



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

TESIS

**INFLUENCIA DE LA HARINA DE *Moringa oleífera* (Lam, 1783)
“MORINGA” EN EL CRECIMIENTO Y EN LA COMPOSICIÓN
BROMATOLÓGICA DE ALEVINOS DE *Colossoma macropomum* (Cuvier,
1816) “GAMITANA” CULTIVADOS EN CORRALES A DIFERENTES
DENSIDADES**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

BIÓLOGO(A) ACUICULTOR(A)

PRESENTADO POR

JOSÉ LUIS LUDEÑA RAMÍREZ

KERLY TERESA VARELA TANCHIVA

ASESORA:

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003-CGT-UNAP-2022

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los 23 días del mes de marzo de 2022, a horas 17.20 h se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: “INFLUENCIA DE LA HARINA DE Moringa oleífera (LAM, 1783) “MORINGA” EN EL CRECIMIENTO Y EN LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE ALEVINOS DE Colossoma macropomum (Cuvier, 1816) “GAMITANA” CULTIVADOS EN CORRALES A DIFERENTES DENSIDADES”, presentado por los Bachilleres JOSÉ LUIS LUDEÑA RAMÍREZ y KERLY TERESA VARELA TANCHIVA, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 110 - 2022-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de BIÓLOGO(A) ACUICULTOR(A) que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 015-2018-DEFP-A-FCB-UNAP, de fecha 10 de mayo de 2018, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|--|--------------|
| - Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra. | - Presidente |
| - Blgo. PEDRO MARCELINO ADRIANZÉN JULCA, M.Sc. | - Miembro |
| - Blgo. HOMERO SÁNCHEZ RIVEIRO | - Miembro |





Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron respondidas:

convenientemente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis ha sido aprobada con la calificación de Buena estando los Bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de BIÓLOGO(A) ACUICULTOR(A).

Siendo las 18.50 h se dio por terminado el acto de sustentación.

 Blgo. PEDRO MARCELINO ADRIANZÉN JULCA, M.Sc. Miembro	 Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra. Presidente	 Blgo. HOMERO SÁNCHEZ RIVEIRO Miembro
 Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA Asesora		

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra.
Presidente



Blgo. PEDRO MARCELINO ADRIANZÉN JULCA, M.Sc.
Miembro



Blgo. HOMERO SÁNCHEZ RIVEIRO
Miembro

ASESORA


Bíga. ROSSANA CUBAS GUERRA

DEDICATORIA

José Luis Ludeña Ramírez

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios nuestro creador, porque sin el nada Somos y toda mi familia, en especial a mi madre Rosario de Fatima Ramírez Rengifo, por brindarme apoyo emocional de manera incondicional, siempre dándome las fuerzas para seguir adelante, a mi padre José Luis Ludeña Ore por ser mi consejero y amigo, a mi amada esposa Yara Oyarce Chota por su paciencia, comprensión y persistencia en la culminación de este trabajo de Investigación, a mi hermana Verónica Ludeña Ramírez quien siempre estuvo pendiente de mi proceso de formación enseñándome que las metas en la vida se alcanzan con perseverancia, esfuerzo y dedicación.

Todos ustedes son parte importante en mi vida, por eso vale la pena luchar para salir adelante.

Kerly Teresa Varela Tanchiva

En primera instancia agradecer a Dios todo poderoso, ya que gracias a él existimos junto con todas las maravillas de este mundo, a mi madre Nelly Tanchiva Flores, quien siempre me ha mostrado su apoyo y comprensión incondicionalmente, a mi tía Elva Tanchiva Flores quien siempre cuyo apoyo y consejos académicos han sido siempre una motivación, a toda mi familia quienes han contribuido de una u otra forma a mi formación personal y profesional, al Blgo. Cristian Ney Gonzales Tanchiva quien, con su amor a la profesión, naturaleza y conservación siempre será un ejemplo a seguir y una inspiración personal para seguir adelante, y al Blgo. Luis Mori Pinedo Dr. Ex asesor del presente trabajo de investigación, por su excelente labor como docente, paciencia, consejos y enseñanzas hacia nuestras personas tanto en el ámbito profesional como personal pues más que un docente siempre fue considerado un amigo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios pues sin él no somos nada.

A nuestras respectivas familias por todo su apoyo y comprensión antes, durante y después de la realización del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, especialmente nuestra prestigiosa Facultad de Ciencias Biológicas y la escuela profesional de acuicultura, que nos acogieron durante los primeros años de nuestra formación profesional brindándonos un segundo hogar en sus aulas y docentes.

A los trabajadores del Centro Piloto Experimental Piscigranja Quistococha - Facultad de Ciencias Biológicas por su colaboración durante la fase experimental del mencionado anteriormente.

A Yara Oyarce Chota, Isabel Marisol Ramos Rossell y al Bach. Luis Ernesto Reyna Huaymacari por su paciencia y apoyo desde los inicios del presente trabajo, incluyendo la realización de los respectivos muestreos y más.

Al Blgo. Luis Mori Pinedo Dr. Por sus consejos y apoyo mientras fue asesor del presente trabajo y a la Blgo. Rossana Cubas Guerra Msc. Por continuar con la labor de asesoría del mismo, quienes siempre mostraron paciencia y sin cuyos consejos no se habría llegado a la culminación satisfactoria del mismo.

A nuestros jurados quienes con sus observaciones y crítica constructiva ayudaron a mejorar nuestra visión y comprensión durante el proceso de realización del presente trabajo de investigación para darle forma y de esta manera contribuir con nuestra formación profesional.

A los biólogos William Flores y Arnold Noriega, quienes fueron un importante apoyo tanto en la parte estadística, como parte en la redacción y revisión de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pàg.
PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESORA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Base teórica.....	5
1.2.1. Moringa - <i>Moringa oleifera</i>:.....	5
1.2.2. Gamitana	10
1.2.2.1. Generalidades de las especies en estudio.....	10
1.2.2.2. Hábitat.....	11
1.2.2.3. Alimentación	11
1.2.2.4. Reproducción.....	11
1.2.2.5. Comercialización.....	11
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES	12
2.1. Formulación de la hipótesis.....	12
2.2. Variables.....	12
2.2.1. Independiente.....	12
2.2.2. Dependiente.....	12
2.3. Operacionalización	13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	14
3.1. Área de estudio.....	14
3.2. Tipo y diseño de investigación	14
3.3. Diseño muestral	14
3.3.1. Población de estudio	14
3.3.2. Muestra de estudio	14
3.4. Distribución de las unidades experimentales en el estanque	15

3.4.1.	Alimentación de los peces	15
3.4.2.	Datos biométricos.....	17
3.4.3.	Calidad de agua	17
3.4.4.	Índices zootécnicos.....	17
3.4.5.	Composición Bromatológica	18
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	19
3.5.1.	Procesamiento de la información.....	19
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		20
4.1.	Resultados de la prueba de normalidad.....	20
4.2.	Crecimiento y sobrevivencia de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”.	20
4.2.1.	Crecimiento de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”. 20	
4.2.1.1.	Ganancia de longitud de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”.....	20
4.2.1.2.	Ganancia de peso los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”.....	22
4.2.2.	Sobrevivencia de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”.....	23
4.3.	Índices zootécnicos.....	24
4.4.	Composición bromatológica de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”.	25
4.5.	Parámetros físico-químicos	26
CAPITULO V. DISCUSIÓN		29
5.1.	Crecimiento de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”.	29
5.2.	Sobrevivencia	32
5.3.	Densidades de siembra	33
5.4.	Composición bromatológica de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> “gamitana”	34
5.5.	Parámetros físico-químicos	35
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....		37
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.		38
CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		40
ANEXOS		41

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la influencia de la moringa, en el crecimiento, composición bromatológica de alevinos de *Colossoma macropomum*, se realizó una investigación, adicionando como insumo en el alimento balanceado comercial la harina de moringa. Este estudio se realizó en las instalaciones del Centro Piloto Experimental Piscigranja Quistococha - Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, entre los meses de junio a Setiembre del 2019. Los datos se obtuvieron, trabajando con 189 ejemplares de alevinos de *Colossoma macropomum*, quienes fueron distribuidos en corrales experimentales a razón de dos densidades, que son 4 y 8 peces por m³, con las concentraciones de moringa en el alimento balanceado experimental T0: 0% (testigo – alimento comercial), T1: 55.67% y T2: 85%, en raciones otorgadas a razón del 6% de la biomasa total por corral al día, con una frecuencia de 2 veces por día.

Como resultado tenemos que, en la primera densidad experimental, se registró ganancias de longitud y peso, en el primer tratamiento con 7.34 cm y 13.79 gr respectivamente, para el segundo tratamiento con 6.45 cm y 12.65 gr y para el tratamiento cero o de control, se obtuvo 5.92 cm y 11.24 gr. Sin embargo, en la segunda densidad experimental se obtuvo ganancias de longitud y peso para el primer tratamiento, con 7.47 cm y 13.99 gr, para el segundo tratamiento se registró 6.31 cm y 13.74 gr y finalmente 7.22 cm 11.89 gr para tratamiento cero o de control. Los datos fueron analizados por el ANOVA, determinándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, ni en las diferentes densidades de siembra, obteniendo también una sobrevivencia del 93.65%.

La composición bromatológica, se obtuvo a partir de dos muestras, la primera de 500 gr. de alevinos alimentados con alimentos balanceado comercial obteniéndose los siguientes valores: humedad (14.35%), ceniza (5.91%) grasas (1.89%) y proteínas (76.41%) y la segunda muestra de 500 gr. de alevinos alimentados con moringa, teniendo como resultado los siguientes valores: humedad (13.86%), ceniza (5.59%) grasas (2.02%) y proteínas (77.53%). Los resultados del ANOVA para el análisis bromatológico $p < 0.001$ con $gl = 1$, permitieron constatar que no existen diferencias significativas entre los datos de la composición bromatológica de ambas muestras.

Palabras claves: Harina de moringa, *Colossoma macropomum*, composición bromatológica, densidad de siembra.

ABSTRACT

With the objective of knowing the influence of moringa, in the growth, bromatological composition of *Colossoma macropomum* fingerlings, an investigation was carried out, adding moringa flour as an input in the commercial balanced feed. This study was carried out at the facilities of the Quistococha Piscigranja Experimental Pilot Center - Faculty of Biological Sciences of the National University of the Peruvian Amazon, between the months of June to September 2019. The data was obtained, working with 189 specimens of *Colossoma fry. macropomum*, who were distributed in experimental pens at two densities, which are 4 and 8 fish per m³, with the concentrations of moringa in the experimental balanced feed T0: 0% (control – commercial feed), T1: 55.67% and T2: 85%, in rations given at a rate of 6% of the total biomass per pen per day, with a frequency of 2 times per day.

As a result, we have that, in the first experimental density, gains in length and weight were recorded, in the first treatment with 7.34 cm and 13.79 gr respectively, for the second treatment with 6.45 cm and 12.65 gr and for the zero or control treatment, 5.92 cm and 11.24 gr were obtained. However, in the second experimental density, length and weight gains were obtained for the first treatment, with 7.47 cm and 13.99 gr, for the second treatment 6.31 cm and 13.74 gr were recorded and finally 7.22 cm 11.89 gr for treatment zero or control. The data was analyzed by ANOVA, determining that there is no significant difference between the treatments, nor in the different planting densities, also obtaining a survival rate of 93.65%.

The bromatological composition was obtained from two samples, the first of 500 gr. of fingerlings fed with commercial balanced food, obtaining the following values: humidity (14.35%), ash (5.91%) fats (1.89%) and proteins (76.41%) and the second sample of 500 gr. of fry fed with moringa, resulting in the following values: moisture (13.86%), ash (5.59%), fat (2.02%) and protein (77.53%). The results of the ANOVA for the bromatological analysis $p < 0.001$ with $gl = 1$, confirmed that there are no significant differences between the data of the bromatological composition of both samples.

Keywords: Moringa flour, *Colossoma macropomum*, bromatological composition, planting density.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la producción piscícola la búsqueda de insumos para la elaboración de alimentos balanceados para animales es causa de gran investigación porque con la actualización de requerimientos nutricionales en la crianza de animales en cautiverio, se demanda nuevos productos que ofrecen excelentes características nutricionales, garantizando la optimización de la producción. De esta manera se indica que la innovación está basada en la búsqueda de materias primas promisorias, de alto valor nutritivo, y de bajo costo, que permiten elaborar mezclas de calidad. ⁽¹⁾

Actualmente uno de los principales retos de la acuicultura es el costo del alimento balanceado y la carga de nutrientes provenientes del alimento balanceado. La búsqueda de ingredientes alternativos que proporcionen nutrientes esenciales digeribles para los organismos acuáticos, podrá ayudar a que este problema sea disminuido. ⁽²⁾

Nuestro punto de partida es una Investigación publicada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; según esta Institución resulta muy recomendable reemplazar la harina de pescado en la fabricación de concentrados comerciales que sirven para tilapias y otras especies de importancia para la humanidad. ⁽³⁾

En este contexto, se estuvo investigando sobre la “moringa”, *Moringa oleífera*, que es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico ⁽⁴⁾. Esta especie representa una alternativa como ingrediente para sustituir parcialmente la harina de pescado en alimentos balanceados, debido a su contenido de proteína y carbohidratos.

El presente trabajo de investigación contribuirá a conocer mejor el efecto de este insumo en una especie de agua dulce que posee gran importancia comercial y también que sirva como punto de partida para futuros estudios e investigaciones, en

amazonia peruana se conoce muy poco sobre los beneficios y propiedades de esta prodigiosa planta.

De esta manera, se pretende determinar si la aplicación de harina de moringa, *Moringa oleifera* como insumo en alimento balanceado ofertado, influye en el crecimiento de peso y longitud de *Colossoma macropomum* "Gamitana" cultivados en corrales.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Uno de los estudios que se realizó con este insumo fue para evaluar la idoneidad de la harina de hoja de moringa liofilizada (*Moringa oleifera*), como una fuente de proteína alternativa para la Tilapia del Nilo. Se formularon 3 dietas experimentales para contener harina de hoja de moringa a niveles del 10, 20 y 30 % de la proteína dietética total (dietas 2, 3 y 4 respectivamente) y una dieta que actúa como control (dieta 1) que incluya solo harina de pescado y harina de trigo como fuentes de proteínas. Todas las dietas fueron isonitrogenadas (35% de proteína cruda) e isoenergéticas (20 kJ g⁻¹) se llevó a cabo una prueba de alimentación de 7 semanas en grupos triplicados de 7 peces (9-11 gr) en acuarios de 45 L. conectados a un sistema de recirculación. La ración diaria de peces se calculó con 15 gr de alimento por peso corporal metabólico (kg 0.8) por día (unas 5 veces el mantenimiento). No se observó mortalidad relacionada con la alimentación durante todo el periodo experimental. Las dietas con mayores niveles de inclusión de hojas de moringa (dietas 3 y 4) redujeron significativamente el rendimiento de crecimiento de los peces (SGR: 2.0% en ambos grupos) en comparación con las dietas 1 y 2 (SGR: 2.7% y 2.4% respectivamente) los fenólicos totales relativamente altos (0.7% y 1%), saponina no hemolítica (1.5% y 2.3%) y ácido fitico (0.5% y 0.8%) en las dietas 3 y 4 respectivamente, así como NDF (3.8% y 5.7%) y ADF (3.0% y 4.5%) en las dietas antes mencionadas pueden haber contribuido al peor crecimiento en estos grupos. Estos resultados sugieren que la harina de hoja de moringa puede usarse para sustituir hasta en un 10% de proteína dietética en tilapia del nilo sin una reducción significativa en el crecimiento. ⁽⁵⁾ *SGR: tasa de crecimiento sostenible, NDF; fibra detergente neutro, ADF: Acido detergente fibra.

Otra investigación evaluó el efecto de inclusión de harina de hoja de *M. oleifera* en el alimento balanceado, sustituyendo en un 10, 20 y 30% la proteína de la harina de sardina, los resultados sugieren que este ingrediente puede sustituir hasta en un 20% a la proteína de la harina de sardina, sin afectar el crecimiento de la tilapia (es decir que el crecimiento se mantiene en el rango normal de la especie). La digestibilidad de la proteína de la harina *M. oleifera* fue de 89.1%. ⁽²⁾

Un total de 225 juveniles de *Clarias gariepinus* de 25,2 ± 0,09 g de peso medio se distribuyeron al azar según diseño completamente aleatorizado en tres tratamientos triplicados para evaluar la harina de forraje de moringa (*Moringa oleifera* Lam, var

Supergenius), como sustituto parcial de las harinas de pescado y de maíz en el alimento comercial que se utiliza en el cultivo de estos peces. Los tratamientos fueron un control (alimento comercial) y dos dietas con 12,5% y 25,0% de inclusión del ingrediente experimental. Se encontraron diferencias ($p < 0,001$) en los consumos de alimento (45,27 g/pez, 37,53 g/pez y 36,9 g/pez) y proteína bruta (13,4 g/pez, 10,84 g/pez y 10,32 g/pez) a favor del Control. Los indicadores de crecimiento (pesos finales, 100,4 g, 75,4 g y 61,7 g) y conversión alimentaria (2,65; 3,22 y 4,03) se afectaron ($p < 0,001$) al incrementar los niveles de harina de moringa (HM) en la dieta, debido a altos contenidos de fibra bruta y probables factores antinutricionales. Los niveles de HM evaluados no fueron promotores de mortalidades. Se concluyó que 12,5% y 25,0% de harina de forraje de moringa disminuyeron los indicadores productivos en *Clarias gariepinus*.⁽⁶⁾

La acuicultura es una actividad empresarial que ha ido creciendo como una alternativa de los recursos acuáticos, y el cultivo de la mojarra tilapia sigue siendo uno de los cultivos más utilizados y desarrollados. Para el cultivo de *Oreochromis niloticus* se han empleado diversos tipos de alimento, sin embargo, los costos aún siguen siendo altos para una mejor rentabilidad, por lo que en este trabajo se evaluó el uso de la harina de moringa, la cual es una especie de planta que contiene una gran cantidad de nutrientes. El trabajo se realizó en las instalaciones de taller de acuicultura del Cetmar 24, donde se evaluó el crecimiento de la mojarra tilapia *O. niloticus* alimentadas con una dieta elaborada con harina de moringa con una concentración total de 42% de Proteína Bruta (PB), contra un alimento artificial de uso comercial con una concentración de 42% y 52% de Proteína Bruta (PB). Se encontró que con la dieta elaborada con harina de moringa se obtuvieron crecimientos en talla y peso iguales a los obtenidos con la dieta comercial de 42% de proteína, lo que se concluye que esta dieta a base de moringa puede ser una buena estrategia de alimentación para disminuir los costos de producción.⁽⁷⁾

Así mismo, en el Km 22 de la carretera Yurimaguas Tarapoto, en un estanque tipo presa con un área aproximada de 9,000 m² de propiedad del acuicultor Magno Reyes B. se llevó a cabo un experimento para determinar el efecto de suplemento con harina de kudzu en la ganancia de peso en alevinos y juveniles de gamitana, para lo cual se utilizó en el primer año 270 juveniles durante 4 meses y 540 alevinos en el segundo año durante 9 meses, distribuidos en 9 unidades experimentales de 30 juveniles y 60 alevinos respectivamente. Los tratamientos fueron T1, T2 y T3 con niveles de 0%, 10% y 20% de harina de kudzu cuya dieta contiene 22 % de PT

para juveniles 0%, 5% y 10% con 30% de PT para alevinos. La harina de Kudzu fue adicionada en el alimento como insumo proteico previo balance con los otros insumos normalmente utilizados en la alimentación de la gamitana. Los parámetros evaluados fueron incremento de peso y de talla, los mismo que se evaluaron en forma mensual, los mismos eran utilizados para el reajuste del porcentaje de alimento a suministrar y disminuir la densidad en forma progresiva. El diseño estadístico fue el completamente al azar con arreglo de tres tratamientos con tres repeticiones; para el análisis de las diferencias, se utilizó la prueba de Duncan. Los tratamientos evaluados con relación al T1 (testigo), el T3 alcanzaron mejores valores tanto en juveniles y alevinos. Al final del ensayo, no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos en incremento de peso, donde en juveniles el T3 (580gr.), seguido por el T2 (560gr.) y T1(520gr.); y alevinos fue T3 (560gr.), seguido por el T2 (530gr.) y T1(480gr). De igual manera con respecto a talla no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos donde el T3 alcanzo 28 cm en ambos casos. ⁽⁸⁾

1.2. Base teórica

1.2.1. Moringa - *Moringa oleifera*:

Clasificación taxonómica de la *Moringa oleifera*:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Eudicotyledoneae
Subclase:	Rosidae
Orden:	Brassicales
Familia:	Moringaceae
Género:	Moringa
Especie:	<i>Moringa oleifera</i> (Lam. 1783)

La Moringa es una planta nativa de la India, ampliamente cultivada y naturalizada en África Tropical, América Tropical, Sri Lanka México Malabar, Malasia y las islas

Filipinas, y conocida por varios nombres. La altura de la planta varía de 5 m a 12 m con una copa abierta en forma de sombrilla, tronco erecto 10 cm – 30 cm de espesor) con cáscara blanquecina, esponjosa. Las hojas que se han convertido en unas plumas verde pálidas, compuestas, tripulantes, 30 cm a 60 cm de longitud, con 3 a 9 foliolos en las pinas terminales. Cada foliolo tiene de 1.3 cm a 2 cm de longitud y 0,3 cm a 0.6 cm de ancho. Las hojas laterales son casi elípticas, mientras que las terminales son obovulares y ligeramente más grandes que las laterales. Las flores son aromáticamente perfumadas, blancas o cremas midiendo 2.5 cm de diámetro con estambres amarillos, que cuando nacen son sesgados, marrones, triangulares, aplanados en las dos extremidades, con 30 cm a 120 cm de largo y 1.8 cm de ancho, y contiene cerca de 20 semillas embebidas en la pulpa. Los frutos, cuando se secan, se abren adelante en tres partes. Las semillas son marrones oscuros con tres alas y aspecto de papel. La raíz principal es gruesa. El árbol florece y produce frutos y semillas durante todo el año. ⁽⁹⁾

Se trata de un árbol poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque en la India se han obtenido variedades anuales que permiten el cultivo mecanizado. Es una especie de crecimiento muy rápido. Aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas. Existe información muy variada en cuanto a su crecimiento. Pudiendo crecer durante el primer año tres o incluso cinco metros en condiciones óptimas de temperatura y humedad, aunque existen referencias de alturas de hasta 16 metros con diámetros normales de 75 cm en la India. Rebrotan con gran facilidad tras el corte. Se han observado individuos viejos que han sido cortados a 20 cm del suelo y han producido de 18 a 22 brotes. Especie de luz o de temperamento robusto, pudiendo perder hasta un 30% de las plántulas jóvenes en ausencia de luz. La *Moringa oleifera* es una planta fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo. Dentro de la reproducción por material vegetativo, resulta más fácil por estacas que por acodo aéreo. Las semillas carecen de periodo de latencia, por lo que pueden plantarse en cuanto estén maduras, y conservan la capacidad germinativa hasta un año. Los porcentajes de germinación están influenciados por varios factores como la temperatura, el sustrato, condiciones de luz, el tiempo o las condiciones de almacenamiento. Estudios realizados en Brasil, demuestran que con temperaturas por encima de los 35 °C se obtienen mayores porcentajes de germinación (un 99,5%). En cuanto al almacenamiento se obtienen mejores resultados, al cabo de un año de su recogida, si son envases de PVC en cámara fría (el 93%). Otro factor condicionante es el grado de fertilidad de la semilla, la edad de producción del árbol

y la edad de la semilla. Suelen germinar mejor si se introducen en agua a temperatura ambiente, 24 horas antes de la siembra. En condiciones normales el tiempo de germinación de la semilla oscila entre cinco y quince días. ⁽¹⁰⁾

A nivel internacional existe gran preocupación sobre la posible inocuidad de las diversas partes anatómicas de esta planta, y, sin embargo, se sigue utilizando como suplemento alimenticio, para purificar agua y para tratar más de 300 enfermedades esta posible controversia es de suma importancia, por lo que obliga a la comunidad científica a investigar los posibles efectos adversos adyacentes a su consumo prolongado. Con la finalidad de investigar la existencia de posibles efectos tóxicos de las distintas partes anatómicas de la planta, así como elucidar los posibles compuestos que la causan, se realizó una revisión bibliográfica donde se encontraron posibles daños hepáticos, renales, hipertrofia de bazo y timo, alteración en los parámetros hematológicos, genotoxicidad y efectos anticonceptivos, dependientes de la dosis y del tiempo de consumo. Entre las sustancias tóxicas encontradas, se resaltan los alcaloides moringina, moringinina y spirochin y el fitoquímico bencil isotiocianato, presentes principalmente en la raíz y corteza, mientras que la hoja es posiblemente la más segura para su consumo. Lo anterior plantea la necesidad de abrir un campo de investigación para tener la certeza de que su utilización es segura o de lo contrario desarrollar técnicas que eliminen o reduzcan la toxicidad y aumenten el potencial benéfico para incluirla en programas de salud que apliquen su regulación. ⁽¹¹⁾

En cultivo tiene un rendimiento de semilla de 2500 kg/hectárea, produciendo casi 1500 litros de aceite más 1400 litros de biodiesel/ha. Florece a los 6 meses de su plantación, destacando entre sus características su rápido crecimiento, unos 3 metros en su primer año, y su rusticidad lo hace muy fácil de cultivar por propagación sexual y asexual. ⁽³⁰⁾ Las flores son bisexuales, con pétalos blancos y estambres amarillos, las mismas son de carácter fragante y se agrupan en inflorescencias. La moringa florece de forma rápida, usualmente dentro de los primeros seis a doce meses de crecimiento. El comportamiento reproductivo está fuertemente ligado a los parámetros climáticos de la zona en donde es cultivada, pudiendo florecer una sola vez al año, en regiones con temporadas frías, dos veces al año (sur de la India) o de forma continua, como es el caso de los países del Caribe en donde las temperaturas y precipitaciones son uniformes durante todo el año. ⁽³¹⁾

La frecuencia con la que se corta el forraje de *M. oleifera* es un factor que afecta el comportamiento de la planta, reflejando variación en la producción de biomasa, tal como lo demuestra el experimento realizado un equipo de investigación en el que evaluaron etapas para cosechar forraje de 45, 60 y 75 días de rebrote, registrando una cantidad de materia seca respectiva de 9.1, 11, y 17.6 t. ha⁻¹ año⁻¹.⁽³²⁾

Aspectos toxicológicos generales de *Moringa oleifera*:

El uso indiscriminado de este suplemento como un principio homeopático en dosis determinadas por automedicación puede llegar a ser nocivo, sobre todo cuando se trata de un consumo prolongado, puesto que, según lo considerado por algunos investigadores, contiene sustancias francamente peligrosas para el consumo humano, como fitoquímicos derivados del ácido gálico y del catecol, esteroides, antraquinonas, azúcares reducidos, sitosterol, alcaloides como la moringina y moringinina, y antibióticos como el pterygosperma, athomine y spirochin, encontradas, principalmente, en la raíz y corteza del árbol.⁽¹²⁾

Partes anatómicas de *Moringa oleifera* y sus efectos tóxicos reportados:

Como se mencionó con anterioridad, todas las partes anatómicas de *Moringa* son consumidas.

Los estudios científicos acerca de la toxicidad de las diversas partes anatómicas de *Moringa* son escasos, por lo que existe incertidumbre por la presencia de sustancias potencialmente tóxicas y los efectos adversos que pudiera causar su consumo dentro de la dieta diaria. A continuación, se describen algunos aspectos de la corteza, raíz, semillas y hojas de *Moringa oleifera*.

Corteza: La corteza es utilizada con diversos fines terapéuticos y paliativos, sin embargo, se ha probado que producen úlceras y pápulas peligrosas en zonas delicadas como los ojos, la piel del rostro y la tráquea por su acción rubefaciente y vesicantese desconoce las cantidades exactas de las sustancias con posible toxicidad y su consumo puede ser contraproducente.

El triturado de la corteza del árbol de *Moringa oleifera*, contiene una sustancia abortiva que causa violentas contracciones uterinas capaces de inducir la muerte del feto⁽¹³⁾. El aumento de concentración o actividad en glucógeno, proteínas, colesterol, fosfatasa ácida y alcalina, así como los cambios histológicos observados durante los primeros días del embarazo pueden explicar sus propiedades anticonceptivas naturales⁽¹²⁾, atribuidas al bencil isotiocianato y moringinina, cuyo mecanismo de

acción se relaciona, aparentemente con un receptor de hormona folículo estimulante (FSH).

La moringina y moringinina, se encuentran en la corteza de la raíz. Estos son alcaloides que estimulan el corazón, relajan los bronquiolos y el músculo liso, aumentan la presión arterial por vasoconstricción y estimulan el sistema nervioso central de la misma forma que el LSD. ⁽¹⁴⁾

Raíz: El interior puede tener un potencial tóxico si se consume en grandes cantidades, aunque ya se haya retirado la corteza. Esto se debe a la presencia de spirochin ⁽¹²⁾, un alcaloide que provoca taquicardia con una dosis de 35 mg/kg pc y efectos contrarios al administrar 350 mg/kg pc o dosis mayores que también afectan el SNC y paralizan el nervio vago, causando paro cardiorespiratorio, además de causar daños en la función renal con dosis periódicas superiores a 46mg/kg pc ⁽¹⁵⁾. En contraparte, spirochin es un eficaz profiláctico y antiséptico contra infecciones en heridas por bacterias gram-positivas, especialmente para *Staphylococcus* y *Streptococcus*. ⁽¹⁴⁾

Semillas: ⁽¹⁶⁾, realizaron un estudio de 96 horas sobre la determinación de la toxicidad del extracto acuoso de semillas de *Moringa oleífera* sobre *Oreochromis niloticus* crías y adultos, encontrando que una concentración de 252-242 mg/L resulta tóxica para las crías y una concentración de 351-332 mg/L resulta tóxica para los adultos. La reacción se manifestó por movimientos erráticos, pérdida de reflejos, decoloración, descamación y hemorragia, debida a una alteración de los parámetros hematológicos; el índice de mortalidad es, entonces, directamente proporcional al aumento de la concentración.

La semilla y sus extractos pueden inducir la hemaglutinación, disminuyen el apetito, alteran los patrones de crecimiento, provocan distensión abdominal, atrofia de hígado, páncreas y riñones (similar a la causada por altas dosis del extracto acuoso de las raíces), además de hipertrofia de bazo y timo, por lo que la incorporación de las semillas y sus derivados a la dieta, debe ser considerada con suma precaución y es francamente desaconsejable. ⁽¹³⁾

Hojas: Las hojas prácticamente no contienen taninos, mientras que su concentración de saponinas es muy similar a la del frijol chino ⁽¹³⁾. Las hojas de *Moringa oleífera* son la parte anatómica de la planta cuyo consumo representa menor riesgo para la salud. ⁽¹⁷⁾, evaluó en ratas la seguridad del extracto acuoso de las hojas de *Moringa oleífera*, utilizando un método agudo y subagudo. Se demostró que aun administrando una dosis de 2000 mg/kg pc no existe mortalidad, sólo una ligera pérdida de atención, la

cual recuperaban en corto tiempo. Según Asare (2011), una dosis 3000 mg/kg pc de este extracto tampoco presenta mortalidad, pero se observa una disminución en los niveles de albúmina.

En ensayos previos de toxicidad crónica (método subagudo), el tiempo de administración se prolongó hasta 21 días con dosis de 400, 800 y 1600 mg/kg pc. Las cuales causaban cambios significativos en glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina corpuscular media, % de hemoglobina y glóbulos blancos ⁽¹⁷⁾, mientras que la incubación directa de eritrocitos con el extracto acuoso en concentraciones de 5 a 10 mg/mL fue capaz de inducir la liberación de deshidrogenasa láctica aproximadamente 10 UI/mL. ⁽¹⁵⁾

Estos cambios se atribuyen a la presencia de glucosinolatos como 4-(α -l-ramnopiranosiloxi)-bencilglucosinolato y otros tres isómeros que producen isotiocianato y toxina aglicona ⁽¹⁸⁾; ambas son intrínsecamente tóxicas. Dentro de los glucosinolatos, se encuentra el glucósido cianogénico, el cual se cree que adquiere toxicidad al liberar el HCN por acción de un complejo enzimático. ⁽¹⁷⁾

1.2.2. Gamitana

1.2.2.1. Generalidades de las especies en estudio

Clasificación Sistemática

Phyllum	: Vertebrata
Clase	: Teleostei
Orden	: Characiformes
Familia	: Serrasalmidae
Género	: Colossoma
Especie	: <i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)

La gamitana, *Colossoma macropomum*, es un auténtico pez tropical y uno de los peces de escama más grande de la cuenca amazónica, superada solamente por el paiche, *Arapaima gigas* (Goulding, 1982), también está considerada como el pez más importante del río Amazonas y muy cotizada por su carne. Es un pez dócil y resistente al manipuleo, acepta con facilidad el alimento balanceado, frutas y semillas. ⁽¹⁹⁾

Esta especie crece rápidamente en su hábitat natural, al igual que en estanques piscícolas, cuando son alimentadas adecuadamente. A nivel de América del sur, se le conoce con diferentes nombres; en Perú como Gamitana, en Brasil como

tambaqui, en Colombia como Cachama negra y en Venezuela como Cachama blanca. Su cuerpo es comprimido, la cual presenta una coloración gris oscura en el dorso y amarillo blancuzca en la parte ventral, además presenta dientes molariformes adaptados para triturar frutos y semillas duras. ⁽²⁰⁾.

1.2.2.2. Hábitat

La gamitana es una especie residente en aguas negras, blancas, lagos y ríos de la cuenca del Amazonas y del Orinoco ⁽²¹⁾.

1.2.2.3. Alimentación

La gamitana, tiene una extensa selección de alimentos, lo cual significa que se alimenta de algas filamentosas, partes de plantas acuáticas (frescas o en descomposición), zooplancton, insectos terrestres y acuáticos, caracoles, moluscos, frutas frescas, secas, granos duros y blandos, etc, ocasionalmente come peces mucho más pequeños. En cultivo acepta diferentes alimentos artificiales y tienen buena tasa de crecimiento y conversión alimenticia ⁽²⁰⁾.

1.2.2.4. Reproducción

La gamitana, alcanza su madurez sexual y esta apta para la reproducción entre los cinco años en los machos, y seis años en las hembras, en estanques piscícolas algunas hembras maduran un año antes. Es un pez de reproducción periódica, es decir se reproduce en una temporada del año ⁽²⁰⁾.

Esta reproducción, se lleva a cabo a finales del periodo seco (vacante del río) y el ascenso del nivel del río, tiene un desove aproximado de 500,000 a 1´200,000 huevos ⁽²²⁾

1.2.2.5. Comercialización

La gamitana es una especie que posee una carne de sabor agradable, altamente cotizada en el mercado regional, nacional y extranjero, teniendo una importancia económica entre las especies del género *Colossoma*, siendo una de las fuentes de proteína animal para los habitantes de la Amazonía. El cultivo de la gamitana y de otros peces amazónicos, es una actividad que se practica en varios países con éxito de gran importancia desde el punto de vista técnico y económico y que año a año se está incrementando considerablemente la producción de su carne ⁽²³⁾

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

H_0 = El crecimiento y la composición bromatológica de *Colossoma macropomum*, “gamitana”, no es afectado por la inclusión de la harina de *Moringa oleífera* (Lam) en la dieta cuando es cultivada a diferentes densidades de siembra.

H_i = El crecimiento y la composición bromatológica de *Colossoma macropomum*, “gamitana”, es afectado por la inclusión de la harina de *Moringa oleífera* (Lam) en la dieta cuando es cultivada a diferentes densidades de siembra.

2.2. Variables

2.2.1. Independiente

- Harina de moringa
- Densidades de siembra.

2.2.2. Dependiente

- Crecimiento de los peces
- Índice zootécnico
- Composición bromatológica.
- Supervivencia de los ejemplares.
- Parámetros limnológicos.

2.3. Operacionalización

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
INDEPENDIENTE							
Harina de moringa	Insumo vegetal con alto valor proteico	Cuantitativa	Porcentaje de inclusión en alimento balanceado	Continua	55.67	%	Inclusión en el alimento balanceado
					85		
Densidades de siembra	Capacidad de carga de un espacio	Cuantitativa	Cantidad de peces por corral	Discreta	4	Unidad/m ³	Formatos de datos
					8		
DEPENDIENTES							
Crecimiento de los peces	Aumento de características morfológicas y fisiológicas de los peces	Cuantitativa	Ganancia de peso y talla	Continua	Peso	gr	Biometría
					Talla	cm	
Índice zootécnico	Datos productivos, cuantitativos y cualitativos, que reflejan en número el desempeño de su producción	Cuantitativo	Conversión alimenticia	Continua	GP, GPD, GL, BG, TCE, S, ICAA		Fórmulas
Composición bromatológica	Características nutricionales de los peces	Cuantitativa	Ganancia de características nutricionales	Continua	Ceniza	%	Análisis bromatológico
					Humedad		
					Grasa		
					Proteína		
Sobrevivencia	Población viva	Cuantitativas	Peces vivos al final del experimento	Discreta	Porcentaje de peces vivos	%	Biometría
Parámetros Limnológico	parámetros físicos y químicos	Cuantitativas	Condiciones del medio de cultivo	Continua	pH	ppm	Kit Lamotte
					O ₂	ppm	
					Nitrato y Amonio	ppm	
					Temperatura	°C	

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza – Piscigranja Quistococha, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, que se encuentra ubicado en el Km 6 margen izquierdo de la carretera Iquitos – Nauta, a los 3° 49' 75" LS y 79° 19' 37" LO, caserío de Quistococha, distrito de San Juan, departamento de Loreto. (Anexo 1).

3.2. Tipo y diseño de investigación

a) Tipo de investigación

Experimental y Horizontal.

b) Diseño experimental.

Diseño de Bloques completamente al azar (DBCA)

3.3. Diseño muestral

3.3.1. Población de estudio

Se trabajó con ejemplares alevinos de *Colossoma macropomum* proporcionados por el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, quienes reproducen esta especie en cautiverio.

3.3.2. Muestra de estudio

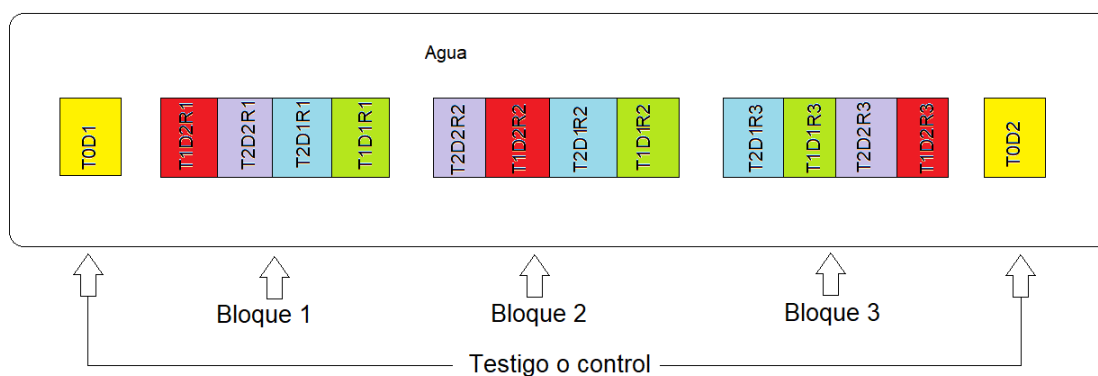
Se trabajó con 189 ejemplares alevinos de *Colossoma macropomum*, distribuidos de la siguiente manera:

- Densidad 1: 4 alevinos/m³
 - 7 corrales: 63 alevinos (9 alevinos/corral)
- Densidad 2: 8 alevinos/m³
 - 7 corrales: 126 alevinos (18 alevinos/corral)

3.4. Distribución de las unidades experimentales en el estanque

Para la realización del trabajo de investigación se construyó 14 corrales en un estanque de tierra, de los cuales 6 corrales fueron utilizados para el tratamiento 1 y sus respectivas repeticiones con 2 densidades de siembra, otros 6 corrales fueron utilizados para el tratamiento 2 y sus respectivas repeticiones con 2 densidades de siembra; y otros 2 corrales fueron utilizados para los tratamientos de testigo o control, uno para cada densidad de siembra establecida; las dimensiones de los corrales son de 1.5 metros por 1.5 metros, teniendo un área total de 2.25 metros cúbicos en cada corral.

Distribución de las Unidades experimentales en el estanque



Se utilizó 14 corrales, separados con malla plástica, en los cuales se trabajó con 2 densidades diferentes (4 alevinos por metro cúbico y 8 alevinos por metro cúbico), 2 diferentes fórmulas de raciones alimenticias con un mismo porcentaje de Proteína Bruta (PB), teniendo 3 repeticiones para cada tratamiento y 2 unidades de testigo o control con alimento comercial proveniente de la empresa Ricopez el cual presenta 25% de PB.

3.4.1. Alimentación de los peces

Se preparó el alimento de manera manual, con la harina de moringa que fue obtenida por los tesisistas, para lo cual se cosecho las hojas del árbol de moringa para proceder a secarlas al sol en calaminas y posteriormente molerlas utilizando una moledora de granos para la obtención de la harina de hoja de moringa, luego se analizó una muestra de la harina producida para verificar el porcentaje de proteína de la misma

(Anexo 6), luego se procedió a formular y elaborar las raciones para la alimentación de los ejemplares en estudio. La alimentación se llevó a cabo con una frecuencia de 2 veces al día, durante un periodo de 4 meses y se realizó en base al 6% de la biomasa total de cada corral, se utilizó 2 raciones con un porcentaje de Proteína Bruta cercano a 25% y distinto porcentaje de participación de la harina de Moringa y para los tratamientos de testigo o control se utilizó alimento comercial al 25% de PB.

Cuadro 2. Relación entre los tratamientos alimenticios y las densidades de siembra

Densidades	Porcentaje de PB con participación de harina de moringa		Alimento comercial sin moringa	Suma de corrales:
	T1 = 55.67%	T2 = 85%	T0 = 0%	
D1 = 4	T1D1 (3 Repeticiones)	T2D1 (3 Repeticiones)	T0D1 (1 Repetición)	6 + 1 = 7
D2 = 8	T1D2 (3 Repeticiones)	T2D2 (3 Repeticiones)	T0D2 (1 Repetición)	6 + 1 = 7

Cuadro 3. Porcentajes de insumos que se utilizó en la preparación del alimento y aporte proteico de cada insumo.

Insumo	Nivel de PB ¹ del insumo	Porcentaje de participación de insumos en la ración	Aporte de PB ¹ del insumo en la ración	Porcentaje de participación de insumos en la ración	Aporte de PB ¹ del insumo en la ración	Mención de Insumos del tratamiento 0 (La fórmula exacta es considerado secreto industrial) ²
		T1 = 24.98% PB ¹		T2 = 24.67% PB ¹		
H. Pescado	54.06	21%	11.35	12%	6.50	X
H. Moringa	21.18	55.67%	11.80	85%	18.00	-
H. Maíz	8.6	21.33%	1.83	2%	0.17	X
Premix	-	2%	-	1%	-	X
Total	-	100%	24.98	100%	24.67	

1 PB = Proteína Bruta. 2 otros insumos que posee: Harina de soya, Polvillo de arroz, Cloruro de colina, Antioxidante, Antimicótico, Harina de trigo, Lisina, Fosfato de monodicalcico, Carbonato de calcio, Cloruro de sodio, D-Metionina, Vit. C y Vit. E.

3.4.2. Datos biométricos

Los datos que se evaluaron fueron Longitud y Peso de los alevinos, y se realizaron los muestreos cada 15 días, iniciando con un tamaño de entre 4 a 5 cm y un peso de entre 2.94 y 2.96 gr. (Anexo 4). Para la toma de datos se consideró al 30% de la población de cada unidad experimental como muestra significativa.

3.4.3. Calidad de agua

Se evaluó utilizando un Kit LaMotte, en un intervalo de 7 días para pH, amonio, O₂, nitritos y temperatura 1 vez al día. (Anexo 4)

3.4.4. Índices zootécnicos

Para verificar la ganancia de longitud y peso de los ejemplares y su aprovechamiento del alimento proporcionado; se consideraron los siguientes parámetros:

- **Ganancia de peso (GP):**

Se obtiene del peso promedio final menos el peso promedio inicial.

$$GP = \text{Peso promedio final} - \text{Peso promedio inicial.}$$

- **Ganancia de peso diario (GPD):**

Se obtiene de la ganancia de peso entre el tiempo del experimento.

$$GPD = \frac{\text{Ganacia de peso}}{\text{tiempo de experimento}}$$

- **Ganancia de Longitud (GL):**

Se obtiene de la longitud promedio final menos la longitud promedio inicial.

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

- **Biomasa Ganada (BG)**

Se determina de la siguiente manera:

B. G. = Biomasa final – Biomasa inicial

- **Tasa crecimiento específico (TCE):**

Se expresa como porcentaje del crecimiento/día.

$$TCE = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{Tiempo (Dias)} \times 100$$

DONDE:

Pf = peso final

Pi = peso inicial

T = tiempo

ln = Logaritmo natural

- **Sobrevivencia (S):**

Se obtiene multiplicando por 100 el resultado de la división del número de ejemplares cosechados entre el número de ejemplares sembrados.

$$S (\%) = \frac{N^{\circ} Cosecha}{N^{\circ} Siembra} \times 100$$

- **Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA):**

Se obtiene del resultado de la división de la cantidad total de alimento ofrecido entre la biomasa ganada por los ejemplares sembrados.

$$ICAA = \frac{Cantidad\ de\ alimento\ ofrecido}{Biomasa\ ganada}$$

3.4.5. Composición Bromatológica

Se realizó mediante un análisis bromatológico de una muestra de los ejemplares, alimentados con harina de moringa, y alimentados con alimento balanceado comercial, de la investigación, para contrastar la influencia de la presencia de harina de moringa en la dieta de los mismos.

El análisis bromatológico se hizo en las instalaciones de la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Alimentaria de la UNAP. (Anexo 5)

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos fueron almacenados y procesados en hojas de Excel, y fueron analizados mediante Análisis de Varianza (ANOVA) a través del programa SPSS 21.

⁽²⁴⁾ También para verificar una correcta distribución de los ejemplares en estudio al inicio de la investigación se llevó a cabo la prueba de normalidad utilizando el programa Excel.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la prueba de normalidad.

4.1.1. Resultados para la densidad 1.

De acuerdo a los gráficos obtenidos (Anexo 3) se corrobora una distribución normal para la densidad 1 en todos los tratamientos, tanto en peso como en longitud.

4.1.2. Resultados para la densidad 2.

De acuerdo a los gráficos obtenidos (Anexo 3) se corrobora una distribución normal para la densidad 2 en todos los tratamientos, tanto en peso como en longitud.

Teniendo los resultados de distribución normales para ambas densidades de siembra, tanto en peso como en longitud, se comprueba que la presente investigación inició de forma óptima.

4.2. Crecimiento y sobrevivencia de los alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana”.

Para determinar el crecimiento (ganancia de longitud y peso) y su sobrevivencia; se consideraron los índices zootécnicos como indicadores biológicos (Anexo 2).

4.2.1. Crecimiento de los alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana”.

4.2.1.1. Ganancia de longitud de los alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana”.

Al iniciar el experimento, no se encontró diferencia significativa ($p < 0.05 - \alpha: 95\%$) entre la longitud de los alevinos. Se muestra en los gráficos 1 y 2, la ganancia en longitud que se obtuvo en los alevinos de gamitana, en 120 días de experimentación con alimento balanceado con moringa.

Este resultado muestra que la ganancia de longitud en 120 días de experimentación, en D1, en el T1 fue de 7.34 cm, en el T2 fue de 6.45 cm, y en el T0 5.92 cm. Por otro lado, en D2, se obtuvo ganancias de longitud de 7.22 cm para el T0, 7.47 cm para el T1 y finalmente 6.31 cm para el T2. Se evidencia en los gráficos que la diferencia del crecimiento en longitud entre tratamientos fue mínima.

Gráfico 1. Longitud Ganada en centímetros para Densidad 1

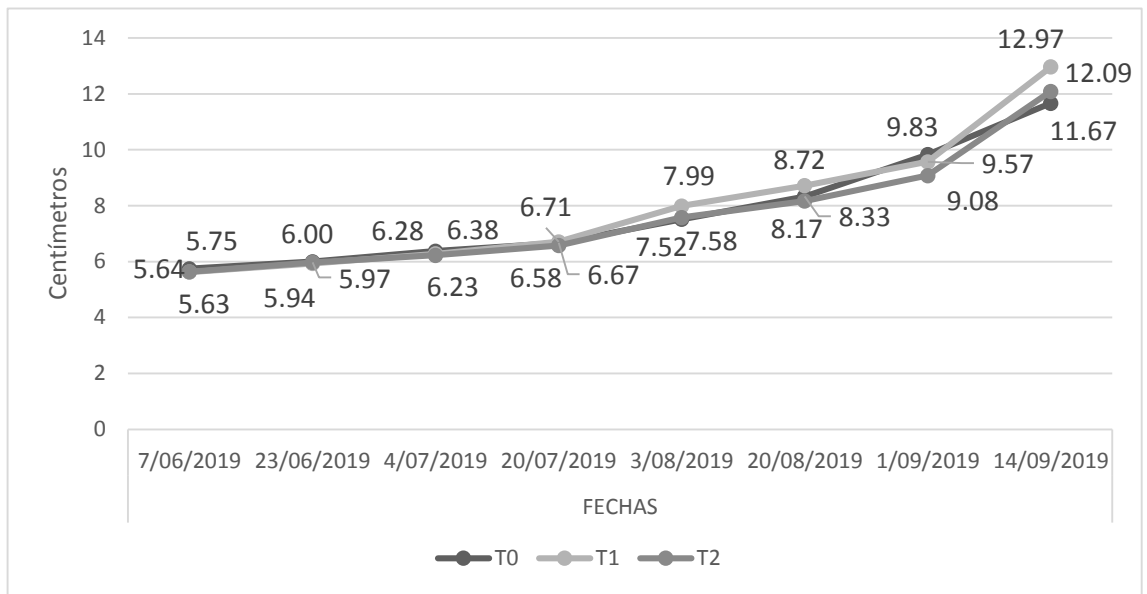
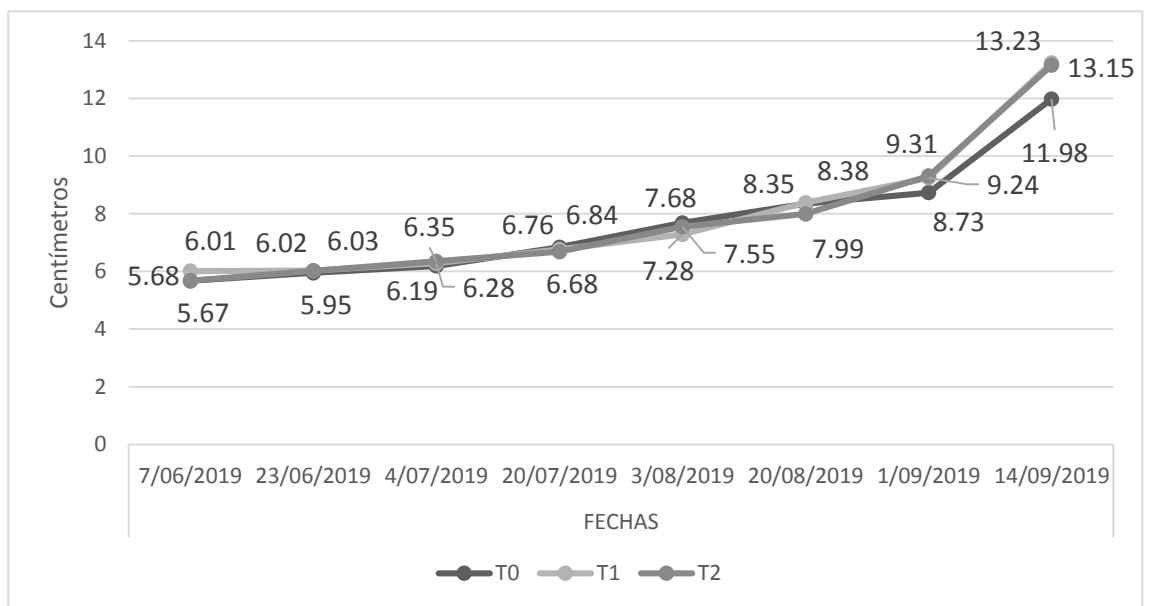


Gráfico 2. Longitud Ganada en centímetros para la Densidad 2



Cuadro 4. Longitud Ganada (ANOVA)

Fuentes de variación	GL	SQ	QM	F calculado	F tabla
Tratamientos	2	5.5142	2.7571	2.1236	4.75
Bloques	1	1.9078	1.9078	1.4694	0.2477
Interacción	2	0.7299	0.3649	0.2811	0.7627
Error o residuo	12	15.58	1.2983		

El cuadro 4, nos indica que el análisis de varianza realizado a la ganancia de longitud final, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05 - \alpha: 95\%$).

4.2.1.2. Ganancia de peso los alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana”.

Al iniciar el experimento, no se encontró diferencia significativa ($p < 0.05 - \alpha: 95\%$) entre el peso de los alevinos. Se muestra en los gráficos 3 y 4 la ganancia en peso que se obtuvo en los alevinos de gamitana, en 120 días de experimentación con alimento balanceado con moringa. Aparentemente las raciones alimenticias que contenían moringa en su composición nutricional tuvieron mejores resultados en ganancia de peso, indicando que probablemente existe influencia de la moringa en el desarrollo de los peces.

Este resultado muestra que la ganancia en peso, en 120 días de experimentación, en D1, en el T1 fue de 13.79 gr, en el T2 fue de 12.65 gr, y en el T0 11.24 gr. Por otro lado, en D2, se obtuvo ganancias en peso de 13.99 gr para el T1, 13.74 gr para el T2 y finalmente 11.89 gr para el T0. Se evidencia en los gráficos que la diferencia del crecimiento en peso entre tratamientos fue mínima.

Gráfico 3. Peso Ganado en gramos para la Densidad 1

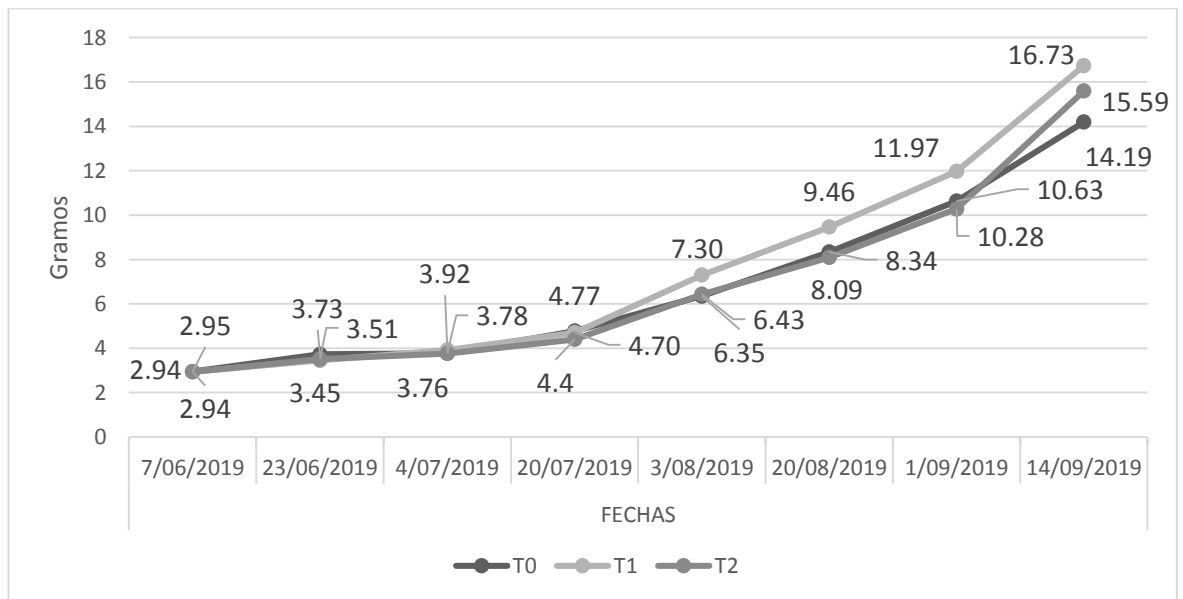
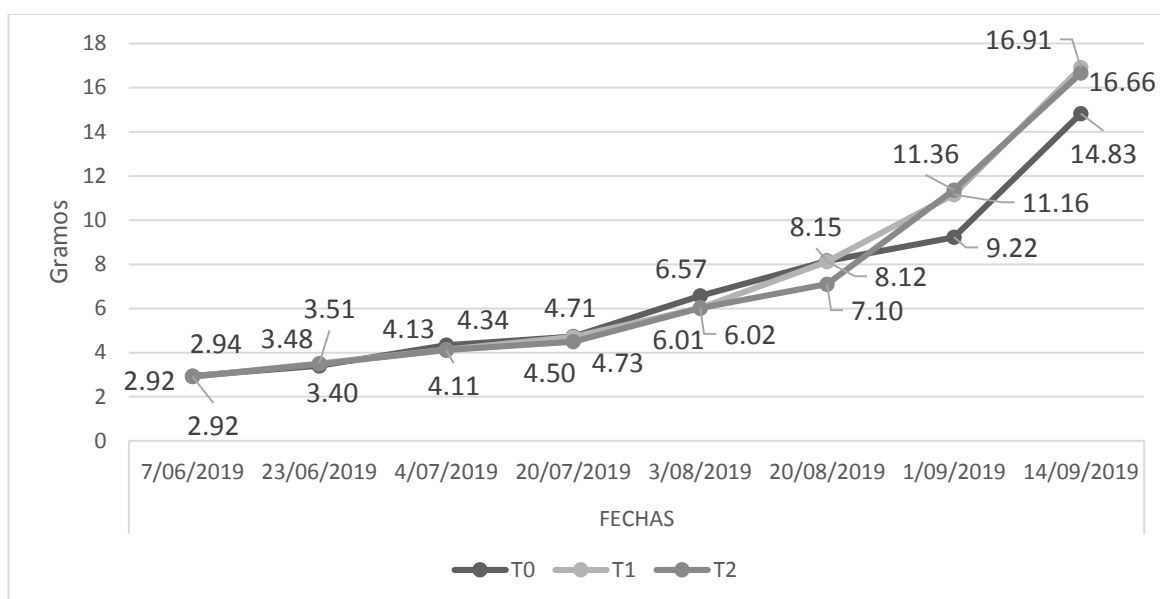


Gráfico 4. Peso Ganado en gramos para la Densidad 2



Cuadro 5. Peso Ganado (ANOVA)

Fuentes de variación	GL	SQ	QM	Calculado	Ftabla
Tratamientos	2	17.0999	8.5499	1.7376	4.75
bloques	1	2.2969	2.2969	0.4668	0.5134
Interacción	2	0.7377	0.3688	0.075	0.9278
Error o residuo	12	59.0453	4.9204		

El cuadro 5, nos indica que el análisis de varianza realizado a la ganancia de peso, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($p: 0.05 - \alpha: 95\%$).

4.2.2. Sobrevivencia de los alevinos de *Colossoma macropomum* "gamitana".

El cuadro, nos muestra el porcentaje de individuos que sobrevivieron al proceso de experimentación con harina de moringa en el alimento balanceado, otorgado a alevinos de gamitana.

Cuadro 6. Sobrevivencia (%)

Sobrevivencia	T1 =	T 2 =	T 0:
	24.98 %	24.67%	25%
D1	88.89	88.89	100
D2	92.59	96.30	100

El cuadro 6, nos indica que existe en total una sobrevivencia del 93.65% (177) de alevinos de gamitana, en los 120 días de experimentación

4.3. Índices zootécnicos

Cuadro 7. Índice zootécnico de la Densidad 1

Tratamiento	T0	T1	T2
Total de peces	9	27	27
Promedio Longitud inicial	5.75	5.63	5.64
Promedio Longitud final	11.67	12.97	12.09
Longitud ganada	5.92	7.34	6.45
Promedio Peso inicial	2.95	2.94	2.94
Promedio Peso Final	14.19	16.73	15.59
Ganancia de peso	11.24	13.79	12.65
Ganancia de peso diario	0.09	0.11	0.11
Biomasa inicial	26.55	79.38	79.38
Biomasa final	127.71	451.71	420.93
Biomasa ganada	100.45	372.33	341.55
TA	6%	6%	6%
Ración diaria inicial	1.6	4.76	4.76
Ración mensual inicial	48	142.8	142.8
Ración diaria final	7.66	27.10	25.26
Ración mensual final	229.8	813	757.8
ICAA	2.29	2.18	2.22
TCE	1.31	1.45	1.39
Sobrevivencia	100	88.89	88.89

Este resultado nos indica que el alimento fue asimilado por parte de los alevinos de gamitana, generando ganancias en peso y talla en el tiempo adecuado, pero sin obtener diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 8 Índice zootécnico de la Densidad 2

Tratamiento	T0	T1	T2
Total de peces	18	54	54
Promedio Longitud inicial	5.67	6.01	5.68
Promedio Longitud final	11.98	13.23	13.15
Longitud ganada	7.22	7.47	6.31
Promedio Peso inicial	2.94	2.92	2.92
Promedio Peso Final	14.83	16.91	16.66
Ganancia de peso	11.89	13.99	13.74
Ganancia de peso diario	0.10	0.12	0.11
Biomasa inicial	52.92	157.68	157.68
Biomasa final	266.94	913.14	899.64
Biomasa ganada	214.02	755.46	741.96
TA	6%	6%	6%
Ración diaria inicial	3.18	9.46	9.46
Ración mensual inicial	95.4	510.84	510.84
Ración diaria final	16.02	54.79	53.98
Ración mensual final	480.6	1643.7	1619.4
ICAA	2.24	2.18	2.18
TCE	1.35	1.46	1.45
Sobrevivencia	100	92.59	96.30

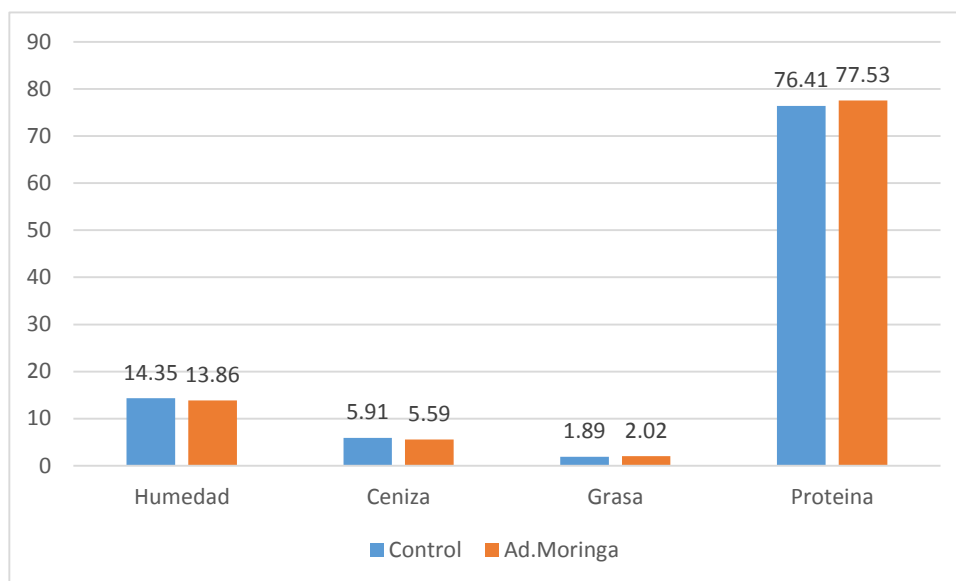
Este resultado nos indica que el alimento fue asimilado por parte de los alevinos de gamitana, generando ganancias en peso y talla en el tiempo adecuado, pero sin obtener diferencias significativas entre los tratamientos.

4.4. Composición bromatológica de los alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana”.

Con una muestra de 500 gr de filete de gamitana, se realizó el análisis de composición bromatológica. Este procedimiento fue ejecutado en la planta piloto de la Universidad Nacional de Amazonia Peruana.

El Gráfico 5, muestra los resultados bromatológicos de los alevinos de gamitana usados en el experimento. Se puede apreciar que la muestra de peces que consumieron del alimento balanceado con moringa, obtuvo una humedad de 13.86%, ceniza 5.59% grasas 2.02% y proteínas 77.53%, a diferencia de la muestra peces que consumieron alimento balanceado sin presencia de moringa, donde se obtuvo una humedad de 14.35%, ceniza 5.91%, grasas 1.89% y proteínas 76.41%.

Gráfico 5. Composición bromatológica de alevinos de gamitana



Cuadro 9. Análisis bromatológicos (ANOVA)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.14415	1	0.14415	0.000080720466703777	0.99326177	7.70864742
Dentro de los grupos	7143.1698	4	1785.7924	1		2
Total	7143.3139	5				

Se muestra el análisis de varianza del análisis bromatológico realizado a una muestra de los peces en cultivo, alimentado con balanceado (con moringa), el resultado nos indica que la F calculada (0.00008) es menor, que la F o valor crítica (7.708), lo que indicaría que no existe una diferencia significativa en la composición bromatológica de los alevinos de gamitana alimentados con alimento balanceado con moringa y alimento balanceado comercial.

4.5. Parámetros físico-químicos

Se muestra los resultados muestran que el pH registró un promedio durante toda la investigación de 6.17 ± 0.24 . La temperatura como factor físico importante en la producción piscícola, mostro un registro promedio de 27.76 ± 0.80 °C. En el caso de

nitritos y amonio como parámetros químicos, indicadores de pésima calidad de agua, se obtuvo un registro promedio de 0.027 ± 0.026 °C y 0.02 ± 0.026 ppm. Finalmente, con respecto al oxígeno disuelto se obtuvo un registro promedio de 6.17 ± 0.24 ppm.

Cuadro 10. Parámetros físico – químicos

<i>pH</i>		<i>Amonio</i>		<i>Oxígeno</i>		<i>Nitrito</i>		<i>Temperatura</i>	
Media	6.167	Media	0.023	Media	6.173	Media	0.027	Media	27.76
Mediana	6.000	Mediana	0.000	Mediana	6.200	Mediana	0.050	Mediana	27.50
Moda	6.000	Moda	0.000	Moda	6.000	Moda	0.050	Moda	27.00
Desviación estándar	0.244	Desviación estándar	0.026	Desviación estándar	0.237	Desviación estándar	0.026	Desviación estándar	0.80
Varianza de la muestra	0.060	Varianza de la muestra	0.001	Varianza de la muestra	0.056	Varianza de la muestra	0.001	Varianza de la muestra	0.64
Rango	0.5	Rango	0.05	Rango	0.7	Rango	0.05	Rango	2.5
Mínimo	6	Mínimo	0	Mínimo	5.8	Mínimo	0	Mínimo	27
Máximo	6.5	Máximo	0.05	Máximo	6.5	Máximo	0.05	Máximo	29.5
Cuenta	15	Cuenta	15	Cuenta	15	Cuenta	15	Cuenta	15
Prom \pm DS: 6.17 \pm 0.24		Prom \pm DS: 0.02 \pm 0.026 ppm		Prom \pm DS: 6.17 \pm 0.24 ppm		Prom \pm DS: 0.027 \pm 0.026 °C		Prom \pm DS: 27.76 \pm 0.80 °C	

Cuadro 11. Promedio de los Parámetros de Calidad de agua

Parámetros limnológicos	Promedio
Temperatura (°C)	27.76
Oxígeno disuelto (ppm)	6.17
pH (UI)	6.17
Amonio (ppm)	0.02
Nitrito (ppm)	0.02

La gamitana es un pez tropical que muere si la temperatura es menor a 15° C y se desarrollan entre 25°C y 32° C, obteniéndose el mayor crecimiento entre 25° C y 30° C (temperaturas demasiado altas o bajas pueden ocasionar estrés que los hacen susceptibles a las enfermedades y reducen su crecimiento). Las concentraciones de oxígeno deben mantenerse entre 3 y 6,5 ppm, en cuanto a dureza del agua la

cachama puede adaptarse y crecer bien con valores superiores a los 40 ppm y 150 ppm, creciendo mejor entre 60 y 80 ppm ⁽²⁵⁾, por tanto, este resultado nos indica que los parámetros físicos y químicos evaluados durante la investigación se encuentran en los rangos óptimos para cultivos piscícolas. Sin existir diferencias significativas entre los datos de inicio del experimento y los datos al final del experimento.

4.6. Costo de las raciones producidas

Cuadro 12. Precios de las raciones por Kg.

Insumo	Precio del insumo x 1kg	Precio de para 1 kg de ración con harina de moringa al 55.67%	Precio de para 1 kg de ración con harina de moringa al 85%
Harina de pescado	S/ 7.00	S/ 1.47	S/ 0.84
Harina de moringa	S/ 5.00	S/ 2.78	S/ 4.25
Harina de maíz	S/ 6.00	S/ 1.28	S/ 0.12
Premix	S/ 25.00	S/ 0.50	S/ 0.25
Precio total por 1 kg de ración		S/ 6.03	S/ 5.46

Se muestra en el cuadro, el costo que tiene producir raciones con harina de moringa elaborada por medios propios, dándole a la harina de moringa un valor simbólico de s/. 5.00 soles por kg., teniendo que para la ración con participación de harina de moringa al 55.67% el costo sería de s/. 6.03 soles, mientras que para la ración con participación de harina de moringa al 85% el costo sería de s/ 5.46 soles.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Crecimiento de los alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana”.

En la presente investigación el crecimiento en peso y longitud de los alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*, no tuvo diferencia significativa ($P < 0.05$) en los 120 días de experimentación, a dos diferentes densidades de 4 alevinos/m³ (D1) y 8 alevinos/ m³, pero si se observó una aparente mejoría de resultados que el testigo (alimento de control usualmente comercializado), el cual era un alimento comercial común.

De diferente manera, se reporta en otra investigación, donde trabajaron con una especie diferente a la gamitana, en la que evaluaron la idoneidad de la harina de hoja de moringa liofilizada (*Moringa oleífera*), como una fuente de proteína alternativa para la Tilapia del Nilo, *O. niloticus*. En este caso, en la tilapia como un pez de tendencia omnívora al igual que la gamitana, en el cual se experimentó con la formulación de 3 dietas experimentales con harina de hoja de moringa a niveles del 10 %, 20 % y 30 % de la proteína dietética total, resultando que la dieta con inclusión de 10% de harina de moringa no produce crecimiento del pez, a diferencia de las dietas con mayores niveles de inclusión de hojas de moringa (20% y 30%) que redujeron significativamente el rendimiento de crecimiento de los peces como la tilapia del Nilo.

⁽⁵⁾ Esto evidencia diferencias significativas en el crecimiento de los peces en el mencionado experimento, lo cual difiere de los resultados obtenidos en la presente investigación en la que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Caso contrario ocurrió en, otra investigación similar con tilapia del Nilo, *O. niloticus* y *O. mossambicus*, donde se evaluó el efecto de la sustitución de la harina de sardina por harina de hoja de *M. oleífera* en un 10, 20 y 30% la proteína de la harina de sardina. Este experimento demostró que este ingrediente puede sustituir hasta en un

20% a la proteína de la harina de sardina, sin afectar el crecimiento de la tilapia (es decir que el crecimiento se mantiene en el rango normal de la especie, y esto puede deberse, por la mínima cantidad de moringa utilizada en la dieta de tilapia, y al hecho de que la materia prima no era liofilizada como en el caso anterior. ⁽²⁾

En este contexto, se reporta en otra investigación con 225 juveniles de *Clarias gariepinus* o bagre africano. Esta investigación fue para evaluar la harina de forraje de moringa (*Moringa olifeira*) como sustituto parcial de las harinas de pescado y de maíz en el alimento comercial que se utiliza en el cultivo de estos peces. Se concluyó que 12,5% y 25,0% de harina de forraje de moringa disminuyeron los indicadores productivos en *Clarias gariepinus*, teniendo en cuenta que los bagres tienen tendencias carnívoras, por lo que se pone en evidencia la deficiencia de la moringa en su crecimiento. ⁽⁶⁾ Lo cual es contrario a lo ocurrido la gamitana, quien no obtuvo diferencias significativas en su crecimiento en comparación con la dieta comercial.

A diferencia de los trabajos expuestos anteriormente, otra investigación ⁽⁷⁾ reporta que si tuvo ganancias de peso y talla en sus especímenes en estudio. En este experimento evaluó el crecimiento de la mojarra tilapia *O. niloticus*, alimentadas con una dieta elaborada con harina de moringa con una concentración total de 42% de Proteína Bruta (PB), contra un alimento artificial de uso comercial con una concentración de 42% y 52% de Proteína Bruta (PB). Se encontró que con la dieta elaborada con harina de moringa se obtuvieron crecimientos en talla y peso iguales a los obtenidos con la dieta comercial de 42% de proteína, indicando que esta dieta a base de moringa puede ser una buena estrategia de alimentación para disminuir los costos de producción.

Así mismo, en otra investigación se llevó a cabo un experimento para determinar el efecto de suplemento con harina de kudzu en la ganancia de peso en alevinos y juveniles de gamitana, para lo cual se utilizó en el primer año 270 juveniles durante 4 meses y 540 alevinos en el segundo año durante 9 meses, distribuidos en 9

unidades experimentales de 30 juveniles y 60 alevinos respectivamente. Los tratamientos fueron T1, T2 y T3 con niveles de 0%, 10% y 20% de harina de kudzu cuya dieta contiene 22 % de PT para juveniles 0%, 5% y 10% con 30% de PT para alevinos. Los parámetros evaluados fueron incremento de peso y de talla, los mismo que se evaluaron en forma mensual, los mismos eran utilizados para el reajuste del porcentaje de alimento a suministrar y disminuir la densidad en forma progresiva. Los tratamientos evaluados con relación al T1 (testigo), el T3 alcanzaron mejores valores tanto en juveniles y alevinos. Al final del ensayo, no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos en incremento de peso. De igual manera con respecto a talla no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos donde el T3 alcanzo 28 cm en ambos casos. ⁽⁸⁾

Se puede suponer que los resultados de falta de ganancia en peso y talla de los peces alimentados con balanceado con inclusión de moringa, fue por utilizar fracciones incorrectas de la planta para elaborar la harina, porque la composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta; y se encuentran valores altos de proteína (24.99%) y energía metabolizable (2.81 cal/kg) en las hojas y el más bajo valor de fibra cruda ⁽²⁷⁾. También tendríamos en cuenta que el porcentaje alimenticio ofertado, de acuerdo al porcentaje de inclusión de harina de moringa, podría no ser el adecuado.

En este último dato de energía metabolizante, es un dato similar al obtenido en una investigación ⁽²⁷⁾, donde se obtuvo que la energía digestible para gamitana es de 2.969 Mcal/Kg, de la torta de soya. En esta investigación los peces obtuvieron diferencias significativas entre las ganancias de peso, de cada uno de sus tratamientos.

Sin embargo, se reporta otra investigación que obtuvo resultados positivos, donde existió ganancia de peso en sus peces, con la inclusión de harina de moringa en su dieta alimenticia. ⁽²⁴⁾

En otra investigación el objetivo fue evaluar el crecimiento de los alevinos de paco *Piaractus brachypomus* y del híbrido pacotana alimentados con dietas balanceadas isoproteicas (26% PB), conteniendo 3 niveles de inclusión de harina de lenteja de agua, *Lemna sp.* (T2 = 10%, T3 = 20%, T4 = 30%), comparadas a una dieta control (T1 = 0%) durante 120 días; conducido en el Centro de Investigaciones Quistococha del IIAP en Iquitos, Perú. Se utilizaron un total de 60 pacos y 60 pacotanas que fueron colocados en grupos de 5 individuos en 24 jaulas sumergidas de 1.73 m³. La dieta testigo junto a los tratamientos T2 tuvieron los mejores efectos sobre el crecimiento en *P. brachypomus*. Indicándonos mejores efectos sobre el crecimiento de paco, hasta un 10% de inclusión de harina de lenteja de agua en raciones alimenticias para la especie. De igual manera, el desempeño de pacotana alimentados con el T2 (10% de harina de Lemna) fue significativamente superior, resultado que evidencia que la inclusión al 10% de harina de lenteja de agua en raciones para pacotana, presenta mejores efectos sobre el crecimiento de este híbrido. ⁽²⁹⁾

5.2. Sobrevivencia

En la presente investigación, se obtuvo una sobrevivencia del 93.65% (177) de alevinos de gamitana, en los 120 días de experimentación.

Caso contrario lo reportan ⁽⁵⁾, quienes tuvieron un éxito del 100% de sobrevivencia, evaluando la idoneidad de la harina de hoja de moringa liofilizada (*Moringa oleífera*), como una fuente de proteína alternativa para la Tilapia del Nilo, *O. niloticus*. De la misma manera, ⁽²⁾, que obtuvo un 100% de sobrevivencia evaluando el efecto de la sustitución de la harina de sardina por harina de hoja de *M. oleífera* en un 10, 20 y 30% la proteína de la harina de sardina. En este contexto ⁽⁶⁾, reporta un dato similar (sobrevivencia 100%), trabajando con *Clarias gariepinus* o bagre africano, evaluando la harina de forraje de moringa (*Moringa olifeira*) como sustituto parcial de las harinas de pescado y de maíz en el alimento comercial que se utiliza en el cultivo de estos peces.

Y finalmente, ⁽⁷⁾ reportaron un 100% de sobrevivencia en el estudio que evaluó el crecimiento de la mojarra tilapia *O. niloticus*, alimentadas con una dieta elaborada con harina de moringa con una concentración total de 42% de Proteína Bruta (PB), contra un alimento artificial de uso comercial con una concentración de 42% y 52% de Proteína Bruta (PB).

Este dato de sobrevivencia nos demuestra que el manejo de los peces, en el proceso de experimentación fue adecuado, ya que la sobrevivencia fue mayor al 90%, lo que genera probabilidades bajas de pérdida de producción. En este sentido se puede especificar el adecuado mantenimiento de la calidad del agua, sumado a la aceptación del alimento con moringa en su composición, el cual tampoco generó efectos adversos en los peces, que posteriormente ocasionarían a la muerte de los mismos.

5.3. Densidades de siembra

Se utilizó dos densidades de siembra, la primera con 4 alevinos/m³ y la segunda con 8 alevinos/m³, en lo cual teniendo como base el resultado de ganancia de peso y longitud y el resultado del ANOVA, que nos indica que no hay diferencia significativa, se obtiene un resultado favorable en el cual la densidad no ha influenciado negativamente el crecimiento de los ejemplares en estudio.

Por otro lado, en una investigación realizada el 2009, se evaluó la posible influencia de tres densidades de cultivo en jaulas flotantes (T1: 5, T2: 10 y T3: 15 peces/m³) sobre el crecimiento de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*. Se utilizaron 90 peces con 71.67 g y 15.63 cm; 76.83 g y 16.16 cm y 67.00 g y 15.67 cm de peso y longitud promedio para el T1, T2 y T3 respectivamente, los cuales fueron distribuidos en 9 jaulas, alimentados con una dieta extrusada de 22% de proteína bruta, con una tasa de alimentación de 4% de la biomasa de cada jaula. El ensayo tuvo una duración de 168 días y se ejecutó en el Caño San Pedro en Loreto, Perú.

Se monitoreo el peso y la longitud cada 28 días para evaluar el crecimiento. La calidad del agua fue monitoreada semanalmente (temperatura, oxígeno disuelto, pH, transparencia, amonio y nitritos). Se utilizó el ANOV A ($P < 0.05$) para el análisis de los datos. Se registraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en cuanto al peso final, longitud final, ganancia de peso, ganancia de longitud, ganancia de peso diario, tasa de crecimiento específico, tasa de crecimiento relativo, factor de condición y eficiencia del alimento. Sin embargo, no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) en el índice de conversión alimenticia aparente. Además, se logró una sobrevivencia de 100, 96.67 y 95.55% por cada tratamiento. Respecto a la influencia de tres densidades en el crecimiento de *Colossoma macropomum*, se evidenció que es significativa. En esta investigación los resultados demostraron que el T1 (5 peces/m³) influye significativamente en la ganancia de peso, longitud e índices zootécnicos de "gamitana" *Colossoma macropomum*. Según los resultados, la densidad recomendada para iniciar un cultivo intensivo de juveniles de gamitana es de 5 peces/m³; debido a que mostraron un mejor peso corporal final y una mejor ganancia de peso corporal. ⁽²⁸⁾ Lo cual también difiere con los datos obtenidos en la presente investigación en la cual como ya se mencionó la densidad no influyo en el crecimiento de los ejemplares.

5.4. Composición bromatológica de los alevinos de *Colossoma macropomum* "gamitana"

La composición bromatológica de los alevinos de gamitana alimentados con moringa y con alimento balaceado comercial común, no mostraron diferencia significativa entre sus datos de humedad, ceniza, grasas y proteínas. El experimento que se trabajó con una muestra de 500 gr, antes y después de la experimentación con harina de moringa, mostro que la adición de moringa influyo en la disminución de la humedad (14.35% a 13.86%) y ceniza (5.91 a 5.59%) en la composición bromatológica de los alevinos de gamitana. Caso contrario de observa en las grasas

(1.89 a 2.02) y proteínas (76.41 a 77.53) quienes experimentaron un aumento en la composición bromatológica de los animales en estudio, lo cual al ser analizado se encuentra que no es significativo.

A la actualidad no se reporta un trabajo que contemple dentro de sus objetivos el análisis de la composición bromatológica de peces alimentados con moringa, demostrando que el dato obtenido en la presente investigación pueda servir como base de estudio para otras investigaciones similares en peces amazónicos.

Sin embargo, se tiene una investigación con lenteja de agua cuanto al análisis bromatológico, en el paco se obtuvo como valor inicial $59.58 \pm 0.86\%$, y los valores finales estuvieron entre $62.64 \pm 0.47\%$ y $61.17 \pm 0.96\%$ de los tratamientos T2 y T3 respectivamente, mientras que para pacotana el valor inicial fue de $58.33 \pm 0.08\%$ y los valores finales estuvieron entre $64.68 \pm 0.65\%$ y $63.44 \pm 0.49\%$ de los tratamientos T2 y T3 respectivamente. ⁽²⁹⁾

5.5. Parámetros físico-químicos

Los parámetros limnológicos, en los 120 días de experimentación, muestra pH con un registro promedio de 6.17 ± 0.24 . La temperatura como factor físico importante en la producción piscícola, mostro un registro promedio de 27.76 ± 0.80 °C. En el caso de nitritos y amonio como parámetros químicos, indicadores de pésima calidad de agua, se obtuvo un registro promedio de 0.027 ± 0.026 °C y 0.02 ± 0.026 ppm y finalmente con respecto al oxígeno disuelto se obtuvo un registro promedio de 6.17 ± 0.24 ppm.

Estos parámetros físicos y químicos, se encontrarían en los rangos óptimos para la producción piscícola, y así lo reporta el IIAP 2007, que indica que el pH puede oscilar entre 6 y 6.5, la temperatura puede oscilar entre 27 y 29° C, el oxígeno disuelto entre 3 a 5 ppm, amonio >0.05 ppm. Sumado a este dato proporcionado Guerra & Saldaña, 2002, indica que La gamitana es un pez tropical que muere si la temperatura es

menor a 15° C y se desarrollan entre 25°C y 32° C, obteniéndose el mayor crecimiento entre 25° C y 30° C (temperaturas demasiado altas o bajas pueden ocasionar estrés que los hacen susceptibles a las enfermedades y reducen su crecimiento). Las concentraciones de oxígeno deben mantenerse entre 3 y 6,5 ppm, en cuanto a dureza del agua la cachama puede adaptarse y crecer bien con valores superiores a los 40 ppm y 150 ppm, creciendo mejor entre 60 y 80 ppm ⁽²⁵⁾, por lo tanto, se estima que el mantenimiento de la calidad del agua para la investigación eran las adecuadas para la especie.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

- El crecimiento de los alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*, fue evaluado en 2 diferentes densidades de siembra y proporcionando alimento en base a harina de Moringa a dos diferentes concentraciones (55.67 % y 85 %), en lo cual mediante el análisis de los índices zootécnicos se evidencia que no mostraron diferencias significativas en su ganancia de peso y longitud, en relación al testigo o control, también se obtuvo una sobrevivencia del 93.65% para los 3 tratamientos, por lo cual se concluye que la harina de moringa debe ser considerada a futuro como un insumo favorable para la alimentación de esta especie.
- La composición bromatológica de los alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*, que fue comprobada utilizando dos muestras diferentes, la primera con ejemplares que no recibieron alimento con harina de moringa, y la segunda con ejemplares que si recibieron el alimento con harina de moringa, habiendo posteriormente realizado una comparación, se evidencia que no muestra diferencia significativa entre las muestras, llegando a la conclusión de que el insumo no afectó de forma negativa a los ejemplares en estudio, mientras se realizó la investigación.
- La evaluación de los parámetros limnológicos (parámetros físico-químicos), en los 120 días de experimentación, muestra valores que son normales para las condiciones y crianza de esta especie, por lo cual se concluye que la calidad de agua se mantuvo estable y en óptimas condiciones durante la investigación.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda profundizar estudios en el efecto de la harina de moringa en especies amazónicas, por tratarse de un insumo natural y que probablemente pueda abaratar costos en el caso de ser trabajado por los propios productores.
- Realizar un control de la calidad de semilla de la especie en estudio durante el primer mes del proceso de experimentación, para verificar el correcto crecimiento de los ejemplares.
- Realizar trabajos de investigación a futuro sobre el nivel de digestibilidad de la inclusión de harina de moringa en alimento balanceado para gamitana.
- También realizar estudios en las plantas de moringa producidas localmente para verificar la variación de sus componentes y sobre todo de la toxicidad de este insumo.
- Realizar investigaciones que tengan una mayor duración para evidenciar los posibles efectos que pudiera tener el insumo en el crecimiento y composición de los ejemplares.

CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Taboada B. Walberto, Garcia C. Argenis, Longart Gregorio. Producción de alimento balanceado alternativo, para peces a base de subproductos de origen vegetal y animal, en el centro experimental de investigaciones y prácticas agropecuarias (C.E.I.P.A.). Proyecto para ser presentado en las Olimpiadas Venezolanas Agroecológicas (OVA). 2012.
2. Rivas-Vega Martha Elisa, Miranda Baeza Anselmo y Sandoval-Muy María Idalia. Avances en la evaluación de ingredientes para tilapia (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. Sonora, Mexico. 2010.
3. Pineda M. Moringa el súper alimento para tilapias y otros peces tropicales [Internet]. Piscicultura global. 2018. Disponible en: <https://www.pisciculturaglobal.com/1721-2/>
4. Geoff Folkard y John Sutherland. Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades. Traducido de Agroforestry Today.1996 Vol. 8 No 3. P. 5-8 por Ariadne Jiménez U.C.R., Turrialba, Costa Rica.
5. Richter N, Siddhuraju P, Becker K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture. 2003; 217(1-4):599–611.
6. Iglesias JEL, Pérez JT, García LS. Evaluación de la harina de moringa (*Moringa oleifera* Lam) en *Clarias gariepinus*. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. 2016;33(1):0138–8452.
7. López-Aguilar, Socorro Guadalupe; Maldonado-Castro, Martha Carolina; Martínez-Alvarado, Kenia Mireya; Vázquez-Hernández, Cynthia Karol; Asesores Constantino-Franco, José Francisco; y Figueroa-Gálvez, Carlos Fernando. 2017. Dieta especializada a base de moringa para el cultivo y desarrollo de la mojarra tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).
8. Ing. Magno R. Reyes, Ing. Marco A. Mathios, Ing. María E. Díaz. (2010) EFECTO DE SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON HARINA DE KUDZU

(Pueraria phaseoloides) EN EL CRECIMIENTO Y GANANCIA DE PESO EN JUVENILES Y ALEVINOS DE GAMITANA (*Colossoma macropomum*).

9. Maria Salete Alves Rangel. *Moringa oleifera* Uma Planta de Uso Múltiplo. Revista Circular Técnica N°9. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 1999. 41p.
10. Consuelo Arias Sabín y Miguel Godino García. Proyecto de Investigación. Estudio de las Posibles Zonas de Introducción de la *Moringa oleifera* Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares E Islas Canarias. Universidad Politécnica de Madrid - Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid, febrero 2014.
11. Rafael Canett-Romero, Karla Lizbeth Arvayo-Mata, Nataly Vanessa Ruvalcaba-Garfias. Aspectos Tóxicos Más Relevantes de *Moringa oleifera* y sus Posibles Daños. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, Biotecnia. Volumen XVI, Número 2, 36-43 (2014). Universidad de Sonora.
12. Paul, C.W. y Didia B.C. 2012. The Effect of Methanolic Extract of *Moringa oleifera* Lam Roots on the Histology of Kidney and Liver of Guinea Pigs. Asian Journal of Medical Sciences. 4(1):55-66.
13. Lim, T. K. 2012. Edible Medicinal and Non Medicinal Plants, Volume 3. Springer Dordrecht. Makkar, H. P. S., y Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. Elsevier Science, 63(1-4): 211-228.
14. Nellis, D.W. (Ed.). 1997. Poisonous plants and animals of Florida and the Caribbean. 1st. ed. Pineapple Press, Inc. Florida.
15. Asare, A.G., Gyan, B., Bugyei, K., Adjei, S., Mahama, R., Addob, P., Otu-Nyarko, A., Kwame, W.E. y Nyarko, A. 2011. Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. Journal of Ethnopharmacology. 139: 265-272.
16. Ayotunde, E.O., Fagbenro, O.A., Adebayo, O.T., y Amoo, A.I. 2011. Toxicity of Aqueous Extracts of Drumstick, *Moringa oleifera*, Seeds to Nile tilapia,

Oreochromis niloticus, Fingerlings and Adults. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science, 1(4): 200-208.

17. Adedapo, A.A., Mogbojuri, O.M. y Emikpe, B.O. 2009. Safety evaluations of the aqueous extract of the leaves of *Moringa oleifera* in rats. Journal of Medicinal Plants Research. 3(8):586-591.
18. Bennett, R.N., Mellon, F.A., Foidl, N., Pratt, J.H., Dupont, M.S., Perkins, L. y Kroon P.A. 2003. Profile of glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 4: 51(12): 3546-3553.
19. Nomura (1984). Importancia Económica de los Colossoma, Guía Detallada de Recursos Hidrobiológicos. FONDEPES. Lima – Perú. 70 pp.
20. Alcántara, B. F. (1999). Cartilla de Piscicultura. Programa de seguridad alimentaria para unidades productivas familiares de Acuicultura y Comuneros de las Provincias de Maynas y Loreto. Departamento de Loreto, Perú. Editorial Milenium. Iquitos – Perú, 43 pp.
21. Goulding, P. (1980). The Nature of Fish Migration in the Rio Madeira basin. The Fishes and the Forest. University of California. 40-41 pp.
22. Araujo–Lima, C. & Goulding, M. (1997). Frutos do Tambaqui, Ecologia e conservação do Tambaqui. Colombia University Press, USA. 150 pp.
23. Villon, E. (2002). Manual de cultivo de gamitana. Gerencia de Acuicultura – FONDEPES
24. Banzatto, D. A. & Kronka, S. Do N. 1989. Experimentação Agrícola. Departamento de Ciências Exatas. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP. Jaboticabal. Br.
25. Benítez, E. & C. Venegas. 2003. Guía para el Cultivo de Cachama. 1ra. edic. Universidad Nacional de Loja. 12-13-22-23pp.

26. Garavito, U.2008. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel.
27. CÉSAR AUGUSTO BARBOZA HUAMÁN. 2013. Determinación de la digestibilidad de nutrientes y la energía digestible de la torta de soya (*glycine max*) en juveniles de gamitana (*colossoma macropomum*)". Tesis para optar el Título de: INGENIERO ZOOTECNISTA. Universidad nacional agraria la molina facultad de zootecnia departamento académico de nutrición
28. Cardama Casique, José Antonio & Sánchez Hidalgo, Sandra Milagros (2009). Influencia de la densidad de siembra en el crecimiento de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) en jaulas flotantes en el caño San Pedro, cuenca baja del río Nanay. Loreto, Perú.
29. Machuca Espinar, Diana Janeth & Mejía Poquioma, Percy Wanderly (2009). UTILIZACIÓN DE LA HARINA DE LENTEJA DE AGUA, *Lemna sp.* (LEMNACEAE) EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINOS DE PACO, *Piaractus brachypomus* Y PACOTANA (*P. brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂), CRIADOS EN JAULAS. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
30. Paniagua, Antonio; Chora, José & Castañeda, Maricela (2015). Establecimiento de un Huerto Semillero para obtención de germoplasma de *Moringa Oleífera*, en el Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Michoacán. Publicado en la Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Junio 2015 Vol.2 No.3 435-448pp.
31. Salinas, Martín. 2014. Estudio del crecimiento y reproducción de *Moringa oleifera* Lam en la Provincia de Buenos Aires.

ANEXOS

Anexo 1. Lugar de investigación



Fuente: Programa Sasplanet configurado con mapa satelital de google.

Instalaciones de Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza – Piscigranja Quistococha, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, que se encuentra ubicado en el Km 6 margen izquierdo de la carretera Iquitos – Nauta, a los 3° 49' 75" LS y 79° 19' 37" LO, caserío de Quistococha, distrito de San Juan, departamento de Loreto; se puede apreciar en la imagen satelital parte del proceso de construcción de las unidades experimentales.

Anexo 2. Índices zootécnicos

D1	T1 = 24.98 %	T2 = 24.67%	T 0: 25%
Total de peces	27	27	9
Promedio Longitud inicial	5.63	5.64	5.75
Promedio Longitud final	12.97	12.09	11.67
Longitud ganada	7.34	6.45	5.92
Promedio Peso inicial	2.94	2.94	2.95
Promedio Peso Final	16.73	15.59	14.19
Ganancia de peso	13.79	12.65	11.24
Ganancia de peso diario	0.11	0.11	0.09
Biomasa inicial	79.38	79.38	26.55
Biomasa final	451.71	420.93	127.71
Biomasa ganada	372.33	341.55	100.45
TA inicial	6%	6%	6%
Racion diaria inicial	4.76	4.76	1.6
Ración mensual inicial	142.8	142.8	48
Ración diaria final	27.10	25.26	7.66
Ración mensual final	813	757.8	229.8
ICAA	2.18	2.22	2.29
TCE	1.45	1.39	1.31
Sobrevivencia	88.89	88.89	100
D2	T1 = 24.98 %	T2 = 24.67%	T 0: 25%
Total de peces	54	54	18
Promedio Longitud inicial	6.01	5.68	5.67
Promedio Longitud final	13.23	13.15	11.98
Longitud ganada	7.47	6.31	7.22
Promedio Peso inicial	2.92	2.92	2.94
Promedio Peso Final	16.91	16.66	14.83
Ganancia de peso	13.99	13.74	11.89
Ganancia de peso diario	0.12	0.11	0.10
Biomasa inicial	157.68	157.68	52.92
Biomasa final	913.14	899.64	266.94
Biomasa ganada	755.46	741.96	214.02
TA inicial	6%	6%	6%
Racion diaria inicial	9.46	9.46	3.18
Ración mensual inicial	510.84	510.84	95.4
Ración diaria final	54.79	53.98	16.02
Ración mensual final	1643.7	1619.4	480.6
ICAA	2.18	2.18	2.24
TCE	1.46	1.45	1.35
Sobrevivencia	92.59	96.3	100

Gráfico 7. Distribución normal del peso para T0/D1

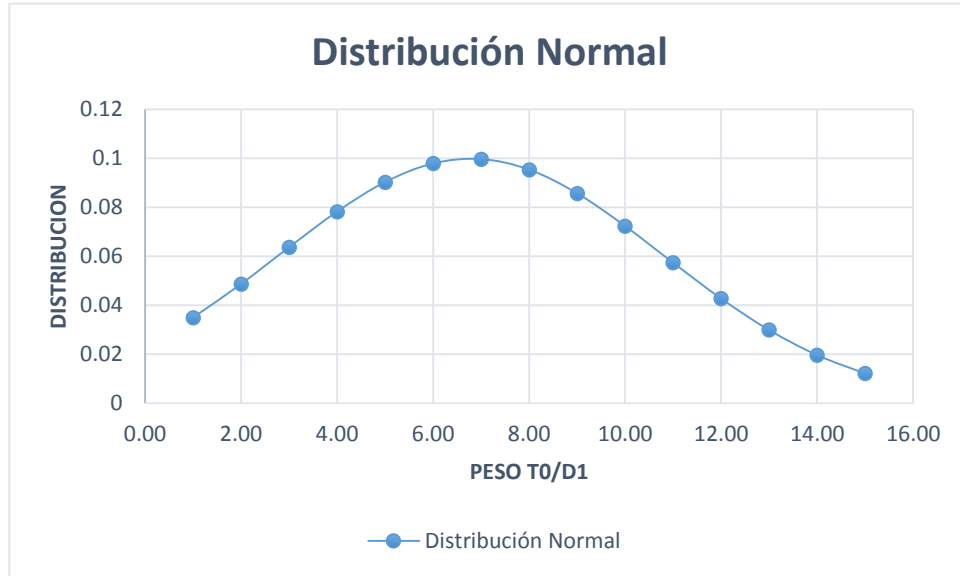


Gráfico 8. Distribución normal de la longitud para T0/D1

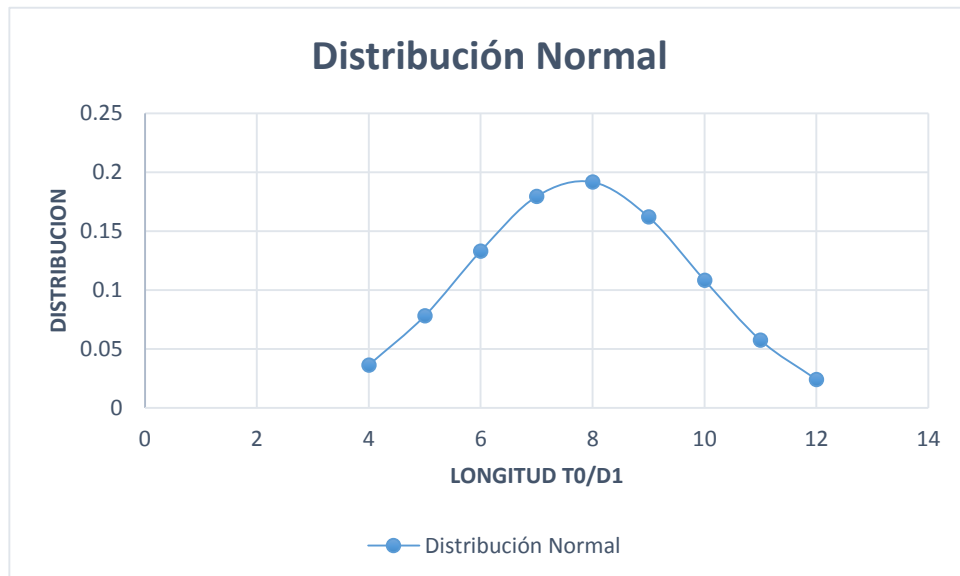


Gráfico 9. Distribución normal del peso para T1/D1

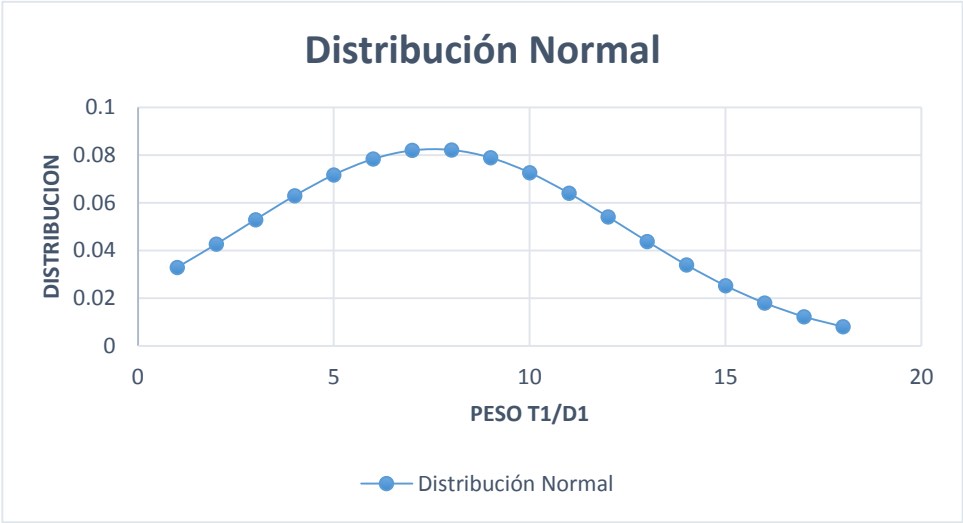


Gráfico 10. Distribución normal de la longitud para T1/D1

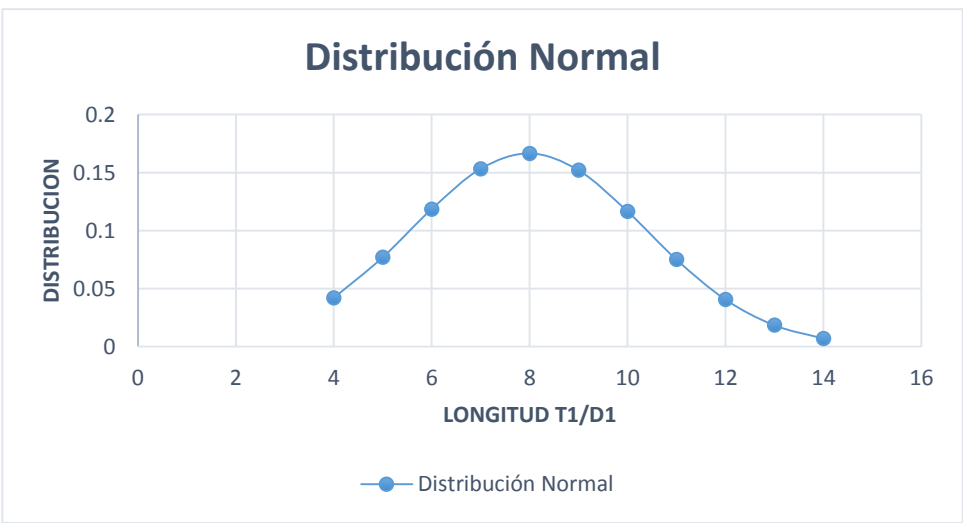


Gráfico 11. Distribución normal del peso para T2/D1

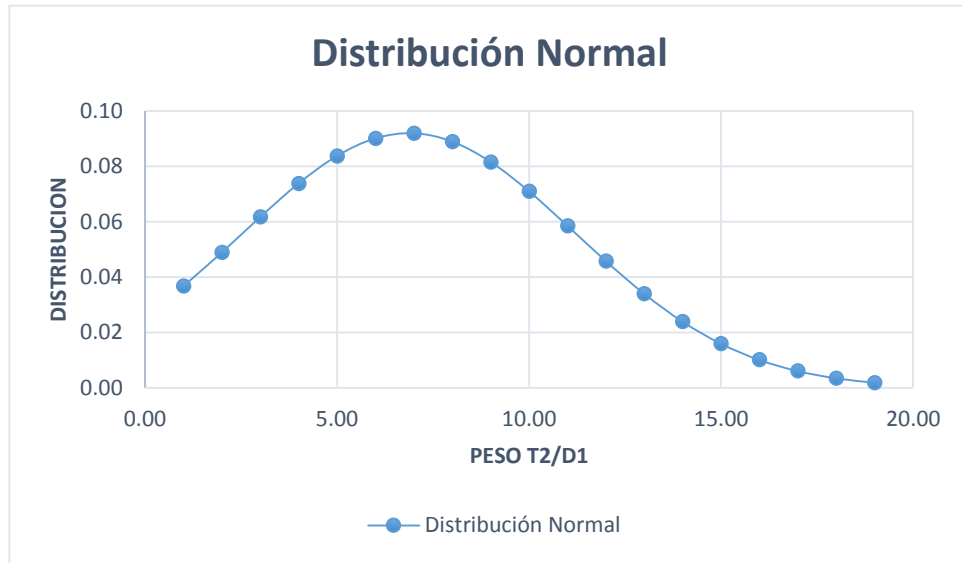


Gráfico 12. Distribución normal de la longitud para T2/D1

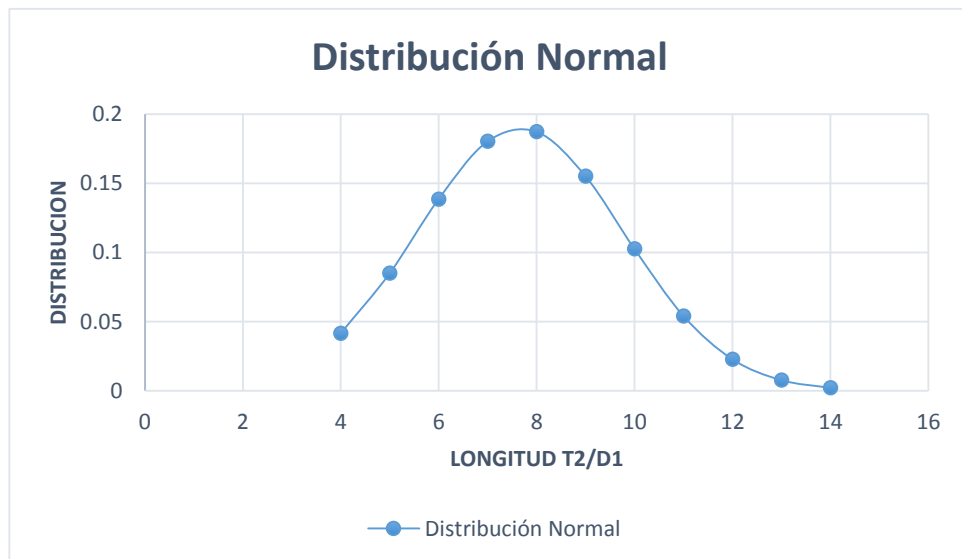


Gráfico 13. Distribución normal del peso para T0/D2

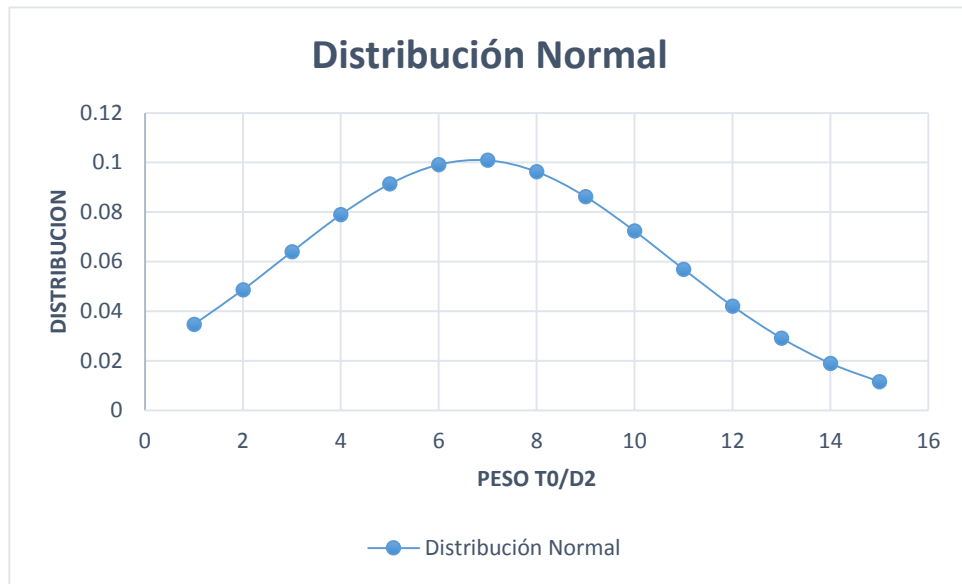


Gráfico14. Distribución normal de la longitud para T0/D2

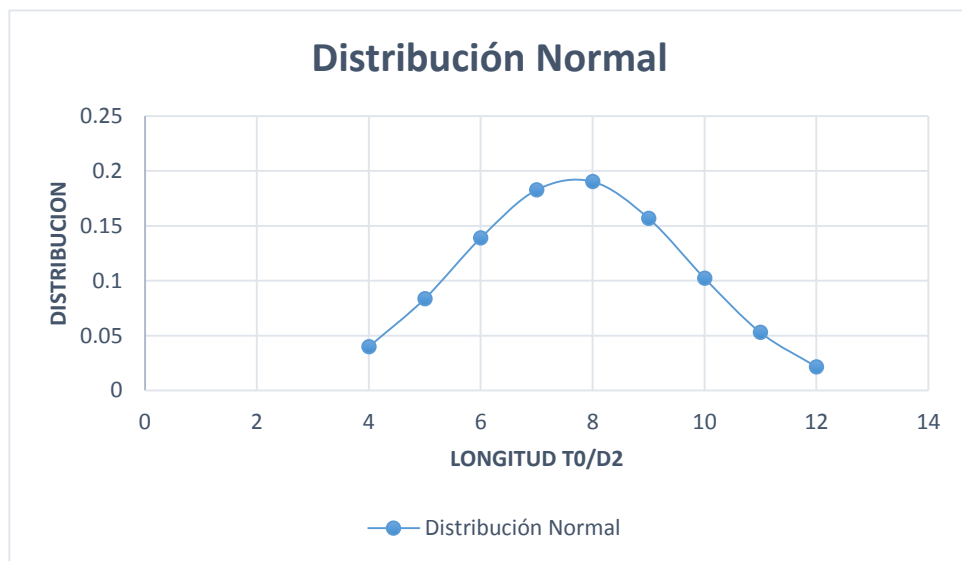


Gráfico 15. Distribución normal del peso para T1/D2

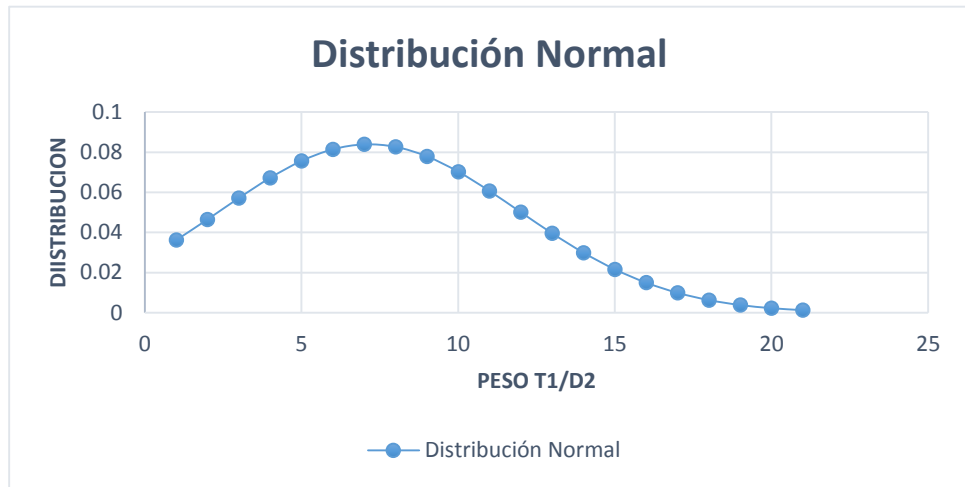


Gráfico 16. Distribución normal de la longitud para T1/D2

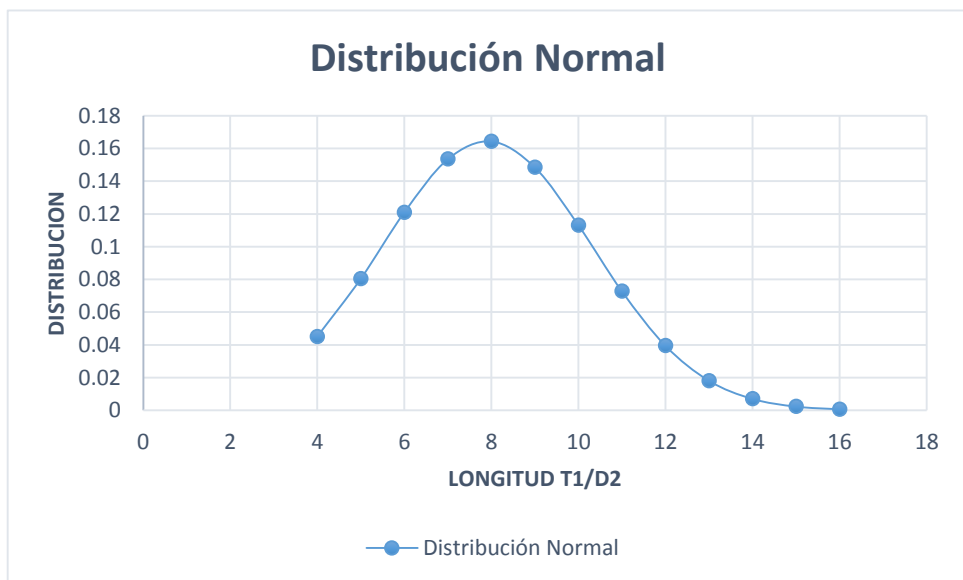


Gráfico 17. Distribución normal del peso para T2/D2

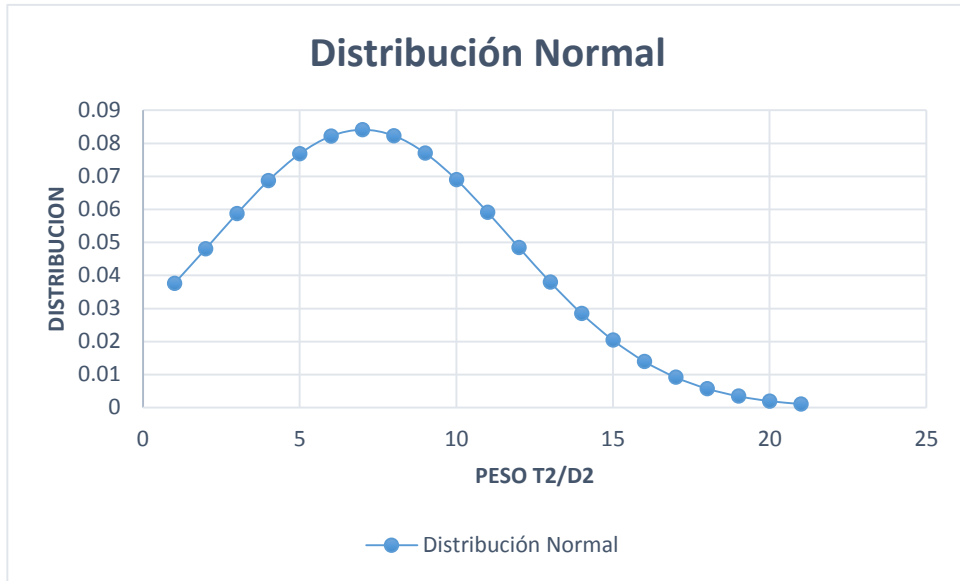
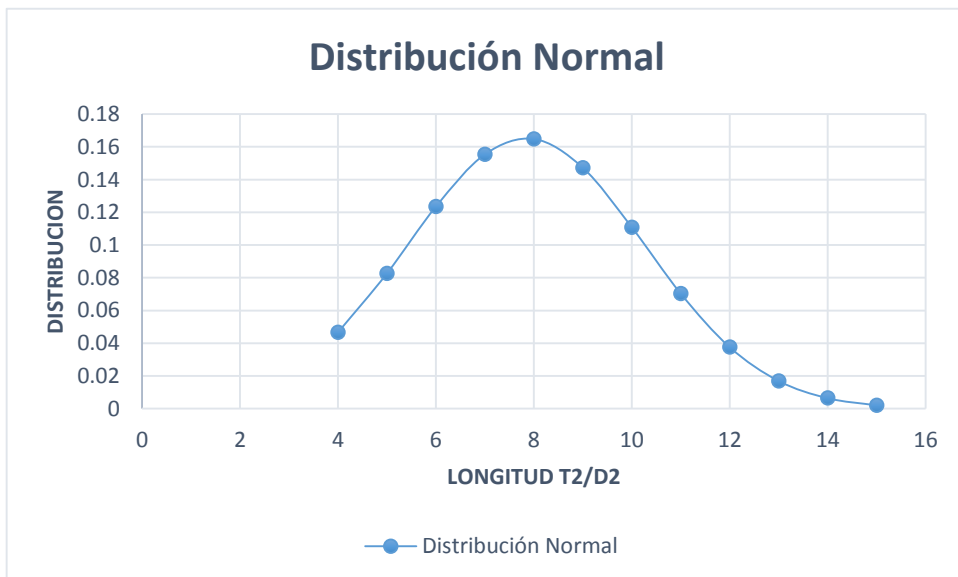


Gráfico 18. Distribución normal de la longitud para T2/D2



Anexo 4. Registro fotográfico



Recolección de hojas de Moringa para la elaboración artesanal de harina



Proceso de molido de hojas de Moringa para obtención de harina.



Acondicionamiento del estanque



Elaboración de alimento balanceado empleado



Siembra



Racionalización del alimento



Control de parámetros limnológicos



Alimentación



Muestreos



Toma de datos biométricos de los ejemplares en estudio.



**Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto**

Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos.
"CEPRESE COCAL"

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 001-2019

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	KERLY TERESA VARELA TANCHIVA JOSE LUIS LUDEÑA RAMIREZ
Dirección	-.-
Telefax	-.-

II DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	1/2019
Fecha de solicitud de servicio	05/11/19
Servicio solicitado	Análisis Físico Químico

II. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Alevinos de gamitana (Base seca)</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	500 gr.
Muestra	1
Muestra	Proporcionada por el cliente
Código	"L"
Tamaño del lote	-.-
Forma de presentación	Envasado en bolsa de polietileno
Fecha de producción	-.-
Fecha de vencimiento	-.-

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo físico químico	RESULTADOS %
Humedad	14.35
Ceniza	5.91
Grasa	1.89
Proteína	76.41



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

Análisis bromatológico de muestra de ejemplares de control alimentados con
alimento comercial Ricopez al 25% de PB

**Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 002-2019**

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	KERLY TERESA VARELA TANCHIVA JOSE LUIS LUDEÑA RAMIREZ
Dirección	--
Telefax	--

II DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	2/2019
Fecha de solicitud de servicio	05/11/19
Servicio solicitado	Análisis Físico Químico

II. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	<i>Alevinos de gamitana (Base seca)</i>
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	500 gr.
Muestra	2
Muestra	Proporcionada por el cliente
Código	"LL"
Tamaño del lote	--
Forma de presentación	Envasado en bolsa de polietileno
Fecha de producción	--
Fecha de vencimiento	--

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo físico químico	RESULTADOS %
Humedad	13.86
Ceniza	5.59
Grasa	2.02
Proteína	77.53



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001

Análisis bromatológico de muestra de ejemplares alimentados con raciones que
incluían harina de moringa.

Anexo 6. Análisis Bromatológico de la harina de moringa producida



Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto

Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos:
"CEPRESE COCAL"

Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 001-2017

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	KERLY TERESA VARELA TANCHIVA JOSE LUIS LUDEÑA RAMIREZ
Dirección	--
Telefax	--

II. DATOS DEL SERVICIO

N° de solicitud de servicio	1/2017
Fecha de solicitud de servicio	20/07/17
Servicio solicitado	Análisis Físico Químico

III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	Harina de hojas
Numero de muestra	UNO (01)
Tamaño de muestra	100 Gr.
Muestra	Traída por el cliente
Código	"Q"
Tamaño del lote	--
Forma de presentación	Envasado en bolsa de polietileno
Fecha de producción	--
Fecha de vencimiento	--

IV. RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO FISICO QUIMICO	RESULTADOS %
Humedad	7.03
Ceniza	10.72
Grasa	8.85
Proteína	21.18
Fibra	11.51



Dirección: calle Freyre N° 610, Iquitos, Perú www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: (5165)234458, 242922 Telefax: (5165)242001