relación a los porcentajes de fibra cruda, se puede apreciar que la mayoría de los componentes están dentro del rango de 7.77% a 19.38%, quedando excluidos la levadura (3.17%) y el bagazo de caña con una proporción muy elevada (31.0%).

La mayoría de los componentes para las dietas son más ricos en carbohidratos (E.L.N.), con rangos muy amplios que van de 33.58% a 70.4% aproximadamente y solo el estiércol es el que presenta un valor mínimo (11.9%).

De las dietas para *Tenebrio molitor*, se muestra que el componente químico más rico en proteínas es la levadura (39.62%), en grasas el bagazo de caña (11.86%), en sales minerales el estiércol (50.76%), en fibra cruda el bagazo de

caña (31.0%) y en carbohidratos el D.O.C.(70.4%).

Los datos de la Tabla No. V, muestran los resultados del análisis químico realizado a las dietas empleadas para el desarrollo de larvas de *Tenebrio molitor*, antes del reciclaje y después de haber sido recicladas por los insectos. En ella se aprecian los cambios en el contenido de materia por el consumo que hicieron los organismos dados sus requerimientos metabólicos y por las excretas arrojadas.

Los datos sobre las dietas después del reciclaje se obtuvieron a través del análisis químico con los métodos de la A.O.A.C. (1975); y, se podrá observar en la tabla referida, que no todas las dietas se analizaron químicamente después del reciclaje, debido a los resultados obtenidos en la producción mayor, intermedia y menor de organismos.

TABLA No. V

Resultado del análisis químico de dietas empleadas antes y después del reciclaje con ensayos de Tenebrio molitor L. (g./100 g. de muestra, base seca).

DIETA	ANTES DE RECICLAJE					DESPUES DE RECICLAJE					TOTAL
	P.	G.	S.M.	F.C.	E.L.N.	P.	G.	S.M.	F.C.	E.L.N.	
T1	19.46	6.29	5.28	9.16	59.75	16.93	8.68	5.71	16.17	51.97	100
E1	14.55	3.84	48.75	19.58	13.28						
B1	15.13	5.49	28.87	16.63	33.88	15.11	9.48	24.98	26.24	24.19	100
G1	33.88	6.98	12.54	8.55	38.93						
E2	17.45	4.14	37.24	15.85	25.38	13.41	3.72	48.57	28.58	18.72	100
B2	17.88	5.36	22.59	13.68	48.49	11.93	6.91	42.19	21.98	17.87	100
O2	31.11	6.39	18.55	7.72	44.21	24.93	7.92	17.79	13.56	35.88	100
B3	17.65	5.23	25.86	14.32	37.74						
G3	32.77	6.41	11.31	7.52	41.99	28.88	3.28	21.27	17.76	36.97	100
O4	25.32	5.84	28.24	11.55	38.83						
E5	12.79	4.29	26.37	15.88	41.47						
B5	13.87	5.18	16.63	13.64	51.54	16.88	6.81	27.14	17.58	33.27	100
O5	21.86	5.85	8.64	9.67	54.88	22.86	8.84	16.83	22.16	38.11	100
E6	14.37	3.93	36.70	16.69	28.31	13.88	3.58	49.47	28.36	12.79	100
B6	14.79	5.13	22.26	14.55	43.27						
O6	27.83	6.16	18.39	8.68	46.94	25.28	6.56	17.21	28.87	38.96	100

Simbología:

P. = Proteína G. = Grasa S.M. = Sales Minerales F.C. = Fibra Cruda E.L.N. = Carbohidratos

Los resultados obtenidos muestran que todas las dietas preparadas tuvieron porcentajes de proteínas con valores entre 12.79% y 33.08%. En cuanto a las grasas, las diferencias no fueron muy amplias entre todas ellas, su rango fue de 3.84% a 6.90% como máximo de contenido en la dieta. En sales minerales los porcentajes fueron altos en todas las dietas comparadas con la dieta testigo que solo tenía un 5.28% y la variante G5 con 8.64%; todas las demás oscilaron entre 10.39% y 48.75% como máximo. En fibra cruda se puede ver que solo cuatro variantes de dieta (G1, G2, G3, G6) presentan porcentajes abajo del testigo, con una diferencia máxima de 1.4%; las dietas restantes rebasaron el porcentaje del testigo (9.16%) llegando hasta 19.58%, que corresponde a E1. Los carbohidratos en el caso de la dieta testigo, corresponden al valor más elevado de todos los ingredientes, (59.75%); todas las demás dietas tuvieron un porcentaje menor, que va desde 13.28% para la variante E1, hasta 54.0% para la variante G5, excluyendo estos dos extremos, los rangos en E.L.N. son de 25.3% a 51.54% para la mayoría de las dietas empleadas.

En la misma Tabla, se muestran los resultados obtenidos con las dietas después de haber sido recicladas; se observa que, el contenido de proteínas en las dietas muestra un rango que va de 11.93% a 25.20%, y queda el testigo dentro de ese rango con 16.93%.



En cuanto a las grasas se puede decir que las variantes van de 6.01% a 9.48% con excepción de las dietas G3, E2 y E6, donde los valores son muy bajos, quedando en un rango de 3.2% a 3.72% .

Se aprecia en cuanto a las sales minerales que se tienen tres grupos: el del testigo con solo 5.71%, el intermedio con un rango que va de 16.83% a 27.14% y el tercer grupo es el de valores más altos que alcanzan concentraciones de 42.19% a 49.47% correspondientes, a dietas que tuvieron como sustrato base estiércol y solo en un tipo de dieta la base fue borregaza.

En cuanto a la concentración de fibra cruda en las dietas, solo una variante la G2 da un valor de 13.58%, mientras que los tipos restantes oscilaron en rangos de 16.17% (testigo) a 28.58% (E2).

Con respecto al extracto libre de nitrógeno se observan tres categorías de porcentajes; la baja correspondiente a valores que van de 10.72% (E2) a 17.07% (B2) incluida la E6; la media presenta valores de 24.19% (B1) a 36.97% (G3) y en esta categoría están las otras dietas con excepción del testigo ya que ésta, constituye la categoría alta pues presenta 51.97% de carbohidratos.

Se puede decir que es indispensable el balance entre las proteínas y los carbohidratos presentes en la dieta.

A continuación la Tabla No. VI, muestra los resultados del análisis químico proximal al que fueron sometidas las larvas de *Tenebrio molitor* obtenidas durante los experimentos de reciclaje de desechos orgánicos.

**TABLA No. VI**  
Resultado del análisis bromatológico de larvas de *Tenebrio molitor* en diferentes dietas. (g./100 g. de muestra. Base seca).

CLAVE DE DIETA	PROCENTAJES DE					TOTAL
	PROTEINA	GRASA	SALES M.	FIBRA C.	E.L.N.	
T1	47.67	37.27	3.2	4.96	7.06	100
E2	69.44	2.25	9.07	8.1	11.14	100
B2 *	72.65					
G2	58.08	16.69	4.62	7.25	13.36	100
G3	64.7	3.02	7.86	10.36	14.26	100
B5	46.69	33.76	4.21	5.97	9.37	100
E6	52.98	21.09	6.35	8.74	10.84	100
G6	51.45	29.07	3.61	5.62	10.25	100

**Simbología:**

M.= minerales; C.= cruda; E.L.N.= extracto libre de nitrógeno (\*) la cantidad de muestra no fue suficiente para efectuar el análisis completo.

Se puede observar que el contenido de proteínas en las larvas desarrolladas en la dieta B5 es semejante al del testigo (47.67%); las otras larvas que se desarrollaron en las

diversas dietas expresan valores de contenido proteínico por encima del testigo (51.45% a 72.65%).

El contenido en grasas en la testigo, es el más elevado con 37.27% y la concentración más cercana a ella, es la que muestran las larvas de la dieta B5 (33.76%); en el resto de los ensayos se tienen los valores más bajos, en G3 y E2 con un contenido que va de 3.02% a 2.25% respectivamente y los valores intermedios se dan en rangos de 16.69% a 29.07% de concentración, correspondientes a larvas de las dietas G2, E6 y G6.

En la columna correspondiente a las sales minerales se observa que todos los valores obtenidos son superiores al testigo (3.2%), variando éstos entre 3.61% a 9.07%; al igual que en el caso anterior, la fibra cruda presenta valores mayores al testigo (4.96%) con rangos que van de 5.62% a 10.36%.

Por último, lo que se obtuvo para los carbohidratos (E.L.N.) contenidos en las larvas de *Tenebrio molitor*, es que todos los valores superan al del testigo (7.06%), presentando porcentajes que van desde 9.37% (dieta B5) hasta 14.26% (G3) siendo aproximadamente éste último, del doble del de la dieta testigo.

## 5.2 *Acheta domestica*.

Los resultados obtenidos en la experimentación se presentan en tablas y gráficas.

Con base en las cuatro repeticiones que se realizaron de cada dieta, en el cultivo de *Acheta domestica* L. reciclando los desechos orgánicos sólidos, se elaboró la Tabla No. VII, con los promedios obtenidos de los parámetros evaluados de los grillos progenitores y las ninfas acopladas de la primera generación filial de las siete dietas ensayadas.

En la tabla de referencia, las siglas G.P. corresponden a la generación que se consideró la progenitora y F1 equivale a la primera generación filial, siendo estas las ninfas que se cuantificaron al término de la experimentación.

**TABLA No. VII**  
**Resultados promedio del reciclaje efectuado por *Acheta domestica* en diferentes desechos orgánicos sólidos.**

PARAMETROS EVALUADOS	DIETAS						
	IDEAL	D.O.C.	D.O.C. COMB.	GALLI.	GALLI. COMB.	EST.	BOR.
No. de Ninfas iniciales (G.P.)	50	50	50	50	50	50	50
No. de Ninfas a los 30 días (GP)	36.5	36.7	37.2	32.2	23.5	0	0
No. de Ninfas (GP) a 90 días	28	21	16	18	6.2	0	0
No. de (GP) a los 120 días	7	12.5	0	9.2	0	0	0
Tiempo de super- vivencia de (GP) en días	165	177	90	180	90	12	5
No. de huevecillos ovipositados por la (GP)	180	221.3	1067	176.3	414.2	0	0
No. de Ninfas que nacieron (F1)	62.3	97	123.2	72.5	72.2	0	0
No. de Ninfas que llegaron a los 50 días (F1)	43	32.5	58.2	68	48.7	0	0

Simbología:

D.O.C.= Desechos orgánicos caseros.

COMB.= Combinado con levadura y colesterol.

GALLI.= Gallinaza.

EST. = Estiércol.

BOR.= Borregaza.

No. = Número promedio.

(GP)= Ninfas que funcionaron como la Generación Progenitora.

(F1)= Ninfas que formaron la Primera Generación Filial.

Como se observa en la Tabla No. VII, los parámetros evaluados son los siguientes:

--- El número de ninfas iniciales. La generación progenitora se constituyó con 50 ninfas y fue constante en todos los experimentos.

--- A los 30 días de iniciados los ensayos, se puede apreciar por el número de ninfas cuantificadas que solo en la dieta gallinaza combinada se tiene alrededor del 50% de la población inicial, las otras alcanzan casi un 70% de población inicial y se observó que para las dietas estiércol y borregaza los organismos sólo sobrevivieron 12 y 5 días respectivamente, por lo que a este tiempo no se da registro de ellas.

--- A los 90 días de iniciados los experimentos, la cuantificación de organismos muestra datos de población baja, donde solo el testigo rebasa el 50% de la población inicial con 28 organismos, en las restantes se tienen promedios de 6.2 a 21 organismos. Estos individuos fueron los que ovipositaron.

--- El número promedio de organismos de la generación progenitora cuantificados a los 120 días de iniciados los trabajos, fue de 7 organismos para la dieta ideal y de 12.5 en el caso del D.O.C. sólo, quedando intermedio la gallinaza sola con 9.2 organismos en promedio para este tiempo.

--- Tiempo de supervivencia de los progenitores, se refiere al número de días del ciclo de vida de *Acheta domestica* desde Ninfa 2, hasta su muerte; se puede observar en dichos resultados, que este lapso varía desde 90 hasta 180 días, como en el caso de los organismos desarrollados con dieta de gallinaza sola, y los de D.O.C. sólo, que vivieron 180 y 177 días respectivamente, que superan a los resultados obtenidos con la dieta ideal (165 días).

--- En referencia al aspecto del número de huevecillos ovipositados tanto en las cajas de arena como en los recipientes de algodón durante un mes, se observa que el número más alto (1067) se obtuvo en la dieta de D.O.C. combinada y el menor rango se tuvo para la ideal (180).

--- En lo correspondiente al número de ninfas que nacieron, éstas se cuantificaron en el término de 15 días y se muestra en estos datos que el D.O.C. combinado, presenta el mayor número promedio (123.2), le sigue con 26 ninfas menos el D.O.C. sólo; luego, con aproximadamente 50% menos la gallinaza sola y la combinada; y, es en la dieta testigo, en la que un menor número se desarrolla (62.3).

--- En relación al número de ninfas que alcanzaron un desarrollo a los 50 días, se muestra que los rangos van de 32.5 a 68 ninfas, correspondiendo al D.O.C. sólo y a la gallinaza sola respectivamente, quedando el testigo, a más de la mitad del valor más alto con solo 43 organismos.

En la Tabla No. VIII, se presentan los promedios de la biomasa obtenida de Ninfas de *Acheta domestica* como producto del reciclado de los diferentes ensayos por dichos organismos, también se muestra el consumo de alimento que ellos hicieron, la cantidad de excreta que arrojaron a través de estos experimentos de reciclaje y el tiempo de desarrollo en el que se llevó a cabo el reciclamiento de los productos de las diferentes dietas.

De cada uno de los aspectos evaluados se presentan gráficas, excluyendo de ellas las dietas 6 y 7 porque los datos obtenidos para éstas fueron cero.



TABLA No. VIII

Promedio de la Biomasa obtenida de Ninfas de Acheta domestica reciclando diferentes dietas de desechos orgánicos sólidos.

No. de dieta	No. de organismos	Peso fresco (gramos)	Peso seco (gramos)	Alimento consumido por organismo (gramos)	Excreta (gramos)	Tiempo del ciclo de vida (días)
1	20	9.16	2.7	2.4	4.2	96
2	17.7	8.36	2.5	8.7	18.92	85
3	41	14.55	4.05	3.6	58	90
4	43	14.02	3.47	4.02	27.7	92
5	21.2	7.97	1.9	6.75	140.17	90
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0

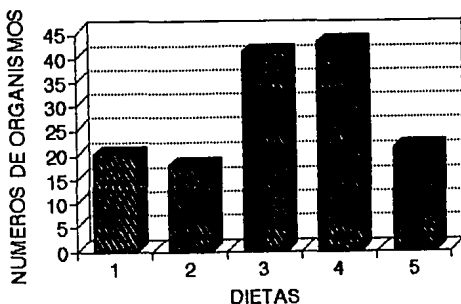
Equivalencia del número de dieta:

- 1= Ideal (testigo).
- 2= D.O.C. sólo.
- 3= D.O.C. combinado.
- 4= Gallinaza sola.
- 5= Gallinaza combinada.
- 6= Estiércol sólo.
- 7= Borregaza sola.

En la gráfica No. 9 que representa el número de ninfas de la Filial 1, los resultados muestran un rango entre 17.7 a 43 organismos, el testigo a la mitad de este rango solo consta de 20 individuos. Cabe aclarar que estos datos fueron tomados al término de la experimentación (aproximadamente tres meses después de la cuantificación de los huevecillos).

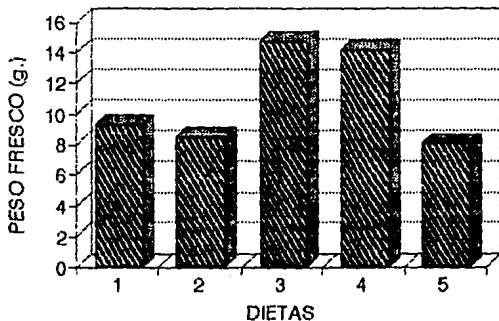
GRAFICA No. 9

PRODUCTIVIDAD OBTENIDA DE *Acheta domestica*  
RECICLANDO DESECHOS ORGANICOS SOLIDOS



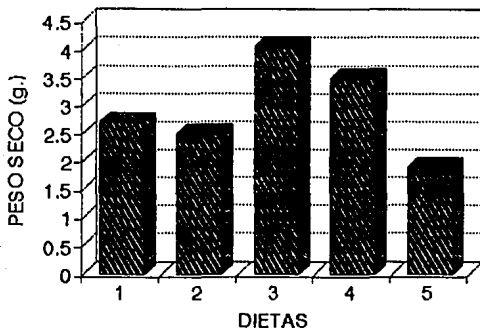
En la gráfica No. 10, se señala el peso fresco que se obtuvo para *Acheta domestica* en diferentes dietas; se observa que el peso más alto fue similar, para los organismos de las dietas 3 y 4 (14.55 g. y 14.02 g.), mientras que en los de la dieta 1 (testigo), el peso alcanzado fue de 9.16 g.; los pesos más cercanos a éste, los obtuvieron las ninfas de las dietas 2 y 5 con solo 1 gramo de diferencia menos que el testigo, siendo la mejor de ellas la dieta 3 (D.O.C. combinado).

GRAFICA No. 10  
PESO FRESCO TOTAL DE NINFAS DE *Acheta domestica*  
RECICLANDO DIFERENTES DIETAS ENSAYADAS



Referente al peso seco de los organismos (gráfica No. 11) en diferentes dietas, se muestra que los de la dieta testigo al igual que los de la dieta 2, alcanzaron casi el mismo peso (2.6 grs. promedio), los de menor peso fueron los de la dieta 5, con solo 1.9 grs. y los de las dietas 4 y 3 son los de mayor peso, de 3.47 g. a 4.05 gramos respectivamente.

GRAFICA No. 11  
PESO SECO DE NINFAS *Acheta domestica* RECICLANDO  
DIFERENTES DIETAS ENSAYADAS.

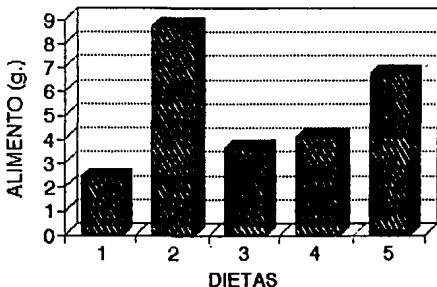


La gráfica No.12, muestra el aspecto de alimento consumido por organismo; se puede observar que los de mayor consumo fueron los de las dietas 2 y 5 (8.7 g. y 6.75 g.), en una menor escala la dieta 3 (D.O.C. combinado) 3.6 g. y la 4 (gallinaza sola) 4.02 g. y los de mínimo consumo, fueron los organismos de la dieta 1 (testigo), con solo 2.4 gramos.

Es notorio que hay diferencia de consumo alimenticio entre los organismos de la dieta testigo y las experimentales.

GRAFICA No. 12

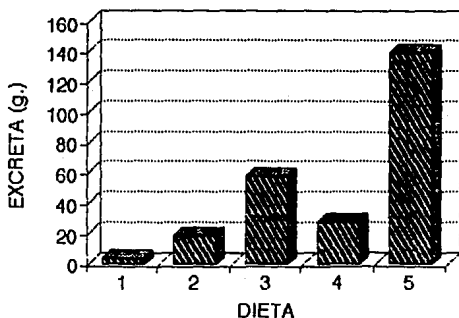
ALIMENTO CONSUMIDO POR INDIVIDUO DE  
A. domestica RECICLANDO LAS DIETAS ENSAYADAS.



Gráfica No. 13, referente a la cantidad de excreta que *Acheta domestica* produjo en las diferentes dietas ensayadas: se observa, que la formación de excreta es mucho menor en los organismos de la dieta testigo (4.2 gramos) que en los organismos de las dietas restantes, en estas últimas, los rangos variaron ampliamente desde 18.92 g. hasta 140.17 gramos. Estas notorias diferencias pueden relacionarse con la digestibilidad de las dietas experimentadas.

GRAFICA No. 13

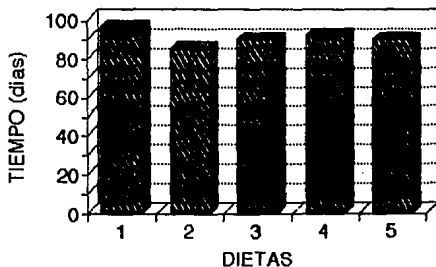
EXCRETA PRODUCIDA POR *A. domestica* AL RECICLAR  
LOS DIFERENTES ENSAYOS REALIZADOS.



La gráfica No. 14, corresponde al tiempo de desarrollo de la generación Filial 1 de *Acheta domestica* condicionadas a diferentes dietas; se observa que los organismos que alcanzaron el mayor tiempo para el desarrollo de ninfas a término, son los de la dieta 1 (testigo) con 96 días, mientras que los individuos de las experimentales en la dieta 2 (D.O.C. sólo) alcanzan 85 días, teniendo ciclos más reducidos en tiempo que el testigo; en la dieta 4 fue de 92 días; y, los organismos de las dietas restantes alcanzaron 90 días. Se puede observar que son similares los tiempos para el desarrollo entre las 5 dietas.

GRAFICA No. 14

TIEMPO REQUERIDO PARA LLEGAR AL ESTADO DE NINFA 5 EN *Acheta domestica* RECICLANDO LAS DIFERENTES DIETAS ENSAYADAS.



**TABLA No. IX**  
**Eficiencia de conversión del reciclaje con *Acheta domestica***  
**en diversos desechos orgánicos sólidos.**

No. de dieta	Alimento consumido (g.)	Eficiencia de conversión
1	48.07	2.44 : 1
2	181.15	9.18 : 1
3	196.65	4.80 : 1
4	230.45	5.36 : 1
5	190.95	9.00 : 1
6	2.30	*
7	0.30	*

(\*) no se obtuvo porque los organismos no sobrevivieron.

En la Tabla, se presenta la eficiencia de conversión obtenida en cuanto a la cantidad de alimento requerido por la población durante su desarrollo. Como se observa las dietas 6 y 7 tienen un bajo consumo alimenticio, pero correspondió éste a que fue consumido por los organismos en 5 a 12 días de sobrevivencia, por lo que éstos no llegaron al término de la experimentación como lo fue en las otras 5 dietas.

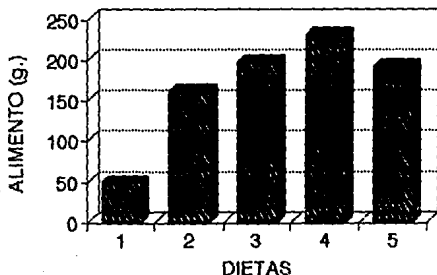
Estos resultados obtenidos, se proyectan en las gráficas 15 y 16, en las que solo se consideran las cinco primeras dietas.



En la gráfica No. 15, alusiva a la cantidad de alimento consumido por la población de *Acheta domestica* en diferentes dietas, se puede apreciar que sólo los organismos de la dieta testigo consumen en menor escala (48.07 gramos), mientras que los organismos de las dietas restantes consumen más del triple y hasta casi un quíntuplo más que los de la dieta testigo; siendo la mejor la dieta 1 (testigo) y la peor la dieta 4 (gallinaza sola).

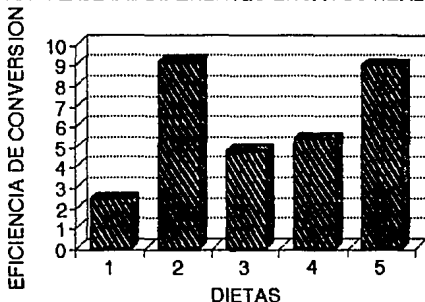
GRAFICA No. 15

ALIMENTO TOTAL CONSUMIDO POR LA POBLACION DE  
*A. domestica* EN EL RECICLAJE DE LAS DIETAS ENSAYADAS



La gráfica No. 16, refiere la eficiencia de conversión lograda por *Acheta domestica* en diferentes dietas. Muestra que la mejor eficiencia se da en el testigo (2.44 : 1); la más cercana al testigo rebasa al doble en requerimientos para eficiencia de conversión que corresponde a los organismos de la dieta 3 (D.O.C. combinado), la dieta 4 (gallinaza sola) requiere de un poco más del doble (5.36 : 1) y en las dietas restantes (2, 5) los organismos cuadruplican sus requerimientos.

GRAFICA No. 16  
EFICIENCIA DE CONVERSION DE NINFAS DE *A. domestica*  
EN EL RECICLAJE DE DIFERENTES ENSAYOS REALIZADOS



La Tabla No. X, presenta los porcentajes de supervivencia logrados por la generación progenitora *Acheta domestica*, que inicialmente fue de 50 ninfas, en cada una de las diferentes dietas probadas.

**TABLA No. X**  
Porcentaje de supervivencia de progenitores de *Acheta domestica* en las diferentes dietas recicladas.

No. de Dieta	Tiempo (días)	Supervivencia Progenitores
1	90	56.0 %
2	90	42.0 %
3	90	32.0 %
4	90	38.0 %
5	90	12.5 %
6	12	0.0 %
7	5	0.0 %

Nota: En la gráfica respectiva se omiten las dietas 6 y 7 por haberse obtenido en éstas valores de cero.

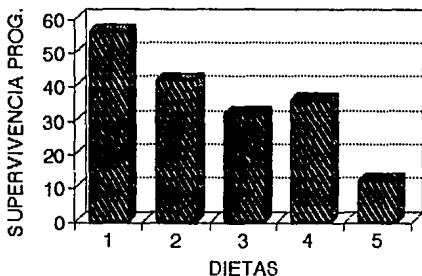
En esta Tabla se considera el porcentaje de sobrevivencia de los organismos progenitores a los 90 días de iniciados los experimentos, como se puede observar para las dietas 6 y 7 no se logra sobrevivencia a este tiempo.

A pesar de que los organismos en las cinco primeras dietas lograron sobrevivir más de 90 días (Tabla No. VII), se consideró este tiempo porque fue el momento en el que ya había organismos adultos, que ovipositaron y fueron los considerados para obtener la productividad.

En la gráfica No. 17, se observa que a los 90 días el mayor porcentaje de supervivencia lo tiene el testigo con 56%, pero cercano a él, está el porcentaje obtenido por los progenitores desarrollados en la dieta 2 (D.O.C. sólo), subsecuente a éste, los de la dieta 4 (gallinaza sola) y dieta 3 (D.O.C. combinado) y por último con porcentaje muy bajo, el de la dieta 5 (gallinaza combinada) con 12.5%.

GRAFICA No. 17

SUPERVIVENCIA DE LOS PROGENITORES DE *A. domestica*  
A LOS 90 DIAS EN EL RECICLAJE DE LAS DIETAS ENSAYADAS



La Tabla No. XI, muestra el número promedio de huevecillos ovipositados, y los porcentajes de ninfas que nacieron así como también de las ninfas que llegaron a término de la experimentación en los medios reciclados.

**TABLA No. XI**  
**Promedio de huevecillos ovipositados por *Acheta domestica* y porcentajes de Ninfas que eclosionaron y llegaron a término de experimentación.**

No. de Dieta	Huevecillos ovipositados	Ninfas nacidas	Ninfas a término
1	180.0	34.61 %	69.02 %
2	221.25	43.84 %	33.50 %
3	1067.0	11.52 %	47.24 %
4	176.25	41.13 %	93.19 %
5	414.20	17.43 %	67.45 %

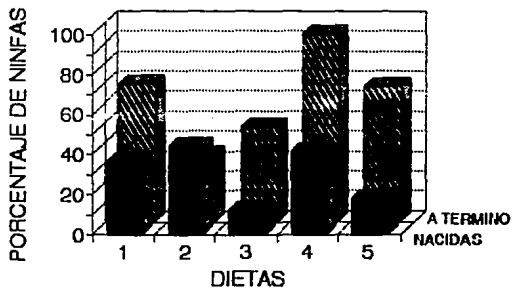
Nota: Se omitieron dietas 6 y 7 porque los organismos no llegaron a esta fase de la experimentación.

Con referencia al número de huevecillos, se observa que hay un rango promedio muy amplio de oviposición, que va desde 180 (dieta 1) hasta 1067 huevos (dieta 3); se puede observar también que el porcentaje de los que eclosionaron (ninfas nacidas) va de 11.52% para los de la dieta 3 (D.O.C. combinado) a 43.84% para los de dieta 2 (D.O.C. sólo); la productividad obtenida de las Ninfas que llegaron a término de la experimentación, muestra porcentajes de 33.50% en la dieta 2 (D.O.C. sólo) a 93.19% para los de la dieta 4 (gallinaza sola), resultando ésta la de mejor productividad y quedando la dieta testigo por debajo de ésta con solo un

69.02% y muy cercana a ella, la dieta 5 (gallinaza combinada) con 67.45%.

Respecto a la gráfica No. 18 se puede observar que, aunque los porcentajes de natalidad fueron relativamente bajos (11.52% a 43.84%), los porcentajes de supervivencia de estas ninfas fueron favorables (33.50% a 93.19%); con base en esto, se puede decir que las dietas proporcionadas fueron aceptadas por los organismos para realizar el metabolismo, mostrando así en parte su capacidad adaptativa y reproductiva.

GRAFICA No. 18  
PORCENTAJES DE NATALIDAD DE *A. domestica* Y DE NINFAS  
QUE LLEGARON AL FINAL DE EXPERIMENTACION



**TABLA No. XII**

Resultados del análisis químico de los componentes empleados en la elaboración de las diferentes dietas utilizadas para *Acheta domestica* L.

COMPONENTES PARA DIETAS	PORCENTAJES					
	P	G	S.M	F.C.	E.L.N.	TOTAL
Harina de trigo	13.75	1.2	0.32	4.2	80.53	100
Harina de soya	53.0	1.0	6.0	2.9	37.1	100
Harina de maíz	10.32	4.8	1.6	2.5	80.78	100
Leche en polvo	26.4	26.2	5.8	-	41.6	100
Levadura	39.62	2.78	6.82	3.17	47.61	100
Colesterol	-	100.0	-	-	-	100
Gallinaza	33.86	6.83	12.64	7.77	38.9	100
Borregaza	14.96	5.35	29.83	16.28	33.58	100
Estiércol	14.35	3.61	50.76	19.38	11.9	100
D.O.C.	7.34	5.21	4.85	12.2	70.4	100

Simbología:

P= Proteínas; G= Grasas; S.M.= Sales minerales; F.C.= Fibra cruda; E.L.N.= Extracto libre de nitrógeno.

Se nota en forma general en la Tabla No. XII, que de todos los componentes empleados para la elaboración de las dietas recicladas por *Acheta domestica*, el contenido proteínico se tiene en un rango que va de 10.32% a 39.62%, quedando por debajo de estos valores los D.O.C. tan solo con 7.34% y en el extremo opuesto la harina de soya con 53.0%.

En cuanto a la proporción de las grasas, los rangos están entre 1.0% y 6.83% en la mayoría de los componentes para las dietas, exceptuando a la leche en polvo (26.2%) y el colesterol (100%) que básicamente es un lípido.

Respecto de las sales minerales, las proporciones que presentan los componentes de las dietas muestran valores muy diferentes, desde muy bajos (0.32%) el de la harina de trigo, hasta muy elevados (50.76%) el del estiércol.

De la cantidad de fibra cruda, se observa que las proporciones varían en general dentro de dos grupos: uno con rangos bajos que van de 2.5% a 7.77% donde están las harinas de trigo, de soya, de maíz, levadura y también la gallinaza; el segundo grupo con rangos más elevados de 12.2% a 19.38% correspondiendo al D.O.C., borregaza y estiércol; se aprecia también que para la leche en polvo y el colesterol no se cuantificó fibra.

Los carbohidratos están presentes en los componentes para las dietas en grandes cantidades, con un rango amplio que va desde 33.58% hasta 80.78%, con excepción del estiércol que solo contiene 11.9%.

Para las dietas de *Acheta domestica* el componente más rico en proteínas fue la harina de soya; en grasas la leche; en sales minerales el estiércol; en fibra cruda el estiércol y en carbohidratos la harina de maíz.



**TABLA No. XIII**

**Análisis bromatológico de las dietas empleadas para *Acheta domestica* (g./100 g. de muestra. Base seca).**

DIETA	P	G	S.M.	F.C.	E.L.N.	TOTAL
1	27.25	6.91	4.22	1.33	60.29	100
2	7.34	5.21	4.85	12.20	70.40	100
3	10.26	5.07	5.02	11.37	68.28	100
4	33.86	6.83	12.64	7.77	38.90	100
5	34.35	6.55	12.10	7.34	39.66	100
6	14.35	3.61	50.76	19.38	11.90	100
7	14.96	5.35	29.83	16.28	33.58	100

**Simbología:**

**P= Proteína**

**G= Grasa**

**S.M.= Sales minerales**

**F.C.= Fibra cruda**

**E.L.N.= Extracto libre de nitrógeno**

En esta Tabla (XIII), se presenta un análisis químico proximal de la composición de las dietas utilizadas en reciclamiento por *Acheta domestica*. Se aprecia que las dietas 1 (testigo), 4 (gallinaza sola) y 5 (gallinaza combinada), son las que contienen más del 20% en cantidad proteínica, que su valor oscila entre 27.25% y 34.35%; y que la dieta 2 (D.O.C. sólo) es la que presenta el valor mínimo proteínico de 7.34% .

Tomando en cuenta la presencia de grasa en las dietas, se observa que el contenido en todas ellas varía con un rango de 5.07% a 6.91%, con excepción de la dieta 6 (estiércol) que únicamente contiene un 3.61% .

En sales minerales, se observa que las de mayor contenido son las dietas 6 (estiércol) y la 7 (borregaza) con 50.76% y 29.83% respectivamente, mientras que el contenido en la dieta 1 (testigo) es de 4.22% y semejantes a este valor son las dietas 2 (D.O.C. sólo) 4.85% y la 3 (D.O.C. combinado) 5.02%.

De fibra cruda, nos muestra que la dieta 1 (testigo) presenta la mínima cantidad de aquella (1.33%), en las dietas experimentales se encuentran contenidos muy altos de ella; en las dietas 6 (estiércol) y 7 (borregaza) con 19.38% a 16.28%; también se aprecia en una menor proporción de fibra cruda en las dietas 2 (D.O.C. sólo) y 3 (D.O.C. combinado) con 12.20% a 11.37% respectivamente y por último las dietas 4 (gallinaza sola) y 5 (gallinaza combinada) con un contenido de 7.77% y 7.34% .

El porcentaje de carbohidratos presente en las dietas ensayadas expresa que los valores más altos, los manifiestan las dietas elaboradas a base de D.O.C., que contienen 70.40% y 68.28% para la dieta 2 (D.O.C. sólo) y la dieta 3 (D.O.C. combinado) respectivamente; valores que rebasan el de la dieta testigo (ideal) con 60.29%; por debajo de este valor están en orden decreciente, la dieta 5 (gallinaza combinada) con 39.66%, la dieta 4 (gallinaza sola) con 38.90% y la dieta 7 (borregaza) con 33.58%; por último la dieta de mínimo

contenido en carbohidratos es la 6 (estiércol) con solo 11.90%.

**TABLA No. XIV**

**Análisis químico de las Ninfas de *Acheta domestica* a término de la experimentación en las diferentes dietas ensayadas. (g./100 g. de muestra. Base seca).**

DIETA	P	G	S.M.	F.C.	E.L.N.	TOTAL
1	59.81	25.95	3.37	6.30	4.57	100
2	48.69	36.72	3.26	6.21	5.12	100
3	57.80	25.77	4.57	5.63	6.23	100
4	60.26	20.62	5.40	5.34	8.38	100
5	70.47	14.74	5.16	5.55	4.08	100

**Simbología:**

P= Proteína

G= Grasa

S.M.= Sales minerales

F.C.= Fibra cruda

E.L.N.= Extracto libre de nitrógeno

Aquí se muestran los valores obtenidos de los análisis bromatológicos practicados a las ninfas (N5, N6) de *Acheta domestica* en las diferentes dietas recicladas por ellas, de las dietas 6 y 7 no se obtuvieron organismos por lo que no aparecen en la Tabla.

Se observa que los resultados obtenidos de la cantidad de proteína presente en los grillos está en un rango que va de 48.69% a 70.47%, y es el valor más alto el de los organismos alimentados con la dieta 5 (gallinaza combinada), y que en relación al testigo tiene aproximadamente un 10 % más de proteína.

Del porcentaje de grasa, se puede apreciar que los rangos van de 14.74% a 36.72%, siendo el menor de éstos para organismos de la dieta 5 (gallinaza combinada) y el mayor para los de dieta 2 (D.O.C. sólo).

En cuanto a sales minerales, las proporciones son bajas y semejantes entre ellas (incluyendo el testigo) con rangos que están de 3.26% a 5.4% correspondiendo este último a las ninfas alimentadas con la dieta 4 (gallinaza sola).

Los contenidos de fibra cruda indican que ésta varía de 5.34% a 6.3%, el menor de éstos para los organismos de la dieta 4 (gallinaza sola) y el porcentaje más alto para los organismos de la dieta 1 (testigo), dándose solo una diferencia aproximada de 1% entre ellos.

Los carbohidratos están en porcentajes bajos, con un rango que va de 4.08% para los organismos de la dieta 5 (gallinaza combinada) y en orden ascendente se tiene a los de la dieta 1 (testigo) con 4.57%, las dietas 2 (D.O.C. sólo) con 5.12% y los de la 3 (D.O.C. combinado) con 6.23%, por último el valor más alto es para los de la dieta 4 (gallinaza sola) con 8.38%.

Con base en los resultados anteriores, puede estimarse que las ninfas obtenidas en el reciclaje de los desechos sólidos,

tiene su mayor riqueza en proteínas, seguidas por las grasa y con valores bajos en carbohidratos, fibras y sales minerales, éstos tres últimos en proporciones semejantes.

### 5.3 ANALISIS ESTADISTICO.

La siguiente tabla muestra el análisis de varianza (ANOVA) de los resultados obtenidos del reciclaje de las diferentes dietas ensayadas con *Tenebrio molitor*.

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de larvas	A	9664.372500	15	644.291500
	B	9737.134461	47	207.1730736
Alimento consumido	A	810835.9115	15	54042.3941
	B	820020.7581	47	17447.25017
Tiempo de desarrollo	A	58676.578113	15	3911.77187
	B	58676.578113	47	1248.437833
Número de organismos	A	47933737.75	15	3195582.52
	B	16332559.92	47	347501.2748
Excreta	A	455817.7725	15	30387.8515
	B	462803.8392	47	9846.890196

Nota:

F.V. = Fuente de variación.

A = medias intermediantes.

B = muestras internas.

Estas varianzas estimadas fueron la base para la obtención de la Razón de F calculada entre todas las dietas ensayadas con *Tenebrio molitor*, para compararla con la F tabular; con cada una de las variables manejadas con la estadística y que se

presenta a continuación; considerando un nivel de confianza (alpha) de 0.05 .

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de larvas	3.109	1.85	R
Alimento consumido	3.097	1.85	R
Tiempo de desarrollo	3.133	1.85	R
Núm. de individuos	9.196	1.85	R
Excreta	0.340	1.85	A

Nota:

F.c.= Razón F calculada.

F.t.= Razón F tabular.(Stevenson, 1981).

A= Aceptación de la hipótesis nula.

R= rechazo de la hipótesis nula.

Se nota en cuanto a peso, alimento consumido, tiempo de desarrollo y número de organismos, que los resultados muestran el rechazo de la hipótesis nula (Ho), lo que significa que las dietas son el factor que determina las diferencias entre las medias obtenidas para cada una; sólo en cuanto a excreta se acepta la hipótesis nula, lo que significa que las medias para cada dieta son semejantes.

Las siguientes tablas indican el análisis de varianza (ANOVA) de los resultados obtenidos del testigo, con relación a los de los diferentes grupos de dietas experimentales (gallinaza, borregaza, estiércol) con *Tenebrio molitor*.

Testigo - gallinaza

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de larvas	A	730.4906	5	146.29812
	B	0.56	2	0.28
Alimento consumido	A	55093.1	5	11018.62
	B	1100.2067	2	550.10335
Tiempo de desarrollo	A	26.9	5	53.8
	B	1.4142	2	0.7071
Número de organismos	A	1210892.4	5	242178.48
	B	8714.6664	2	4357.3332
Excreta	A	28856.091	5	5371.2182
	B	1458.68	2	729.34

Nota:

F.V. = Fuente de variación.

A = medias intermedias del grupo de dieta experimental.

B = muestras internas del testigo.

Testigo - borregaza

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de larvas	A	321.32706	4	80.331765
	B	0.562	2	0.28
Alimento consumido	A	17869.8498	3	5956.6166
	B	1100.2067	2	550.10335
Tiempo de desarrollo	A	7520.0	4	1880.0
	B	1.4142	2	0.7071
Número de organismos	A	1937233.6	4	484308.4
	B	8714.6664	2	4357.3332
Excreta	A	7141.8	3	2380.6
	B	1458.68	2	729.34

Nota:

F.V. = Fuente de variación.

A = medias intermedias del grupo de dieta experimental.

B = muestras internas del testigo.

Testigo - estiércol

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de larvas	A	617.42665	3	205.80888
	B	0.56	2	0.28
Alimento consumido	A	5967.6066	2	2983.8033
	B	1100.2067	2	550.10335
Tiempo de desarrollo	A	6075.0	2	2025.0
	B	1.4142	2	0.7071
Número de organismos	A	1260384.6	3	420128.2
	B	8714.6664	2	4357.3332
Excreta	A	10472.606	2	5236.303
	B	1458.68	2	729.34

Nota:

F.V. = Fuente de variación.

A = medias intermedias del grupo de dieta experimental.

B = muestras internas del testigo.

Con base en las varianzas estimadas se obtuvo el resultado de la Razón F calculada, comparando los grupos de dieta gallinaza, borregaza y estiércol con el testigo, para cada variable dependiente analizada. Obtenida la Razón F calculada, se contrastó con la Razón F tabular tomando en cuenta un nivel de confianza de 0.05, y que se presenta así:

Testigo - gallinaza

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de larvas	522.49	19.30	R
Alimento consumido	20.03	19.30	R
Tiempo de desarrollo	76.08	19.30	R
Núm. de individuos	55.58	19.30	R
Excreta	7.36	19.30	A



Testigo - borregaza

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de larvas	286.89	19.25	R
Alimento consumido	10.82	19.16	A
Tiempo de desarrollo	2558.75	19.25	R
Núm. de individuos	111.15	19.25	R
Excreta	3.26	19.16	A

Testigo - estiércol

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de larvas	735.03	19.16	R
Alimento consumido	5.42	19.00	A
Tiempo de desarrollo	2863.81	19.00	R
Núm. de individuos	96.42	19.16	R
Excreta	7.18	19.00	A

Se contempla que para el caso de peso, tiempo de desarrollo y número de organismos obtenido de *Tenebrio molitor*, las medias de los grupos de dieta (gallinaza, borregaza, estiércol) son diferentes comparativamente con el testigo, y se puede afirmar que aquellas, fueron el factor determinante de estos resultados; en cuanto a la variable de alimento consumido sólo el grupo de dieta gallinaza mostró que las medias fueron diferentes al testigo, no así para los grupos de borregaza y estiércol, significando en estos últimos que las medias obtenidas fueron semejantes al testigo; en cuanto a la excreta se puede decir que las medias de los tres grupos de dietas son similares también al testigo, no siendo por ello de repercusión para la producción.

Los resultados de la prueba de medias de Tukey se presentan a continuación para cada una de las variables (peso, alimento, tiempo, número de organismos y excreta).

Tabla de medias de Tukey correspondiente al peso de *Tenebrio molitor*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	45.300	T1
B	36.933	G2
C	30.300	E5
C	29.900	G5
C	26.833	G6
D	21.433	G1
E	19.800	B5
E	16.267	E6
G	11.967	B6
G	8.067	G4
H	6.900	G3
I	1.033	B3
I	1.033	E2
I	0.205	B2
I	0.100	B1
I	0.083	E1

Las diferencias de peso que permitieron estos agrupamientos de los tipos de dietas ensayadas, al relacionarlas con la composición de las mismas (ver Cuadro No. 1) y con base en la Tabla V, permitieron concluir que el D.O.C. equilibra el producto reciclado porque da mejores resultados, aunque las otras tengan más proporción de levadura (el doble).

Las dietas no se encuentran balanceadas en los nutrientes porque únicamente se les añadió proteína de buena calidad

como en el testigo y algunas vitaminas provenientes del excreta de *Tenebrio molitor*, y el salvado y el bagazo de caña para dar textura.

En cuanto al valor nutritivo del producto base de la dieta en general fue bajo, solo en los grupos A, B, C, D hubo una compensación entre proteínas y carbohidratos; en los grupos restantes de dieta no se logró un balance adecuado para el desarrollo, ya que en general éstas contenían más sales minerales y fibra cruda.

Tabla de la prueba de medias de Tukey respecto al alimento consumido por *Tenebrio molitor*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	489.03	G3
B	395.53	T1
B	387.30	G5
C	378.33	E2
C	368.70	G2
C	362.50	B2
C	347.87	B5
C	331.40	E5
E	284.87	G6
E	269.33	E6
E	237.40	B6
E	236.50	G1
F	210.80	G4
F	209.40	B3
G	0.33	B1
G	0.20	E1

La obtención de estos agrupamientos al relacionarse con la composición de la dieta (Cuadro No. 1), permite decir que la

palatabilidad de la dieta para estos insectos, influye en el grado de consumo de la misma, al igual que la cantidad de fibra cruda que contenga y sales minerales que albergue, lo que puede reducir proporcionalmente la ingestión (ver Tabla No. V).

Tabla de la prueba de medias de Tukey respecto al tiempo de desarrollo de *Tenebrio molitor*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	180.0	E2
A	180.0	B2
B	170.0	B3
C	150.0	E1
C	150.0	B1
D	108.0	G2
E	100.0	G3
F	94.5	G1
G	91.0	T1
H	90.0	B6
H	90.0	E6
H	90.0	B5
H	90.0	G4
H	90.0	G5
H	90.0	G6
H	90.0	E5

Al relacionar estos resultados con el valor nutritivo de la dieta (ver Tabla V), así como su palatabilidad, se puede decir que influyeron en los tiempos que necesitaron para propiciar su desarrollo y existiendo solo 7 dietas que lo realizaron en el menor tiempo, (incluso menor que el testigo) aunque semejante al testigo. Pudiendo señalar que las 10 últimas dietas serían las adecuadas, si solo tomamos en

cuenta este parámetro (tiempo) y las de borregaza y estiércol las menos favorables, con excepción de las enriquecidas con D.O.C.

Tabla de la prueba de medias de Tukey que muestra número de organismos de *Tenebrio molitor*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	658.44433	G2
B	484.44333	B6
C	432.11	E6
D	394.66667	B5
D	389.44333	G6
D	352.89	T1
E	337.89	G5
E	334.66667	E5
E	310.89	G4
F	229.33333	G1
F	202.66667	G3
G	57.00	B3
H	28.11	E2
H	4.7766667	B2
H	3.89	B1
H	3.89	E1

El número de organismos que se obtuvo podría desvirtuar la interpretación de los resultados, al concluir que las más altas fueron las más productivas; sin embargo si hacemos alusión a la biomasa obtenida, ésto no se correlaciona, porque en algunos casos G2, B6, E6, B5, G6, G4, hubo larvas en abundancia pero que tuvieron un peso muy bajo y viceversa en los casos T1, G1, G5 y E5.

Tabla de la prueba de medias de Tukey referente a excreta de *Tenebrio molitor*.

Grupo - Tukey	Medias	Dieta
A	383.37	G3
B	326.10	E2
B	312.07	G2
B	290.57	B2
C	235.10	G5
D C	230.67	B5
D C	230.37	G6
D C E	216.17	E5
D C E	213.33	T1
D C E	205.93	G1
D C E	204.30	B6
D C E	192.80	G4
D E	189.57	E6
E	176.13	B3
F	0.00	B1
F	0.00	E1

Esta forma de agrupamiento se puede relacionar con la digestibilidad de las dietas, que varían en razón de sus componentes y proporción (Cuadro No. 1); existiendo en general en la mayoría de ellas una relación directa en que a mayor alimento consumido, mayor excreta producida, con excepción del testigo.

Desde el punto de vista práctico en relación con los parámetros estudiados, las mejores dietas fueron G2, E5, G5, notándose que si bien el valor nutritivo del D.O.C. es menor que el del salvado, incrementándose la cantidad de éste y disminuyendo el producto básico, da resultados muy favorables

en el reciclaje; si tomamos en cuenta el hecho de que la dieta de un pollo es balanceada, por lo tanto igualmente el subproducto, se puede decir que a la vez hay reducción de costos, pudiendo ver que cuando intervienen desechos de origen vegetal variado, este insecto se desarrolla mejor.

Enseguida se presentan los resultados estadísticos (ANOVA y pruebas de medias de Tukey) obtenidos de los ensayos entre todas las dietas para *Acheta domestica*.

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de ninfas	A	11.4450	4	2.861250
	B	31.7575	19	1.67144768
Alimento consumido	A	78576.2820	4	19644.07050
	B	112661.6495	19	5929.5605
Tiempo de desarrollo	A	252.80000	4	63.2000
	B	1714.8000	19	90.25263158
Número de individuos	A	2427.3000	4	606.82500
	B	4490.8000	19	236.3578947
Excreta	A	47010.2970	4	11752.57425
	B	56158.4920	19	2955.710105

Nota:

F.V.= Fuente de variación.

A= Medias intermediantes.

B= Muestras internas.

Con base en el análisis de varianza anterior se obtuvo la Razón F calculada y fue comparada con la Razón F tabular, considerando un nivel de confianza de 0.05 . Esto se expresa en la siguiente tabla:

Para los organismos *Acheta domestica*, la Razón F al considerar los resultados entre todas las dietas ensayadas fue:

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de ninfas	1.711	2.90	A
Alimento consumido	3.31	2.90	R
Tiempo de desarrollo	0.700	2.90	A
Núm. de individuos	2.56	2.90	A
Excreta	3.97	2.90	R

Nota:

F.c.= Razón F calculada.

F.t.= Razón F tabular.(Stevenson, 1981).

A= Aceptación de la hipótesis nula.

R= rechazo de la hipótesis nula.

Se percibe que en cuanto a los parámetros peso, tiempo y número de individuos, se da la aceptación de la hipótesis nula, lo que significa que las medias entre todas las dietas fueron semejantes. No así para los parámetros alimento y excreta, donde el rechazo de la hipótesis nula está significando que las diferencias de las medias entre ellos, son debidas al tipo de dieta consumida, a la asimilación de ésta y así, al desarrollo que se dió de organismos.

Las siguientes tablas expresan las varianzas obtenidas comparando el grupo testigo con los grupos experimentales (gallinaza y D.O.C.) de *Acheta domestica*.



Testigo - gallinaza

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de ninfas	A	1.232425	1	1.2324250
	B	11.25	3	3.75
Alimento consumido	A	780.125	1	780.125
	B	398.0675	3	132.68916267
Tiempo de desarrollo	A	2.0000	1	2.0000
	B	72.0	3	24.00
Número de individuos	A	237.62	1	237.62
	B	246.0	3	82.0
Excreta	A	6324.75045	1	6324.75045
	B	4.22	3	1.40666667

Nota:

F.V.= Fuente de variación. A= Medias intermediantes de las dietas experimentales. B= Muestras internas del testigo.

Testigo - D.O.C.

Variable dependiente	F.V.	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza estimada
Peso de ninfas	A	1.20125	1	1.201250
	B	11.25	3	3.75
Alimento consumido	A	630.125	1	630.125
	B	398.0675	3	132.68916267
Tiempo de desarrollo	A	12.50	1	12.50
	B	72.0	3	24.0
Número de individuos	A	271.4450	1	271.4450
	B	246.0	3	82.0
Excreta	A	763.6232	1	763.6232
	B	4.22	3	1.40666667

Nota:

F.V.= Fuente de variación. A= Medias intermediantes de las dietas experimentales. B= Muestras internas del testigo.

A continuación se presentan los resultados de la Razón de F calculada y comparada con la Razón F tabular con un nivel de confianza de 0.05 .

Testigo - gallinaza

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de ninfas	0.329	216	A
Alimento consumido	20.952	216	A
Tiempo de desarrollo	0.083	216	A
Núm. de individuos	2.898	216	A
Excreta	4496.268	216	R

Nota:

F.c.= Razón F calculada. F.t.= Razón F tabular.(Stevenson, 1981). A= Aceptación de la hipótesis nula.

R= rechazo de la hipótesis nula.

Testigo - D.O.C.

Variable dependiente	F.c.	F.t.	Ho
Peso de ninfas	0.3203	216	A
Alimento consumido	4.749	216	A
Tiempo de desarrollo	0.521	216	A
Núm. de individuos	3.310	216	A
Excreta	542.860	216	R

Nota:

F.c.= Razón F calculada. F.t.= Razón F tabular.(Stevenson, 1981). A= Aceptación de la hipótesis nula.

R= rechazo de la hipótesis nula.

Como se puede observar a excepción de la excreta, en todos los parámetros analizados para *Acheta domestica*, las medias no son significativamente diferentes al testigo, por lo que si solo la excreta es diferente, ésta pudiera considerarse un factor que al ser relacionado con la digestibilidad de las dietas, mostrara en forma significativa, las condiciones de asimilación de las mismas.

Los resultados de la prueba de medias de Tukey para cada uno de los parámetros antes mencionados expresan lo siguiente:

Tabla de la prueba de medias de Tukey que refiere peso de *Acheta domestica*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	4.050	3
A	3.475	4
A	2.725	1
A	2.475	2
A	1.900	5

La semejanza en el peso obtenido con estas dietas, muestra que los organismos al ser omnívoros aceptan diferentes tipos de partículas alimenticias que pueden asimilar; y, si consideramos el valor nutritivo de las dietas (ver Tabla No. XII) se tiene semejanza entre ellas en la proporción de proteínas y carbohidratos o bien existe una compensación entre estos 2 nutrientes.

Tabla de la prueba de medias de Tukey del alimento consumido por *Acheta domestica*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	230.45	4
A	198.65	3
A	190.95	5
A	161.15	2
B	48.08	1

Este análisis muestra que las dietas de mayor consumo son las experimentales y que el testigo queda fuera del grupo por su

consumo tan bajo, debido a que el valor nutritivo de sus componentes (Tabla No. XII) la hace una dieta balanceada, por lo que los organismos no requieren de gran consumo para satisfacer sus necesidades metabólicas.

Tabla de prueba de medias de Tukey que señala tiempo de desarrollo de *Acheta domestica*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	96.00	1
A	92.00	4
A	90.00	3
A	90.00	5
A	85.00	2

Obsérvese que no existen diferencias significativas para el tiempo de desarrollo de los organismos, por lo que las dietas ensayadas no afectan significativamente el desarrollo de su ciclo biológico.

Tabla de la prueba de medias de Tukey alusiva al número de individuos de *Acheta domestica*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	43.00	4
A	41.00	3
A	21.250	5
A	20.00	1
A	17.750	2

El agrupamiento de las dietas en un solo tipo, muestra que la productividad es semejante en ellas, lo que indica la

aceptación o asimilación de los nutrientes proporcionados en las dietas.

Tabla de la prueba de medias de Tukey que indica sobre la excreta de *Acheta domestica*.

Grupo - Tukey	Media	Dieta
A	140.18	5
B	58.03	3
B	27.75	4
B	18.95	2
B	4.20	1

Unicamente la dieta (5) muestra escasa digestibilidad con relación al otro grupo (B) que incluye las dietas que se puede decir, son más digestibles ya que las cantidades de excreta arrojadas son más bajas.

Considerando los parámetros analizados, se puede decir que la producción de grillo es favorecida con las dietas experimentales 3 y 4, a pesar de que el consumo de alimento fue alto; es redituable en costo y en la biomasa obtenida comparativamente con el testigo, ésto muestra la factibilidad de aprovechar este tipo de desechos orgánicos en beneficio de la producción de insectos, para apoyar problemas de alimentación animal.

#### 5.4 COSTO DE PRODUCCION.

Los productos que se emplearon en la elaboración de las raciones alimenticias en esta investigación al presente (1993) tienen el siguiente costo por kilogramo de producto.

PRODUCTO	PRECIO (p/Kg.)
Salvado	N\$ 0.90
Levadura	N\$ 19.80
Gallinaza	N\$ 0.09 - N\$ 0.14
Borregaza	no comercial
Estiércol	no comercial
D.O.C.	no comercial
Harina de trigo	N\$ 1.30
Harina de soya	N\$ 7.00
Harina de maíz	N\$ 1.30
Leche en polvo	N\$ 17.60

En las siguientes tablas (XV y XVI) se presenta la estimación del costo de producción, para la obtención de un kilogramo de materia seca, ya que el producto así obtenido se puede ofrecer al mercado por kilogramo o a granel. (El costo se calculó solo para las dietas con mejor productividad).

Debido a que D.O.C., estiércol y borregaza no tiene precio en el mercado, no fueron considerados en el cálculo de costo de ninguna de las dietas para las dos especies de insectos que se emplearon en los ensayos de reciclaje.

**TABLA No. XV**

Requerimiento de alimento y costo para producir un kilogramo de (peso seco) larvas de *Tenebrio molitor* en dieta ideal y en las diferentes dietas experimentales.

DIETAS	CONSUMO ALIMENTICIO (grs.)	COSTO *
T	8 723	N\$ 24.33
G2	9 978	N\$ 22.53
G5	12 953	N\$ 13.66 **
G6	10 610	N\$ 11.60 **
E5	10 937	N\$ 10.82 ***

\* costo de alimentación para la producción de organismos.

\*\* solo de gallinaza y levadura, porque contienen D.O.C.

\*\*\* solo de levadura, porque contiene D.O.C. y estiércol.

Nota: No se consideró infraestructura ni mano de obra.

**TABLA No. XVI**

Requerimientos de alimento y costo para producir un kilogramo (peso seco) de *Acheta domestica* en dieta ideal y en dietas experimentales.

DIETAS	CONSUMO ALIMENTICIO (grs)	COSTO *
1	923	N\$ 7.65
2	3 480	sin costo**
3	888	N\$ 1.80 ***
4	1 158	N\$ 0.16
5	3 526	N\$ 1.92

\* Costo de alimentación para la producción de los organismos.

\*\* sin costo porque solo tiene D.O.C.

\*\*\* solo de levadura (la base es D.O.C.)

En ellas se observa que, el costo es más bajo en las dietas experimentales que en las dietas testigo para ambos casos, tomando en cuenta el valor proteínico que poseen estos

organismos y su comparación con el valor de otras especies se puede observar que:

Porcentaje de proteínas que proporciona cada especie  
(Base Húmeda. 1 g./100 g. muestra)

<i>T. molitor</i>	18.03 % - 26.13 %
<i>A. domestica</i>	14.56 % - 17.63 %
res *	21.40 %
pescado *	19.07 %
huevo *	11.13 %
pollo *	18.2 %
cerdo *	17.5 %

\* Tomado de: Hernández M., Chávez A., Bourges H., 1987. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. (tablas de uso práctico).

Esto nos permite ver la relevancia de la cantidad de proteína que se obtendría a través de estos organismos que resultarían ser una fuente proteínica importante, tanto para el consumo humano como para la elaboración de raciones alimenticias animales. Comparando la cantidad de proteína que proporcionan algunos alimentos, con lo que propone la F.A.O. (1969, para países de escaso desarrollo) de 25 grs. de proteína animal dentro de la porción alimenticia diaria, la fuente proteínica que aportan estos insectos es comparable con otros productos de consumo habitual.



## 6. DISCUSION

En esta investigación se emplearon las especies de *Tenebrio molitor* y *Acheta domestica* considerando sus características biológicas y de manejo, en las que se observó, que su condición omnívora, permitió que estas especies aceptaran la mayoría de las dietas que les fueron proporcionadas, también se observó, que el tamaño de la partícula alimenticia que requirieron los organismos, varió conforme su tamaño, por lo que hubo la necesidad de triturar el alimento hasta casi pulverizarlo en el caso de *A. domestica*, ya que el trabajo con estos organismos se inició con ninfas de solo 10 a 15 días de nacidas; mientras que para el caso de *T. molitor* el requerimiento de la partícula no fue del todo pulverizada, pero si muy pequeña, ya que al comienzo de la experimentación, los organismos pasaron de pupa a adulto, los que cuentan ya con estructuras bucales que les permiten triturar el alimento con mayor facilidad que las de las ninfas de *A. domestica*, dejando parte de aquellos con tamaño adecuado para ser consumidos por las pequeñas larvas recién nacidas.

A medida que el trabajo fue desarrollándose se observó que en el caso de grillos, la competencia fue notoria por el espacio, aumentando la irritabilidad cuando el número de organismos se incrementaba, provocándose también el

canibalismo que se hizo más evidente; lo que repercutió en la producción de biomasa. Podemos considerar que en un recipiente de 50 cm. de largo x 30 cm. de altura x 25 cm. de ancho, se puede albergar una población hasta de 120 grillos para evitar este comportamiento.

En el caso de los tenebrios, el canibalismo solo se observó de adultos hacia pupas y la competencia por espacio no fue evidente, ya que es un escarabajo que vive en colonias en diferentes productos; sin embargo, es posible que se manifieste en el peso por larva, ya que a pesar de que las dietas ensayadas se homogeneizaron, no lo fueron tanto como el medio del testigo que está conformado de un solo material (salvado) y la levadura.

Las condiciones de temperatura y humedad fueron favorables al desarrollo de las especies trabajadas y no se propició la aparición de hongos, que hubieran sido nocivos para la producción, debido también al cuidado de los cultivos y el monitoreo constante de los mismos.

El lote de organismos con los que se inició el trabajo fue tomado al azar, sin determinarse el sexo de éstos; si bien su radio sexual es de 2 hembras a 1 macho; se trató de reproducir las condiciones que pudieran semejar las de un

ambiente natural, o las de una fábrica productora de estos organismos. La muy frecuente manipulación y el stress en la separación de los organismos afecta enormemente la vitalidad de los mismos reduciendo la producción y al requerir de mayor tiempo, se incrementa por lo tanto el costo de producción.

A pesar de que estos organismos son de fácil manejo, el caso de *A. domestica* presentó algunos problemas, debido a que se manipularon durante la experimentación repetidas veces: para la cuantificación de huevecillos, ninfas y la separación de adultos; también por el hecho de ser saltadores, ésto provocó la fuga de algunos. Se notó que durante los primeros estadios ninfales, los organismos con facilidad quedan atrapados en las ranuras de las tapas de los contenedores, situación que pudo haber influido en la disminución de población y desde luego en la productividad, al igual que el porcentaje de humedad, pues esta variaba según la colocación de la caja experimental en las cámaras de cultivo. Es pertinente aclarar que éstas se encontraban con un fotoperíodo de 12 horas y los grillos recibían la luz, aun siendo de hábitos nocturnos, pero si se dejaban a oscuras, en el momento de hacer las revisiones la irritabilidad se exacerbaba, haciendo imposible su manipulación; por lo que ahora, ya conociendo que sí son capaces de reciclar diversos desechos orgánicos en un cultivo masivo, deben colocarse en recipientes de mayor capacidad y oscuros.

El análisis de los resultados de *Tenebrio molitor* (Tabla No.III) permite decir que las dietas en que se obtuvieron un mayor número de organismos fueron: gallinaza combinada (G2 y G6), borregaza combinada (B6) y estiércol combinado (E6); éstos tres últimos pertenecientes al grupo de dieta 6 que además del sustrato base, contiene D.O.C. y levadura, en comparación con la primera (G2) que tiene salvado en lugar de D.O.C.; siendo observable que en estas dietas, el contenido de proteínas va de 14.37% a 27.83% y el de carbohidratos del 28.31% al 46.94% y en cada una de ellas se tiene una proporción entre estos tipos de compuestos orgánicos, en comparación con la (G2) que tiene 31.11% de proteínas y 44.21% de carbohidratos y del testigo que tiene 19.46% de proteína y 59.75% de carbohidratos.

Esta situación podemos relacionarla con el peso seco de la biomasa, así con respecto al peso, se ve que solo con las dietas gallinaza combinada (G2) y (G6) se obtienen los mejores pesos junto con las dietas estiércol combinado (E5) y gallinaza combinada (G5); aunque estas dos con un menor número de organismos que las ya mencionadas, (G2, G6), es importante mencionar que estas dos últimas dietas también contienen D.O.C.

El análisis comparativo con el testigo, muestra que su

biomasa no fue superada por ninguna dieta experimental, pero que cercana a ésta, estuvo la dieta gallinaza combinada (G2) con una diferencia de solo 8.4%, y las otras de 15% a 20% de diferencia. Además, hay que señalar que las dietas que tuvieron la borregaza (B2) y el estiércol (E2) como base en los porcentajes de 70% a 95% y sin combinaciones con D.O.C. fueron las que tuvieron los pesos más bajos.

Es importante resaltar que estas biomasa de las dietas G2, G6, G5, E5, se obtuvieron solo con un consumo de 58% a 75% de la ración alimenticia ofrecida, comparadas con el 80% que consumió el testigo; mientras que por el contrario, en las dietas restantes sus organismos consumieron altas proporciones de alimento en comparación con la biomasa obtenida. Esto permitió determinar que la eficiencia de conversión de este alimento fue mejor en los organismos de la dieta testigo 8.7:1 en relación a la biomasa, pero 0.373:1 en relación a productividad y cercano a este valor se obtuvo en organismos de las dietas experimentales G1, G2, G5, G6, E5, con valores de 9.97 : 1 a 12.95 : 1 para la eficiencia en biomasa y 0.187 : 1 a 0.382 : 1 en cuanto a la eficiencia en productividad, en contraste con otras que tuvieron valores muy altos de requerimientos para la conversión alimenticia como fue el caso de la dieta E2 y B2 con 378.3 :1 y 725.0 :1 en la biomasa y 4.50 :1 y 25.35 :1 en la productividad.

Como resultado del consumo alimenticio, las dietas fueron analizadas después de haber sido recicladas por los organismos, cabe aclarar que dicho análisis se aplicó solo a algunas dietas a través de un muestreo de las que dieron mejores, regulares y muy desfavorables resultados (Tabla V).

Se observó de manera general, que el porcentaje de carbohidratos en la dieta ya reciclada, bajó en todos los casos dándose variaciones de un 5% a un 24%. En el caso del contenido proteínico, las variaciones fueron mucho menores, permaneciendo semejantes, en un caso (B5) se incrementó ligeramente y en la mayoría bajó de 1% a 6%, con excepción de la dieta G3 que tuvo una diferencia de 12% de su contenido inicial. Las dietas B1 y G5 son las que mantienen la proporción inicial con la final en este parámetro, posiblemente debido a que parte de los organismos de los primeros estadios que llegan a pasar las mallas de separación, pudieron haber quedado en los residuos del reciclado que se analizó; siendo esta misma situación la causa que pudo haber influido tal vez, para que el contenido de grasas en el reciclado también incrementara de 1% a 4% con relación al contenido inicial; en las dietas B1, B5, G5 al igual que en el testigo. (Tabla No. V).

En cuanto a las sales minerales presentes en el material

reciclado, se vió que aumentaron significativamente, en una proporción de aproximadamente el doble del inicial albergado en las dietas, excluyendo al testigo en donde el incremento es solo de 0.5%. Ello indicaría que en los organismos de las dietas experimentales, el incremento obtenido pudo deberse a que en su metabolismo se llevó a cabo una mayor excreción del alimento ingerido; es decir, una menor digestibilidad del mismo, más que ser incorporado por el organismo en la síntesis de materia (como lo muestra el peso seco obtenido y el excreta arrojado). También, a pesar de haberse hecho la separación de las excretas con los diversos tamices del material reciclado, éstas pudieron permanecer entre los residuos y ser analizados junto con ellos, por lo difícil de su separación debido al tamaño de los mismos, sobre todo los de los primeros estadios.

El análisis referente a la fibra cruda, muestra que en todas las dietas se dió un incremento enorme en los valores de ésta, de manera semejante a la que se dió en el testigo, con la excepción de las dietas E6 y B5 que fue en una escala menor. El incremento en fibra en las dietas recicladas, se pudo deber a la existencia en ella de fracciones de los restos de las exuvias de los organismos, que para algunos casos como, en los que el ciclo de vida fue casi completo, el número de mudas fue mayor en comparación con lo obtenido en otros casos (E6 y B5 que no incrementaron tanto).

En el caso de los carbohidratos se notó que disminuyó en los desechos después de ser reciclados de un 5% hasta un 30% dependiendo del sustrato (Tabla No. V).

Todo lo anterior, repercute en la calidad alimenticia de los organismos obtenidos en las diferentes dietas y al respecto se puede mencionar, que en todos los organismos de las dietas analizadas se supera el contenido en proteína, del testigo, con un rango que va de 4% a 25% más que el testigo, con la excepción de los organismos de la dieta B5 que contienen un 1% menos que el testigo. (Tabla No. VI).

Si comparamos el contenido de carbohidratos en los organismos de las diferentes dietas, los resultados arrojan cifras más altas que el testigo, aumentando solo de 2% a 7%, por lo tanto tienen más riqueza energética en éste aspecto; mientras que en contenido de grasas, los organismos de todas las dietas bajan sus proporciones con relación al testigo, variando considerablemente desde un 35% (E2, G3) menos que el testigo, hasta solo un 4% menos cantidad de lípidos en el caso de los organismos de la dieta B5; las otras mostraron una diferencia de 8% y 16% menos. Dado que las grasas constituyen la reserva energética para efectuar la metamorfosis, habría que preguntarse, si los individuos obtenidos de las dietas experimentales la pudieran llevar a cabo.



En cuanto al contenido de las sales minerales y de la fibra cruda que poseen las larvas en las diferentes dietas, los resultados muestran un pequeño incremento en comparación con el testigo, de tan solo 1% a 5% más.

Para el caso del análisis de la segunda especie estudiada, es apreciable en *Acheta domestica* (Tabla No. VIII) que, el tiempo promedio del ciclo de vida de los grillos casi fue uniforme, en los diversos desechos orgánicos; pero, la productividad varió notoriamente conforme al contenido de las dietas a que fueron sometidos los organismos. Si ésto lo comparamos con la calidad de su respectiva dieta, es probable que exista una compensación entre el contenido de los ingredientes que los conforman sobre todo del proteínico y los carbohidratos, ya que como lo muestran las dietas 3 (D.O.C. combinado) y la 4 (gallinaza sola), éstas permitieron un mayor desarrollo de los organismos, pues se puede ver que la primera (3) aun siendo baja en proteínas de óptima calidad, con tan solo (10%) de ellas, es alta en carbohidratos, en comparación con la segunda dieta antes mencionada (4), que es un subproducto de una dieta balanceada la que contiene proporciones casi semejantes tanto de proteínas como de carbohidratos, estando por arriba del 30%.

Es significativo que la dieta 2 (D.O.C. sólo) fue la más baja en producción de organismos, lo que a su vez coincide con un

contenido proteínico muy bajo del 10%, aun siendo la más rica en carbohidratos, por lo que habría que suponer que no hubo compensación entre ambos nutrimentos. Es difícil interpretar lo sucedido en el caso de la dieta 5 (gallinaza combinada), pues esta dieta siendo semejante a la 4 (gallinaza sola) en cuanto a proteínas, grasa, sales minerales, fibra cruda y carbohidratos e incrementándola con un 10% de proteína de óptima calidad, no dió los resultados esperados ya que tuvo una productividad de la mitad de la dieta antes mencionada (4), por lo que, se pudiera pensar en otro tipo de factores que hubiesen intervenido, entre los que se puede mencionar la existencia de compuestos tóxicos derivados de la propia alimentación de estas aves.

La situación de obtener un número de organismos determinado como índice de productividad, relacionado con el alimento de consumo real que la población y cada uno de los organismos desarrollados ha consumido, para asimilarlo o excretarlo sin hacer un buen aprovechamiento del mismo, permite evaluarlas.

Se mostró (Tabla No. VIII), que los organismos desarrollados en las dietas 3 (D.O.C. combinado) y la 4 (gallinaza sola) son los que consumen la mayor proporción de la ración alimenticia, seguidas de la dieta 5 (gallinaza combinada). Y en ninguno de los casos se igualó el bajísimo consumo del testigo.

Lo sucedido con la dieta 5 (gallinaza combinada) aun siendo semejantes en consumo de alimento, con el de los organismos de la dieta 3 (D.O.C. combinado) 85.33% y 82.85% respectivamente, (porcentajes con referencia a dieta 4) es que desarrolla una población 50% menos. Esto nos podría estar indicando que no se asimila lo consumido, es decir una baja digestibilidad y si lo comparamos con la producción de excreta de estas poblaciones, la que resultó ser la más alta es la dieta 5 con 140.17 gramos y en menor proporción la dieta 3 con 58 gramos, que comparándolas con la del testigo, (que tuvo la producción de excreta más baja 4.2 gramos) puede considerarse entonces que en ésta última, aprovechan lo consumido.

En las dietas 3 (D.O.C. combinado) y 4 (gallinaza sola) que tuvieron una producción semejante de organismos y a la vez las más altas, se tiene diferencia de casi un 50% en la formación de excreta, siendo la dieta 4 (gallinaza sola) la más digestible, ya que tan solo consumió aproximadamente un 5% más que la dieta 3 (D.O.C. combinado).

Mientras en la dieta 2 (D.O.C. sólo) la formación de excreta se puede considerar no alta (18.92%) para una población que numéricamente fue semejante a la de la dieta 5 (gallinaza combinada); y, ésta manifestó la formación más alta de

excreta, hubo una diferencia de consumo alimenticio de solo un 5% menos en la dieta 2 (D.O.C. sólo). Haciendo esta comparación, sería por lo tanto más aceptable la dieta 2 (D.O.C. sólo), por la asimilación del producto alimenticio que nos interesa degradar; si tomamos como 100% el total de la población obtenida en la dieta 4 comparativamente a la dieta 1 (testigo); ésta, da una producción baja (46% de población) y no obstante se apreció, que son estos grillos los que asimilan grandemente el alimento, ya que la proporción de excreta es la más baja y el consumo de alimento fue solo de una quinta parte.

Es importante tomar en cuenta también que para ser costeable la obtención de un producto, éste cumpla no solo con los aspectos antes mencionados de tiempo de producción, cantidad de organismos, alimento consumido y aprovechado por ellos; sino también el peso que estos organismos tengan, ya que la materia de consumo se mide en la formación de masa expresada en peso, por lo tanto cabe hacer las consideraciones siguientes de la producción obtenida de *Acheta domestica*.

Los pesos registrados varían en los diferentes ensayos, siendo superiores los de las dietas 3 (D.O.C. combinado) y 4 (gallinaza sola), de prácticamente con el doble del resto; pero además, si comparamos el peso fresco y el seco, vemos

que los que albergaron mayor cantidad de agua, fueron los que expresaron los más grandes valores de peso seco.

Las eficiencias de conversión calculadas manifiestan que de los experimentos realizados, fueron las dietas 3 y 4 las que manifestaron cifras aceptables, a pesar de requerir de casi el 50% más que el testigo; el resto de dietas no fueron aceptables.

El costo de producción para *Tenebrio molitor* es un poco más alto que para grillo y puede considerarse redituable por la obtención de un elevado contenido proteínico manifestado en peso seco; siendo mucho más bajo el costo en *Acheta domestica* y con un contenido proteínico similar al de los tenebrios, el grillo es aun más costeable que la primera especie.

Si bien en apariencia las eficiencias de conversión de ambos testigos son mejores que las de los experimentales, habría que hacer alusión por un lado, a los costos de ellas y a la facilidad de la obtención de sus ingredientes y por otro lado al hecho de que, el punto central de esta investigación fue el reciclaje de desechos orgánicos (que constituyen un problema de salud mundial) para productividad y que de esta manera podrían aprovecharse para producir proteína animal tan

necesaria y cara en la actualidad, por lo que las comparaciones de los resultados experimentales con los testigos fueron solamente para tener un parámetro de evaluación.

## 7. CONCLUSIONES

---Las dos especies son factibles de ser cultivadas por sus características biológicas y de manejo.

---Con las especies *Tenebrio molitor* y *Acheta domestica* es posible hacer el reciclaje de desechos orgánicos de origen animal y vegetal.

---El contenido de proteína ideal en la dieta para el cultivo de estas especies debe estar dentro de un 24%, si bien se desarrollan en un rango de 14% a 30%.

---Las dietas deben contener carbohidratos dentro de un rango de 30% a 50% para ser favorable.

---Debe existir una correlación entre las proteínas y los carbohidratos en la dieta para el cultivo de los organismos; cuando el porcentaje de proteínas es bajo (pero dentro del rango) el de carbohidratos debe ser más alto.

---El porcentaje de proteína en los organismos experimentales de *Tenebrio molitor* superó a los del testigo, obteniéndose una buena fuente de proteína con el empleo de desechos orgánicos.

---El porcentaje de proteína en los organismos experimentales de *Acheta domestica* fue semejante al testigo, pudiendo obtenerse una buena fuente de proteína empleando desechos orgánicos.

---El porcentaje de carbohidratos en los organismos de *Tenebrio molitor* experimentales fue un poco más elevado al contenido del testigo.

---La mejor productividad en peso seco fue con la dieta testigo para *Tenebrio molitor*.

---La mejor productividad en peso seco en las experimentales fue con el empleo de gallinaza-D.O.C.

---La productividad de *Tenebrio molitor* se ve favorecida por la presencia de D.O.C. en las dietas ensayadas.

---Los mejores resultados de biomasa (peso seco) con *Acheta domestica* se obtuvieron con las dietas de D.O.C. combinado y con la de gallinaza sola.

---Son aceptables para el reciclaje con *Tenebrio molitor* las dietas experimentales con gallinaza en proporciones no mayores a 70%, combinadas con D.O.C. o con salvado.



---No son aceptables las dietas experimentales con estiércol (quizás ya era reciclado por la gran cantidad de sales minerales que contenía) ni con borregaza para ninguna de las dos especies; excepto cuando se eleva la calidad nutritiva del estiércol combinado con el D.O.C., solo para *Tenebrio molitor*.

---La mejor eficiencia de conversión se obtuvo con los organismos de las dietas testigo en las dos especies, pero el costo es significativamente más elevado.

---La producción de organismos se ve afectada por el canibalismo y es más acentuado en *Acheta domestica*.

---En *A. domestica* la competencia aumenta en espacios reducidos.

---El costo relativo de la productividad es menor en las dietas experimentales sin tomar en cuenta infraestructura y mano de obra.

--- La proteína obtenida con *A. domestica* es más económica que la obtenida en *T. molitor*.

--- La proteína obtenida puede ser empleada en la elaboración de raciones alimenticias.

---Este trabajo podría considerarse como una premisa hacia nuevas investigaciones para el aprovechamiento de desechos orgánicos, que conduzcan a mejorar la producción de este tipo de proteína y su empleo en la formulación de raciones alimenticias para animales que resultan ser fuente de alimentación para el hombre y que podrían manejarse en cantidades industriales o a nivel familiar; sobre todo en aquellas áreas rurales de escasos recursos para la alimentación; ésto sería posible de realizarse a través de los programas nacionales que apoyan al mejoramiento de la nutrición y la difusión a la población hacia el conocimiento de alternativas nutricionales (entomofagia) directas o indirectas, que ya nuestros ancestros utilizaban.

Considerando, que estos insectos son recursos de fácil manipulación y que requieren de infraestructura mínima a cualquier nivel y además costeables, ya que a escala industrial se reducirían los costos por compras al mayoreo de los componentes de las dietas para el cultivo de dichos insectos; o bien a escala familiar, los costos también se reducirían al emplear los productos de desecho doméstico para la formulación de dichas dietas, obteniéndose así un producto de calidad nutricional que sirve de apoyo para resolver los graves problemas nutricionales del país (hambre, desnutrición).

## 8. LITERATURA CONSULTADA

- ALCANTARA, S.E., Calderón D.P., Carranco L.M. y varios. 1988. Manual de Técnicas de Laboratorio para el análisis de alimentos. Departamento de Ciencia y Tecnología de alimentos. División de Nutrición Experimental. México 171 p.
- ALEXANDER, R.D. 1968. Life cycle origins and speciation in crickets. Quar. Rev. Bio. 43: 1-40
- ANONIMO, 1975. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 12 th. Ed. Washington, D.C. 1094 p.
- ANONIMO, 1975. Manual de prácticas de Bromatología. (Fac. de Med. Vet. y Zoot.) U.N.A.M. 41 p.
- ANONIMO, 1984. Manual del curso sobre manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos e industriales. SEDUE 96 p.
- BADUI, D.S. 1981. Química de los alimentos. Departamento de alimentos división de estudio de posgrado. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. 1a. ed. México 430 p.
- BARRONS, K.C. 1978. La alimentación en el mundo del futuro. Editores Asociados S.A. 1a. ed. México 215 p.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Ed. Herrero Hermanos, Sucesores S.A. 1a. ed. México 468 p.
- BORROR, Donald J., De Long Dwight, Triplehorn Charles A. 1976. An Introduction to the Study of Insects. 4a. Edition, by Holt, Rinehart and Winston. New York. 852 p.
- BYERLY, T.C. 1967. Efficiency of Feed Conversion. Science 157: 890-895 p.
- CASTILLO, H.B. 1990. La sociedad de la basura. Ciencias 20: 25-30 U.N.A.M. México.
- CEBALLOS Gonzalo. 1953. Elementos de Entomología General. Ed. Escuela Especial de Ingenieros de Montes, Sección de Publicaciones. Madrid 305 p.

- CLIFFORD, C.W., Roe R.M., Woodring J.P. 1977. Rearing methods for obtaining house crickets, *Acheta domesticus*, of known age, sex, and instar. Annals of the Entomological Society of America 70 (1):69-74
- CONCONI, R.M. 1993. Estudio comparativo de 42 especies de insectos comestibles con alimentos convencionales en sus valores, nutritivo, calórico, proteínico y de aminoácidos haciendo énfasis en la aportación de los aminoácidos esenciales y su papel en el metabolismo humano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Biología. U.N.A.M. 71 p.
- CONN, E.E., Stumpf P.K. 1976. Bioquímica Fundamental. Ed. Limusa, 3a. Ed. México 628 p.
- CORONADO, R., Márquez A. 1972. Introducción a la Entomología Morfología y Taxonomía de Insectos. Ed. Limusa, México. 282 p.
- COTTON, R.T. 1940. Mealworms. Leaflet 195: 5 p. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C.
- CHAVEZ, V.A. 1982. Perspectivas de la Nutrición en México. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". Publicación L-50 de la División de la Nutrición. México 18 p.
- DAVALOS, H.E. 1966. Alimentos básicos e inventiva culinaria del mexicano. SEP. Cuadernos de lectura popular, serie peculiaridades mexicanas. 62 p.
- DEFFIS, A.C. 1991. La Basura es la Solución. Ed. Concepto, S.A. 1a. reimpresión, México. 277 p.
- DE FOLIART, G.R. 1992. Insects as Human Food. Crop Protection 11: 395-399
- DE VALDIVIA, R.M., Cervantes L. 1984. Guías para la Educación Nutricional. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". Publicación L- 64 del Departamento de Educación Nutricional. México. 120 p.
- EQUIPO INTEGRAL. 1986. La dieta ecológica. Biblioteca Natura, Ed. Posadas. México 254 p.

- ESPINOSA, C.L., Rueda A.F. y varios 1987. Cronología de Hambrunas en México 40 000 a.C. 1985 d.C.. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". Publicación L-76 de la División de Nutrición. México 185 p.
- EVANS, A.C. and Goodliffe, E.R. 1939. The utilization of food by the larva of the mealworm *Tenebrio molitor*, Proc. R. Ent. Soc. Lond. A. 14: 57-62
- EZCURRA, E., Fuentes V., Legorreta J., Navarro J.M., Páramo V.H., Serra M.C. 1991. Problemas ambientales en la Ciudad de México. Ciencias 21: 19-22. U.N.A.M. México.
- FARB, Peter. 1977. Los Insectos. Colección de la Naturaleza de Time-Life. Ed. Offset Larios S.A. México 191 p
- FLORES, M.J. 1977. Bromatología Animal. Ed. Limusa, 2a. reimpression. México. 683 p.
- FLORES, R.A. 1989. Contribución al conocimiento de los insectos comestibles de la Delegación Política de Milpa Alta, D.F. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Biología. U.N.A.M. 133 p.
- GHOURI, A.S.K., y Mc Farlane J.E. 1958. Observation on the Development of Crickets. The Canadian Entomologist. 90: 158-165
- GRANT, J.P. 1989. Estado Mundial de la Infancia. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) 115 p.
- GRASSE, Pierre Paul. 1971. La vida de los animales. La evolución de la vida. Ed. Planeta S.A. Barcelona España 419 p.
- GUTIERREZ, E.M. 1990. Los residuos sólidos peligrosos: ¿un riesgo sin solución?. Ciencias. 20: 31-36 U.N.A.M. México
- GUYOT, Hervé. 1990. L'élevage des Grillons Insectes un autre monde parmi nous. Les cahiers de liaison de L'Office pour L'information Eco-entomologique. édité par l'Opie. no. 78 3er. trimestre
- GUYTON, A.C. 1971. Tratado de Fisiología Médica. Ed. Interamericana 4a. ed. México 1084 p.

- HERNANDEZ, M., Chávez A., Bourges H. 1987. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Instituto Nacional de la Nutrición. Publicación L-12 de la División de Nutrición. México 34 p.
- KAZMIER, L., Díaz A.M. 1993. Estadística aplicada a la administración y a la economía. Ed. Mc Graw Hill; 2a. edición. México. 520 p.
- KREYSZIG, E. 1985. Introducción a la estadística matemática, principios y métodos. Ed. Limusa. México. 5050 p.
- LENINGHER, A. 1972. Bioquímica las bases moleculares de la estructura y función celular. Ed. Omega. 887 p.
- LOPEZ, M. J. 1984. Nutrición. Editorial Libra; México 323 p.
- LOPEZ, R. de J. 1990. El impacto de los desechos sólidos sobre el medio. Ciencias. 20: 37-41 U.N.A.M. México.
- MASSIEU, G., Guzman J., Cravioto, R., and Calvo, J. 1958. Nutritive value of some primitive mexican foods. J. Am. Diet. Assoc. 27: 212-214
- Mc FARLANE, J.E. 1964. The Protein Requirements of the house cricket, *Acheta domesticus* L. Can. J. Zool. 42: 645-647
- Mc FARLANE, J.E., Allit I., and Steeves E. 1984. Studies on the group effect in *Acheta domesticus* (L.) using artificial diets. Insect Physiol. 30 (2): 103-107
- METCALF, C.L., Flint W.P. 1978. Insectos destructivos e insectos útiles.- sus costumbres y su control. Ed. Continental., México 1208 p.
- MORON, M.A., Terrón R.A. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Mexicana de Entomología; Publicación 22, 1a. Edición. México, D.F. 504 p.
- NAKAGAKI, B.J., Sunde M.L. and De Folliart G.R. 1987. Protein Quality of the House Cricket, *Acheta domesticus* when Fed to Broiler Chicks. Poultry Science 66: 1367-1371

- NAKAGAKI, B.J. and De Foliart, G.R. 1991. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. J. Econ. Entomol. **84**: 891-896
- PARKER, A.C. 1970. Anatomía y Fisiología. Ed. Interamericana, 7a. ed. México 554 p.
- PATTON, R.L. 1967. Oligidic diets for *Acheta domesticus*. Ann. Entomol. Soc. Am. **60**: 1238-42
- PATTON, R.L. 1975. Wing Polymorphism in *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae). Ann. Entomol. Soc. Am. **68**(5), 852-854
- PATTON, R.L. 1978. Growth and development Parameters for *Acheta domesticus*. Ann. Ent. Soc. Am. **71**: 40-42
- PINO, M.J.M. 1978. Composición química de algunas especies de insectos comestibles del Estado de Hidalgo. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Biología. U.N.A.M. 61 p.
- RAMIREZ, H.J., Arroyo P., y Chávez A. 1973. Aspectos socioeconómicos de los alimentos y la alimentación en México. Rev. Comercio Exterior del Banco de Comercio Ext. 675-690 p.
- RAMOS-ELORDUY, J., y Bourges R.H. 1977. Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Ser. Zoología. **48**(1): 165-186
- RAMOS-ELORDUY, J., Pino M.J.M. y González M.O. 1981. Digestibilidad in vitro de algunos insectos comestibles de México. Fol. Ent. Mex. **49**: 141-154
- RAMOS-ELORDUY, J. 1982a. Los insectos como fuente de proteína en el futuro. Ed. Limusa., México 143 p.
- RAMOS-ELORDUY, J., Pino M.J.M., y Bourges R.H. 1982b. Valor nutritivo y calidad de la proteína de algunos insectos comestibles de México. Folia Entomológica Mexicana **53**: 111-118 p.

- RAMOS-ELORDUY, J. 1984a. Protein content of some edible insects in México. J. Ethnobiol. 4(1): 61-72
- RAMOS-ELORDUY, J. 1984b. Los insectos como un recurso actual y potencial. Seminario sobre la alimentación en México. Instituto de Geografía. México. 126-139 p
- RAMOS-ELORDUY, J. y Pino M.J. 1984c. Esos deliciosos insectos comestibles. Revista de Geografía Universal Edición Internacional. México. Año 9 agosto 18(2):147-160
- RAMOS-ELORDUY, J., Pino M.J.M. 1988. The utilization of insects in the empirical medicine of ancient mexicans. J. Ethnobiol. 8(2): 195-202
- RAMOS-ELORDUY, J. y Pino M.J.M. 1989. Los insectos comestibles en el México antiguo. Estudio Etnoentomológico. A.G.T. Editor S.A. México 108 p
- RAMOS-ELORDUY, J. y Pino J.M. 1990. Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México. Rev. Soc. Quím. Mex. 34: 56-68
- RAMOS-ELORDUY, J. 1993a. Suculentos Insectos: Un Recurso Natural Renovable. Información Científica y Tecnológica. México. 15(202): 16-18
- RAMOS-ELORDUY, J. y Pino J.M. 1993b. Esos pequeños seres curativos: Entomología y Medicina. Información Científica y Tecnológica. México. 15(202): 19-21
- RAMOS-ELORDUY, J. 1993c. Insectos recicladores de basura: Tenebrio molitor. Información Científica y Tecnológica. México 15(202): 23-25
- RENUCCI, M., Strambi, C., Strambi A., Augier R. and Charpin P. 1990. Ovaries and Regulation of Juvenile Hormone titer in Acheta domesticus L. (Orthoptera). General and Comparative Endocrinology. 78 (1): 137-149
- RICHARDS, O.W., Davies R.G. 1984 Tratado de Entomología. Ed. Omega. España. 183-197 p.
- RITTER, Karla. 1990. Cholesterol and insects the food insects newsletter. Department of Entomology University of Wisconsin. III (1)



- ROCHSTEIN, M. 1974. The Physiology of Insecta. 2a. Ed. Academic Press, New York and London. vol. V
- ROE, R.M., Clifford C.W., Woodring J.P. 1980. The effect of temperature on feeding, growth, and metabolism during the last larval stadium of the female house cricket, *Acheta domesticus*. Insect Physiol. 26: 639-644
- ROLDAN, A., Chávez A., Romero G., Madrigal H., Peláez M. 1988 Geografía del Hambre en México. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". Monografía L-79 de la División de Nutrición de Comunidad. México 48 p.
- RONALD, L., Taylor. 1975. Butterflies in my stomach. Or: Insects in Human Nutrition. Ed. Woodbridge Press Publishing Company Santa Barbara California 224 p
- ROSS, H.H. 1968. Introducción a la Entomología general y aplicada. Ediciones Omega S.A. 2a. ed. Barcelona, España. 536 p.
- STEVENSON, W.J. 1981. Estadística para administración y economía (conceptos y aplicaciones). Ed. Karla, S.A. de C.V. México. 585 p.
- TAYLOR, R.L. 1975. Butterflies in my stomach. Or: Insects in Human Nutrition. Ed. Woodbridge Press Publishing Company Santa Barbara California 224 p.
- TENNIS, P.S., Koonce J.F. and Teraguchi M. 1979. Studies on food size as a selection pressure on body size. I. Effects of food size on fitness of two size strains of *Acheta domesticus* L. Evolution 33 (1): 95-103
- TOLEDO, V.M., Carabias J., Mapes C., Toledo C. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Ed. Siglo XXI Editores S.A. de C.V. 1a. ed. México 118 p.
- URS, K.C.D. and Hopkins T.L. 1973. Effect of moisture on the lipid content and composition of two strains of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae). J. Stored. Prod. Rev. 8: 299-305

- VILLEDA, V.C. 1992. México: La Ciudad más Contaminada del Mundo. Muy Interesante. México Año 9 4-010492: 66-71
- WOODRING, J.P., Roe R.M. and Clifford C.W. 1977. Relation of feeding, growth, and metabolism to age in the larval, female house cricket. J. Insect Physiol. 23 : 207-212
- WOODRING, J.P., Clifford C.W. and Beckman B.R. 1979. Food utilization and metabolic efficiency in larval and adult house crickets. Insect Physiol. 25: 903-912