T
636.084
R63E

NO SALE A DOMICILIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ACUICULTURA

EFECTO DE SUSTITUCIÓN DE LA TORTA DE SOYA, (*Glicine max*) POR HARINA DE HOJA DE YUCA, (*Manihot esculenta*) EN RACIONES PARA EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE GAMITANA, (*Colossoma macropomum*), CRIADOS EN CONFINAMIENTO - YURIMAGUAS.

TESIS

PARA OPTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO ACUICULTOR

Univ. Nacional de la Amazonía Peruana
BIBLIOTECA CENTRAL
Iquitos - Perú
012

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

MICHAEL IVAN RIOJA DIAZ

JULIO CESAR VALLES CUIPAL

YURIMAGUAS – PERÚ

2011

DONADO POR:
Michael Ivan Rioja Diaz
Iquitos, 11 de Julio de 2012

42 P

JURADO CALIFICADOR

.....

Ing. Marco Antonio Mathios Flores

PRESIDENTE

.....

Blgo. Maximiliano Mora Del Águila

MIEMBRO

.....

Blgo. Wilfredo Alvarado Garazatua

MIEMBRO

.....

Ing. Magno Reyes Bedriñana.

ASESOR

DEDICATORIA

El valor de las cosas no está en el Tiempo que duran, sino en la Intensidad Con que suceden. Por eso existen momentos Inolvidables, cosas inexplicables y personas incomparables. A mis padres Biviano y Orfelia, con eterna gratitud, por el sacrificio, entrega e identificación con mis deseos de superación personal lo que ha hecho posible alcanzar mi profesión. A mis hermanos Margeori y Pool, por su apoyo incondicional. A mis amigos por su apoyo moral y ético.

Michael Iván.

A mis padres, José y María, a mis hermanos José María y a mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron durante todo este tiempo. A mí enamorada Tatiana y amigos por su apoyo moral y ético. A Dios por todas las oportunidades que me ha brindado en la vida.

Julio Cesar.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), que a través de la Escuela profesional de Acuicultura –Yurimaguas, Facultad de Ciencias Biológicas orientación a nuestra formación profesional.

A nuestro Asesor, Ing. Magno Reyes Bedriñana, por sus sugerencias y aportes al enriquecimiento de la tesis.

Al Ing. Miguel Fernández Abanto por su confianza y consejos durante el proceso de experimentación de la tesis.

A los Piscicultores; Willy Del Águila Dávila y Enrique Lock Sinti por el apoyo brindado durante el trabajo de tesis.

Al Biólogo Erick Alberto Del Águila Panduro investigador del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) por la orientación profesional en este campo de la investigación.

Y a todas las personas que de una y otra manera contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

El trabajo de investigación "Efecto de sustitución de la torta de soya, (*Glicine max)* por harina de hoja de yuca, (*Manihot esculenta)* en raciones para el crecimiento de alevinos de gamitana, (*Colossoma macropomum*) criados en confinamiento – Yurimaguas", se realizó en el predio de un piscicultor ubicado en el km. 22 de la carretera Yurimaguas –Tarapoto durante los meses de Setiembre y Noviembre del 2010. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la sustitución de la torta de soya por harina de hoja de yuca en raciones para el crecimiento de alevinos de gamitana criados en confinamiento en términos de peso, longitud y factor de conversión alimenticia aparente. Se evaluaron tres tratamientos con tres niveles de harina de hoja de yuca en la ración (T_1 = 0; T_2 = 20% y T_3 = 40 %) suministrados durante 90 días de cultivo. Se utilizaron un total de 9 jaulas de 4.2 m^3 de volumen de agua; se sembró alevinos de gamitanas a una densidad de 30 ind/jaula con un peso inicial de 5 g y una longitud promedio de 4 cm. Al final de los 90 días de cultivo, los peces de los tratamientos T_1; T_2 y T_3 alcanzaron pesos promedios de 76.61 g., 78.7 g. y 83 g. respectivamente con una supervivencia del 100%. Con respecto al beneficio económico el tratamiento T_3 tuvo una mejor rentabilidad con respecto a los tratamientos T_1; y T_2. Los valores promedios de los parámetros físicos – químicos del agua de: Temperatura, 27.5 ºC; Oxígeno disuelto, 4.4 mg/L; pH, 6.3; anhídrido carbónico, 20.4 mg/L, fueron registrados dos veces por semana en horas de la mañana, Se concluye que la sustitución de la torta de soya por la harina de hoja de yuca dentro en ración balanceada, no tiene una influencia estadísticamente significativa en el crecimiento de alevinos de gamitana criados en confinamiento.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN 10
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 11
2.1. Descripción de la especie.....11
2.2. Descripción del insumo evaluado, harina de hoja de yuca.....11
2.3. Investigaciones relacionadas.....12
III. MATERIALES Y MÉTODOS 17
3.1. Ubicación del Área de Estudio.....17
3.2. Material Biológico.....17
3.3. Obtención de la harina de hoja de yuca..... 17
3.3.1. Cosecha de la hoja de yuca..... 17
3.3.2. Selección de la hoja de yuca 17
3.3.3. Picado, secado y molienda de la hoja de yuca ..... .18
3.4. Diseño experimental.....18
3.4.1. Raciones experimentales.....19
3.4.2. Unidades experimentales.....20
3.5. Biometría de los peces.....20
3.6. Índice zootécnicos.....21
3.6.1. Índice conversión alimenticia aparente (ICAA)..... 21
3.6.2. Ganancia de peso (GP).....21
3.6.3. Ganancia de longitud (GL).....21
3.6.4. Porcentaje de sobrevivencia (% S)..... 21
3.7. Factores Físico – Químicos del agua del estanque.....22
3.8. Análisis Bromatológico de la hoja de yuca 22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....23
4.1. Crecimiento en Peso 23
4.2. Crecimiento en Longitud.....24
4.3. Índices Zootécnicos.....25
4.4. Observaciones de las raciones suministradas.....26
4.5. Parámetros Físico-Químicos del agua del estanque.....26
4.5.1. Temperatura..... 26
4.5.2. Oxígeno disuelto.....26
4.5.3. pH.....26

4.5.4. Anhídrido carbónico.....26

4.6. Merito económico.....27

V. CONCLUSIONES..... 29

VI. RECOMENDACIONES.....30
VII. BILBIOGRAFÍA.....30
VIII.ANEXOS..... 35

RELACION DE TABLAS

Pág.

Tabla Nº 01.Contenido de nutrientes en la hoja de yuca.....14

Tabla Nº 02.Comparativos de aminoácidos esenciales en g/100 g de proteínas en base seca.....15

Tabla Nº 03. Resultados de los análisis proximales en dos periodos de cosecha de hoja de yuca.....16

Tabla Nº 04.Composición porcentual de las raciones experimental.....19

Tabla Nº 05.Distribución de las jaulas con sus respectivos tratamientos.....20

Tabla Nº 06.Composición bromatológica de la harina de hoja de yuca.....22

Tabla Nº 07.Valores promedio de peso inicial, peso final, longitud inicial y longitud final de la gamitana registrados en el T_1, T_2 y T_3, hasta los 90 días de cultivo de los tratamientos.....25

Tabla Nº 08.Valores promedios de los índices zootécnicos de la gamitana registrados en el T_1, T_2 y T_3, hasta los 90 días de cultivo.....25

Tabla Nº 09. Costo de alimentación en Nuevos soles, por tratamiento.....27

Tabla Nº 10.Venta del pescado por tratamiento 27

Tabla Nº 11.Ganancia en nuevos soles por cada tratamiento..... 28

Tabla Nº 12. Análisis de varianza del peso promedio final de los peces.....35

Tabla Nº 13. Análisis de varianza de longitud promedio final de los peces.....35

Tabla Nº 14. Valores de peso promedio de los tratamientos en cada uno de los muestreo.....36

Tabla Nº 15. Valores de Longitud promedio de los tratamientos en cada uno de los muestreos.....36

Tabla Nº 16. Valores Mensuales de los parámetros físico – químicos dentro de las jaulas.....36

Tabla Nº 17. Costo de la ración del tratamiento uno (T_1).....37

Tabla Nº 18. Costo de la ración del tratamiento uno (T_2)..... ..37

Tabla Nº 19. Costo de la ración del tratamiento uno (T_3).....39

RELACIÓN DE FIGURAS

Pág.

Gráfico Nº 01. Curva de crecimiento en peso de la gamitana cultivados en jaulas durante 90 días..... 23

Gráfico Nº 02. Curva de crecimiento en longitud de la gamitana cultivados en jaulas durante días.....24

I. INTRODUCCIÓN

El precio de los alimentos balanceados para peces está influenciado principalmente por su contenido de proteína cruda y las principales materias primas que proporciona como son la soya y la harina de pescado. El alto costo de estos insumos, afecta a los pequeños productores con escasos recursos para obtenerlos. Típicamente, esto resulta en una cosecha de peces pequeños y baja rentabilidad en la unidad de producción.

Lo expuesto anteriormente, además el limitado uso del estiércol por ser contaminante del agua y la falta de conocimiento y tecnologías de uso de otros subproductos, es una de las causas que ha impulsado a la búsqueda de nuevos insumos disponibles localmente y de bajo costo que permitan sustituir los insumos tradicionales. La harina de la hoja de yuca, además de poseer estas bondades, tiene una composición adecuada para la alimentación de gamitana.

La hoja de yuca es considerada como uno de los vegetales verdes con mayor concentración proteica tiene características nutricionales y virtudes que pueden llegar a ser revolucionar en el mundo de la alimentación y la salud (Necochea, 2002).

Actualmente se usa la hoja de yuca principalmente, en la elaboración de productos para la alimentación animal como cerdos, pollos de granja y en especial en rumiantes, por su importante aporte de proteína, que de acuerdo con Becerra y Castaño, 2006, al pasar por el intestino es digerida por el animal y no es consumida por las bacterias ruminales.

El objetivo general de este estudio fue evaluar la harina de hoja de yuca como alimento sustituyente de la torta de soya en raciones para el crecimiento de alevinos de gamitana criados en confinamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Descripción de la Especie.

La gamitana fue cultivada a partir del año de 1982. De acuerdo a los estudios realizados 1982 las especies de gamitana son: *Colossoma macropomum* para la negra y *Piaractus brachypomus* para la blanca. Las gamitanas (*Colossoma macropomum)* son originarias de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas y sus afluentes es común encontrar estos dos géneros en cuencas compartidas con Venezuela, Brasil, Perú y Colombia (Díaz, F. y López, R. 1993.).

Presenta una coloración oscura en el dorso del cuerpo y en los lados. El abdomen es blanquecino con algunas manchas irregulares en el vientre y en la aleta caudal. El hueso opercular y la cabeza son más anchos que el del paco (*Piaractus brachypomus)* tiene 84 y 107 branquiespinas en el primer arco branquial que le permite tener una mejor capacidad de filtración de los microorganismos; es una especie omnívora, pero tiende a ser frugívoras – herbívoras y consumen preferentemente semillas sin parte carnosa (Arias, A. y Vázquez, W. 1988).

Esta especie puede alcanzar 90 cm. de longitud y pesar más de 30 kg., en el medio natural. Cultivados en cautiverio alcanza 30 cm de longitud y un peso de 1.5 kg promedio/año.

2.2. Descripción del insumo evaluado.

Las hojas de la planta de yuca; al igual que cualquier otra planta, son los órganos en las cuales se realiza el proceso de fotosíntesis. El número total de las hojas producidas, su tasa de producción y longevidad son características varietales que cambian según las condiciones ambientales (Domínguez, 1981).

El tamaño de las hojas de yuca depende del cultivar, sin embargo las condiciones ambientales influyen fuertemente; las hojas que se producen en los 3 – 4 meses son más grandes que las hojas r producen cuando la planta se encuentra en una edad más ava entre el cuarto mes y la cosecha de las raíces, esta tendencia es común en todas las variedades de yuca pero existen grandes diferencias varietales en el tamaño máximo de la hoja. Además una planta que presenta una mayor edad fisiológica presenta menor concentración de proteínas, pero mayor contenido de fibra y materia seca (Ceballos, 2002).

Las hojas son caducas, es decir, se avejentan, mueren y se desprenden de la planta a medida que esta se desarrolla. Durante los primeros tres meses del cultivo, la formación de hojas tiene prioridad sobre la formación de las hojas, pero almacena almidón en las raíces, lo cual genera una disminución de nutrientes en las hojas (Ceballos y Ospina, 2002).

2.3. Investigaciones relacionadas.

Macedo (1979), empleó cuatro niveles de proteína bruta (14, 18, 22 y 26 %) y nivel calórico en torno de 3,200 Kcal/kg. en la alimentación de gamitana, (*Colossoma macropomum*) tanto en acuarios de vidrio como en tanques de tierra. Señala que al inicio esta especie necesita un tenor de proteína bruta de 22% y posteriormente este porcentaje puede ser reducido a 18% sin perjudicar el crecimiento de los ejemplares.

Vegas (1980), afirma que uno de los principales problemas de la piscicultura es encontrar un alimento de muy buena calidad y de bajo costo, ya que restringe la actividad de cría de los peces e impide que alcance mayor importancia comercial.

Cantelmo (1989), hace mención que el desarrollo y rentabilidad de los cultivos depende inevitablemente de la obtención de dietas que

satisfagan los requerimientos nutricionales de la especies, a fin de asegurar su crecimiento óptimo.

Saint - Paul (1985), evaluó la eficiencia de arroz bravo, *Oryza glumaepatula* con 9.1% de proteína bruta, en el desempeño del crecimiento de la gamitana, (*Colossoma macropomum*), los peces tuvieron un crecimiento de 97.4 a 117.6 g (0.5 g/día) en 43 días, con una tasa de conversión alimenticia de 3.9 y siendo comparados con la dieta testigo, que tuvo 42.1% de proteína bruta, los peces crecieron en el mismo periodo de tiempo, de 91.5 a 147.9 g (1.3 g/día) con una tasa de conversión alimenticia de 1.5.

Eckmann (1987), alimentó juveniles de gamitana, (Colossoma *macropomum*), con 6 tipos de raciones conteniendo harina de pescado y harina de sangre de vacuno en varias proporciones. Este autor registró que los promedios de crecimiento fueron de 1.1 a 2.5% de peso seco/día, siendo proporcional a los niveles de proteína bruta (25 - 37%).

Mori (1993), estudió el crecimiento de alevinos de gamitana, (*Colossoma macropomum)*, alimentados con cuatro raciones experimentales, comparando una ración patrón con tres niveles de sustitución de harina de maíz por harina de pijuayo, (*Bactris gasipaes)* y concluyó que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en el crecimiento, ganancia de peso, ni en la composición corporal de los peces.

Garzón v. (1998), concluyó, en estudio realizado con follaje de hoja de yuca como fuente de proteína en la alimentación de bovinos y cerdos, que la yuca manejada como planta forrajera (en sistema integrados tiene un alto potencial para la producción de proteína de alto valor nutritivo).

Jacqueline (*2002)*, realizó un ensayo con la finalidad de evaluar el efecto de raciones con diferentes niveles de harina de follaje de yuca

(HFY) sobre el rendimiento productivo de cerdos en etapa de engorde. Los tratamientos fueron T1: 0% de HFY, T2: 10% de HFY y T3: 20% de HFY. Las variables estudiadas fueron: ganancia de peso diaria (GPD), ganancia de peso total (GPT), consumo total de alimento (CTA), conversión alimenticia (CA) y días en alcanzar los 90 Kg. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para GDP (0.764 kg y 0.699 kg) GPT (32.12 kg y 31.25 kg) y CTA 130.55 kg, 129.11 kg y 130.68 kg) respectivamente. Sin embargo CA arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (P> 0.05); donde T1 (4.07) y T2 (4.17) presentaron un comportamiento similar, pero diferentes al T3 (4.46).

Buitrago y Gil (2002), (Citado por Andrés Giraldo Toro) presenta el siguiente cuadro de contenido de nutrientes en hojas de yuca.

Tabla 01

Contenido de nutrientes en la hoja de yuca.

Nutrientes	Hojas	Hojas y peciolos	Hojas, peciolos y tallos
Proteína	22.7	21.6	20.2
Cenizas	10.9	9.8	8.5
Grasa	6.8	6.3	5.3
Fibra	11	11.6	15.2
Humedad base	7.80	9.00	7.60

Fuente: Buitrago y Gil, 2002

Wanapat (2002) (Citado por Andrés Giraldo Toro), muestra un cuadro comparativo de análisis bromatológicos de la hoja de yuca y la torta de soya.

Tabla 02

Comparativos de aminoácidos esenciales en g/100g de Proteínas en base seca

Nutrimento	Follaje de yuca	Torta de soya
Proteína cruda	18.94	47.50
Lisina	5.87	6.50
Metionina	1.86	1.60
Treonina	4.20	4.39
Triptofano	1.99	n.r.
Isoleucina	4.50	4.70
Leucina	8.19	7.10
Arginina	5.34	7.50
Alanina	5.73	4.40
Histidina	2.30	2.80
Valina	5.56	5.10
Glisina	4.86	4.40

Fuente: Wanapat, 2002

Chu-Koo y Kohler (2005), estudiaron la utilización de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en dietas para juveniles de *Colossoma macropomum* y sus efectos en el crecimiento de los peces en un sistema de recirculación. Estos autores encontraron que la ganancia de peso de los peces alimentados con harina de pijuayo fue nítidamente superior a los otros tratamientos (P>0.05).

Giraldo (2006), presentó la tecnología para la obtención de harina de hojas de yuca para consumo humano, proponiendo una nueva alternativa para el uso de la hoja de yuca, obteniendo un producto de mayor valor agregado y de alto valor nutricional con 22.7% de contenido de proteína, 10.9% de cenizas, 6.8% de grasa, 11% de fibra, 7.80% de humedad, 3.9 mg de hierro y 58 mg de vitamina C por cada 100g de proteína digerida.

Giraldo (2006), muestra un cuadro de resultados proximales de la hoja de yuca en dos periodos de cosecha.

Tabla 03.

Resultados de los análisis proximales en dos periodos de cosecha de la hoja de yuca.

Muestra	Proteína (%)	Cenizas (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Humedad base (%)
MCOL 1505 (3 meses)	24.77	8.2	9.07	24.28	5.3
MCOL 1505 (5 meses)	26.16	7.66	8.34	26.19	4

Fuente: Giraldo, 2006

Trompiz (2007), afirmó que el uso del follaje de la yuca se ha documentado ampliamente en el secado de las hojas y el uso de la harina en dietas de cerdos y aves.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Área de Estudio.

El experimento se realizó en el predio de un acuicultor ubicado en el km. 22 de la carretera Yurimaguas – Tarapoto, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas Departamento de Loreto a una altitud de 182 m.s.n.m., latitud Sur de 5° 40' y 6° 20' y una longitud Oeste de 76° 20' y 75° 40', con una temperatura promedio anual de 28.24°C y una pluviosidad promedio de 959.91 mm / año, registrado durante el 2010*.

3.2. Material Biológico.

Se utilizaron un total de 270 peces de la especie gamitana provenientes de un centro de reproducción de semillas "él alevín" de la localidad de Yurimaguas, ubicado en el km 26 de la carretera Yurimaguas - Tarapoto. Provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto.

Los peces adquiridos fueron puestos en bolsas con oxígeno con un peso aproximado de 3 g. y 3 cm. y trasladados a nuestras unidades experimentales (Ver anexo, Foto 01).

Estos fueron puestos en un periodo de adaptación hasta alcanzar el peso y talla para el estudio, de 5 g. de peso y 4 cm. de longitud respectivamente.

3.3. Obtención de la harina de hoja de yuca.

3.3.1. Cosecha de la hoja de yuca

Se realizó de forma manual a una altura aproximada de 40 cm aproximadamente para garantizar el rebrote de la planta para la cosecha.

3.3.2. Selección de la hoja de yuca.

Se seleccionaron las hojas que presentaban el color verde característico de la hoja de yuca y se descartaban aquellos

*www.tutiempo.net/clima/yurimaguas/2010/844250

que presentaban daños y colores diferentes, es decir lamina foliar amarilla café o con manchas. Para la adecuación de la materia prima se procedió a retirar los peciolos (Ver anexo, Foto 02).

3.3.3. Picado, secado y molienda de la hoja de yuca.

En esta etapa de picado se tuvo como finalidad reducir el tamaño de las hojas para facilitar su secado y eliminar el ácido cianhídrico.

El secado se realizó utilizando luz solar sobre el cual se colocaba en promedio 2 kg de hoja de yuca en lámina de calamina. Estas permanecieron expuestas al sol 24 horas o más, dependiendo de las condiciones del clima. La molienda se realizó con un molino de mano, lo cual tenía un eje giratorio de fierro fijo oscilante por donde pasa la hoja de yuca triturándose y convirtiéndose en polvo (Ver anexo, Foto 03, 04 y 05).

3.4. Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones por tratamientos, dando un total de 9 unidades experimentales (jaulas), Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, la prueba de Tuckey, a un Nivel de Significancia de 0.05 (α = 0,05) siendo el modelo aditivo lineal.

$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$ donde:

i = 1, 2,.....k (tratamientos).

ε = 1, 2,.....n (repeticiones).

Y_{ij} = observación del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = media general.

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} = desviación al azar de la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento (error experimental).

3.4.1. Raciones Experimentales.

Se usó una maquina peletizadora con dados de 2 mm de diámetro para peletizar los insumos (Ver anexo, Foto 06). Se elaboró la cantidad necesaria de alimento para cubrir las necesidades alimenticias por un espacio de 30 días.

En la investigación se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno y con niveles de 0%; 20% y 40% de harina de hoja de yuca correspondiendo los T1, T2 y T3, respectivamente. Los peces fueron alimentados con una frecuencia alimenticia de dos veces por día (8.00 am y 17.00 pm.)

Las tres raciones experimentales tuvieron el mismo tenor proteicos de 28% PB. En el tabla 04 se observan las composiciones porcentuales de las raciones experimentales.

Tabla 04

Composición porcentual de las raciones experimentales.

INSUMOS	TRATAMIENTOS		
	T1= 0%	T2= 20%	T3= 40%
Harina de Pescado	19	21	22
Torta de Soya	22	17.6	13.2
Harina de Hoja de Yuca	--	4.4	8.8
Polvillo de Arroz	37	35	35
Harina de Maíz	18	18	18
Almidón de Yuca	4	4	3
Total (Kg)	100	100	100
Nivel de Proteína	28% PB	28% PB	28% PB
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	2400	2400	2400

3.4.2. Unidades Experimentales.

Se construyeron un total de 9 jaulas experimentales de 1 m x 3 m x 1.40 m (4.2 m^3), con armazones de madera cubierta de malla alevinera de 0.5 cm de cocada (Ver anexo, Foto 07, 08 y 09).

Las jaulas fueron colocadas dentro del estanque formando 3 hileras de 3 unidades a maderas verticales. Las jaulas estuvieron sumergidas en el agua dejando un borde de 20 cm. por encima del nivel del agua. En cada jaula fueron colocados 30 alevinos de gamitana con pesos longitudes promedios inicial de 5 g. y 4 cm, respectivamente.

La tabla 05 muestra la distribución de las jaulas experimentales en campo con sus respectivos tratamientos.

Tabla 05

Distribución de las jaulas con sus respectivos tratamientos.

	TRATAMIENTOS			Total
Rept.	T1 - R1 (30)	T2 – R2 (30)	T2 – R3 (30)	90
	T1 – R2 (30)	T3 – R1 (30)	T3 – R2 (30)	90
	T2 – R1 (30)	T1 – R3 (30)	T3 – R3 (30)	90
Total	90	90	90	270

3.5. Biometría de los peces.

La primera evaluación biométrica se tomó luego del periodo de adaptación de los peces, los datos de: peso total (g) y longitud total (cm), para luego distribuirlos con pesos

NO SALE A DOMICILIO

promedios similares en cada jaula, de esta manera no existiría diferencia significativa al inicio del experimento.

Las evaluaciones biométricas se realizaron a intervalos de 30 días. (Ver anexo, Foto 10, 11 y 12).

3.6. Índices zootécnicos.

Para verificar la ganancia en longitud y peso de los peces y su aprovechamiento del alimento proporcionado, se consideraron los siguientes índices: ICAA, GP, GL y % S

3.6.1. Índice conversión alimenticia aparente (ICAA).

Se calculó según la siguiente fórmula:

$$ICAA = \frac{Cantidad\ de\ Alimento\ Consumido}{Ganancia\ de\ peso}$$

3.6.2. Ganancia de peso (GP).

Se determinó de la siguiente manera:

$$GP = Peso\ Promedio\ Final - Peso\ Promedio\ Inicial$$

3.6.3. Ganancia de longitud (GL).

Se determinó de la siguiente manera:

$$GL = \text{Longitud promedio final} - \text{Longitud promedio inicial}$$

3.6.4. Porcentaje de sobrevivencia (% S)

Se determinó como la relación entre el número final y el número inicial de individuos en cultivo. Esta tasa se expresará como porcentaje de sobrevivencia, según la siguiente fórmula.

$$\%S = \frac{N^{o}\ de\ Peces\ Cosechados}{N^{o}\ de\ peces\ Sembrados} \text{ X } 100$$

Univ. Nacional de la Amazonía Peruana
BIBLIOTECA CENTRAL
Iquitos - Perú
N° 12

3.7. Factores físico – químicos del agua del estanque.

El monitoreo de los factores físico – químico del agua se hizo dentro de las jaulas a través de mediciones semanales de temperatura oxígeno, pH, dióxido de carbono, con la ayuda de un kit de análisis de agua.

3.8. Análisis bromatológico de la harina de hoja de yuca.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de bromatología, limnologia y hematología del IIAP en la ciudad de Iquitos.

Los análisis sirvieron para calcular los tenores de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), humedad (HU), material mineral o ceniza (MM) y extracto no nitrogenados o carbohidratos (ENN) en el ingrediente a probar.

Se observa un contenido de proteína bruta (26.10), grasa (5.15), carbohidratos (56.19), humedad (9.25), fibra (8.80) y ceniza (6.76) según los análisis realizados en el laboratorio (ver tabla 06).

Tabla 06

Composición bromatológica de la harina de hoja de yuca, expresada en porcentaje.

Proteína Bruta	26.10
Extracto Etéreo o Grasa	5.15
Fibra Bruta	8.80
Material Mineral o ceniza	6.76
Extracto no Nitrogenado o Carbohidrato	53.19
Humedad	9.25

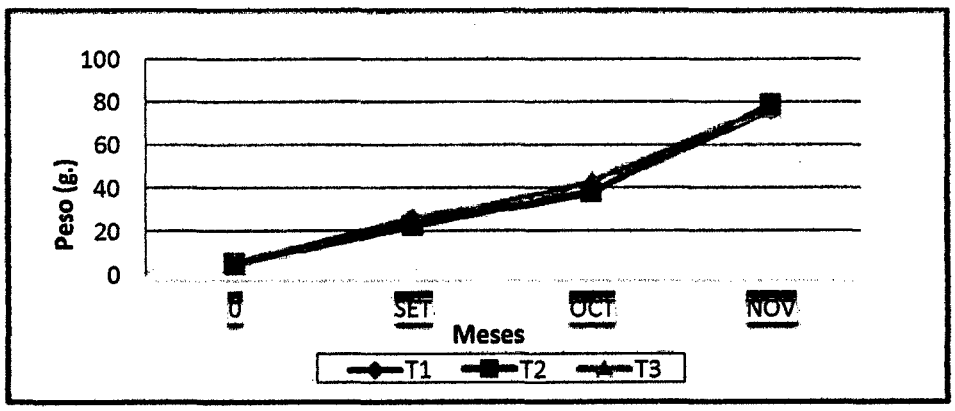
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Crecimiento en Peso.

Así mismo, Gráfico 01, que detalla el incremento en los peces experimentales muestra que entre los tratamientos se presentaron patrones muy similares del incremento en peso durante el periodo que duró el experimento.

Los peces del tratamiento tres (T_3), tuvieron un mejor desempeño en su crecimiento, obteniendo al final del experimento un peso promedio de 83 g. seguido del tratamiento dos (T_2) con un peso promedio de 78.7 g. en relación al tratamiento uno (T_1) con peso promedio de 76.61g. De acuerdo a los resultados del crecimiento, la secuencia de los tratamientos sería: T3>T2>T1. Además la harina de hoja de yuca al ser agregado a la dieta en mayor porcentaje le daba cierta flotabilidad alimento, favoreciendo esto un el mejor aprovechamiento por la gamitana.

Gráfico 01. Curvas de crecimiento en peso de la gamitana cultivados en jaulas durante 90 días.



Igualmente, Reyes et al., (2010), desarrollaron la investigación "Efecto de suplemento con harina de Kudzu (Pueraria phaseoloides, Leguminosae), reportando la mayor ganancia en peso en el tratamiento tres (T3), siendo la inclusión mayor al 20 % y afirma que

a mayor porcentaje le confiere cierta flotabilidad, lo que coincide con nuestras observaciones.

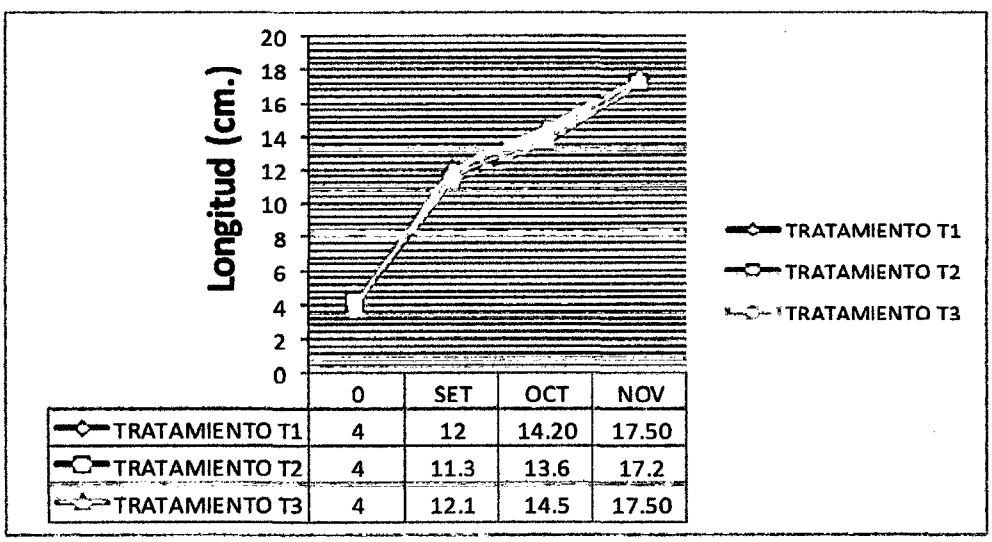
Los análisis de varianza (ANOVA) del peso final, mostrados en la tabla 12 del anexo, establece que no hubo diferencia significativa (P> 0.05) al final del experimento.

4.2. Crecimiento en Longitud.

Se muestra la curva de crecimiento en longitud de la gamitana. En el gráfico 02 se puede observar que los peces de todos los tratamientos tuvieron un crecimiento ascendente, observándose el mayor crecimiento en los peces del tratamiento tres (T3) y uno (T1), quienes al final del experimento obtuvieron una longitud promedio de 17.5 cm, en relación al tratamiento dos (T2) con una longitud promedio de 17.2 cm. De acuerdo a los resultados del crecimiento, la secuencia de los tratamientos sería: T3 = T1 ≠ T2.

Los análisis de varianza (ANOVA) de longitud final, se muestra en la tabla 13 del anexo en las cuales se puede observar que no hubo diferencia significativa (P> 0.05) al final del experimento.

Gráfico 02. Curva de crecimiento en longitud de la gamitana cultivados en jaulas durante 90 días.



	0	SET	OCT	NOV
TRATAMIENTO T1	4	12	14.20	17.50
TRATAMIENTO T2	4	11.3	13.6	17.2
TRATAMIENTO T3	4	12.1	14.5	17.50

Tabla 07

Valores Promedio de Peso Inicial, Peso Final, Longitud Inicial y Longitud Final de la gamitana registrados en el T_1, T_2 y T_3, hasta los 90 días de cultivo de los tratamientos.

Tratamientos	T_1	T_2	T_3
Peso inicial (g)	5ª	5a	5ª
Peso final (g)	76.61ª	78.7a	83ª
Talla inicial (cm)	4ª	4a	4ª
Talla final (cm)	17.5ª	17.2a	17.5ª

Promedios con letras iguales no presentan diferencia significativa (P > 0.05) al final del experimento.

4.3. Índices Zootécnicos.

En la tabla 8 se muestra los valores promedios obtenidos de los índices zootécnicos de los peces durante los 90 días del experimento, en lo que respecta a los índices zootécnicos el (T_3) obtuvo mejor resultado.

Tabla 8

Valores promedios de los Índices zootécnicos de la gamitana, registrados en el T1, T2, y T3, hasta los 90 días de cultivo.

Índices Zootécnicos	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Índice Conversión Alimenticia Aparente	1.6	1.5	1.5
Ganancia de Peso	71.61 g	73.7 g	78 g
Ganancia de Longitud	13.5 cm	13.2 cm	13.5 cm
% Supervivencia	100.00	100.00	100.00

En el análisis estadístico de los datos no se encontraron diferencias significativas (P> 0.05). Durante los 90 días de cultivo se logró una ganancia en peso de 78g y una talla de 13.5 cm. También se

demostró Conversión Alimenticia Aparente, que igual que las otras variables no presento diferencia significativa, pero en los datos reportados en la tabla 04 encontramos que el tratamiento T2 = 20 % y T3 = 40 % de la inclusión de la harina de hoja de yuca muestra una mejor conversión del alimento (1.6), en comparación con el tratamiento que no contenía la harina de hoja de yuca.

4.4. Observaciones de las raciones suministradas.

Durante las faenas de alimentación se pudo observar cierta flotabilidad del alimento que contenía harina de hoja de yuca, (T_2 = 20%, T_3 = 40%), con respecto al testigo (T_1 = 0%), favoreciendo esto un mejor aprovechamiento por la gamitana lo que bien puede estar reflejados en el ligero incremento en peso.

4.5. Parámetros Físico-Químicos del agua del estanque.

4.5.1. Temperatura.

Alcanzando un valor mínimo de 26 ^{o}C y un valor máximo de 29 ^{o}C en nuestra investigación.

4.5.2 Oxígeno disuelto.

Los valores mensuales de oxígeno disuelto en el agua del estanque, registró un valor mínimo de oxigeno de 4 mg/L y un valor máximo de 4.7 mg/L

4.5.3. pH

Los valores mensuales de los pH del agua del estanque registrados en nuestra investigación oscilaron en valores mínimos de 6 y máximo de 7.

4.5.4. Anhídrido Carbónico.

Los valores mensuales de anhídrido carbónico del agua del estanque, se mantuvieron entre 20 a 21 mg/L.

Así, como podrá notarse, los datos de los parámetros físico – químicos del ambiente experimental se mantuvieron dentro

de los márgenes estandarizadas para la acuicultura tropical de agua dulce.

4.6. Merito económico.

Los costos de alimentación y la venta del pescado en nuevos soles por tratamiento, durante los 90 días del trabajo se presentan en la tabla 9 y 10, considerando que el precio del pescado a vender es de S/. 8.00 Nuevos soles /Kg.

Tabla 9

Costo de alimentación en Nuevos soles, por tratamiento.

Rubro	Niveles de Harina de Hoja de Yuca		
	T_1(0%)	T_2(20%)	T_3(40%)
Costo /kg de alimento (N.S)	1.53	1.52	1.46
Suministro de alimento/tratamiento (kg)	21	19	20
Costo de alimentación/tratamiento (N.S)	32.13	28.88	29.2

El precio del alimento elaborado con 40% de sustitución, es relativamente cómodo a comparación de los demás tratamientos.

En la tabla 10, se muestra la biomasa final por tratamientos y el precio en nuevos soles por kg de pescado a vender.

Tabla10.

Venta del pescado por tratamiento

Tratamientos	Biomasa final (kg)	Precio/kg	Venta total
T1	6.9	8 Soles	55.2 Soles
T2	7.1	8 Soles	56.8 Soles
T3	7.5	8 Soles	60.0 Soles

En la tabla 11, se muestra la ganancia en nuevos soles por cada tratamiento (T_1, T_2 y T_3).

Tabla 11

Ganancia en nuevos soles por cada tratamiento

Tratamiento	Costo del alimento suministrado	Venta de pescado	Ganancia
T1	32 .13 Soles	55.2 Soles	23.07 Soles
T2	28.88 Soles	56.8 Soles	27.92 Soles
T3	29.2 Soles	60.0 Soles	30.80 Soles

- El costo de producción fue menor en el tratamiento T_3, por tal razón la rentabilidad fue mayor, esto gracias al precio de la ración que se obtuvo, tal como se muestra en la tabla 09.

V. CONCLUSIONES

- El análisis de varianza determinó que no existe diferencia significativa en el peso y talla finales de los peces a un nivel de 5% de significancia, concluyendo que la sustitución de la torta de soya por la harina de hoja de yuca en las raciones no influye de modo significativo en el crecimiento en alevinos de gamitana criados en confinamiento.

- La inclusión de la harina de hoja de yuca produjo un notable aprovechamiento, manifestándose el mejor Factor de Conversión del Alimento (FCA) en el tratamiento tres (T_3) y dos (T_2) de 1.5.

- La harina de hoja de yuca es una opción viable para usarse como una fuente de proteína en la piscicultura.

- La inclusión de harina de hoja de yuca en los diferentes niveles porcentuales en la ración produjo una cierta flotabilidad generando un mejor aprovechamiento del alimento.

VI. RECOMENDACIONES.

- Utilizar mallas con abertura mayor a la de 0.5 cm. de tal manera que no se cierren las aberturas de las mallas y permita un buen intercambio de agua.

- Realizar trabajos probando densidades menores a nuestra investigación para así ver los mejores resultados.

- Basados en este estudio, se puede realizar pruebas para determinar porcentajes de inclusión de harina de hoja de yuca para diferentes etapas del ciclo biológico de gamitanas.

VII. BIBLIOGRAFIA

GIRALDO, 2006. Digestibilidad Aparente de una Harina Proveniente de Hoja de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Trabajo de grado realizado en Clayuca. Información Tecnológica – Vol.19 Nª 1 – 2008.

GIRALDO, 2006. Estudio de la obtención de la harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para el consumo humano. Trabajo de tesis realizado en Clayuca. Información Tecnológica.63pp.

ARIAS. A Y W VÁZQUEZ, 1988. Aplicación del conocimiento biológico sp (Cypriniformes: Characidae), en ambientes naturales de la cuenca del rio Meta. Informes de resultados. Universidad de los llanos orientales.

BECERRA, JUAN; CASTAÑO, MARÍA HELENA. Manejo eficiente de la vaca en producción Dentro del sistema de doble propósito. Centro de Investigación de Turipaná. Departamentos de tecnología de Información. CORPOICA, 2006.

BUITRAGO, J. A; GIL, JORGE LUÍS. 2002. La Yuca en la Alimentación Animal En: CEBALLOS, Hernán y OSPINA, Bernardo. La yuca en el tercer milenio. Cali: CIAT 2002. Cap. 28, p 531.

CANTELMO, O. A. 1989. Nutrcao de peixes em Aquicultura. In: Cultivo de *Colossoma*. Hernández, R. A. (Edit.) Bogotá. Red Regional de entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Primera Reunión Grupo de trabajo Técnico. Pirassununga. SUDEPE.CIID. COLCIENCIA. 84 – 91p.

CEBALLOS, HERNAN Y OSPINA, Bernardo. La yuca en el Tercer Milenio. Cali: CIAT, 2002. Cap. 28, p 531.

CHU-KOO, F. W., CAMARGO, W. N., KOHLER, C. C., ALVAN- AGUILAR, M. A., y LOCHMANN, R. 2005. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of three high-carbohydrate ingredients for Black Pacu *Colossoma macropomum*. Libro de Resúmenes del América Aquaculture 2005. New Orleans, USA. 35 - 40pp

CHU-KOO, F. W. y KOHLER. C. C. 2005. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomun*). Memorias del Coloquio Internacional sobre Biología de Poblaciones de Peces Amazónicos y piscicultura. Iquitos, Perú 32 - 40 pp.

DIAZ, F. y LOPEZ, R. 1993. El cultivo de la "Cachama blanca" (*Piaractus brachypomus)* y de la "Cachama negra" (*Colossoma macropomum*). Fundamento de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, instituto Nacional de pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. P: 207 – 219.

DOMIMGUEZ, CARLOS E. YUCA: Investigación, Producción y Utilización. Documento de trabajo # 50. Programa de Yuca. Cali. CIAT.1981. 656 p.

ECKMAN, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum,* Cuvier 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets. Aquaculture 64: 293 – 303. Elsevier Science Publisher B. V. Amsterdam. 51 - 53 pp.

GARZÓN V. 1998. Evaluación de fuente de energía y proteína en la alimentación de cerdos: finca de productores del piedemonte del Meta.

JACQUELINE. *(2002)*. Evaluación de raciones con Harina de Follaje de Yuca *(Manihot esculenta Crantz)* sobre el rendimiento productivo de cerdos en etapa de engorde. Revista Científica vol. XII- Suplemento 2, octubre, 2002.Venezuela. 12 -16 pp.

REYES, M; MATHIOS, M; y DIAZ, M. (2010) "Efectos de suplemento con harina de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*, Leguminosae), en el crecimiento y ganancia de peso en juveniles y alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). Artículo científico. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – sede Yurimaguas.

MACEDO, E. M. 1979. Necessidades protéicas na nutuicao do tambaqui, Colossoma macropomun Cuvier, 1918 (Pises, Characidae). Disertacao de Mestrado. UNESP, Jaboticabal - SP. 71 p.

MORI, L. A. 1993. Estudo de possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zea mays.* L) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818). Dissertação de Mestrado. INPA/Manaus, Brasil. 76pp.

MOORE, P.C. Uso del forraje de yuca en la alimentación de rumiantes. En: Memoria del seminario internacional de ganadería tropical. Acapulco. México. 1976. P 47-62.

NECOHEA, CARLOS. Hoja de la Planta de Yuca Supera a la Espinaca. Revista vida y Futuro. 2002 [citado 5 marzo de 2005].

SAINT-PAUL, U. 1985.The Neotropical Serrasalmid *Colossoma macropomum*, a promising species for fish culture in Amazonia. Animal Research and Development, 22: 7 – 31 pp.

TROMPIZ, J.; VENTURA, M. 1995, Alternativas no nutricionales en la alimentación de cerdos. En: Ciclo de charlas. Alimentación Animal en el Trópico. VI Jornadas científico técnicas del Instituto Investigaciones Agronómicas. Fac. Agronomía. La Universidad del Zulia. Maracaibo. 9-10: 6-11.

VEGAS, M. 1980. Algunos comentarios sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. Rev. Interciencia 5 (2): 101 – 103 pp.

WANAPAT, M. 2002. Role of cassava hay as animal feed. En: 7th regional cassava workshop (23 October -1 November, 2002, Bangkok-Thailand). Memorias CLAYUCA, Palmira, CO. Cd 1.

VIII. ANEXO

Tabla 12

Análisis de Varianza del Peso Promedio Final de Peces.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
TRATAMIENTOS	2	62.9	31.4	0.51	0.624
Error	6	369.3	61.6	.....	.....
Total	8	432.2	.....	.....	.....

C.V.: 9.87%

Tabla 13

Análisis de Varianza de la Longitud Promedio Final de peces.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
TRATAMIENTOS	2	0,40	0,20	0,18	0,841
Error	6	6,78	1,13	.....	.....
Total	8	7,18	.....	.....	.....

C.V.: % 6.09

Tabla 14

Valores de peso promedio de los tratamientos en cada uno de los muestreo.

Tratamientos	Siembra	T1	T2	T3
M1	5 g	26,24 g	22,28 g	24,06 g
M2	5 g	38,13 g	37,53 g	42,2 g
M3	5 g	76,61 g	78.7 g	83 g

Fuente obtenida del trabajo de investigación.

Tabla 15

Valores de Longitud promedio de los tratamientos en cada uno de los muestreos.

Tratamientos	Siembra	M1	M2	M3
T1	4 cm	12 cm	11.3 cm	12.1 cm
T2	4 cm	14.2 cm	13.6 cm	14.5 cm
T3	4 cm	17.5 cm	17.2 cm	17.5 cm

Fuente obtenida del trabajo de investigación.

M1, M2 y M3 = Muestreo

Tabla 16

Valores Mensuales de los parámetros físico – químicos dentro de las jaulas.

Parámetros físicos - químicos del agua					
Meses	Hora de Muestreo	T ºC	pH	OD mg/L	CO2 mg/L
Mes 1	8:00 am	26	6	4.7	20.3
Mes 2	8:00 am	29	7	4	21
Mes 3	8:00 am	27.5	6	4.4	20
PROMEDIO		27.5	6.3	4.4	20.4

Fuente obtenida del trabajo de investigación.

Tabla 17

Costo de la ración del tratamiento uno (T_1)

Insumos	% en ración	Costo/kg	Costo total (S/.)
Harina de pescado	19,00	3,1 soles	58,90
Torta de soya	22,00	1,9 soles	41,80
Polvillo de arroz	37,00	0,6 soles	22,20
Harina de maíz	18,00	1,0 soles	18,00
Almidón de yuca	4,00	3,0 soles	12,00
TOTAL	100,00		152,90
Costo/kg	**1,53 soles**		

Tabla 18

Costo de la ración del tratamiento dos (T_2)

Insumos	% en ración	Costo/kg	Costo total (S/.)
Harina de pescado	21,00	3,1 soles	65,10
Torta de soya	17,60	1,9 soles	33,44
Harina de hoja de yuca	4,40	0,5 soles	2,20
Polvillo de arroz	35,00	0,6 soles	21,00
Harina de maíz	18,00	1,0 soles	18,00
Almidón de yuca	4,00	3,0 soles	12,00
TOTAL	100,00		151,74
Costo/kg	**1,52 soles**		

Tabla 19

Costo de la ración del tratamiento tres (T_3)

Insumos	% en ración	Costo/kg	Costo total (S/.)
Harina de pescado	22,00	3,1soles	68,20
Torta de soya	13,20	1,9 soles	25,08
Harina de hoja de yuca	8,80	0,55 soles	4,84
Polvillo de arroz	35,00	0,6 soles	21,00
Harina de maíz	18,00	1.00 soles	18,00
Almidón de yuca	3,00	3.00 soles	9,00
TOTAL	100,00		146,12
Costo/kg	**1,46 soles**		

Las tabla 17, 18, y 19 muestran el precio por kg de cada ración utilizada en los tres tratamientos (T_1, T_2 y T_3), al sustituir en diferentes niveles (0%, 20% y 40%) de harina de hoja de yuca, por la torta de soya en la ración el precio por kg es menor, tal como muestran las tablas.

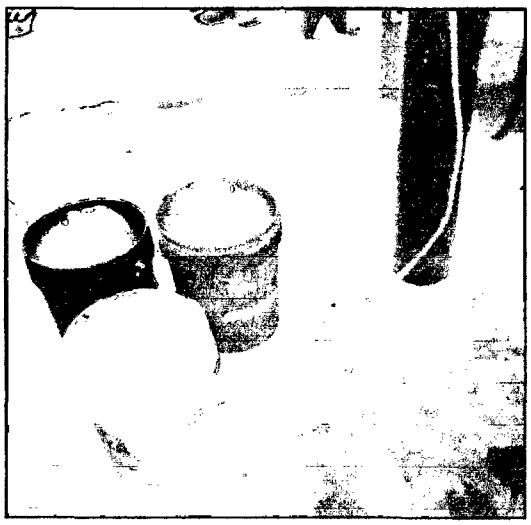


Foto 01: Traslado de alevinos

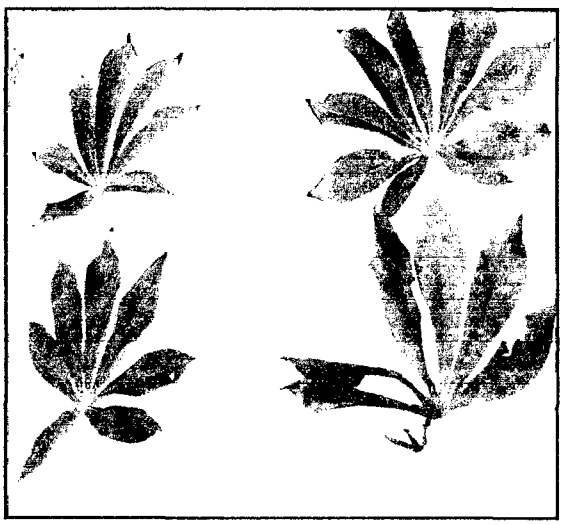


Foto 02: Selección de la hoja de yuca.

Foto 03: Picado de la hoja de yuca.

Foto 04: Secado de la hoja de yuca.

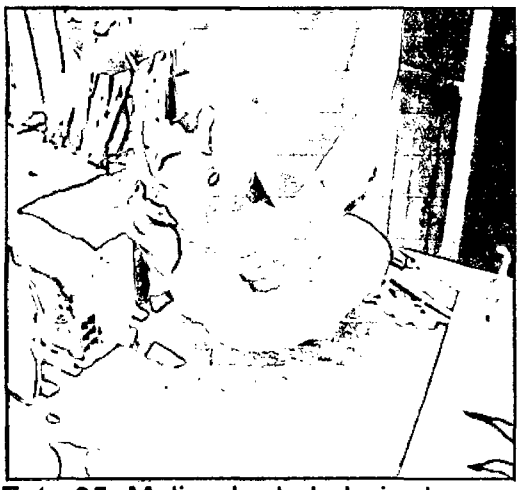


Foto 05: Molienda de la hoja de yuca.

Foto 06: Secado del alimento.

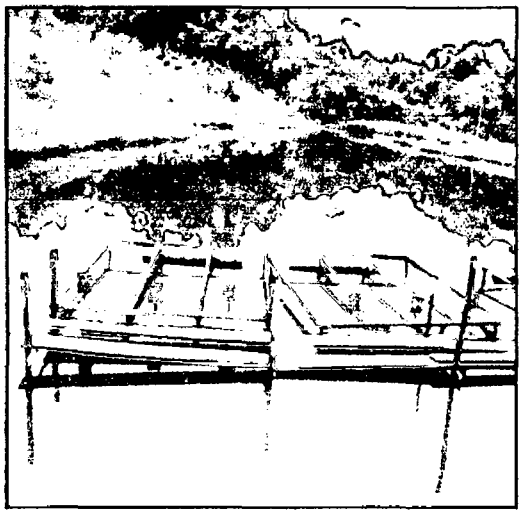


Foto 07: Jaulas flotantes.

Foto 08: Construcción de las jaulas.

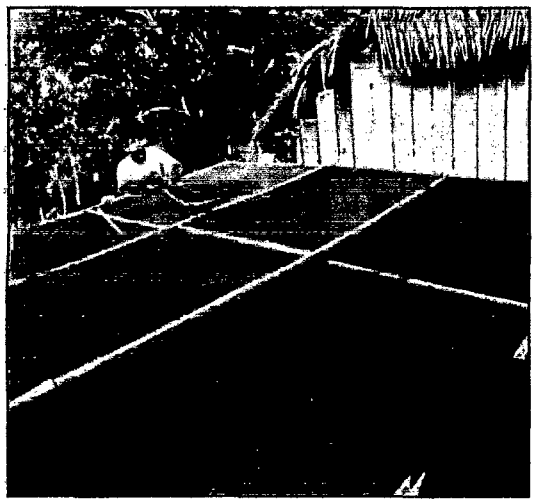


Foto 09: Enmallado de las jaulas.

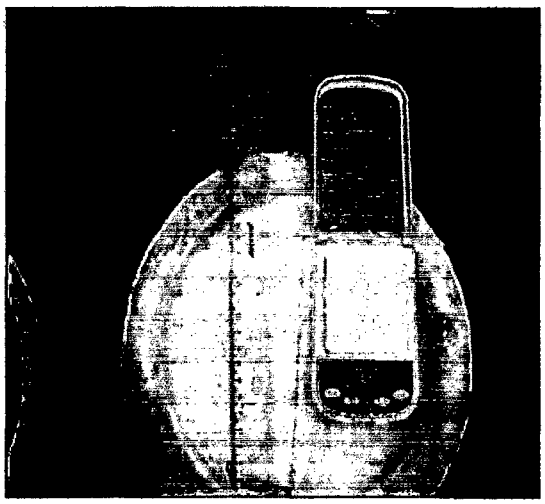


Foto 10: Materiales de medición.

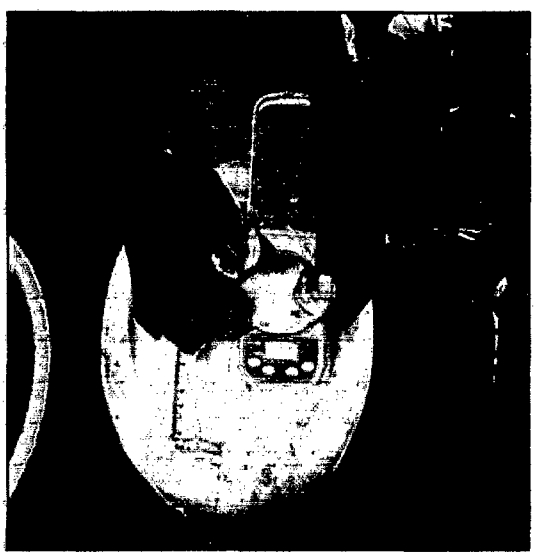


Foto 11: Pesaje de los alevinos.

Foto 12: Otros materiales usados.

SOLICITANTE: JULIO CESAR VALLES CUIPAL/MICHAEL IVAN RIOJAS DIAZ
MUESTRA: Harina vegetal elaborada a base de hojas de yuca (*Manihot sculenta*)

RESULTADOS: Análisis Bromatológico de la Muestra

ANALISIS	NIVEL
1.- Humedad (g/100 g de muestra original)	9.25
2.- Materia Seca (g/100 g de muestra original)	90.75
3.- Proteína (g/100 g de materia seca)	26.10
4.- Grasa (g/100 g de materia seca)	5.15
5.- Ceniza (g/100 g de materia seca)	6.76
6.- Fibra (g/100 g de materia seca)	8.80
6.- Carbohidratos (g/100 g muestra seca)	53.19
7.- Energía Bruta (Kcal/100 g)	389.61

MÉTODOS: International 16th edition, 4th revision
FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 25/04/10 al 27/04/10

BLGO. FRED WILLIAM CHU KOO
CBP Nº 4547
JEFE DEL LABORATORIO