



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOBRE LOS
RECURSOS NATURALES**

(INIRENA-UMSNH)

COORDINACIÓN DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS

**“EVALUACIÓN DE DOS ALIMENTOS BALANCEADOS,
PELETIZADO Y EXTRUIDO EN EL CRECIMIENTO DE LA
RANA TORO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS
EN LIMNOLOGÍA Y ACUICULTURA**

**PRESENTA
LARISA MÉNDEZ BÉJAR**

**DIRECTOR DE TESIS
PHD. ARTURO CHACÓN TORRES
DOCTOR EN CIENCIAS EN LIMNOLOGÍA**

**MORELIA, MICHOACÁN
MÉXICO
Abril 2014**

1/82

Tabla de contenido

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 La acuacultura	5
1.2 La acuacultura mexicana	6
1.3 Cultivo de <i>Rana catesbeiana</i>	7
2. ANTECEDENTES	9
2.1 La ranicultura en el mundo.....	9
2.2 La ranicultura en México	12
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. OBJETIVO.....	18
4.1 Objetivo general	18
4.2 Objetivos particulares.....	18
5. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	19
5.1 Taxonomía de la <i>Rana catesbeiana</i>	19
5.2 Ciclo biológico	19
5.3 Anatomía de la <i>Rana catesbeiana</i>	21
5.3.1 Esqueleto	22
5.3.2 Sistema muscular.....	24
5.3.3 Sistema nervioso	24
5.3.4 Aparato digestivo.....	25
5.3.5 Sistema respiratorio	26
5.3.6 Aparato reproductor	26
5.4 Fisiología.....	28
5.5 Ecología	29
5.6 La rana toro y sus condiciones ambientales	30
6. METODOLOGÍA.....	31
6.1 Material biológico	31
6.2 Descripción del sitio del proyecto.....	31
6.2.1 Descripción natural del sitio del proyecto.	33
6.2.2 Mapa de localización del sitio del proyecto	39
6.3 Sistema de cultivo	39
6.4 Alimento	44
6.5 Diseño experimental	44
6.5.1 Esquema de alimentación para el Tratamiento 1 (Figura 9).....	45
6.5.2 Esquema de alimentación para el Tratamiento 2 (Figura 10).....	47
6.6 Muestreo	49
7. RESULTADOS	51
7.1 Tratamiento con alimento peletizado T1	51
7.2 Tratamiento con Alimento Extruído T2.....	59
8. DISCUSIÓN	74
9. CONCLUSIONES.....	77
10. REFERENCIAS.....	81

RESUMEN

El presente trabajo consistió en realizar ensayos comparativos de alimentación de *Rana catesbeiana* en su etapa de engorda, utilizando dos tipos de alimento balanceado comercial, uno en presentación de “pellet” que constituye el T1, el otro un “extruído” que constituye el T2. Ambos tratamientos se sometieron a dos densidades distintas: 100 ranas/m² (d1) y 75 ranas/m² (d2); así mismo se sometieron a dos frecuencias de alimentación: una consistente en alimentar dos veces al día (f1) y otra en alimentar cuatro veces al día (f2).

Se realizó un diseño experimental de ocho tratamientos con tres réplicas cada uno; se alimentó al 6.0% de su biomasa y en todos se incluyó larva de mosca como estimulante para la alimentación en un 20%.

Los ensayos se realizaron dentro de un invernadero a una temperatura promedio de 32°C y una humedad relativa promedio del 85.0%. Las ranas se alojaron en estanques de concreto con dimensiones de 3 x 2 x 1.20, cada uno de estos estanques se subdividió de forma que las ranas se confinaron solamente en 1.0 m² de este espacio para manejar las densidades 1.0 y 2.0 por m². En todos los estanques se colocaron sombreaderos para disminuir el stress de los organismos.

Los resultados fueron evaluados en términos de supervivencia, conversión alimenticia, crecimiento y eficiencia alimenticia.

Los resultados arrojan que es contundente considerar que el alimento extruído tiene mejores resultados en los términos en los que se evaluó este trabajo al ser superior en todos los términos evaluados, ya que registra una TCA ó FCA de 1.25, una TAE= .57; una TS=97% y una TC= 656%; en comparación con el mejor resultado que se obtuvo con el alimento peletizado que registra los siguientes resultados: una TCA ó FCA= 1.91, una TAE=.52, una TS=95% Y una TC=203%.

Palabras clave: *Rana Catesbeiana*, pellet, extruído, evaluación alimenticia

SUMMARY

The present work consisted in realize a comparative essays of feeding of *Frog Catesbeiana* in his stage of fatten, using two types of commercial swung food, one presentation “pellet” that constitutes the T1, the another “extruído” that constitutes the T2. Both treatments subjected to two distinct densities: 100 frogs/m² (d1) and 75 frogs /m² (d2); Likewise they subjected of two frequencies of feeding: a consistent in feeding twice a day (f1) and another in feeding four times per day (f2). It realised an experimental design of eight treatments with three retort each one: it fed to 6.0% of his biomass and in all included larva of fly like stimulating for the feeding in 20%.

The essays were carried out inside of a greenhouse to a temperature average of 32 °C and a relative humidity average of 85%. The frogs were lodged in ponds of concrete with dimensions of 3 x 2 x 1.20 m. Each one of these ponds divided of such from that the frogs confined only in 1 m² of this space to handle the densities 1 and 2 by m².

In all the pounds places we used shadow to reduce the stress of the organisms. The results were evaluated in terms of survival alimentary conversion, growth and alimentary efficiency.

The results launch that it is conclusive to consider that the food “extruído” has better results in the terms in which it evaluated this work, when being upper in all terms evaluated, since it launches a TCA or FCA of 1.25, a TAE= .57; a TS= 97% and a TC= 656% this in comparision with the best result that obtained with the food “pellet” that launches the following results: a TCA ó FCA= 1.91, a TAE= .52, a TS= 95% and a TC= 203%

Keywords: *Catesbeiana Frog*, pellet, extruído, comparative feeding.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La acuacultura

La acuacultura es la actividad económica, ciencia y arte del cultivo de organismos acuáticos. También es considerada como la producción, procesamiento y venta de organismos biológicos de un sistema acuático. Existen diversas definiciones y clasificaciones de la acuacultura que varían de acuerdo a un criterio determinado. Cualquiera que sea el criterio, la acuacultura ha demostrado ser una actividad sustentable y práctica para incrementar la producción de organismos acuáticos. La acuacultura comprende el conjunto de las actividades de producción de vegetales y animales en agua dulce o marina. Estas se caracterizan por una intervención humana bien definida, destinada a incrementar la producción natural del medio.

La acuacultura también se clasifica de acuerdo con la especie que se maneja en condiciones de cultivo incluyendo:

- 1) Piscicultura definida como la crianza de peces de agua dulce o de agua de mar.
- 2) Camaronicultura asociada a la crianza de camarones
- 3) Alguicultura orientada a la crianza de algas.
- 6) Conchicultura que incluye la crianza de ostras, conchas, mejillones,
- 5) Ranicultura especializada en la crianza de ranas.

Hasta la segunda mitad del siglo XX la acuacultura fue una actividad artesanal, principalmente localizada en Asia y aún desconocida por el sector económico y financiero.

El crecimiento de la población ha incrementado la demanda de organismos de origen marino, ocasionando una sobre explotación del recurso. Por ello, ha sido necesario incrementar el cultivo de organismos acuáticos en gran escala con el fin de alimentar a la población creciente. Por lo anterior, los programas de acuacultura han manifestado la tendencia hacia su incremento en todos los países del mundo. Este es el principal motivo para considerar que el cultivo de rana es una opción viable para apoyar la producción y suministro de alimento para la población.

1.2 La acuacultura mexicana

La acuacultura en México se ha desarrollado desde hace varias décadas. El Gobierno de México ha promovido la acuacultura a partir de la formación de centros acuícolas en diversos estados de la república con el fin de cultivar diversas especies y sembrar crías en embalses, cuerpos de agua temporales y lagos. Derivado de estas acciones, actualmente en numerosos embalses del país se mantienen pesquerías de especies como la trucha arco iris, tilapia, carpa, lobina, mojarra de agallas azules y bagre, que representan fuentes de trabajo para los pescadores además de una alternativa de alimentación para grupos de población que anteriormente no tenían acceso a productos derivados de la pesca de alto contenido en proteína.

De 1970 a 1987 la acuicultura registró un acelerado avance experimentando cambios cualitativos y cuantitativos en su desarrollo, los productores incorporaron nuevas tecnologías innovadoras y se observó una transición y cambio de la etapa de cultivo de extensionismo a la utilización de sistemas semi intensivos e intensivos para el cultivo de especies de importancia social como las carpas y la tilapia. Posteriormente se incorporaron de especies de alto valor comercial, como el bagre, la trucha, el langostino y el camarón (Ceballos y Velázquez, 1988).

A partir del año de 1986, el Gobierno de México inició cambios mayores de política productiva, estos cambios fueron diseñados para promover la acuacultura, principalmente de especies de alto valor comercial como el camarón y el ostión que anteriormente estaban restringidas a la explotación exclusiva por las sociedades cooperativas. Con estas acciones se iniciaron programas para apoyar la industria de la acuacultura a través de los inversionistas privados. En el año de 1989, se realizaron modificaciones adicionales a la Ley Federal de Pesca y permitieron por primera vez que los inversionistas privados fueran propietarios y operaran sus propias granjas para el cultivo del camarón. Con los cambios legales introducidos en el año de 1992, fue posible utilizar tierras ejidales, incrementando la participación de la iniciativa privada.

1.3 Cultivo de *Rana catesbeiana*

El cultivo de *Rana catesbeiana* es una actividad rentable en donde algunas de las posibilidades económicas de la cría de esta especie incluyen la alimentación, marroquinería y peletería de complementos, preservación ambiental, recreación, ornamentación, terrariofilia, docencia e investigación.

El cultivo de rana ofrece una producción de carne y subproductos como el hígado para la producción de paté, la piel para la industria de confección de calzado, carteras, billeteras, la grasa para la elaboración de cremas y en laboratorios farmacéuticos y el esqueleto como material de investigación y artesanía.

La carne de rana tiene aceptación por su excelente sabor, fácil digestión, sin alto contenido de grasa y de buena calidad proteica.

Entre las ventajas de la ranicultura destaca la demanda creciente del producto, los altos precios a los que se cotiza a nivel nacional e internacional y la baja producción en el país.

Una de las desventajas del manejo y el cultivo de la rana toro es que la tecnología no se encuentra totalmente desarrollada ni estandarizada. La ausencia de estandarización se encuentra relacionada con diversos factores, entre los cuales se destaca la falta de conocimiento de aspectos biológicos, no existiendo en el país estudios específicos sobre ella.

La ranicultura en el Estado de Michoacán ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, ocasionado por la difusión de proyectos ranícolas derivado de la gran demanda que el producto tiene a nivel nacional. Actualmente el cultivo de rana se desarrolla con alimento balanceado para trucha, de diferentes casas comerciales, algunas granjas ranícolas utilizan alimento en presentación de “*pellet*” (alimento balanceado) y otras en presentación de extruído.

Estos alimentos no son adecuados para el cultivo de rana toro, ya que no responden a los requerimientos nutricionales de esta especie, sin embargo es importante evaluar cuál representa una mejor alternativa para el ranicultor.

El beneficio económico de la acuicultura intensiva y semi intensiva se encuentra relacionado con el suministro y costo del alimento proteico, debido a que los cultivos intensivos de la rana toro requieren alimentos con niveles elevados de proteína y el costo de la fuente proteica es el que determina las utilidades de producción.

En la acuicultura el mayor costo de producción es la alimentación de la especie. Por tal razón, plantear estudios que disminuyan los costos de este concepto, sin perder la eficiencia ni la calidad sensorial, resultará benéfico para el productor. La cantidad de grasa en el alimento de la rana es importante ya que los lípidos son fuente de energía, ácidos grasos esenciales e intervienen en la absorción de vitaminas liposolubles y pigmentos. La rana tiende a reflejar en sus lípidos los ácidos grasos suministrados en la dieta. De esta manera se puede convertir en una fuente de ácidos grasos - omega 3 para el consumo humano. En el ser humano el consumo directo de estos ácidos grasos, ha sido asociado con menores incidencias de patologías cardiovasculares.

En Michoacán y en específico en el Lago de Cuitzeo, que es uno de los lagos michoacanos más productivos del Estado, se identifica una variedad de especies acuáticas que se extraen para su comercialización. Dentro de estas especies la captura de la rana es atractiva ya que es objeto del interés de pescadores, comerciantes e instituciones gubernamentales. En la actualidad constituye una de las pesquerías más importantes para este embalse consolidándose como la base de la producción de rana del Estado. Sin embargo, los últimos reportes de capturas indican que existe una marcada reducción en el volumen de las capturas hasta del 50%, lo que puede significar una sobreexplotación de las poblaciones naturales de rana, aunque también podría estar influida por los problemas de contaminación y degradación del hábitat natural de este cuerpo de agua.

Desde el año de 1996 la entonces SEMARNAP recomendó el establecimiento en el Lago de Cuitzeo, de programas de repoblamiento, así como donaciones de crías que realizaba la propia SEMARNAP para destinarlas a promover cultivos controlados. Ya que la rana leopardo (*Lithobates megapoda*) es afectada por la sobre explotación a la que sus poblaciones son sometidas por los pescadores de la zona. El hecho de incrementar la producción de rana toro en Michoacán mediante la construcción de módulos controlados, reducirá de manera significativa la presión de la rana leopardo por la sobrepesca.

Sin embargo, estas recomendaciones de la entonces SEMARNAP no se han realizado, lo que ha llevado a una reducción importante en los volúmenes de captura. Para instalar módulos de producción de rana toro es indispensable dominar la alimentación de la especie, así como determinar las condiciones ideales para su cultivo; ya que éstos han sido factores por los cuales la ranicultura ha fracasado en varias entidades del país incluyendo Michoacán. Por lo anterior, se considera pertinente la elaboración y fundamentación del presente trabajo.

2. ANTECEDENTES

La rana toro es originaria del noreste de los Estados Unidos de Norteamérica y fue introducida a varios países, incluyendo México para su consumo como proteína animal. Su presencia en ecosistemas a los que no pertenece, ha generado un desequilibrio en los mismos (Canevia y Mazzoni, 1994).

2.1 La ranicultura en el mundo

La ranicultura es una actividad acuícola que se ha consolidado gradualmente en América Latina. Tradicionalmente Cuba y México eran los países de la región que exportaban carne de rana, aunque los animales fueran originarios de la extracción del medio. Cuba fue uno de los principales exportadores mundiales de ancas de ranas para los Estados Unidos. El dramático cambio económico afectó la producción y el mercado que hoy muestra a Cuba solamente como un pequeño productor/exportador.

La tecnología de ranicultura desarrollada en el Brasil ha sido adoptada por diversos países latinoamericanos, sin embargo este sistema de crianza está siendo adaptado para ajustarse a las diferentes condiciones climáticas regionales. En Argentina la ranicultura fue iniciada en el año de 1986. Los primeros ranicultores utilizaron tecnología brasileña, sin embargo, las condiciones climáticas adversas forzaron la introducción de técnicas adaptadas que incluían, entre otras, los equipos de calentamiento del agua y utilización de invernaderos (Bury y Whelan 1988)

La ranicultura en Brasil se fortaleció como actividad económica en la década de los años ochenta. Desde entonces ha pasado por reformas y gradualmente se observa un paulatino desarrollo de esta actividad en este país.

El Sistema Anfigranja de cría intensiva de ranas, desarrollado por la Universidad Federal de Vicosa, Brasil, generó un aumento de la productividad para la actividad. Las instalaciones del área de engorda son estanques construidos en mampostería, con piso de concreto y una distribución lineal de comederos, refugios y piscinas (Lima y Agostinho, 1992).

El sistema inundado de cría de ranas, utilizado en la mayoría de los países asiáticos, ha sido estudiado en Brasil y se considera que después de incorporar adaptaciones menores, este sistema es el que más se utiliza por criadores brasileños. Posteriormente, la industrialización de la rana en Brasil tuvo un progreso sustancial con la introducción de una tecnología única que garantiza la inocuidad del producto para el consumidor. Las industrias de procesamiento de carne adoptaron un Código de Buenas Prácticas de Manejo y el sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point).

Brasil ha realizado exportaciones desde el inicio de la década de los años ochenta comercializando ranas vivas para los Estados Unidos de Norteamérica. En la década de los años noventa, Brasil inició exportaciones de carne de rana congelada para Argentina y Chile.

La exportación de carne de rana en Cuba fue iniciada en el año de 1938 a través de la captura de poblaciones naturales de rana toro (*Rana catesbeiana*) introducida al país en 1915. Durante el período de 1938 a 1959, el mercado fundamental era los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente la ciudad de Nueva York. A partir de la década de los años sesenta, las exportaciones se redujeron (Lima y Agostinho, 1992). Durante la década de los 80 ocurrió un aumento en el precio de venta, pasando de US \$ 4.00/kg a US \$11.00/kg. Esta tendencia se relaciona con el retiro del mercado de los principales países competidores como la India y Bangladesh.

En 1991 fue construido el ranario Niña Bonita bajo la responsabilidad del Centro de Investigaciones Pesqueras, cercano a la ciudad de La Habana. La falta de recursos económicos paralizó el proyecto de desarrollo de la ranicultura en Cuba.

La ranicultura en Ecuador comenzó en los años 90 con tecnología de cultivo originada en el Brasil. La producción total está estimada en 80 toneladas/año. Gran parte de la producción es exportada actualmente para los Estados Unidos de Norteamérica.

En Japón, en la región de Hiroshima y en Estados Unidos, en el estado de Michigan, se cultiva la rana toro utilizando métodos semejantes. La rana verde, (*Rana clamitans*), la rana común (*Rana palustris*) y la rana tigre (*Rana pipiens*), son utilizadas como fuente de alimento.

La India mantiene un cultivo extensivo de ranas en estanques rústicos en Bhavanisagar, trabajando con las especies *Rana hexadactyla* y *Rana tigrina*, cuyas ancas tienen amplia demanda para la exportación. En estos cultivos inducen la reproducción artificial y en ocasiones establecen policultivos con peces.

2.2 La ranicultura en México

En México hasta la década de los 80, la abundancia de poblaciones de *Rana catesbeiana* y *Rana megapoda* permitía la captura para la industria de exportación, principalmente para los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, la disminución de las poblaciones en la naturaleza, junto con las restricciones sanitarias y ecológicas influyó la disminución de la captura (Flores-Nava, 2000).

Las investigaciones en ranicultura en México han sido realizadas por el CINVESTAV (Centro de Investigación y Estudios Avanzados), Unidad Mérida, en donde en el año de 1998 se inició un programa de estudios del cultivo intensivo de rana toro. La principal especie actualmente cultivada es *Rana catesbeiana* (rana toro).

La ranicultura se practica en el país desde el decenio 1980-1990, especialistas de la Universidad Autónoma del Estado de México realizan investigación en la que se optimiza el cultivo intensivo de la rana toro (*Rana catesbeiana*), a fin de lograr el desove de estos anfibios fuera de temporada y establecer su dieta ideal; de esta forma, se han obtenido los primeros resultados y las ranas se han adaptado a las condiciones de laboratorio (Casillas, 1999).

De la misma manera, respecto a la comercialización de la rana toro, se han llevado a cabo registros de mercado que revelan que el precio del kilogramo en pie varía de 60 a 80 pesos, mientras que el de anca fluctúa entre 100 y 120 pesos; los precios internacionales se ubican en seis dólares el kilogramo en pie y de 8 a 12 dólares el kilo de anca de rana (SEDAGRO).

Un registro obtenido de SEMARNAT es que la producción nacional en 1985 fue de 1,155 toneladas, en cambio en el año de 1994 la producción bajó hasta 600 toneladas, hecho que se atribuye a la sobrepesca ya que la falta de un ordenamiento pesquero ha sido evidente en Cuitzeo.

Lo anterior ha permitido que los pescadores que no se encuentran registrados ante el Registro Nacional Pesquero realicen la actividad de pesca de la rana fuera de la ley y de una manera excesiva, lo que favoreció la sobreexplotación de la rana. Aunado a lo anterior, no se han establecido periodos de veda, que deben ser en la época de reproducción en los meses de marzo a agosto; esto ha ocasionado que los reproductores por ser los ejemplares de mayor peso sean extraídos, lo que ocasiona que se rompa el equilibrio del ciclo de la rana. Por lo tanto existe una disminución notable en las poblaciones de rana silvestre de este cuerpo lacustre.

La producción nacional se destina en su mayoría, en el ámbito nacional, a los grandes centros de abasto de las grandes ciudades principalmente al Distrito Federal y zonas turísticas las cuales distribuyen al mercado de menudeo que está compuesto de empresas de restaurantes de nivel económico medio y alto que incluyen su menú platillos orientales o europeos.

Varios pueblos han consumido tradicionalmente como alimento a estos anfibios, tal es el caso de los indígenas mexicanos que desde hace muchos años consumían ranas, ajolotes y renacuajos; y debido a que ha disminuido su número por el exceso de captura se ha perdido la costumbre en este sector de la población, convirtiéndose, sobre todo las ancas de rana, en un platillo costoso.

Tabla 1. Especies de rana que se localizan en México

<i>Nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Distribución</i>
Rana tigre	<i>Rana pipiens</i>	Todo el país
Rana leopardo	<i>Rana tarahumara</i>	Sonora, Chihuahua, Zacatecas y Querétaro
Rana	<i>Rana palmipes</i>	Chiapas y Oaxaca
Rana	<i>Rana pustulosa</i>	Zacatecas y Durango
Rana toro	<i>Rana catesbeiana</i>	Frontera norte, cuenca del Río Bravo, Coahuila; introducida en: Sinaloa, Sonora, México, Morelos, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Michoacán
Rana verde	<i>Rana montezumae</i>	Valle de México, Toluca, Puebla y otros estados del centro del país

La *Rana catesbeiana*, es una de las especies más recomendadas para el cultivo, debido a su tamaño, que permite obtener ancas de medidas adecuadas para el consumo y además por su longevidad, ya que ha llegado a vivir hasta 30 años, realizando hasta 15 puestas, con un promedio de 10 mil huevecillos, de los cuales de 1,500 a 5000 tienen la posibilidad de llegar a adultos. Esta especie presenta una metamorfosis que dura 90 días, misma que se puede acelerar con el incremento de la temperatura. Así mismo, alcanza la madurez sexual al año y medio y la talla comercial en un lapso de seis a ocho meses dependiendo de las condiciones físicas.

El desarrollo que ha tenido en las dos últimas décadas la industria de la acuicultura, está ligado al desarrollo de la industria de los alimentos concentrados, siendo notable el progreso logrado en esta última. Por ejemplo en cultivos como la trucha, el uso de alimentos provenientes de desperdicios animales o concentrados pero formulados para otras especies, ha sido prácticamente reemplazado por alimentos formulados afines con la especie.

El cultivo de peces ha mejorado en varios aspectos, con el diseño de las granjas hasta el manejo en los mercados. Derivado de las técnicas de alimentación y a las intensas y constantes investigaciones, las empresas pioneras en producción de balanceados conocen y entienden de los requerimientos nutricionales de las especies acuícolas que se cultivan en la actualidad.

El estado actual de la nutrición y la alimentación en la acuicultura en México queda reflejado en el dinámico crecimiento que ha experimentado la industria de alimentos para peces. Si bien es cierto este desarrollo tecnológico ha sido de gran beneficio en cuanto al alimento balanceado para peces, para la ranicultura no existe desarrollo tecnológico alguno.

3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo económico y social es un proceso cultural; a la sociedad rural michoacana, uno de los factores que la limitan para su desarrollo armónico y equitativo, es la falta de innovación en los procesos productivos, así como la ausencia de valor para el aprendizaje continuo y asistencia técnica de calidad. La innovación es de fundamental importancia para el éxito en las actividades económicas para asignar un valor a las actividades con nuevos procesos que permitan bajar los costos de producción y difundir las cualidades y calidad del producto michoacano para satisfacer al consumidor.

De acuerdo con la agenda de innovación estatal 2008-2012 se plantea la necesidad de una mayor diversidad productiva. Es decir, que continuar con procesos de acuacultura tradicionales no permitirá superar las condiciones de pobreza de quienes dependen de esta actividad, por ello es necesario hacer un cambio, generando nuevos modelos de producción que optimicen los recursos y que resuelvan objetivos múltiples de desarrollo, como mejorar el ingreso de los pequeños productores, proporcionar seguridad alimentaria, generar autoempleo de calidad y tener efectos multiplicadores en la economía rural, esto evidentemente requiere de innovaciones en el orden tecnológico.

La desnutrición es la manifestación principal de la pobreza; ésta afecta la resistencia a enfermedades, el desarrollo mental de los niños y por tanto en los logros educativos de la población. La ranicultura genera como producto principal la carne de rana la cual tiene un alto contenido de proteína, lo que ayuda a combatir la desnutrición de la población; por ser un proyecto dedicado a la producción de alimento coadyuva a los procesos encaminados a generar seguridad alimentaria para combatir la creciente crisis agroalimentaria.

La acuacultura en el Estado de Michoacán se concentra básicamente en tres especies: tilapia, bagre y trucha arco iris, por lo que se consideró que es importante diversificar las especies acuícolas que se cultivan en el estado.

Incluir la rana toro como una especie de explotación comercial para Michoacán permitirá incorporar a una especie que ofrece un producto alimenticio con un alto contenido de proteína.

La acuicultura en su búsqueda de incrementar la productividad requiere de la fabricación de alimento balanceado de alta calidad, es por ello que en específico en la ranicultura se requiere de un alimento que sea exclusivamente para la especie, ya que como se ha mencionado, actualmente el cultivo de rana se ha llevado a cabo en Michoacán utilizando alimento balanceado para trucha, el cual no es el alimento adecuado porque no se encuentra elaborado en base a los requerimientos de esta especie.

El utilizar los alimentos balanceados de trucha peletizados y extruídos para el cultivo de rana genera problemas como es la indigestión en metamorfosis y engorda, lo que ocasiona que los organismos distiendan su intestino por la acumulación de gases ocasionando la muerte. Esto es porque el alimento de trucha posee un porcentaje alto de grasa, el cual supera el requerimiento de la rana. De igual forma el alimento de trucha posee un porcentaje de proteína elevado que supera el requerimiento de la rana toro.

El crecimiento de los organismos puede acelerarse si se tiene un alimento especial, considerando los porcentajes exactos de proteínas, lípidos, fibras y minerales que la rana toro requiere para su nutrición. En este sentido no existen estudios que reflejen los requerimientos nutricionales de la rana toro. Por ello evaluar los alimentos comerciales que actualmente se utilizan es importante para obtener una mayor eficiencia en cuanto al índice de conversión alimenticia, el índice de eficiencia proteica y a la tasa de crecimiento.

En los alimentos que se utilizan actualmente la EMD (energía metabolizable) es baja, lo que ocasiona que el FCA (Factor de Conversión Alimenticia) no sea el adecuado, esto significa que se requiere de más alimento para producir cada kilogramo de carne de rana.

Si se determina con cual de ambos alimentos se obtienen mejores resultados en cuanto a FCA es posible asesorar al productor sobre el alimento más conveniente para suministrar en su cultivo, ya que necesitará menor cantidad de alimento para producir cada kilogramo de carne de rana; lo que se traduce en bajar ese costo de producción del alimento y tener mayores utilidades para los ranicultores.

Es indispensable determinar cuál de los alimentos comerciales que actualmente se utilizan presenta una mejor alternativa para este cultivo, para lograr el mayor crecimiento, disminución del porcentaje de mortalidad y obtener la mejor eficiencia alimenticia en el cultivo de rana toro.

4. OBJETIVO

4.1 Objetivo general

Evaluar mediante ensayos comparativos la alimentación de la rana toro utilizando dos tipos de alimento balanceado para trucha, uno peletizado y otro extruído.

4.2 Objetivos particulares

4.2.1. Evaluar su Tasa de Crecimiento (TC)

4.2.2. Evaluar su Tasa de Eficiencia Alimenticia (TEA)

4.2.3. Evaluar su tasa de sobrevivencia (TS)

4.2.4. Evaluar su Tasa de Conversión Alimenticia o Factor de Conversión Alimenticia (TCA)

5. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

5.1 Taxonomía de la *Rana catesbeiana*

La rana toro pertenece al orden de los vertebrados, en donde se encuentra la clase de los anfibios, los cuales a su vez se subdividen en batracios y éstos se dividen en tres órdenes: Anuros, Urodelos y Giminiofinios; dentro del género de los Anuros se encuentran clasificadas las ranas, ranas arbóreas y los sapos (Mazzoni, 1992) (Tabla 2).

Tabla 2. Ubicación taxonómica de la especie

<i>Phylum</i>	Chordata
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Ranidae
Género	Rana
Especie	<i>Rana catesbeiana</i>

5.2 Ciclo biológico

El ciclo biológico de la rana toro en su ambiente natural, se inicia con el juego nupcial que es una etapa de varias horas de duración, posteriormente se lleva a cabo el *amplexo* (apareamiento) que dura 2.0 horas duración, para después iniciar el proceso de desarrollo embrionario que tiene una duración promedio de 3-5 días y que debe ocurrir a una temperatura entre los 20-28°C para que sea viable; el surgimiento de la larva se presenta de 3 a 6 días posteriores a la etapa anterior y ésta continúa su desarrollo hasta convertirse en renacuajo, lo que ocurre a los tres meses de edad para finalmente transitar hacia el proceso de metamorfosis (Figura 1).

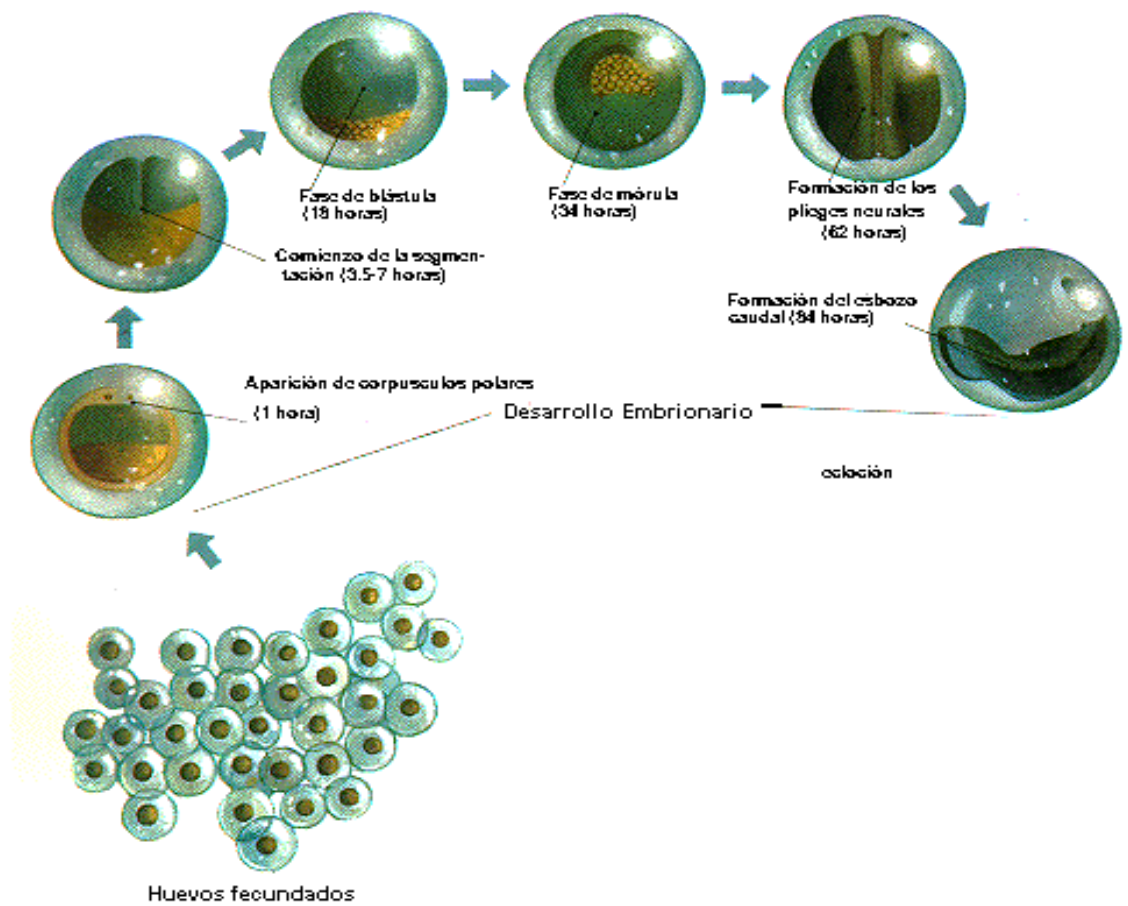


Figura 1. Desarrollo embrionario de la *Rana catesbeiana* (Muedra, 1997)

5.3 Anatomía de la Rana catesbeiana

Los componentes anatómicos más importantes de la especie se presentan en la Figura 2.

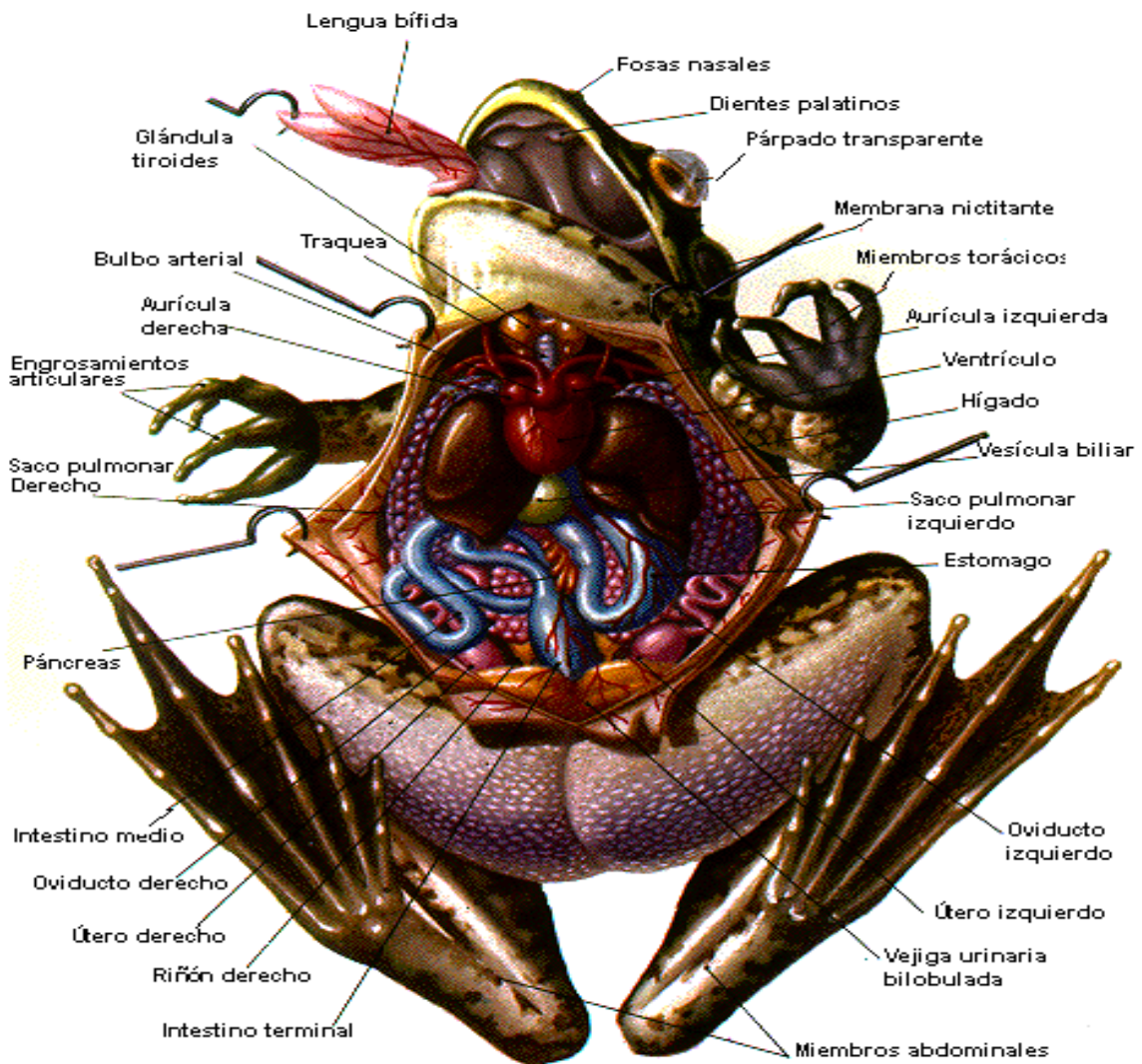


Figura 2. Anatomía interna de la *Rana catesbeiana* (Muedra, 1997)

La rana toro es un animal poiquilotermo, su piel es rica en pigmentos con una coloración protectora que puede llegar a simular el ambiente en el que habita (algunas variedades logran llevar a cabo el mimetismo). Esto se debe a que las sensaciones táctiles y visuales de este animal modifican la secreción hormonal del lóbulo posterior de la hipófisis, que es la que regula la pigmentación de la piel; el sistema cutáneo de la rana tiene las siguientes funciones:

- a) Protección contra efectos físicos, químicos y parásitos
- b) Receptora de estímulos
- c) Como órgano de respiración
- d) Como el órgano de absorción de agua (la rana no bebe agua)
- e) Producción de moco a través de glándulas (Blas, 1997)

5.3.1 Esqueleto

El sistema esquelético de la especie se divide en tres sub sistemas principales:

- a) **Esqueleto axial.** Comprende la columna vertebral en donde se distinguen una región cervical, una torácico-lumbar, una sacra y una coccígea o caudal.
- b) **Esqueleto cefálico.** Comprende los huesos del cráneo, los faciales y los de la mandíbula.
- c) **Esqueleto apendicular.** Comprende los huesos de las extremidades anteriores, posteriores, escápula y pelvis.

Este sistema es completamente cartilaginoso en la etapa premetamórfica (renacuajo), siendo óseo y cartilaginoso en la etapa posterior a la metamorfosis. La especie carece de costillas (Blas, 1997) (Figura 3).

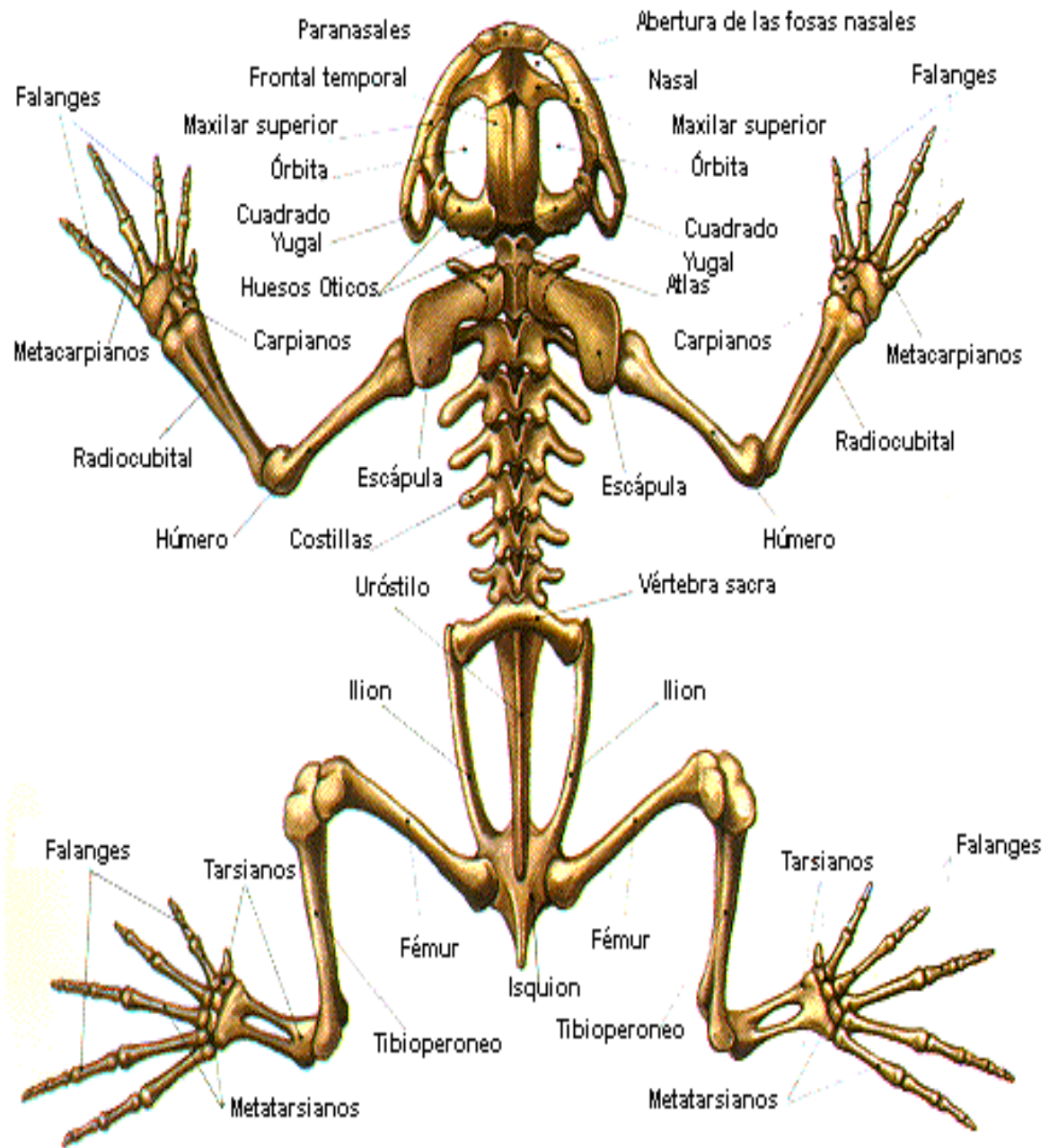


Figura 3. Esqueleto de *Rana catesbeiana* (Muedra, 1997)

5.3.2 Sistema muscular

Le confiere la capacidad de movimiento asociado con el sistema esquelético, la locomoción de estos animales se lleva a cabo mediante la propulsión de los miembros posteriores, que son los que tienen mayor tamaño y por lo tanto capacidad de propulsión es más fuerte y que le sirven para nadar, saltar y trepar. Los miembros anteriores tienen la función de servir de apoyo al tren anterior del cuerpo y como método de sujeción, principalmente para el amplexo durante la época de reproducción; tal vez la característica más importante de la musculatura de la rana toro consiste en poseer un tejido de color blanco rosado, lo que a nivel gastronómico le confiere un aspecto muy atractivo principalmente a las ancas (Muedra, 1997).

5.3.3 Sistema nervioso

Es poco desarrollado, del cerebro salen diez pares de nervios craneales y el mismo se encuentra dividido en dos hemisferios, algunas de las características más importantes es que el cerebro es pequeño y presenta lóbulos óptico y olfativo bien desarrollados (Figura 4) (Blas, 1997).

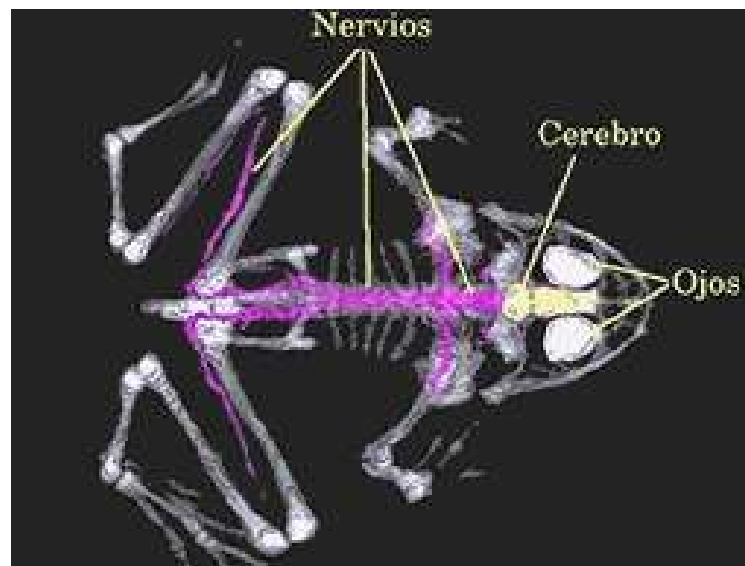


Figura 4. Sistema nervioso de la *Rana catesbeiana* (Muedra, 1997)

Los órganos de los sentidos están constituidos por los corpúsculos táctiles que se encuentran distribuidos por toda la piel del animal, los ojos se asemejan bastante a los de los peces; están provistos de párpados y poseen membrana nictitante. El oído consta de cavidad timpánica, tienen bien desarrollado el olfato, que desempeña un papel importante en la búsqueda de los alimentos; el gusto radica en la lengua y el paladar (Blas, 1997)

5.3.4 Aparato digestivo

Inicia con la boca hendida donde se asientan dos mandíbulas, de las cuales sólo la superior tiene pequeños dientes cónicos, débiles e inclinados hacia el esófago. Con la boca retiene a su presa pero este animal no mastica. La lengua bífida y blanda, está fija por su parte anterior y libre por su base, de este modo la proyecta con rapidez para capturar a sus víctimas; esta provista de glándulas que secretan moco abundante y viscoso (Muedra, 1997).

Continúa el tubo digestivo con el esófago, el estómago y continúa con el intestino delgado y el grueso el cuál desemboca en una ampolla rectal que acaba con la cloaca, en la cual desembocan además de las sustancias que no son asimilables, el aparato urinario y el genital (Figura 5) (Blas, 1997)



Figura 5. Aparato digestivo de la *rana catesbeiana* (Muedra, 1997)

5.3.5 Sistema respiratorio

En su fase larvaria (renacuajo) está constituido por branquias y en la etapa adulta está constituido por pulmones, que son poco desarrollados ya que la respiración de la rana es esencialmente cutánea. De ahí se les llama **anfibios** (dos vidas) aludiendo este nombre al hecho de ser en su mayor parte acuáticos y de respiración branquial cuando son larvas y aéreos con respiración pulmonar cuando son adultos (Muedra, 1997).

El aparato respiratorio de los adultos se compone de un par de pulmones, los orificios y la boca, que sirve como receptor del aire captado por la nariz y lo envía directamente a los pulmones. Sin embargo, es importante mencionar que la rana toro cuenta con un sistema de **respiración cutánea**, que complementa el aporte de oxígeno de los pulmones; y para que este sistema funcione adecuadamente, es necesario que la piel que sea bastante vascularizada y se encuentre siempre húmeda, ya que de lo contrario, el animal muere asfixiado por no llevar a cabo el intercambio gaseoso adecuadamente. Se considera que la absorción del total de aire se lleva a cabo en un 68% por los pulmones y en un 28% por la piel (Blas, 1997)

5.3.6 Aparato reproductor

Se compone en el caso de los machos de los testículos, en donde el esperma es evacuado a través del canal de Wolff. Las hembras cuentan con ovarios, los cuales evacuan los huevecillos a través del canal de Muller a la cloaca; cuando la hembra se encuentra fértil y a punto de desovar, los ovarios llegan a ocupar del 30-40% de la biomasa, tanto los ovarios como los testículos están rodeados de una masa de tejido graso, denominado **cuerpo adiposo**. En estado natural, las hembras llegan a ovopositar hasta 10,000 huevecillos, en cautiverio el promedio oscila entre los 2,000-4,000 huevecillos. Existen caracteres sexuales secundarios, algunos de ellos son permanentes (longitud de los dedos, tamaño de la placa ótica), y otros temporales, (pigmentación de la piel en la época de apareamiento, presencia de verrugas) (Blas, 1997).

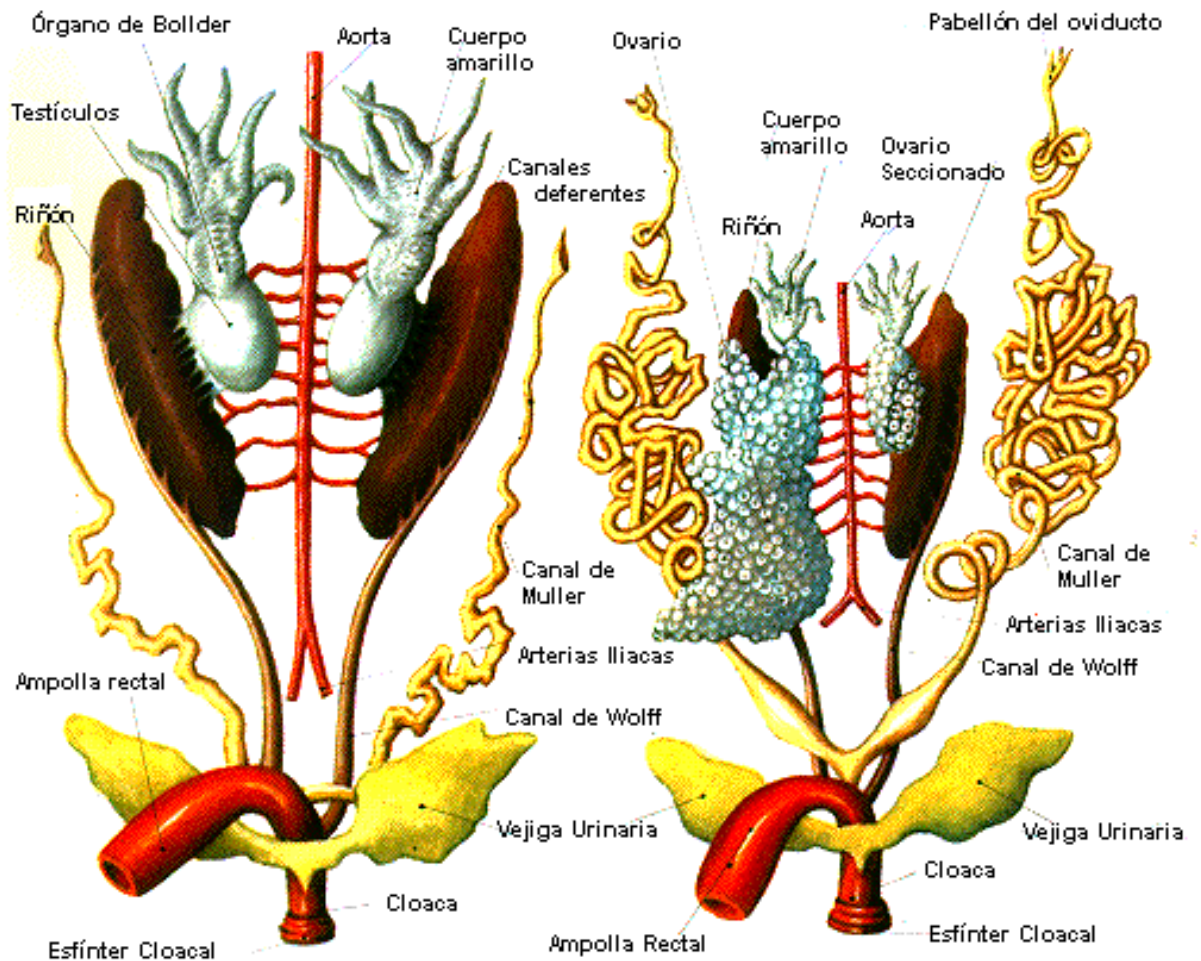


Figura 6. Aparato reproductor de la *Rana catesbeiana*, macho y hembra (Muedra, 1997)

5.4 Fisiología

La fisiología de la rana toro es específica debido a sus características biológicas y ecológicas. Esta especie por pertenecer a los anfibios, presenta dos etapas fisiológicas: la primera o premetamórfica, que es la que abarca el periodo que va de huevecillo a renacuajo; y la segunda considerada como postmetamórfica, en donde el animal se convierte en rana. Estos cambios son determinantes dentro de su ciclo biológico para garantizar su supervivencia en su entorno natural y su explotación intensiva en un sistema de producción comercial (Lili, 1998).

La rana toro tiene una etapa en la que es herbívora, que es el periodo que ocurre desde que es larva hasta la fase de renacuajo en donde se alimenta de algas y detritos celulares y la etapa carnívora, que es el resultado de la metamorfosis en donde sufre una serie de cambios fisiológicos y anatómicos, que la convierten en un depredador potencial. Es en esta etapa en donde desde que son **imagos** (término brasileño utilizado para referirse a las ranas juveniles de menos de 30 g) su metabolismo demanda el consumo de alimento vivo para poder sobrevivir y desarrollarse hasta alcanzar la etapa adulta, tanto en la vida silvestre como en las granjas de producción intensiva (Mazzoni, 1992).

La rana toro es un animal de sangre fría (poiquiloterma), incapaz de regular su temperatura corporal de manera metabólica y por su condición carnívora, está dotado genéticamente de un instinto depredador muy desarrollado que le permite capturar eficazmente a sus presas; sus hábitos de alimentación son nocturnos, por lo tanto presenta una capacidad visual que le permite identificar fácilmente a los insectos de los que se alimenta durante la noche. En estado de confinamiento, la alimentación de esta especie se practica durante el día, sin embargo se ha comprobado que el mayor consumo de alimento ocurre durante las noches, y aún en procesos de producción intensivos, la rana debe consumir alimento vivo para garantizar que su crecimiento y desarrollo se logren de manera satisfactoria, si no se aplican estas técnicas de alimentación y se limita a proporcionar exclusivamente alimento balanceado “inerte”, los animales llegan a morir de hambre o lo que es peor, se desata el canibalismo (Lili, 1998).

5.5 Ecología

La rana toro es originaria de Norteamérica, específicamente del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, en donde las mayores poblaciones naturales se encuentran en los Estados de Florida, Louisiana y Alabama, sin embargo se tienen datos de que existen poblaciones hacia el centro y el norte de este país. De manera natural existe también en el norte de la República Mexicana, principalmente en el Estado de Tamaulipas (Lili, 1998).

El hábitat natural de esta especie son las zonas tropicales y semitropicales húmedas, con climas templados cálidos y con abundantes cuerpos de agua (lagunas, lagos, ríos, y embalses artificiales). A partir de la década de los años cincuenta los norteamericanos comenzaron a criar la rana toro de manera rústica, aprovechando las regiones naturales en donde habita. Fue a partir de esta época cuando el país comienza a difundir la cría de rana toro iniciando la exportación de animales hacia diferentes países principalmente de América Latina, entre los que se incluyeron México, Brasil, Colombia, Venezuela, Ecuador y Uruguay, así como algunos países Centroamericanos que presentaban las condiciones climatológicas idóneas para el desarrollo de este anfibio (Mazzoni, 1992)

La gran adaptabilidad de la rana toro le ha permitido en la actualidad y a través de su introducción distribuirse en poblaciones naturales en casi todos los países de América Latina, en algunos de ellos se ha convertido en parte de la dieta tradicional de la población, como es el caso de Cuba. Sin embargo en otras regiones, ha llegado a convertirse en una plaga, como es el caso de Colombia, a tal grado que a partir del año de 1998 el gobierno estableció un plan de erradicación de la rana toro, por los daños que esta especie ha causado en la flora y fauna de este país (Lili, 1998).

Por la distribución geográfica de esta especie en el continente americano, se ha comprobado que la rana toro, puede habitar en zonas templadas y cálidas con abundantes sistemas de agua, en altitudes que van desde el nivel del mar, hasta los 2,600 metros.

Considerando que no sean regiones templadas secas y/o zonas frías, ya que es capaz de adaptarse en algunas zonas frías, como fue el caso del río Lerma, en donde en la década de los años sesenta se estableció un criadero del gobierno en la comunidad de San Pedro Tlaltizapán, municipio de Tianguistenco. Sin embargo, en estas condiciones climáticas la rana toro inició una etapa de letargo ó hibernación durante el invierno por ser un animal poiquilotermo. Es así que esto le confiere posibilidades a la especie para ser aprovechada de manera comercial en diferentes altitudes, asegurando existencia de agua, humedad relativa y la temperatura ambiente oscile entre los 20-30 °C a lo largo del año (Mazzoni, 1992).

5.6 La rana toro y sus condiciones ambientales

Dentro de las condiciones ambientales de la rana toro para su aprovechamiento en sistemas intensivos, se identifica como uno de los factores más importantes el agua. La calidad del agua es un factor determinante para el sistema. Por lo tanto, se debe de asegurar el llevar un adecuado control de este recurso para que los organismos puedan vivir, crecer y reproducirse en forma óptima (Mazzoni, 1992).

Las variables que influyen en la calidad del agua son de tipo físico, químico y biológico. Las variables físicas incluyen a la temperatura, turbidez, concentración de sólidos y la conductividad eléctrica. Las variables químicas incluyen al potencial de Hidrógeno (pH), salinidad, concentración de gases disueltos (oxígeno y bióxido de carbono), alcalinidad, dureza, concentración de sulfatos, nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos. Finalmente, las variables biológicas más importantes son la presencia de bacterias coliformes, cianobacterias y algas, así como algunas especies de zooplancton que pueden ser vectores de parásitos.

6. METODOLOGÍA

6.1 Material biológico

Para estos ensayos se utilizaron 2,100 ranas con un peso inicial para el tratamiento con el que se suministró alimento en presentación de pellet (**T1**) de 20.56 gramos de peso (± 18.58 δ) y para el tratamiento con el cual se suministró alimento en presentación de extruido (**T2**) de 20.83 (± 12.88 δ).

Los ensayos se llevaron a cabo en el Centro Experimental para el cultivo de Rana Toro del Estado de Michoacán, el cual se encuentra en las instalaciones del CIDEM (Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán) en el municipio de Morelia.

6.2 Descripción del sitio del proyecto

El centro experimental se conforma de dos naves invernadero; posee una superficie total de 237 m² (Figura 7)

Dicha superficie se subdivide en dos naves:

- 1 nave de 7 x 21.5 x 5 m en la cual se encuentran cinco estanques de metamorfosis de 12.0 m³ cada uno y 7 estanques dedicados a la estabulación de reproductores, los cuales miden 3 x 2 x 1.20; son estos estanques los que se subdividieron para realizar los ensayos que son objeto del presente proyecto.
- 1 nave de 10 x 9 x 5 m en la cual se encuentran cuatro estanques dedicados a la reproducción los cuales tienen unas medidas de 5 x 4 x 1.20.



Figura 7. Instalaciones del Centro Experimental para el cultivo de *Rana catesbeiana*

La fuente de agua que se utiliza es del sistema de agua potable que llega al Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, la cual llega a una cisterna de 20,000 litros y de allí es bombeada hacia la línea de alimentación de agua donde previamente pasa por una lámpara ultra violeta.

El Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIDEM) se encuentra localizado al suroeste de la ciudad de Morelia, en dirección 182.93 °, a una distancia del punto central de la ciudad de 2,400 metros y a un altitud de 1910 msnm en la dirección Calzada Juárez No 1446, colonia Villa Universidad. Así mismo la ciudad de Morelia, la capital de Michoacán, se encuentra en el centro-norte del Estado.

Limita al norte con Tarímbaro, Chucándiro y Huaniqueo; al este con Charo y Tzitzio, al sur con Villa Madero y Acuitzio, y al oeste con Lagunillas, Coeneo, Tzintzuntzan y Quiroga. Son 315 km de distancia a la capital del país. El área del proyecto se encuentra dentro de las instalaciones del CIDEM. El área destinada para el establecimiento del experimento fue de 237 m² dentro de un área de 1.8 hectáreas con las que cuenta el centro. La ciudad de Morelia constituye el principal núcleo carretero del estado de Michoacán; para el acceso al centro, de cualquier parte del país es por diferentes vías y las carreteras con que cuenta son las siguientes:

Carretera libre Morelia-Salamanca (federal 43)

Carretera de cuota Morelia-Salamanca

Carretera libre Morelia-Guadalajara (federal 15)

Carretera libre Morelia-Zitácuaro-Toluca-Cd. de México (federal 15)

Carretera Morelia-Maravatío-Atlacomulco-Toluca:

Carretera Morelia-Pátzcuaro-Uruapan-Lázaro Cárdenas (federal 37)

Autopista México-Morelia-Guadalajara (cuota 15D)

Carretera Morelia-Atécuaro

Carretera Morelia-San Miguel del Monte

Vías férreas: por la ciudad de Morelia pasa únicamente la vía Lázaro Cárdenas-Morelia-Acámbaro-Ciudad de México, que conecta a la ciudad con el más importante puerto mexicano en el Pacífico, con el Bajío.

6.2.1 Descripción natural del sitio del proyecto.

Geografía

El municipio de Morelia limita con un total de 14 municipios; al noroeste limita con el municipio de Coeneo, al norte con el municipio de Huaniqueo, con el municipio de Chucándiro y con el municipio de Copándaro, al noreste con el municipio de Tarímbaro, al este con el municipio de Charo, al sureste con el municipio de Tzitzio y con el municipio de Madero, al sur con el municipio de Acuitzio, al suroeste con el municipio de Pátzcuaro y con el municipio de Huiramba, y al oeste con el municipio de Lagunillas, el municipio de Tzintzuntzán y con el municipio de Quiroga. Tiene una extensión total de 1,199.02 kilómetros cuadrados que equivalen al 2.03% de la extensión total de Michoacán.

Demografía

Según los resultados definitivos del XIII Censo General de Población y Vivienda, 2010, el municipio de Morelia es el más poblado del estado, representado el 16.76 % de la población total de la entidad. La población municipal asciende a 729,279 habitantes, siendo de estos, 348,994 varones y 380,285 mujeres, con lo que se tiene un índice de masculinidad del 47,85 % y feminidad de 52.14%. De acuerdo con los grupos de edades.

Durante el periodo 2000 - 2005, la tasa de crecimiento anual del municipio fue del 2,74 %, que se encuentra por encima de la media del estado de Michoacán de Ocampo (-0,09 %) y la nacional (1,02 %). De hecho, el municipio de Morelia ocupó el segundo lugar en crecimiento a nivel estatal, solamente por debajo del vecino municipio de Tarímbaro. Por otra parte, según las estimaciones oficiales del CONAPO, para el 1o. de julio del 2008 la población municipal fue de 715.840 hab (17,66 % de la población estatal), de los cuales 348.017 correspondían al sexo masculino y 367.823 al sexo femenino.

Hidrografía

El municipio se ubica en la Región Hidrológica número 12 (RH12), conocida como Lerma-Santiago, particularmente en el Distrito de Riego Morelia-Querétaro. Forma parte de la cuenca del lago de Cuitzeo. Sus principales ríos son el Grande y el Chiquito. Estos dos ríos llegaron a rodear la ciudad hasta mediados del siglo XX. El Río Grande fue canalizado a finales del siglo XIX debido a los frecuentes desbordamientos. El río Grande tiene su origen en el municipio de Pátzcuaro y tiene un trayecto de 26 km por el municipio de Morelia (atraviesa la cabecera municipal) y desemboca en el Lago de Cuitzeo (el segundo lago natural más grande del país). Los principales escurrimientos que alimentan a este río son el arroyo de Lagunillas, arroyos de Tirio y barranca de San Pedro. El Río Chiquito, con 25 km de longitud, es el principal afluente del Río Grande y se origina en los montes de La Lobera y La Lechuguilla, y se une posteriormente con los arroyos la Cuadrilla, Agua Escondida, El Salitre, El Peral, Bello y el Carindapaz.

Con relación a los cuerpos de agua en el municipio se tienen la presa de Umécuaro y de la Loma Caliente, así como la presa de Cointzio, la más importante del municipio, con una capacidad de 79.2 millones de m³. Otro recurso importante de abastecimiento de agua en el municipio de Morelia son los manantiales, destacando por su aprovechamiento el manantial de la Mintzita, utilizado para el abastecimiento de agua potable para importante parte de la población de la ciudad, así como para usos industriales.

También son importantes los manantiales de aguas termales que son aprovechados como balnearios, como Cointzio, El Ejido, El Edén y Las Garzas.

Orografía

La superficie del municipio es muy accidentada, ya que se encuentra sobre el Eje Neovolcánico Transversal, que atraviesa el centro del país, de este a oeste. En el municipio se encuentran tres sistemas montañosos: por el este diversas montañas que forman la sierra de Oztumatlán y las cuales se extienden desde el norte hacia el suroeste, destacando el cerro de "El Zacatón" (2960 msnm), el cerro "Zurumutal" (2840 msnm), el cerro "Peña Blanca" (2760 msnm) y el "Punhuato" (2320 msnm), que marca el límite oriental de la ciudad de Morelia, así como el cerro "Azul" (2625 msnm) y el cerro "Verde" (2600 msnm) un poco más hacia el sureste. La fisiografía del municipio tiene la siguiente composición:

Por el poniente sobresalen el pico de "Quinceo" (2787 msnm), el cerro "Pelón" (2320 msnm) y el más alto del municipio, el cerro del "Águila" (3090 msnm) que se encuentra un poco más al suroeste. Por el sur el parteaguas que delimita la zona presenta una dirección de poniente a oriente y los accidentes orográficos corresponden al alineamiento de los cerros "Cuanajo" y "San Andrés", cuyos remates cónicos sirven como límite a los valles de Lagunillas y Acuitzio. Por este sector destacan la peña "Verde" (2600 msnm), el cerro de Cuirimeo (2540 msnm) y el cerro "La Nieve", que se localiza hacia el extremo suroccidental.

Por el norte y dentro del área urbana de la cabecera municipal, se extiende un lomerío en la dirección oeste-este desde la colonia Santiaguito, el cual continúa hasta enlazarse con los cerros del "Punhuato", "Blanco", "Prieto" y "Charo", que forman el límite oriental y van disminuyendo su elevación hasta formar lomeríos bajos hacia Quirio. El límite norte queda marcado por los lomeríos bajos como el cerro "La Placita" (2100 msnm) que se localizan hacia el norte del Valle de Tarímbaro, así como el sector más sureños de los Valles de Queréndaro y Álvaro Obregón.

Por lo tanto la topoformas que distinguen el paisaje geomorfológico del municipio de Morelia son:

Sierra (S): 53.57 % de la superficie municipal.

Sierra con lomeríos (SL): 15.71 % de la superficie municipal.

Meseta con lomeríos (ML): 11.58 % de la superficie municipal.

Lomeríos (L): 3.05 % de la superficie municipal.

Valle con lomeríos (VL): 2.46 % de la superficie municipal.

Llanura con lomeríos (VL): 4.93 % de la superficie municipal.

Llanura (V): 13.63 % de la superficie municipal.

Clima

Predomina el clima templado con humedad media, con régimen de precipitación que oscila entre 700 a 1000 mm de precipitación anual y lluvias invernales máximas de 5.0 mm. La temperatura media anual (municipal) oscila entre 16.2 °C en la zona serrana del municipio y 18.7 °C en las zonas más bajas. Por otra parte, en la ciudad de Morelia se tiene una temperatura promedio anual de 17.6 °C, y la precipitación de 773.5 mm anuales, con un clima templado sub-húmedo, con humedad media, C(w1). Los vientos dominantes proceden del suroeste y noroeste, variables en julio y agosto con intensidades de 2.0 a 14.5 km/h.

El municipio de Morelia cuenta con diez tipos de vegetación o agrupaciones vegetales primarias. Además se tienen extensiones de uso agrícola y pastizales, que se desarrollan sobre áreas alteradas por el hombre y los animales domésticos, generalmente a partir del bosque de encino o del matorral subtropical que fueron expuestos a un pastoreo intenso, las cuales incluyen:

Mezquital (mezquite, huizache, maguey). Se ubica en la zona norte del municipio.

Matorral subtropical (nogalillo, colorín, casahuate, parotilla, yuca, zapote prieto, puchote). Se localiza sobre terrenos poco empinados muy pedregosos o sobre roca volcánica a altitudes que oscilan entre 1800 y 2000 msnm, en las zonas norte, noreste y noroeste.

Selva media caducifolia (aguacatillo, laurel, ajunco, atuto, escobetilla, saiba).

Selva baja caducifolia (copal, papelillo, tepehuaje, anona, sacalosúchitl). En la zona sur del municipio.

Bosque de encino (encino, acacia, madroño). Este tipo de vegetación se localiza en la falda de los cerros, entre los 2000 y 2400 msnm de altitud alrededor del valle de Morelia. Por estar cercanos a la ciudad son los más explotados y destruidos, dando lugar a la formación de pastizales secundarios.

Bosque de pino (*Pinus pseudostrobus*, *Pinus michoacana*, *Pinus moctezumae*, *Pinus teocote*). Ubicado en las zonas frías y montañosas del municipio, entre 2200 y 3000 msnm.

Bosque de pino-encino. Localizado en la zona sur, suroeste y noreste.

Bosque de galería (ahuehuete, fresno, aile, cirimo, sauce). Esta agrupación vegetal se encuentra en vías de erradicación.

Bosque mesófilo de montaña (moralillo, aile, jaboncillo, fresno, garrapato, pinabete).

Bosque de oyamel (oyamel o pinabete).

Uso de suelo

Los usos de suelo más importantes para su aprovechamiento incluyen:

Agrícola (frijol, maíz, garbanzo), 28,58 % de la superficie municipal.

Pastizal, 13,98 % de la superficie municipal.

Bosque y selva, 40,80 % de la superficie municipal.

Matorral y mezquital, 11,01 % de la superficie municipal.

Otros, 5,63 % de la superficie municipal.

Fauna

En el municipio de Morelia se tienen identificadas 62 especies de aves, 96 de mamíferos, 20 de reptiles y 9 de anfibios. Entre ellas se identifican a:

Aves: cuervo común, urraca, pinzón mexicano, búho cornudo, tecolote, zopilote, tórtola cola blanca, jilguero pinero, jilguero dominico, colorín, chipe, gorrión ceja blanca, gorrión casero, tecolote oriental, colibrí berilo, colibrí pico ancho, papamoscas cenizo.

Mamíferos: coyote, zorra gris, armadillo, zarigüeya (tlacuache), tuza, murciélago, rata de campo, comadreja, rata parda, rata gris, zorrillo de una banda, mapache, tejón, musaraña, ardilla.

Reptiles: falsa coralillo, alicante, hocico de puerco, cascabel oscura mexicana, cascabel acuática, casquito, llanerita, jarretera.

Anfibios: salamandra, salamandra michoacana, sapo meseta, ranita ovejera, ranita de cañada.

Uso del suelo

La ciudad se encuentra asentada en terreno firme de piedra dura denominada "riolita", conocida comúnmente como "cantera" y de materiales volcánicos no consolidados o en proceso de consolidación, siendo en este caso el llamado tepetate. El suelo del municipio es de dos tipos: el de la región sur y montañosa pertenece al grupo Podzol, propio de bosques sub-húmedos, templados y fríos, rico en materia orgánica y de color café "forestal"; la zona norte corresponde al suelo negro "agrícola", del grupo Chernozem. El municipio tiene 69,750 ha de tierras, de las que 20,082.6 son laborables (de temporal, de jugo y riego); 36,964.6 de pastizales; y 12.234 de bosques; además, 460.2 son incultas e improductivas.

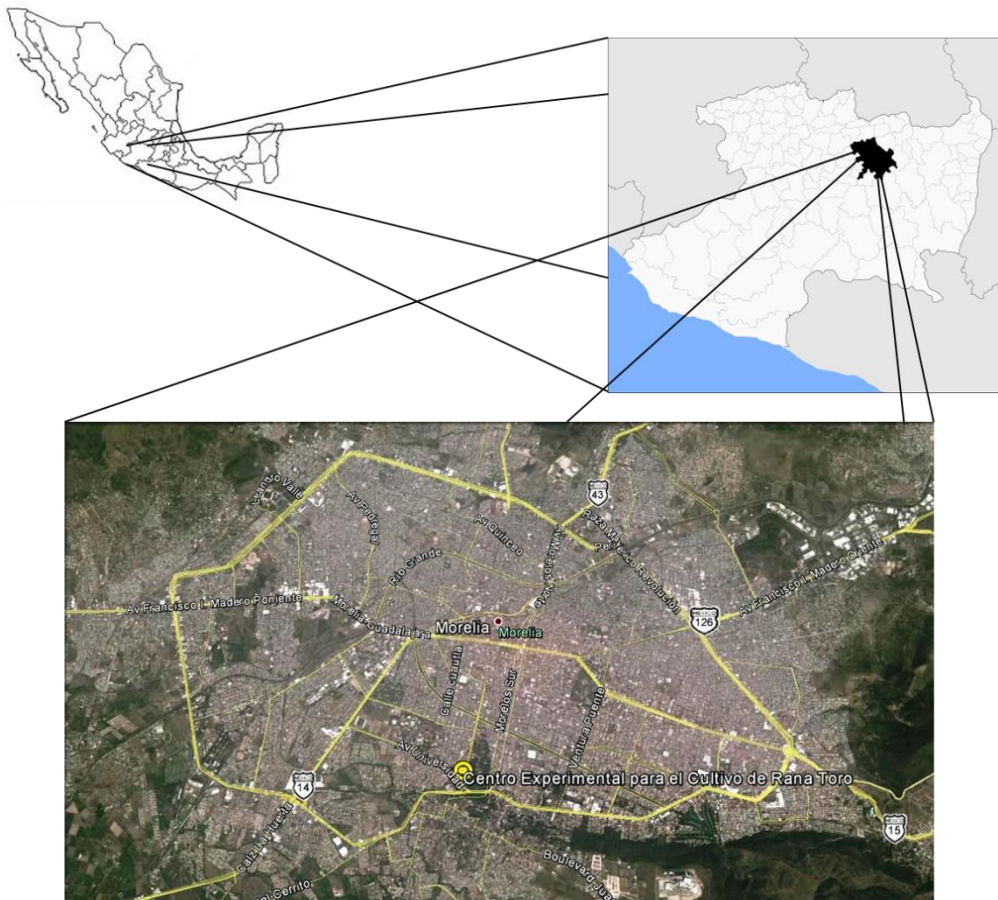
Economía

De acuerdo al documento Indicadores de Comercio al Mayoreo y al Menudeo, Estadísticas Económicas INEGI, publicado en julio de 1997, las actividades económicas del municipio, por sector, dentro de las actividades no especificadas, se contempla un 3,77%.

De esta forma, las principales actividades económicas de la ciudad son el comercio y el turismo (sector terciario) y después la industria de la construcción y la manufacturera. Por otra parte, la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI arroja los siguientes valores absolutos de población ocupada, sub ocupada y desocupada mayor de 14 años ocupada en los trimestres de los años 2005 y 2006. Se distribuyen de la siguiente manera;

- Sector Primario (agricultura, ganadería, caza y pesca): 6,64%.
- Sector Secundario (industria manufacturera, construcción, electricidad): 25,91%.
- Sector Terciario (comercio, turismo y servicios): 63,67%.

6.2.2 Mapa de localización del sitio del proyecto



6.3 Sistema de cultivo

Los ensayos fueron realizados en el Centro Experimental para el Cultivo de Rana Toro en la sección de crecimiento experimental; alojando a los organismos en cuatro estanques de concreto, los cuales tienen dimensiones de 3.0 x 2.0 x 1.20 m. Cada uno de estos estanques se subdividió de forma que las ranas se confinaron solamente en 1.0 m² para manejar densidades 1 y 2 por m².

Con estas dimensiones de estanques fue posible alojar dos tratamientos con sus tres réplicas por cada estanque, quedando cada tratamiento como se muestran en las Tablas 3 a :

Tabla 3. Distribución de tratamientos (T1 y T2) manejando dos densidades y frecuencias de alimentación distintas.

Tratamiento utilizando el alimento de Pellet (T1)

Tratamiento	Densidad	Frecuencia en alimentación	Réplicas	Organismos necesarios
T1d1f1	100 ranas/m ²	2 veces/día	3	300
T1d2f1	75 ranas/m ²	2 veces/día	3	225
T1d1f2	100 ranas/m ²	4 veces/día	3	300
T2d2f2	75 ranas/m ²	4 veces/día	3	225
			Total de organismos	1050

Tratamiento utilizando el alimento extruido (T2)

Tratamiento	Densidad	Frecuencia en alimentación	Réplicas	Organismos necesarios
T2d1f1	100 ranas/m ²	2 veces/día	3	300
T2d2f1	75 ranas/m ²	2 veces/día	3	225
T2d1f2	100 ranas/m ²	4 veces/día	3	300
T2d2f2	75 ranas/m ²	4 veces/día	3	225
			Total de organismos	1050

A continuación se muestra la distribución de los ocho tratamientos en cuatro estanques:

➤ **Estanque 1**

Tabla 4. Distribución de tratamientos en el estanque N° 1

Subdivisión	Tratamiento
1A	T2d1f1
1B	T2d1f1
1C	T2d1f1
1D	T2d1f2
1E	T2d1f2
1F	T2d1f2

➤ **Estanque 2**

Tabla 5. Distribución de tratamientos en el estanque N° 2

Subdivisión	Tratamiento
2A	T2d2f2
2B	T2d2f2
2C	T2d2f2
2D	T2d2f1
2E	T2d2f1
2F	T2d2f1

➤ Estanque 3

Tabla 6. Distribución de tratamientos en el estanque N° 3

Subdivisión	Tratamiento
3A	T1d1f1
3B	T1d1f1
3C	T1d1f1
3D	T1d1f2
3E	T1d1f2
3F	T1d1f2

➤ Estanque 4

Tabla 7. Distribución de tratamientos en el estanque N° 4

Subdivisión	Tratamiento
4A	T1d2f2
4B	T1d2f2
4C	T1d2f2
4D	T1d2f1
4E	T1d2f1
4F	T1d2f1

Los estanques son de concreto y se utiliza un sistema semi-seco, esto significa que el 83% de la superficie es sección de parque (sección seca) y el 17 % restante se encuentra inundada (Figura 8).



Figura 8. Sistema semi-seco utilizado para la engorda en ranicultura.

6.4 Alimento

Se utilizaron dos tipos de alimento, uno peletizado y otro extruido, ambos diseñados para trucha arcoíris en la etapa de desarrollo de 10.83 - 62.38 g y cuyas características se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Composición y bromatología del alimento balanceado extruido y peletizado

Tipo de alimento		Peso del organismo	Análisis garantizado (%)				
Nombre	Tamaño (mm)	(g)	Proteína (mín)	Grasa (mín)	Fibra (máx)	Ceniza (máx)	Humedad (máx)
Eng Ext 3.5 (42/15)	3.5	10.83-62.38	42	15	2.5	12	12
Eng Pell 1/8(42/15)	3.2	10.83-62.38	42	15	2.5	12.5	12

6.5 Diseño experimental

El diseño consistió en ocho tratamientos, con los cuales se realizó la comparación entre el alimento peletizado (T1) con dos densidades y dos frecuencias de alimentación distintas, alimentando al 6.0% de la biomasa e incluyendo en todos los casos un 20.0% de larva de mosca como estimulante para la alimentación. El ensayo experimental incluyó que cada tratamiento se realizara por triplicado.

Para el alimento extruido (T2) se realizó también con dos densidades y dos frecuencias distintas, alimentando al 6.0% de la biomasa e incluyendo un 20.0% de larva de mosca como estimulante para la alimentación. El ensayo experimental incluyó que cada tratamiento se realizara por triplicado.

6.5.1 Esquema de alimentación para el Tratamiento 1 (Figura 9)

Tratamiento 1:

- **T1d1f1:** Tratamiento con alimento peletizado con una densidad de 100 individuos/m² y con una frecuencia de alimentación de dos veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 300 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 100 ejemplares en cada réplica.
- **T1d1f2:** Tratamiento con alimento peletizado con una densidad de 100 individuos/m² y con una frecuencia de alimentación de cuatro veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 300 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 100 individuos en cada réplica.
- **T1d2f1:** Tratamiento con alimento peletizado con una densidad de 75 individuos/m² y con una frecuencia de alimentación de dos veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 225 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 75 individuos en cada réplica.
- **T1d2f2:** Tratamiento con alimento peletizado con una densidad de 75 individuos/m² y una frecuencia de alimentación de cuatro veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 225 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 75 individuos en cada réplica.

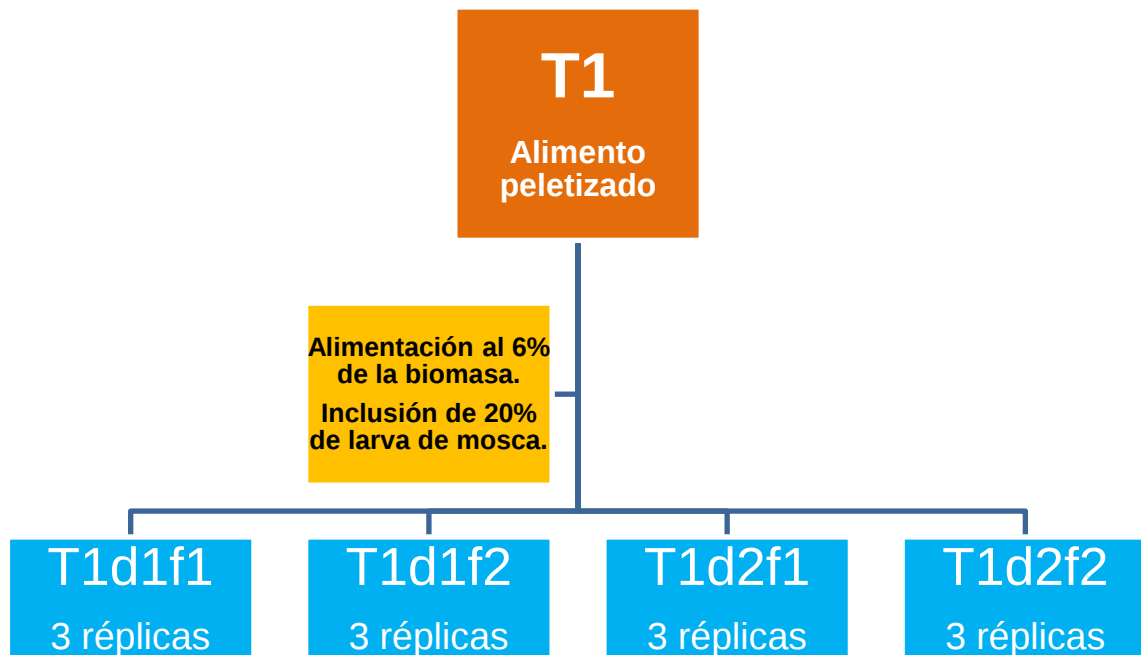


Figura 9. Esquema del tratamiento con alimento peletizado

- **T1:** alimento peletizado
- **d 1:** 100 individuos/m²
- **d 2:** 75 individuos/m²
- **f 1:** frecuencia de alimentación consistente en dos veces/día
- **f 2:** frecuencia de alimentación consistente en cuatro veces/día.

6.5.2 Esquema de alimentación para el Tratamiento 2 (Figura 10)

- **T2d1f1:** Tratamiento con alimento extruido con una densidad de 100 individuos/m² y con una frecuencia de alimentación de dos veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 300 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 100 individuos en cada réplica.
- **T2d1f2:** Tratamiento con alimento extruido con una densidad de 100 individuos/m², y con una frecuencia de alimentación de cuatro veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 300 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto semi-seco, quedando 100 individuos en cada réplica.
- **T2d2f1:** Tratamiento con alimento extruido con una densidad de 75 individuos/m² y una frecuencia de alimentación de dos veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 225 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 75 individuos en cada réplica.
- **T2d2f2:** Tratamiento con alimento extruido con una densidad de 75 individuos/m² y una frecuencia de alimentación de cuatro veces al día. Para este tratamiento se utilizaron 225 individuos, mismos que se repartieron en tres estanques de concreto con el sistema semi-seco, quedando 75 individuos en cada réplica.

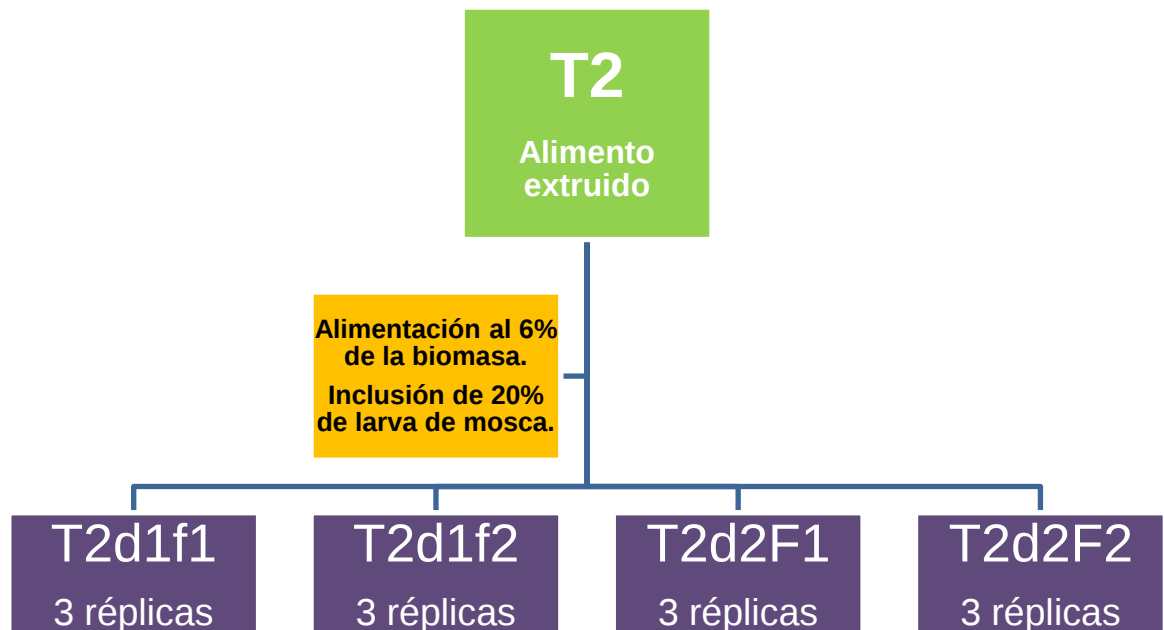


Figura 10. Esquema del tratamiento con alimento extruido

- **T2:** alimento extruido
- **d 1:** 100 individuos/m²
- **d 2:** 75 individuos/m²
- **f 1:** frecuencia de alimentación consistente en dos veces/día
- **f 2:** frecuencia de alimentación consistente en cuatro veces/día.

6.6 Muestreo

El muestreo de organismos se realizó una vez por semana durante tres meses y consistió en obtener una muestra al azar de 30 ranas de cada tratamiento. Éstas se pesaron y se estimó el peso promedio de cada tratamiento, con esto se estimó la biomasa con la siguiente fórmula:

$$\text{Biomasa (g)} = N^{\circ} \text{ total de organismos} * \text{peso promedio de organismos (g)}$$

Con este dato se obtuvo la cantidad de alimento a suministrar durante esa semana, tomando en cuenta que en todos los casos se alimentó al 6.0% de la biomasa mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de alimento suministrado (g)} = \text{Biomasa (g)} * \% \text{ biomasa}$$

Una vez que se obtuvo la cantidad de alimento, se suministró un 80.0% de alimento balanceado en pellet y extruido dependiendo el tratamiento, y un 20.0% de larva de mosca como estimulante para la alimentación. A partir de la segunda semana se estimó la biomasa y se obtuvo el crecimiento que tuvieron de una semana a la otra.

Así mismo, se realizó un conteo frecuente de los organismos de cada tratamiento para registrar la mortalidad en caso de que la hubiese.

En el caso de los tratamientos donde se manejó la frecuencia **1 (f1)** esta cantidad de alimento balanceado y extruido más la larva de mosca se suministró en dos horarios; un 50.0% a las 10:00 horas y el 50.0% restante a las 14:00 horas.

En el caso de los tratamientos donde se manejó la frecuencia **2 (f2)** la cantidad de alimento balanceado y extruido más la larva de mosca se suministró en cuatro horarios; un 25.0% a las 10:00 horas, 25.0% a las 14:00 horas; 25.0% a las 18:00 horas y el último 25.0% a las 22:00 pm.

Semana con semana se estimó la ración de alimento para suministrar y se registró el incremento de peso de cada tratamiento, así como la mortalidad durante las 12 semanas que duró el experimento.

Posteriormente se estimó la Tasa de Eficiencia Alimenticia (TEA), Tasa de sobrevivencia (TS), Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) y Tasa de Crecimiento (TC).

Para calcular dichos factores se aplicaron las expresiones:

- Tasa de Eficiencia Alimenticia

$$\text{*Tasa de Eficiencia Alimenticia (TEA) (%) =* \frac{\text{*Peso promedio alcanzado (g)*}}{\text{*Alimento consumido (g)*}}$$

- Tasa de Crecimiento

$$\begin{aligned} \text{*Tasa de crecimiento (TC) (%)*} \\ = \frac{\text{*Peso promedio final (g) - Peso promedio inicial (g)*}}{\text{*Peso promedio inicial (g)*}} * 100 \end{aligned}$$

- Tasa de Conversión Alimenticia

$$\text{*Tasa o Factor de Conversión Alimenticia (TCA) =* \frac{\text{*Alimento consumido (g)*}}{\text{*Ganancia en peso (g)*}}$$

- Tasa de Sobrevivencia

$$\begin{aligned} \text{*Tasa de sobrevivencia (%)*} \\ = \text{*N° de organismos finales / N° de organismos iniciales*} * 100 \end{aligned}$$

7. RESULTADOS

7.1 Tratamiento con alimento peletizado T1

En cuanto al Tratamiento 1 donde se utilizó el alimento balanceado peletizado se presentan las siguientes tablas con los resultados obtenidos durante los tres meses de duración del ensayo experimental:

Tabla 9. Resultados del ensayo de alimentación con alimento peletizado (Enero)

1ª Semana de enero

1a semana de enero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	100	32.62	195.72	39.14	156.58	T1d1f2
3B	100	31.23	187.38	37.48	149.90	
3C	100	26.31	157.86	31.57	126.29	
3D	100	24.19	145.14	29.03	116.11	T1d2f2
3E	100	21.95	131.70	26.34	105.36	
3F	100	21.09	126.54	25.31	101.23	
4A	75	24.62	110.79	22.16	88.63	T1d2f1
4B	75	23.03	103.64	20.73	82.91	
4C	75	30.09	135.41	27.08	108.32	
4D	75	20.56	92.52	18.50	74.02	T1d1f1
4E	75	22.69	102.11	20.42	81.68	
4F	75	28.06	126.27	25.25	101.02	

Tabla 9.1 Resultados de la 2ª Semana de enero

2a semana de enero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	99	34.25	203.45	40.69	162.76	T1d1f1
3B	97	32.48	189.03	37.81	151.22	T1d1f1
3C	98	27.36	160.89	32.18	128.71	T1d1f1
3D	100	25.64	153.85	30.77	123.08	T1d1f2
3E	96	23.05	132.75	26.55	106.20	T1d1f2
3F	99	21.93	130.29	26.06	104.23	T1d1f2
4A	74	25.36	112.59	22.52	90.07	T1d2f2
4B	73	24.18	105.91	21.18	84.73	T1d2f2
4C	75	31.90	143.53	28.71	114.82	T1d2f2
4D	74	22.20	98.59	19.72	78.87	T1d2f1
4E	73	23.82	104.35	20.87	83.48	T1d2f1
4F	75	28.90	130.06	26.01	104.05	T1d2f1

Tabla 9.1.2 Resultados de la 3ª semana de enero

		3a semana de enero 2012				
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	97	34.59	201.33	40.27	161.07	T1d1f1
3B	95	33.45	190.69	38.14	152.55	T1d1f1
3C	97	28.18	164.03	32.81	131.22	T1d1f1
3D	99	27.18	161.45	32.29	129.16	T1d1f2
3E	96	24.43	140.72	28.14	112.58	T1d1f2
3F	98	23.69	139.29	27.86	111.43	T1d1f2
4A	73	26.63	116.62	23.32	93.30	T1d2f2
4B	70	25.39	106.64	21.33	85.31	T1d2f2
4C	74	33.81	150.11	30.02	120.09	T1d2f2
4D	73	23.32	102.12	20.42	81.70	T1d2f1
4E	73	24.78	108.53	21.71	86.82	T1d2f1
4F	75	30.35	136.56	27.31	109.25	T1d2f1

Tabla 9.1.3 Resultados de la 4ª semana de enero

		4a semana de enero 2012				
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	95	35.98	205.07	41.01	164.06	T1d1f1
3B	93	35.46	197.87	39.57	158.30	T1d1f1
3C	94	29.31	165.31	33.06	132.25	T1d1f1
3D	97	28.81	167.68	33.54	134.14	T1d1f2
3E	96	26.38	151.98	30.40	121.58	T1d1f2
3F	97	25.11	146.14	29.23	116.91	T1d1f2
4A	73	28.22	123.62	24.72	98.90	T1d2f2
4B	69	27.42	113.53	22.71	90.82	T1d2f2
4C	73	35.50	155.49	31.10	124.39	T1d2f2
4D	73	24.71	108.25	21.65	86.60	T1d2f1
4E	73	25.77	112.87	22.57	90.29	T1d2f1
4F	74	31.26	138.78	27.76	111.03	T1d2f1

Tabla 10. Resultados del ensayo de alimentación con alimento peletizado (Febrero)
1ª Semana febrero

1a semana de Febrero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	94	37.78	213.06	42.61	170.45	T1d1f1
3B	92	37.23	205.53	41.11	164.42	T1d1f1
3C	93	30.19	168.46	33.69	134.77	T1d1f1
3D	96	31.40	180.88	36.18	144.71	T1d1f2
3E	95	29.02	165.43	33.09	132.35	T1d1f2
3F	95	28.12	160.30	32.06	128.24	T1d1f2
4A	73	32.18	140.93	28.19	112.74	T1d2f2
4B	68	30.44	124.19	24.84	99.35	T1d2f2
4C	73	39.76	174.15	34.83	139.32	T1d2f2
4D	73	25.70	112.58	22.52	90.06	T1d2f1
4E	73	27.31	119.64	23.93	95.71	T1d2f1
4F	74	32.82	145.72	29.14	116.58	T1d2f1

Tabla 10.1 Resultados de la 2ª semana de febrero

2a semana de Febrero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	92	40.04	221.04	44.21	176.83	T1d1f1
3B	91	39.10	213.46	42.69	170.77	T1d1f1
3C	93	32.61	181.94	36.39	145.55	T1d1f1
3D	95	34.23	195.11	39.02	156.09	T1d1f2
3E	95	32.80	186.94	37.39	149.55	T1d1f2
3F	94	31.50	177.65	35.53	142.12	T1d1f2
4A	72	36.36	157.07	31.41	125.65	T1d2f2
4B	67	34.09	137.05	27.41	109.64	T1d2f2
4C	72	45.33	195.81	39.16	156.65	T1d2f2
4D	73	27.24	119.33	23.87	95.47	T1d2f1
4E	73	28.68	125.62	25.12	100.50	T1d2f1
4F	74	35.45	157.38	31.48	125.90	T1d2f1

Tabla 10.1.2 Resultados de la 3ª semana de febrero

3a semana de Febrero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	91	42.85	233.94	46.79	187.15	T1d1f1
3B	90	41.05	221.67	44.33	177.34	T1d1f1
3C	93	35.21	196.49	39.30	157.19	T1d1f1
3D	95	38.00	216.57	43.31	173.26	T1d1f2
3E	95	36.73	209.37	41.87	167.50	T1d1f2
3F	93	36.54	203.88	40.78	163.10	T1d1f2
4A	72	41.08	177.49	35.50	141.99	T1d2f2
4B	67	38.52	154.86	30.97	123.89	T1d2f2
4C	72	51.22	221.26	44.25	177.01	T1d2f2
4D	73	28.88	126.49	25.30	101.19	T1d2f1
4E	73	30.11	131.90	26.38	105.52	T1d2f1
4F	74	37.22	165.25	33.05	132.20	T1d2f1

Tabla 10.1.3 Resultados de la 4ª semana de febrero

4a semana de Febrero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	91	44.56	243.29	48.66	194.64	T1d1f1
3B	90	43.51	234.97	46.99	187.98	T1d1f1
3C	93	36.97	206.32	41.26	165.05	T1d1f1
3D	95	42.55	242.56	48.51	194.05	T1d1f2
3E	95	42.24	240.78	48.16	192.62	T1d1f2
3F	93	40.56	226.30	45.26	181.04	T1d1f2
4A	72	46.43	200.56	40.11	160.45	T1d2f2
4B	67	44.69	179.64	35.93	143.71	T1d2f2
4C	72	58.90	254.45	50.89	203.56	T1d2f2
4D	73	30.61	134.08	26.82	107.26	T1d2f1
4E	73	31.62	138.50	27.70	110.80	T1d2f1
4F	74	39.08	173.51	34.70	138.81	T1d2f1

Tabla 11. Resultados del ensayo de alimentación con alimento peletizado (Marzo)
1ª Semana de marzo

1a semana de Marzo 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	91	48.57	265.19	53.04	212.15	T1d1f1
3B	90	46.12	249.07	49.81	199.26	T1d1f1
3C	93	39.93	222.82	44.56	178.26	T1d1f1
3D	95	47.66	271.67	54.33	217.34	T1d1f2
3E	95	49.00	279.30	55.86	223.44	T1d1f2
3F	93	46.23	257.99	51.60	206.39	T1d1f2
4A	72	53.85	232.65	46.53	186.12	T1d2f2
4B	67	50.50	202.99	40.60	162.39	T1d2f2
4C	72	64.20	277.35	55.47	221.88	T1d2f2
4D	73	32.14	140.78	28.16	112.63	T1d2f1
4E	73	33.52	146.81	29.36	117.44	T1d2f1
4F	74	42.21	187.39	37.48	149.91	T1d2f1

Tabla 11.1 Resultados de la 2ª semana de marzo

2a semana de Marzo 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	90	52.94	285.88	57.18	228.71	T1d1f1
3B	89	49.81	266.01	53.20	212.81	T1d1f1
3C	92	43.13	238.06	47.61	190.45	T1d1f1
3D	93	53.38	297.86	59.57	238.29	T1d1f2
3E	95	56.84	323.99	64.80	259.19	T1d1f2
3F	90	55.02	297.10	59.42	237.68	T1d1f2
4A	71	63.55	270.71	54.14	216.57	T1d2f2
4B	65	57.06	222.53	44.51	178.03	T1d2f2
4C	70	69.98	293.92	58.78	235.13	T1d2f2
4D	73	33.75	147.82	29.56	118.26	T1d2f1
4E	72	35.53	153.48	30.70	122.79	T1d2f1
4F	73	45.58	199.65	39.93	159.72	T1d2f1

Tabla 11.1.2 Resultados de la 3ª semana de marzo

3a semana de Marzo 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	90	57.18	308.75	61.75	247.00	T1d1f1
3B	89	52.80	281.97	56.39	225.57	T1d1f1
3C	92	45.28	249.96	49.99	199.97	T1d1f1
3D	93	59.25	330.63	66.13	264.50	T1d1f2
3E	95	63.66	362.87	72.57	290.29	T1d1f2
3F	90	62.17	335.72	67.14	268.58	T1d1f2
4A	71	72.44	308.61	61.72	246.89	T1d2f2
4B	65	64.48	251.46	50.29	201.17	T1d2f2
4C	70	75.58	317.43	63.49	253.94	T1d2f2
4D	73	35.44	155.22	31.04	124.17	T1d2f1
4E	72	37.66	162.69	32.54	130.15	T1d2f1
4F	73	46.95	205.64	41.13	164.51	T1d2f1

Tabla 11.1.3 Resultados de la 4ª semana de marzo

4a semana de Marzo 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% pelletizado	
3A	90	60.04	324.19	64.84	259.35	T1d1f1
3B	91	55.97	305.60	61.12	244.48	T1d1f1
3C	92	48.00	264.96	52.99	211.97	T1d1f1
3D	95	64.59	368.14	73.63	294.51	T1d1f2
3E	96	70.03	403.36	80.67	322.69	T1d1f2
3F	94	69.01	389.21	77.84	311.37	T1d1f2
4A	71	78.96	336.39	67.28	269.11	T1d2f2
4B	65	69.64	271.58	54.32	217.26	T1d2f2
4C	70	80.87	339.65	67.93	271.72	T1d2f2
4D	69	36.85	152.58	30.52	122.06	T1d2f1
4E	67	39.54	158.96	31.79	127.17	T1d2f1
4F	69	49.30	204.09	40.82	163.27	T1d2f1

Los resultados obtenidos de la estimación de la Tasa de Eficiencia Alimenticia, Tasa de Crecimiento, Tasa de Conversión Alimenticia y Tasa de Supervivencia, fueron los siguientes:

Tabla 12. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T1d1f2**

PP INICIAL	BIOMASA	PP FINAL	BIOMASA FINAL	PESO GANADO	ALIMENTO SUMINISTRADO	TCA
30.05333333	3,005.33	54.67	4974.858708	1,969.53	8,021.26	4.072688
TAE=g ganado/alimento consumido	0.25					
TS=orf final/orgini*100	91.00					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	81.91					

Tabla 13. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T1d2f2**

PP INICIAL	BIOMASA	PP FINAL	BIOMASA FINAL	PESO GANADO	ALIMENTO SUMINISTRADO	TCA
22.41	2,241.00	67.87	6448.033122	4,207.03	8,051.13	1.91373
TAE=g ganado/alim	0.52					
TS=orf final/orgini*100	95.00					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	202.87386					

Tabla 14. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T1d2f1**

PP INICIAL	BIOMASA	PP FINAL	BIOMASA FINAL	PESO GANADO	ALIMENTO SUMINISTRADO	TCA
25.91333333	1,943.50	76.49	5277.79867	3,334.30	6,920.61	2.075582
TAE=g ganado/alim	0.48					
TS=orf final/orgini*100	92.00					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	195.17559					

Tabla 15. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T1d1f1**

PP INICIAL	BIOMASA	PP FINAL	BIOMASA FINAL	PESO GANADO	ALIMENTO SUMINISTRADO	TCA
23.77	1,782.75	41.90	2849.07682	1,066.33	5,026.10	4.713475
TAE=g ganado/alim	0.21					
TS=orf final/orgini*100	90.67					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	76.26					

Tabla 16. Resumen de resultados de los cuatro tratamientos **T1**

TASA DE CONVERSION ALIMENTICIA (TCA)	TASA DE EFICIENCIA ALIMENTICIA (TAE)	TASA DE SOBREVIVENCIA (TS)	TASA DE CRECIMIENTO (TC)
T1d1f2	4.07	0.25	91%
T1d2f2	1.91	0.52	95%
T1d2f1	2.07	0.48	92%
T1d1f1	4.71	0.21	90%

Como se puede apreciar en el Tratamiento 1 en donde se suministró el alimento balanceado peletizado el que presenta resultados de mayor eficiencia y crecimiento es el **T1d2f2** que es el tratamiento que manejó una densidad de 75 organismos/m² y una frecuencia de alimentación de cuatro veces al día, la Tasa de Conversión Alimentación (TCA) es de 1.91 cifra superior a los otros tratamientos.

En este tratamiento se requieren de 1.91 kg de alimento para producir 1.0 kg de carne de rana. De igual forma la Tasa de Eficiencia Alimenticia (TEA) es de 0.52 lo que significa que es más eficiente el consumo de alimento en relación al crecimiento obtenido de las ranas en este tratamiento. De la misma manera, la Tasa de Supervivencia fue de 95%, superior a los otros tratamientos además de la Tasa de Crecimiento (TC) más alta.

En la Figura 11 se observa el comportamiento de los cuatro tratamientos del **T1** en términos de peso ganado, alimento suministrado y tasa de supervivencia:

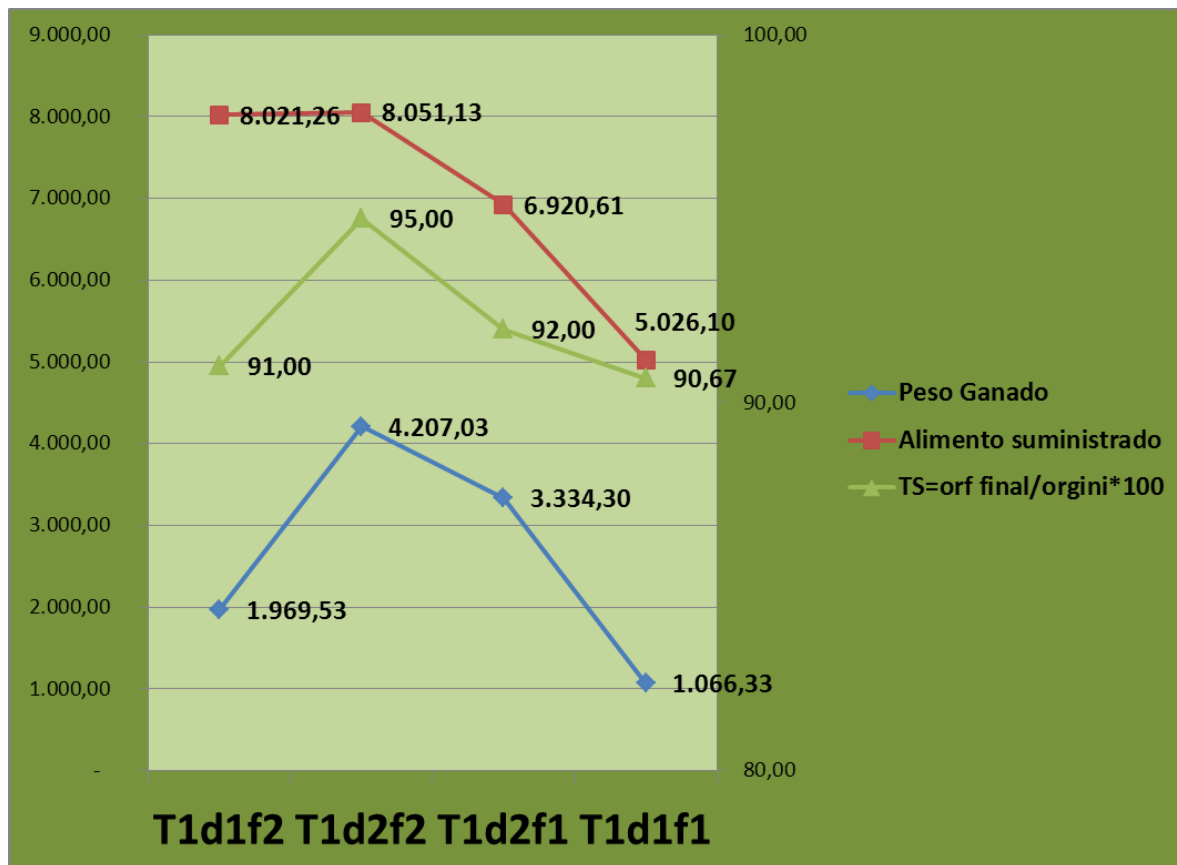


Figura 11. Comportamiento de los cuatro tratamientos del **T1** en términos de peso ganado, alimento suministrado y tasa de sobrevivencia.

Como se observa en la Figura 11 el tratamiento **T1d2f2** presenta mayor peso ganado. Este tratamiento fue al que más alimento se le suministró y en consecuencia se registró un mayor incremento en peso semanal y tasa de sobrevivencia.

7.2 Tratamiento con Alimento Extruído T2

En cuanto al tratamiento 2 en donde se utilizó el alimento balanceado extruido los resultados se presentan en las siguientes tablas para los tres meses que tuvo de duración el ensayo experimental:

Tabla 17. Resultados del ensayo de alimentación con alimento extruido (Enero)
Semana 01 de enero

1a. semana de enero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	100	31.05	186.30	37.26	149.04	T2d1f1
1B	100	33.71	202.26	40.45	161.81	
1C	100	30.45	182.70	36.54	146.16	
1D	100	25.32	151.92	30.38	121.54	T2d2f2
1E	100	22.45	134.70	26.94	107.76	
1F	100	21.07	126.42	25.28	101.14	
2A	75	25.62	115.29	23.06	92.23	T2d2f1
2B	75	24.16	108.72	21.74	86.98	
2C	75	30.95	139.28	27.86	111.42	
2D	75	20.83	93.74	18.75	74.99	T2d1f2
2E	75	22.32	100.44	20.09	80.35	
2F	75	28.72	129.24	25.85	103.39	

Tabla 17.1 Resultados de la 2ª semana de enero

2a. semana de enero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	97	36.02	209.62	41.92	167.70	T2d1f1
1B	99	39.78	236.28	47.26	189.02	
1C	100	33.80	202.80	40.56	162.24	
1D	100	31.90	191.42	38.28	153.14	T2d2f2
1E	99	27.84	165.36	33.07	132.29	
1F	100	26.97	161.82	32.36	129.45	
2A	75	32.28	145.27	29.05	116.21	T2d2f1
2B	74	30.20	134.09	26.82	107.27	
2C	75	38.69	174.09	34.82	139.28	
2D	75	24.58	110.61	22.12	88.49	T2d1f2
2E	73	25.44	111.45	22.29	89.16	
2F	75	32.45	146.04	29.21	116.83	

Tabla 17.1.2 Resultados de la 3ª semana de enero

3a. semana de enero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	97	42.86	249.45	49.89	199.56	T2d1f1
1B	99	45.35	269.36	53.87	215.49	
1C	99	38.87	230.88	46.18	184.71	
1D	100	40.84	245.02	49.00	196.01	T2d2f2
1E	99	35.91	213.31	42.66	170.65	
1F	100	35.33	211.98	42.40	169.58	
2A	75	41.32	185.94	37.19	148.75	T2d2f1
2B	74	40.17	178.34	35.67	142.67	
2C	75	49.52	222.84	44.57	178.27	
2D	75	27.28	122.77	24.55	98.22	T2d1f2
2E	73	29.77	130.39	26.08	104.32	
2F	74	35.70	158.50	31.70	126.80	

Tabla 17.1.3 Resultados de la 4ª semana de enero

Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	94	48.00	270.75	54.15	216.60	T2d1f1
1B	97	52.15	303.51	60.70	242.80	T2d1f1
1C	99	45.87	272.44	54.49	217.95	T2d1f1
1D	99	52.68	312.91	62.58	250.33	T2d1f2
1E	99	44.89	266.64	53.33	213.31	T2d1f2
1F	98	42.40	249.29	49.86	199.43	T2d1f2
2A	74	52.06	231.16	46.23	184.93	T2d2f2
2B	73	49.40	216.39	43.28	173.11	T2d2f2
2C	74	65.37	290.23	58.05	232.18	T2d2f2
2D	75	31.65	142.42	28.48	113.93	T2d2f1
2E	73	36.32	159.08	31.82	127.26	T2d2f1
2F	73	40.70	178.25	35.65	142.60	T2d2f1

Tabla 18. Resultados del ensayo de alimentación con alimento extruido (Febrero)
Semana 01 de febrero

		1a semana de Febrero 2012				
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	94	53.77	303.24	60.65	242.59	T2d1f1
1B	94	59.97	338.24	67.65	270.59	T2d1f1
1C	95	54.12	308.49	61.70	246.80	T2d1f1
1D	97	67.96	395.50	79.10	316.40	T2d1f2
1E	96	56.11	323.20	64.64	258.56	T2d1f2
1F	95	50.88	289.99	58.00	231.99	T2d1f2
2A	73	65.60	287.33	57.47	229.86	T2d2f2
2B	71	60.77	258.87	51.77	207.09	T2d2f2
2C	72	81.71	352.98	70.60	282.38	T2d2f2
2D	72	36.71	158.60	31.72	126.88	T2d2f1
2E	73	44.31	194.08	38.82	155.26	T2d2f1
2F	72	46.39	200.42	40.08	160.34	T2d2f1

Tabla 18.1 Resultados de la 2ª semana de febrero

		2a semana de Febrero 2012				
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	94	61.29	345.69	69.14	276.55	T2d1f1
1B	94	67.17	378.82	75.76	303.06	T2d1f1
1C	95	62.24	354.77	70.95	283.81	T2d1f1
1D	97	82.91	482.51	96.50	386.01	T2d1f2
1E	96	67.89	391.07	78.21	312.86	T2d1f2
1F	95	62.58	356.69	71.34	285.35	T2d1f2
2A	73	81.34	356.28	71.26	285.03	T2d2f2
2B	71	72.92	310.64	62.13	248.51	T2d2f2
2C	72	102.14	441.22	88.24	352.98	T2d2f2
2D	72	41.12	177.63	35.53	142.10	T2d2f1
2E	73	49.63	217.37	43.47	173.89	T2d2f1
2F	72	51.50	222.47	44.49	177.98	T2d2f1

Tabla 18.1.2 Resultados de la 3ª semana de febrero

3a semana de Febrero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruído	
1A	93	68.03	379.63	75.93	303.71	T2d1f1
1B	94	77.24	435.65	87.13	348.52	T2d1f1
1C	95	70.33	400.89	80.18	320.71	T2d1f1
1D	97	100.32	583.84	116.77	467.07	T2d1f2
1E	96	84.19	484.93	96.99	387.94	T2d1f2
1F	94	78.22	441.17	88.23	352.93	T2d1f2
2A	73	98.43	431.10	86.22	344.88	T2d2f2
2B	71	88.96	378.98	75.80	303.19	T2d2f2
2C	72	126.65	547.12	109.42	437.69	T2d2f2
2D	72	46.46	200.72	40.14	160.58	T2d2f1
2E	73	56.58	247.80	49.56	198.24	T2d2f1
2F	72	57.68	249.17	49.83	199.33	T2d2f1

Tabla 18.1.3 Resultados de la 4ª semana de febrero

4ta semana de Febrero 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruído	
1A	93	76.88	428.99	85.80	343.19	T2d1f1
1B	94	88.06	496.64	99.33	397.31	T2d1f1
1C	95	81.58	465.03	93.01	372.02	T2d1f1
1D	97	118.37	688.93	137.79	551.14	T2d1f2
1E	96	104.39	601.31	120.26	481.05	T2d1f2
1F	94	94.65	533.81	106.76	427.05	T2d1f2
2A	73	121.06	530.26	106.05	424.21	T2d2f2
2B	71	110.31	469.94	93.99	375.95	T2d2f2
2C	72	145.64	629.18	125.84	503.35	T2d2f2
2D	72	52.04	224.81	44.96	179.85	T2d2f1
2E	73	65.63	287.45	57.49	229.96	T2d2f1
2F	72	66.33	286.54	57.31	229.23	T2d2f1

Tabla 19 Resultados del ensayo de alimentación con alimento extruido (Marzo)
Semana 01 de marzo

1a semana de Marzo 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	93	83.80	467.59	93.52	374.08	T2d1f1
1B	93	97.74	545.41	109.08	436.32	T2d1f1
1C	95	88.11	502.23	100.45	401.79	T2d1f1
1D	97	132.58	771.60	154.32	617.28	T2d1f2
1E	96	121.10	697.52	139.50	558.02	T2d1f2
1F	94	112.63	635.24	127.05	508.19	T2d1f2
2A	73	142.85	625.70	125.14	500.56	T2d2f2
2B	71	124.66	531.03	106.21	424.82	T2d2f2
2C	72	158.75	685.81	137.16	548.65	T2d2f2
2D	72	57.76	249.53	49.91	199.63	T2d2f1
2E	73	73.50	321.94	64.39	257.55	T2d2f1
2F	72	75.62	326.66	65.33	261.33	T2d2f1

Tabla 19.1 Resultados de la 2ª semana de marzo

2a semana de Marzo 2012						
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	93	91.34	509.68	101.94	407.74	T2d1f1
1B	92	108.49	598.89	119.78	479.11	T2d1f1
1C	94	95.16	536.70	107.34	429.36	T2d1f1
1D	97	148.49	864.19	172.84	691.35	T2d1f2
1E	96	140.47	809.12	161.82	647.30	T2d1f2
1F	94	134.03	755.93	151.19	604.74	T2d1f2
2A	73	168.57	738.33	147.67	590.66	T2d2f2
2B	71	140.86	600.06	120.01	480.05	T2d2f2
2C	72	173.04	747.53	149.51	598.03	T2d2f2
2D	72	64.12	276.98	55.40	221.59	T2d2f1
2E	73	82.32	360.57	72.11	288.46	T2d2f1
2F	72	86.20	372.39	74.48	297.91	T2d2f1

Tabla 19.1.2. Resultados de la 3ª semana de marzo

		3a semana de Marzo 2012				
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	93	100.47	560.65	112.13	448.52	T2d1f1
1B	92	121.51	670.76	134.15	536.61	T2d1f1
1C	94	108.48	611.84	122.37	489.47	T2d1f1
1D	95	164.82	939.47	187.89	751.58	T2d1f2
1E	96	157.33	906.22	181.24	724.97	T2d1f2
1F	94	151.45	854.20	170.84	683.36	T2d1f2
2A	73	192.17	841.70	168.34	673.36	T2d2f2
2B	71	159.17	678.07	135.61	542.46	T2d2f2
2C	72	186.88	807.34	161.47	645.87	T2d2f2
2D	72	71.81	310.22	62.04	248.18	T2d2f1
2E	73	93.85	411.06	82.21	328.84	T2d2f1
2F	70	95.68	401.87	80.37	321.50	T2d2f1

Tabla 19.1.3 Resultados de la 4ª semana de marzo

		4a semana de Marzo 2012				
Estanque	Ranas x estanque	PP 30 ranas	Cantidad de Alimento al 6% biomasa	20% alimento vivo	80% extruido	
1A	90	112.53	607.67	121.53	486.13	T2d1f1
1B	91	138.53	756.35	151.27	605.08	T2d1f1
1C	93	124.75	696.13	139.23	556.90	T2d1f1
1D	95	179.65	1,024.03	204.81	819.22	T2d1f2
1E	96	173.06	996.84	199.37	797.47	T2d1f2
1F	94	168.11	948.16	189.63	758.53	T2d1f2
2A	73	209.46	917.45	183.49	733.96	T2d2f2
2B	71	171.91	732.32	146.46	585.86	T2d2f2
2C	72	199.97	863.85	172.77	691.08	T2d2f2
2D	72	81.86	353.65	70.73	282.92	T2d2f1
2E	71	108.86	463.76	92.75	371.01	T2d2f1
2F	70	110.04	462.15	92.43	369.72	T2d2f1

Los resultados obtenidos de la estimación de la Tasa de Eficiencia Alimenticia, Tasa de Crecimiento, Tasa de Conversión Alimenticia y Tasa de Supervivencia, fueron los siguientes:

Tabla 20. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T2d1f1**

PP inicial	Biomasa Inicial	PP final	Biomasa Final	Peso Ganado	Alimento consumido	TCA
31.73666667	3,173.67	125.27	11399.61759	8,225.95	14,516.33	1.764699
TAE=g ganado/alim	0.57					
TS=orf final/orgini*100	91.00					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	294.7185895					

Tabla 21. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T2d1f2**

PP inicial	Biomasa Inicial	PP final	Biomasa Final	Peso Ganado	Alimento consumido	TCA
22.94666667	2,294.67	173.61	16840.18514	14,545.52	18,206.25	1.251674
TAE=g ganado/alim	0.80					
TS=orf final/orgini*100	97.00					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	656.5811568					

Tabla 22. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T2d2f2**

PP inicial	Biomasa Inicial	PP final	Biomasa Final	Peso Ganado	Alimento consumido	TCA
26.91	2,018.25	193.78	13952.03059	11,933.78	15,904.73	1.332749
TAE=g ganado/alim	0.75					
TS=orf final/orgini*100	96.00					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	620.0973711					

Tabla 23. Estimación de los parámetros de crecimiento y conversión, para el tratamiento **T2d2f1**

PP inicial	Biomasa Inicial	PP final	Biomasa Final	Peso Ganado	Alimento consumido	TCA
23.95666667	1,796.75	100.25	7118.083154	5,321.33	8,560.78	1.608766
TAE=g ganado/alim	0.62					
TS=orf final/orgini*100	94.67					
TC= PP final-Ppinicial/PP inicial*100	318.4834798					

Tabla 24. Resumen de resultados de los cuatro tratamientos **T2**

TASA DE CONVERSION ALIMENTICIA (TCA)	TASA DE EFICIENCIA ALIMENTICIA (TAE)	TASA DE SOBREVIVENCIA (TS)	TASA DE CRECIMIENTO (TC)
T2d1f1	1.76	0.57	91%
T2d2f2	1.25	0.80	97%
T2d2f1	1.33	0.75	96%
T2d1f2	1.60	0.62	94%

Como se observa en este **Tratamiento 2** se utilizó el alimento balanceado extruido y el que mejores resultados presenta es el **T2d2f2** que es aquél que se manejó con una densidad de 75 organismos/m² y una frecuencia de alimentación de cuatro veces al día.

Como se puede observar la TCA es de 1.25 superior a los otros tratamientos. En este tratamiento se requieren de 1.25 kg de alimento para producir 1.0 kg de carne de rana.

De la misma manera la TEA es de 0.80 lo que significa que es más eficiente el consumo de alimento en relación al crecimiento obtenido de los individuos en este tratamiento; así mismo la Tasa de Supervivencia del 97% superior a los otros tratamientos y la Tasa de Crecimiento más alta.

En la Figura 12 se presenta el comportamiento de los cuatro tratamientos del **T2** en términos de Peso Ganado, Alimento Suministrado y Tasa de Supervivencia:

Como se puede observar en la gráfica el T2d2f2 presenta mayor peso ganado, fue al que más alimento se le suministró debido al incremento en peso semanal y presenta la mayor tasa de supervivencia.

Las Figuras 13, 14, 15 y 16 presentan una comparativa entre los dos tratamientos **T1** y **T2** en términos de Factor de Conversión Alimenticia, Tasa de Eficiencia Alimenticia, Tasa de Crecimiento y Tasa de Supervivencia.

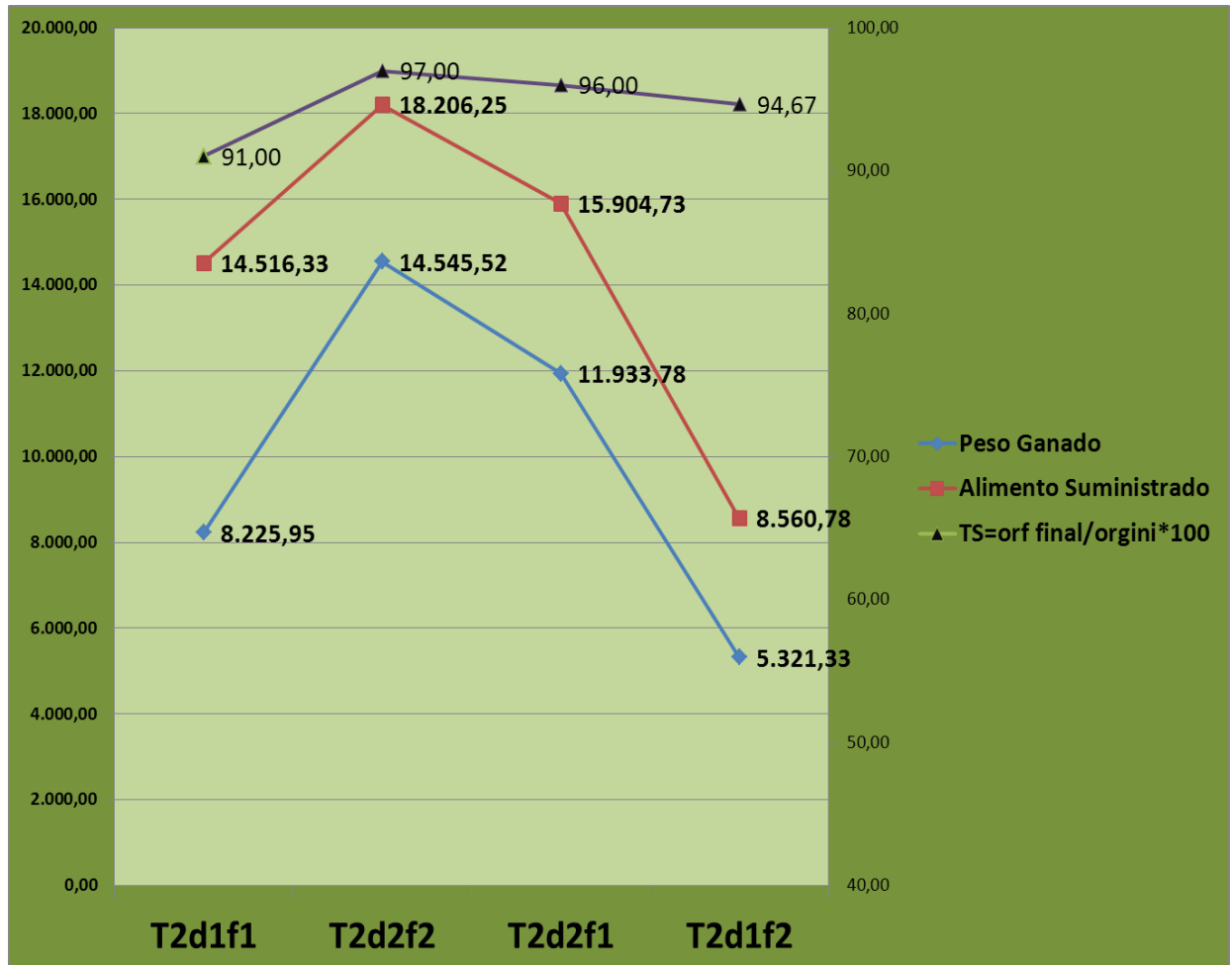
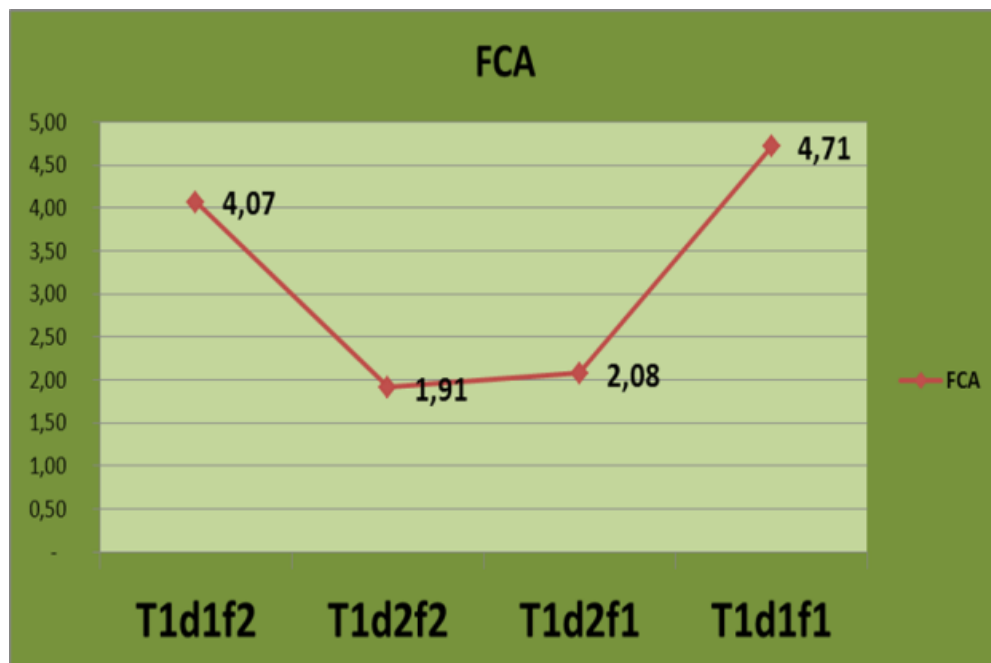
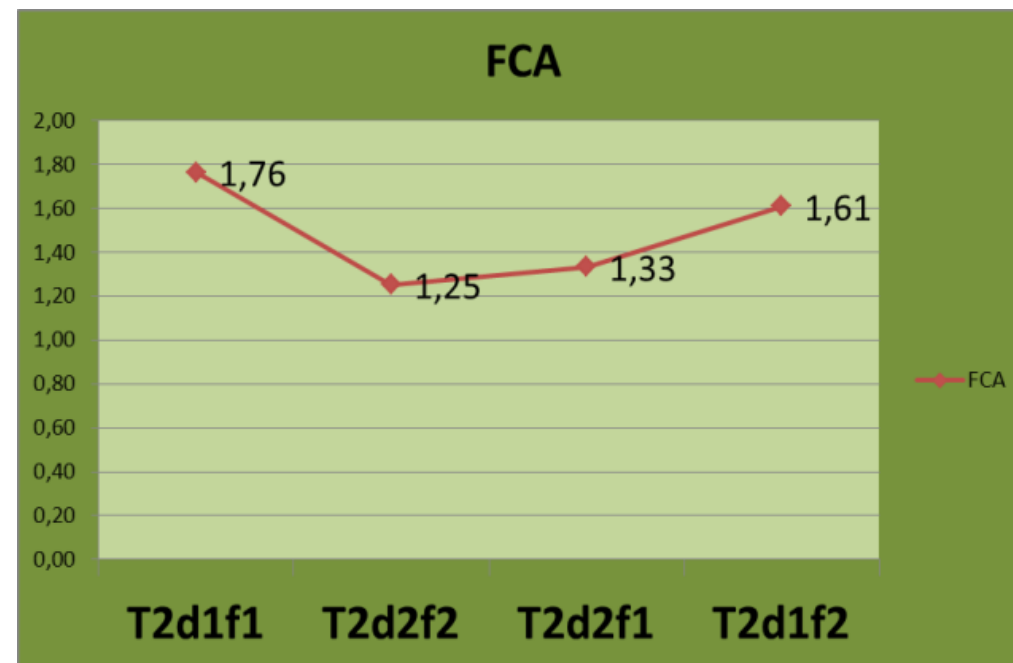


Figura 12. Comportamiento de los cuatro tratamientos del **T2** en términos de Peso Ganado, Alimento Suministrado y Tasa de Supervivencia

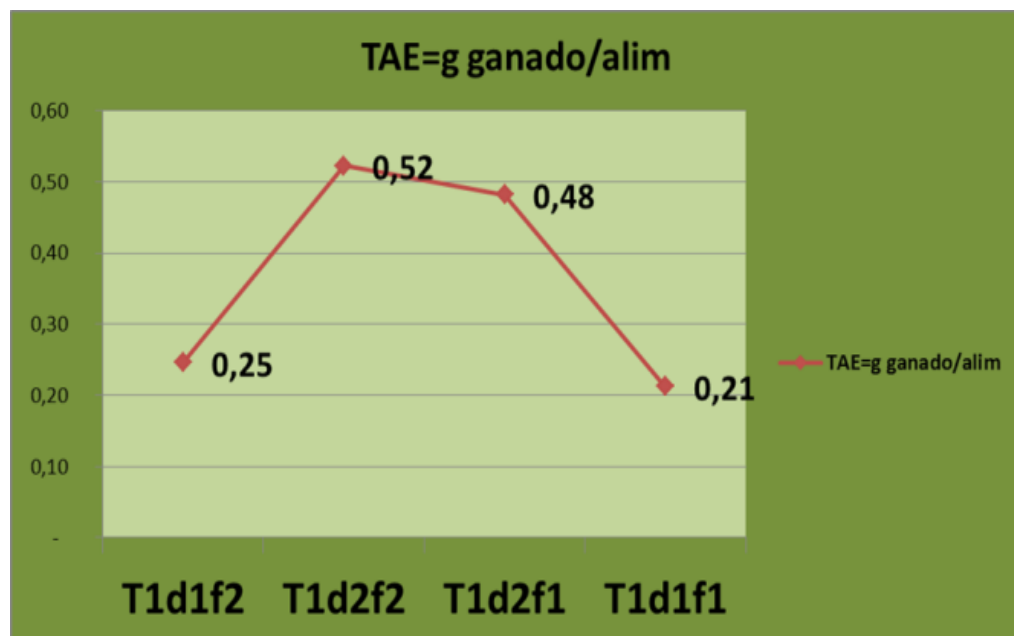


13 a)

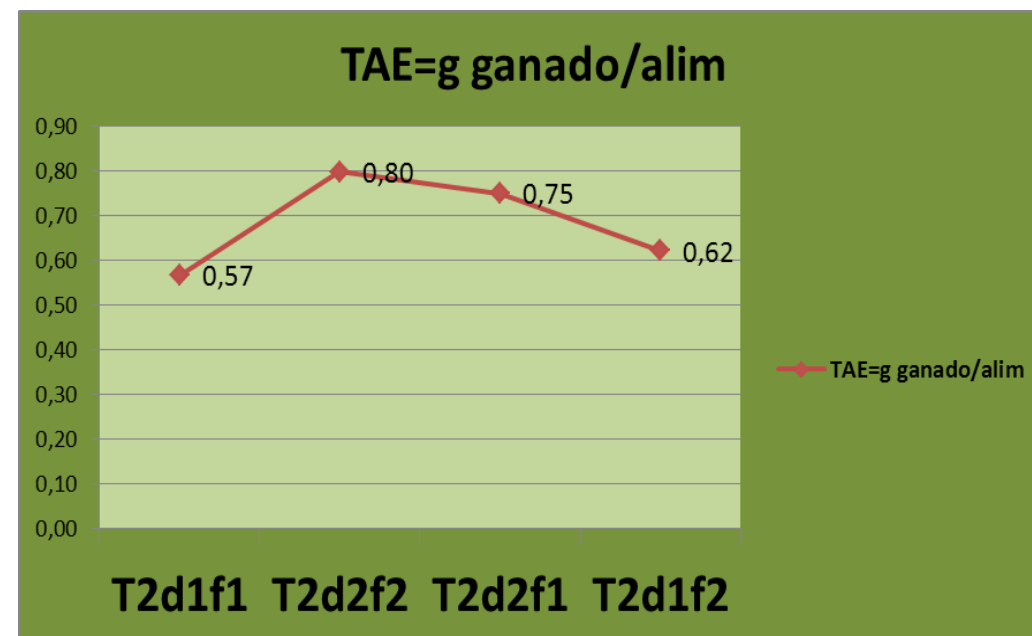


13 b)

Figura 13. Comportamiento del Factor de Conversión Alimenticia para los dos tratamientos aplicados (T1 y T2)

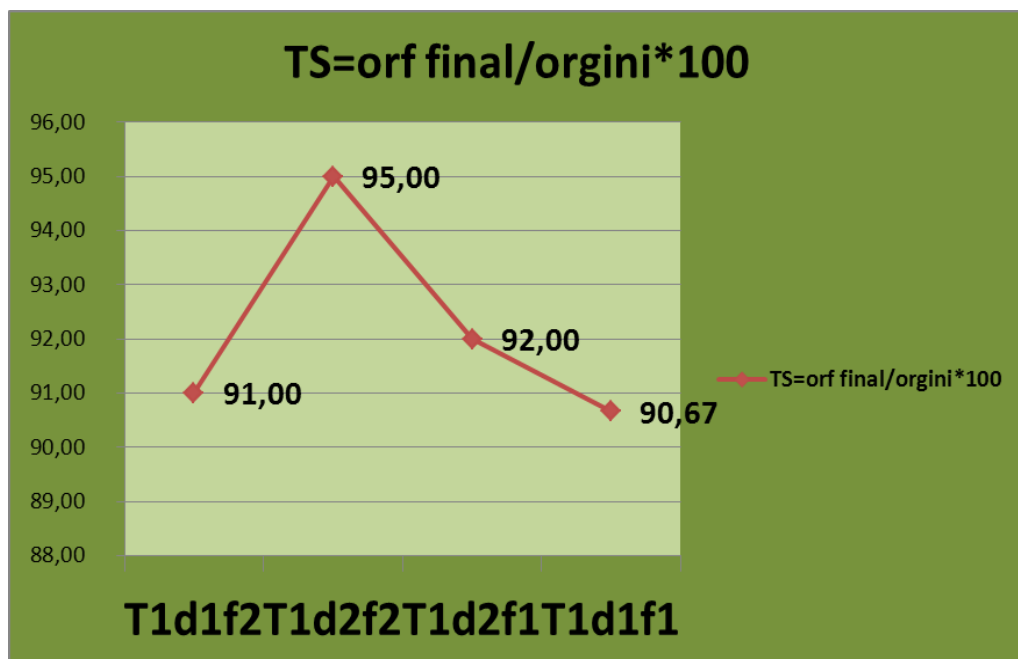


14 a)

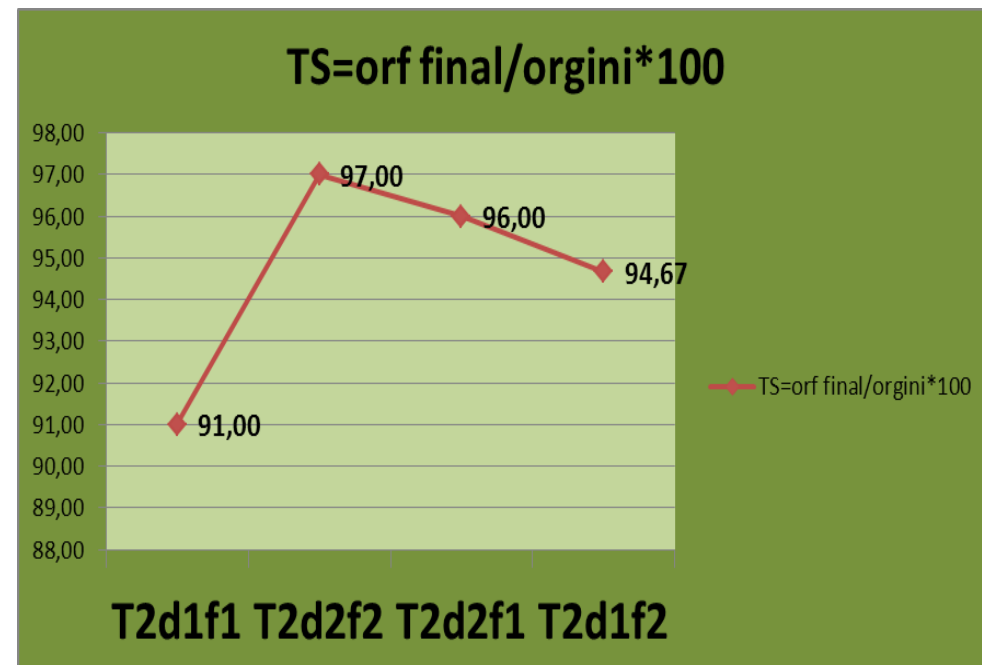


14 b)

Figura 14. Comportamiento de la Tasa de Eficiencia Alimenticia para los dos tratamientos aplicados (T1 y T2)

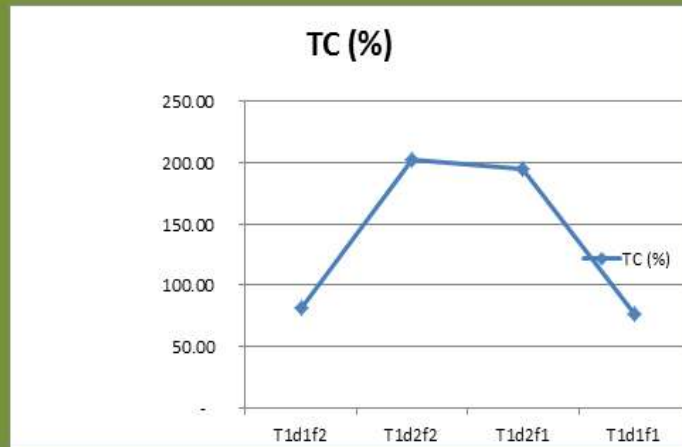


15 a)

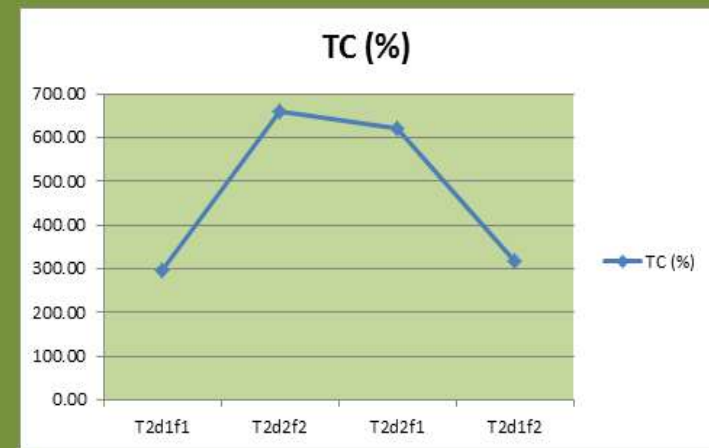


15 b)

Figura 15. Comportamiento de la Tasa de Supervivencia para los dos tratamientos aplicados (T1 y T2)

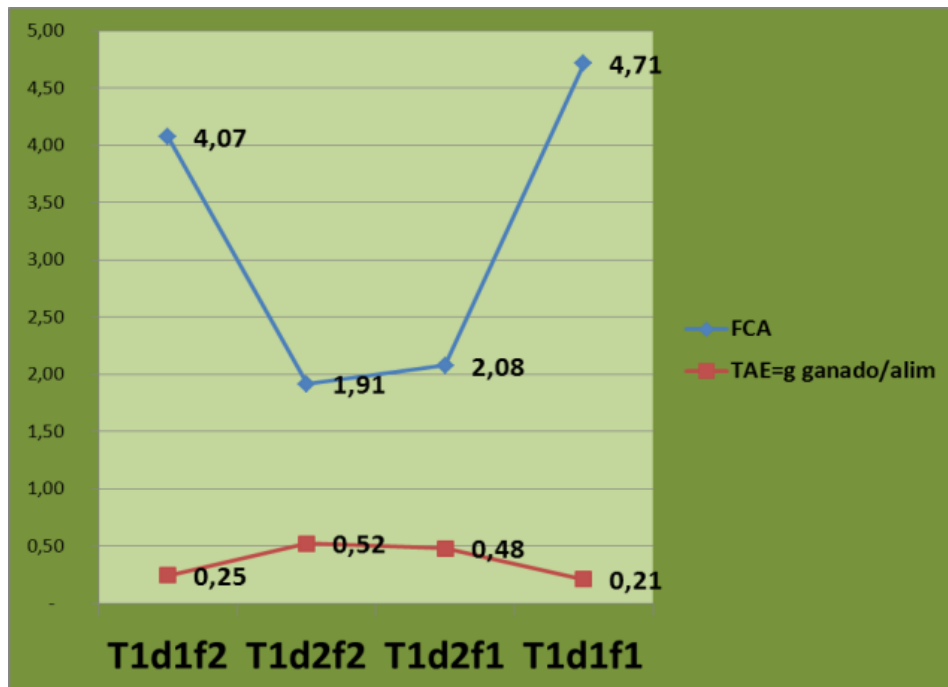


16 a)

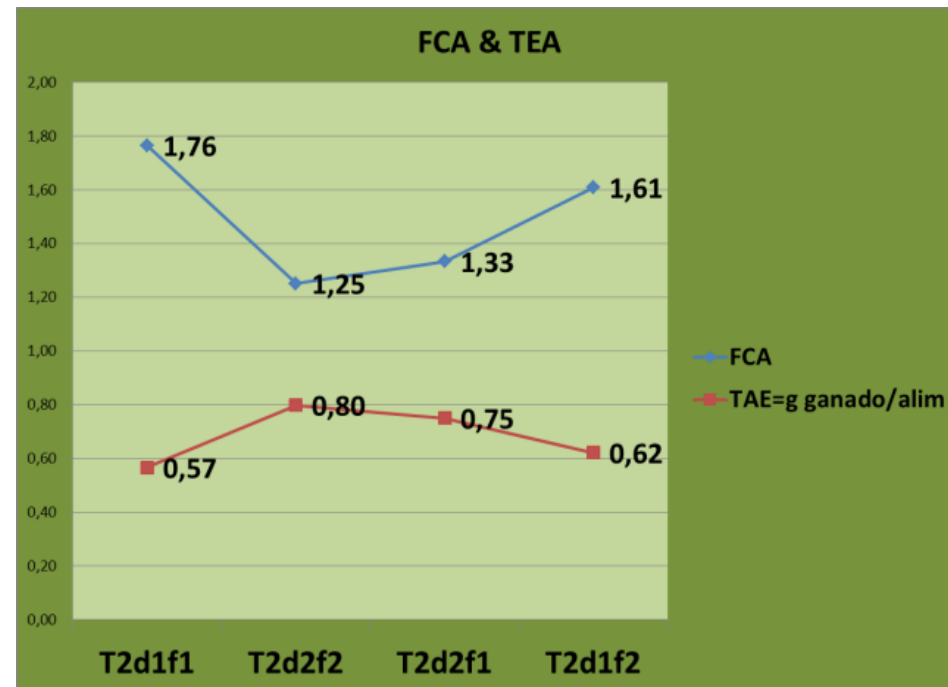


16 b)

Figura 16. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento para los dos tratamientos aplicados (T1 y T2)



17 a)



17 b)

Figura 17. Comportamiento de la Tasa de Conversión Alimenticia para los dos tratamientos aplicados (T1 y T2)

8. DISCUSIÓN

El alimento balanceado que se utilizó ya sea extruido o peletizado posee un 42.0% de proteína y 15.0% de grasa (Monteiro *et al.* 1998) lo que sugiere que el contenido de la dieta de rana en etapa de engorda incluye un contenido mínimo de proteína de 42.0%, ya que en los ensayos realizados con diferentes niveles de proteína bruta de 20, 28, 36,42 y 44 % presenta mejor ganancia de peso la de 42%.

Wilson (2002) afirma que los animales no tienen un requerimiento de proteínas específico, pero requieren un buen balance de mezcla de aminoácidos esenciales y no esenciales para sus requerimientos nutricionales.

Esta fase inicial de la engorda con niveles menores de 42% de proteína bruta proporcionan un valor menor en la Tasa de Eficiencia Alimenticia (TEA) o Factor de Conversión Alimenticia (FCA) (Mazzoni *et al.*, 1992).

El suministro de alimento con mayor nivel de proteína es fundamental ya que el requerimiento de proteína en cada animal posee un valor óptimo. Si se suministra más proteína de la que realmente requiere la especie entonces se necesita eliminar esa proteína en exceso y para ello requiere catabolizarla por lo que esto implica un gasto de energía adicional y por lo tanto existe el riesgo de una menor tasa de crecimiento.

La Tasa de Eficiencia Alimentaria (TEA) y la Tasa de Crecimiento (TC) disminuyen al aumentar el nivel de proteína en el alimento a partir del 44.0% (Mazzoni *et al.* 1992).

El alimento balanceado extruido genera mejores resultados en términos de Tasa de Conversión Alimenticia, Tasa de Eficiencia Alimenticia, Tasa de Crecimiento y Tasa de sobrevivencia. Lo anterior se explica porque alcanza un incremento en su eficiencia del 10.0 al 25.0%, debido a que el componente extrusor trabaja a valores de temperatura y humedad más altos que la porción peletizadora y el tiempo en que el alimento permanece dentro de la máquina también es mayor.

Esto permite así un cocimiento del alimento cercano al 90% lo que aumenta considerablemente la digestibilidad, en particular de los almidones.

En este sentido el alimento 42-15 extruido tiene un contenido de Energía Metabolizable Disponible (EMD) de 3,731.64 kcal/kg, mientras que el 42-15 peletizado tiene una EMD de 3,225.32 kcal/kg. Esto significa que el extruido posee 13.57% más de EMD.

De acuerdo a (Muñiz, 2005) para producir un kilogramo de carne de rana se necesitan 4,700 kcal/kg. De acuerdo a los resultados obtenidos con el alimento extruido en el tratamiento **T2d2f2** una Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) de $1.25:1 = (4,700 \text{ kcal/kg} / 3,731 \text{ kcal/kg})$, mientras que con un 42-15 peletizado, la TCA de $1.46 = (4,700 \text{ kcal/kg} / 3,225.32 \text{ kcal/kg})$.

Así mismo, si se considera la rentabilidad del cultivo en términos de costo del alimento, el extruido es más rentable que el peletizado en función de la relación EMD/costo. Esto es, el 42-15 extruido tiene más EMD que el 45-16 peletizado y cuesta \$2,310.00/ tonelada menos; esto es prácticamente un ahorro del 16.63%.

Como se observó en las figuras de comparación entre los tratamientos **T1** y **T2** los mejores resultados fueron registrados en los ensayos **T1d2f1** y **T2d2f2** respectivamente con relación a los otros seis tratamientos. Lo anterior, también se explica debido a que en ambos tratamientos se usó una densidad menor que fue de 75 individuos/m² y la frecuencia en alimentación fue de cuatro veces por día lo que sugiere que es deseable disminuir la densidad en los estanques de engorda que actualmente en esta talla de engorda inicial utilizan hasta 150 individuos/m². Otro factor importante es la frecuencia en la alimentación, ya que como se observó se obtienen mejores resultados suministrando la misma cantidad de alimento en cuatro raciones en lugar de dos raciones. Esto deberá cambiar los hábitos de los ranicultores que por comodidad solamente alimentan dos veces por día.

Los resultados se sometieron a un Análisis de Varianza para verificar la confiabilidad de los resultados obtenidos y la capacidad explicativa de las variables consideradas en el presente proyecto como son: frecuencia en alimentación, densidad de organismos/ m² y tipo de alimento a suministrar (pellet o extruído). En este sentido se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀= Valor crítico de F > F calculada

H_a= Valor crítico de F < F calculada

Es así que se obtuvieron variaciones de muestra, de columna, de interacción y de grupo; La primera se refiere al peso promedio obtenido semana a semana durante todo el ensayo comparativo. La de columna se refiere a los dos tipos de alimento balanceado; la de interacción hace referencia a la correlación entre las variables, siendo estas: densidad, frecuencia y alimento. La de grupo se debe a la toma de muestras al azar.

Como resultado del ANOVA para el T2 (alimento extruído) se obtiene una variación en la muestra de 40.06; en columna de 668.86 y de interacción de 14.42 siendo evidente la influencia del alimento en el ensayo. Considerando un valor crítico de F=3.87 podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa; es decir que los resultados obtenidos son confiables al 95%.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	2693388.481	11	244853.4983	40.0609301	4.7091E-50	1.825032362
Columnas	4088096.729	1	4088096.729	668.861006	2.5015E-74	3.876923347
Interacción	969619.8532	11	88147.25939	14.4219348	9.9354E-22	1.825032362
Dentro del grupo	1613575.208	264	6112.027302			
Total	9364680.271	287				

Así mismo como resultado del ANOVA para el T1 (alimento peletizado) se obtiene una variación de la muestra de 23.71; en columna de 1280.41 y de interacción de 8.53 siendo evidente la influencia del alimento en el ensayo. Considerando un valor crítico de $F=3.87$ podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa; es decir que los resultados obtenidos son confiables al 95%.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	199964.2624	11	18178.56931	23.7187124	1.29935E-33	1.825032362
Columnas	981337.5861	1	981337.5861	1280.41231	2.9246E-103	3.876923347
Interacción	71987.13448	11	6544.284953	8.53873645	6.96241E-13	1.825032362
Dentro del grupo	202335.7013	264	766.423111			
Total	1455624.684	287				

9. CONCLUSIONES

Bajos niveles de proteína afectan la sobrevivencia y aumentan la mortalidad. Wilson (2002) afirma que los animales no tienen un requerimiento de proteína específico ni único, pero requieren de un buen balance de mezcla de aminoácidos esenciales y no esenciales para sus requerimientos nutricionales.

El tiempo de alimento afectó la TCA; el alimento extruído presenta mejor TCA que el peletizado. Seixas Filho *et al.* (1998) señala que raciones con EMD de 4200 y 3,300 kcal/kg proporcionaron el mismo desempeño en peso, comportamiento y sobrevivencia. Seixas Filho *et al.*, 2003 las raciones comerciales extruidas presentan mejor desempeño en ranas juveniles.

Castro (2010) registra la frecuencia en la alimentación de (6, 24 y 46 raciones por día) y señala de un mejor crecimiento con 46 raciones/día.

Castro (2010) reporta que tasas de alimentación del (3, 4 y 6% de biomasa) presentan mejor crecimiento con el 6% de biomasa.

En cuanto a la frecuencia en la alimentación las primeras observaciones en sistemas húmedos muestran que cuanto mayor sea el número de comidas es mejor el consumo de alimento y hay menos desperdicio (Mazzoni, 1997).

Debido al movimiento de las ranas el alimento se dispersa en todo el estanque lo que a su vez repercute en el crecimiento de los organismos y compromete la calidad del agua, por ello manejar densidades más bajas es mejor.

Un aumento en la frecuencia de alimentación puede abordar estas diferencias ofreciendo alimentación con mayor frecuencia en pequeñas porciones (Agostinho, *et al.*; 2004)

Algunos estudios muestran que el aumento en la frecuencia de la alimentación provoca un aumento en la ganancia de peso y mejora las tasas de crecimiento en las producciones de peces (Cantón *et al.*; 2007) (Murai y Andrews, 1976) mejora la eficiencia en la alimentación (Zhou *et al.*, 2003) y que permite disminuir el desperdicio de alimento (Oliveira, 2007; Sousa, 2007).

La determinación de la digestibilidad es una herramienta importante para evaluar la eficiencia en la alimentación (Alexandre, 2010). Estudios de nutrición en peces muestran que la frecuencia en la alimentación tiene un efecto en la digestibilidad. Zhou *et al.* (2003).

Se ha demostrado en estudios que el aumentar la frecuencia en la alimentación incrementa significativamente la digestibilidad aparente de proteínas y energía.

El conocimiento de la digestibilidad de nutrientes en el alimento es importante no solo para formular dietas que maximicen el crecimiento de los organismos, sino también para reducir las pérdidas de alimento (desperdicio de alimento) Secco *et al.* (2005).

El desarrollo de técnicas que mejoren el manejo del alimento es un requisito para el crecimiento de la ranicultura.

El tratamiento con mayor frecuencia en la alimentación refleja el mejor desempeño posiblemente debido a una mejor digestión cuando la porción o ración diaria es compartida en un mayor número de comidas.

Los valores de TCA ó FCA fueron mejores para los organismos que se alimentaron con un mayor número de comidas por día.

Los alimentos extruídos llevan a cabo la gelatinización del almidón lo que significa importantes cambios físico químicos en su estructura, por lo cual se afirma que los tratamientos hidrotérmicos sobre el almidón pueden causar importantes incrementos en los rendimientos de los peces (Hilton *et al.*, 1981; Kaushik y De Olvera Teles, 1985).

El proceso de extrusión, también permite elaborar dietas hiperenergéticas con mayor porcentaje de lípidos en su composición (Kaushik 1993; Oikniak *et al.*, 1996). El mayor contenido de lípidos en la dieta es posible de lograr en pellets extruídos (Hardy, 1992). Incorporando después del proceso, altos niveles de aceite de pescado (Guillaume, 1991) los cuales no pueden ser adicionados en dietas producidas mediante el peletizado de los alimentos (Kaushik, 1993), ya que el pellet así obtenido no presenta una buena consistencia (Pike, 1990).

Con la extrusión los niveles de inclusión de aceite de pescado pueden ser muy superiores a 8-10% de la dieta, siendo estos porcentajes los límites en el caso del pellet tradicional (Pike, 1990; Kaushik, 1993).

Gabaudon *et al.* (1996) en ensayos con trucha, informan de una mayor digestibilidad de la energía obtenida en dietas extruídas en comparación con las peletizadas.

Hilton *et al.* (1991) concluyen de que truchas alimentadas con pellets extruídos presentan un vaciamiento gástrico más lento comparada con aquellas que no lo recibieron, lo que explicaría su menor consumo de alimento, lo cual significa una mejor eficiencia de conversión alimenticia.

Los resultados de consumo de alimento registrados en las tablas coinciden plenamente con la información reportada por Hilton *et al.* (1981) y Pfeffer *et al.* (1991), en cuanto a existir un menor consumo con dietas extruídas, esto estaría asociado en parte a un más lento vaciamiento gástrico (Hilton *et al.* (1981); Takeuchi *et al.* (1990) junto con la gelatinización que presenta el almidón cuando está sometido a extrusión siendo más digestible, lo que permitiría lograr en la rana efecto en alguna medida similar al que ocurre con la mayor incorporación de aceite de pescado, que eleva el aporte energético de las dietas, lo que conllevaría a una disminución del consumo de alimento (Johnsen y Wandsvik 1991; Kaushik, 1993)

En la ranicultura como en otros tipos de granjas dedicadas a la producción de animales, el alimento es el costo de producción más significativo, por lo tanto mejorar la conversión alimenticia, eficiencia alimenticia se traduce en disminuir este costo para los productores y aumentar la rentabilidad del cultivo.

10. REFERENCIAS

- Agostinho, C.A., Lima, S.L., Fortes, J.V., Guimarães, M.A., 2004. Dispensador automático de ración. Patente de invento nº 0403612-3, INPI. Instituto Nacional de la Propiedad Industrial.
- Albertini, G. & B. Lanza (1987). Rana catesbeiana Shaw, 1802 in Italy. *Alytes*. (34): 117-129.
- Albinati, R.C.B., Lima, S.L., Tafuri, M.L., Donzele, J.L., 2000. Apparent digestibility of two protein and three energetic feeds by bullfrog tadpole (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802).
- Alexandre, J.S., 2010. Taxa de alimentação e frequência alimentar para surubins criados em tanque rede: desempenho produtivo e digestibilidade de proteína. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Estadual Paulista.
- Barbalho, O.J.M., 1991. Exigência de proteína bruta de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de terminação. 1991. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Blas E. L., 1997. Heterogeneous growth of bullfrog tadpoles fed with different diets. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40, 1015–1019 (in Portuguese with English abstract).
- Burry, B.H., 1988. Amphibian temperature regulation studies in the field and laboratory. *American Zoologist* 19, 345–356.
- Canton, R., Weingartner, M., Fracalossi, D., Filho, E.Z., 2007. Effect of feeding frequency on performance of jundiá juveniles. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36, 749–753 (in Portuguese with English abstract).
- Ceballos, A.P., Velázquez, O.M., Lima, S.L., Silva, J.H.V., 1988. Evaluation of commercial rations in the growing and finishing phases of the post metamorphic stage of bullfrog.
- Da Silva, N.R. 1988. Alimentação e nutrição de rãs, pp: 103-119. VI ENAR, *Encontro Nacional de Ranicultura*, Rio de Janeiro, Brasil.
- Figueiredo, M.R.C., Agostinho, C.A., Baêta, F.C., Lima, S.L., 1999. Temperature effect on performance of bull-frog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). *Revista Brasileira de Zootecnia* 28, 661–667 (in Portuguese with English abstract).

- Figueiredo, M.R.C., Lima, S.L., Agostinho, C.A., Baêta, F.C., Weigert, S.C., 2001. Acclimatized incubators for environmental experiments with frogs, in cages. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 1135–1142 (in Portuguese with English abstract).
- Flores-Nava, A. 2000 Bullfrog *Rana Catesbeiana* farming in Latin America: an overview. *World Aquaculture*, 31:22-28.
- Lima, S.L., Agostinho 1992. Influence of environmental temperature on the bullfrog performance, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) in the growing phase. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 1659–1663 (in Portuguese with English abstract).
- Mazzoni R, Carnevia D. Estado actual de la ranicultura de Uruguay. (Abstract) Paper presented at VI Encontro Nacional de Ranicultura, Rio de Janeiro, Brasil 7-12 agosto, 1998:117-182.
- Mendonza T. Métodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos para organismos acuáticos. (Abstract). Paper presented at I Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Monterrey, México. 1993:155-205.
- Pike, J.B. and Simkiss, K., 1990. The mobilization of the calcium carbonate deposits in the endolymphatic sacs of metamorphosing frogs. *J. Exp. Biol.*, 45:329-341.
- Stumpel, A. H. P. (1992). Successful reproduction of introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in northwestern Europe: a potential threat to indigenous amphibians. *Biological Conservation*. 60: 61-62.