

**EVALUACION DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACION UTILIZANDO
PORQUINAZA EN EL CULTIVO DE CARPA ROJA (*Cyprinus spp*) EN
CONDICIONES SEMI-INTENSIVAS, DURANTE LAS FASES DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE**

ARIEL ESPINOSA ARAUJO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO - COLOMBIA
2002**

**EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN UTILIZANDO
PORQUINAZA EN EL CULTIVO DE CARPA ROJA (*Cyprinus spp*) EN
CONDICIONES SEMI-INTENSIVAS, DURANTE LAS FASES DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE**

ARIEL ESPINOSA ARAUJO

**Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero en Producción Acuícola**

Presidente

JAIRO FERNANDO OLIVA BURBANO

Zootecnista.

Especialista en Docencia Universitaria y Ecología

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO - COLOMBIA
2002**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	1
1 DEFINICIÓN Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	3
2 FORMULACION DEL PROBLEMA	6
3 OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVO GENERAL	7
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
4 MARCO TEORICO	9
4.1 BIOLOGIA DE LA CARPA (<i>Cyprinus carpio</i>)	9
4.1.1 Taxonomía	10
4.1.2 Origen	11
4.1.3 Morfología	12
4.2 FISIOLOGIA DIGESTIVA Y METABOLISMO DE LOS PECES	14
4.2.1 Metabolismo de proteínas	19
4.2.2 Metabolismo de lípidos	21
4.2.3 Metabolismo de carbohidratos	23
4.2.4 Hábitos alimenticios de la carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	27
4.3 NUTRICION	29
4.3.1 Proteínas y aminoácidos	29
4.3.2 Lípidos	33
4.3.3 Carbohidratos	38
4.3.4 Necesidades energéticas	42
4.3.5 Vitaminas	45
4.3.6 Minerales	47
4.4 ALIMENTACION	51
4.4.1 Factores que afectan el consumo y asimilación de alimento en los Peces	55

4.5	MATERIAS PRIMAS NO TRADICIONALES UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION DE PECES	57
4.5.1	Valor nutricional de las excretas de cerdo	58
4.5.2	Experiencias en la utilización de excretas como alimento para Peces	62
5	DISEÑO METODOLOGICO	70
5.1	LOCALIZACION	70
5.1.1	Descripción del área de estudio	71
5.2	INSTALACIONES	73
5.3	EQUIPOS, UTENSILIOS E INSUMOS	73
5.4	PREPARACION DE LOS ESTANQUES	76
5.5	EJEMPLARES Y DENSIDAD DE SIEMBRA	76
5.6	TRATAMIENTOS	77
5.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO	77
5.8	FORMULACION DE HIPOTESIS	78
5.9	PLAN DE MANEJO	79
5.9.1	Muestreos de crecimiento	82
5.9.2	Manejo de las excretas de cerdo	82
5.10	ALIMENTO Y ALIMENTACION	82
5.11	VARIABLES EVALUADAS	86
5.11.1	Variación de parámetros físico químicos	86
5.11.2	Análisis cuantitativo de fitoplancton	86
5.11.3	Análisis cuantitativo de zooplancton	86
5.11.4	Análisis cuantitativo de bentos	90
5.11.5	Porcentaje de sobrevivencia	90
5.11.6	Incremento de peso	91
5.11.7	Tasa de crecimiento	91
5.11.8	Conversión alimenticia aparente	91
5.11.9	Eficiencia alimenticia aparente	92
5.11.10	Razón de eficiencia proteica	92
5.11.11	Costos y rentabilidad	92
6	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	93
6.1	COMPORTAMIENTO DE PARAMETROS FISICO QUIMICOS	93

6.2	ANALISIS CUANTITATIVO DE LA RIQUEZA EN FITOPLANC TON, ZOOPLANCTON Y BENTOS	97
6.3	PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	98
6.4	INCREMENTO DE PESO Y PESO DE COSECHA	101
6.5	TASA DE CRECIMIENTO	109
6.6	CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	112
6.7	EFICIENCIA ALIMENTICIA APARENTE	119
6.8	RAZON DE EFICIENCIA PROTEICA	121
6.9	ANALISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD	123
7	CONCLUSIONES	128
8	RECOMENDACIONES	131
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	133
	ANEXOS	140

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Requerimientos de proteína para carpa (<i>cyprinus carpio</i>) según la edad	32
Tabla 2.	Requerimientos cuantitativos de aminoácidos para carpa (<i>cyprinus carpio</i>)	34
Tabla 3.	Requerimientos mínimos de vitaminas para carpa (<i>cyprinus carpio</i>)	48
Tabla 4.	Requerimientos minerales para pez gato (<i>ictalurus punctatus</i>)	52
Tabla 5.	Porcentajes de alimentación para carpas (<i>cyprinus carpio</i>)	56
Tabla 6.	Composición química de las excretas de cerdo	63
Tabla 7	Producción de pescado cultivado a altas densidades en estanques abonados	68
Tabla 8.	Composición química de las excretas de cerdo aplicadas	85
Tabla 9.	Suministro de balanceado comercial de acuerdo al peso vivo para T0	87
Tabla 10.	Suministro de porquinaza, base húmeda, de acuerdo al peso vivo para T1	88
Tabla 11	Suministro de balanceado comercial de acuerdo al Peso vivo para T1	89
Tabla 12.	Análisis nutricional del balanceado para peces aplicado en los Tratamientos	115
Tabla 13.	Conversiones obtenidas en los tratamientos experimentales	118
Tabla 14.	Relación de los costos de producción de los tratamientos	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Sistema digestivo de los peces	15
Figura 2	Municipio de la Unión (Nariño)	72
Figura 3	Estanques utilizados en el experimento	74
Figura 4.	Toma de parámetros (oxígeno)	80
Figura 5.	Toma de parámetros (temperatura)	81
Figura 6.	Pesaje de animales	83
Figura 7.	Obtención de porquinaza para el T1	84
Figura 8.	Porcentaje de sobrevivencia	99
Figura 9.	Curva de crecimiento de los peces en los dos tratamientos	102
Figura 10.	Peso individual de cosecha	105
Figura 11.	Relación existente entre el crecimiento de carpa (<i>Cyprinus carpio</i>) y el suministro de porquinaza en el T1	108
Figura 12	Tasa de crecimiento	110
Figura 13	Conversión alimenticia aparente	113
Figura 14	Eficiencia alimenticia aparente	120
Figura 15.	Relación de eficiencia proteica	122
Figura 16.	Costos de producción de T0	124
Figura 17	Costos de producción de T1	125

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	Análisis del agua utilizada en el experimento	141
Anexo B.	Cálculo de balanceado y porquinaza de acuerdo al peso vivo para los Tratamientos	142
Anexo C.	Porcentajes de materia orgánica	143
Anexo D.	Valores de temperatura, oxígeno disuelto y Ph de los tratamientos	144
Anexo E.	Análisis estadístico para sobrevivencia	145
Anexo F.	Análisis estadístico para incremento de peso	146
Anexo G.	Análisis estadístico para peso individual de cosecha	147
Anexo H.	Análisis estadístico para tasa de crecimiento	148
Anexo I.	Análisis estadístico para conversión alimenticia aparente	149
Anexo J.	Análisis estadístico para eficiencia alimenticia aparente	150
Anexo K.	Análisis estadístico para relación de eficiencia proteica	151

NOTA DE ACEPTACION

JAVIER ANDRES MARTINEZ BENAVIDES

Jurado Delegado

ALBERTO CAICEDO VALLEJO

Jurado

JAIRO FERNANDO OLIVA BURBANO

Presidente

San Juan de Pasto, Agosto 14 de 2002

"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de su autor."

Artículo 1º del Acuerdo número 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

DEDICO A:

Carlos Espinosa y Monica Araujo, mis padres, por su constante apoyo.

Maria Monica, Laura Johana y Marianita, mi norte , mi amor, mi todo.

ARIEL ESPINOSA ARAUJO

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA

ALVARO BURGOS ARCOS, Zootecnista

JAIRO OLIVA BURBANO Zootecnista

JAVIER ANDRES MARTINEZ Ingeniero en Producción Acuícola

LUIS ALFONSO SOLARTE, Secretario Académico Ciencias Pecuarias

JAIME RODRIGUEZ, Laboratorio de Acuicultura

PIEDAD MEJIA, Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos

VICTOR EFRAIN MUÑOZ Zootecnista

HUMBERTO YELA, Piscicultor vereda "El Mayo"

Todas las personas que contribuyeron con el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

GLOSARIO

ANABOLISMO: Fase del metabolismo en que a partir de precursores simples, se forman constituyentes complejos de los tejidos y los líquidos corporales.

BENTOS: Conjunto de seres vivos que viven fijos sobre el fondo del mar o de las aguas dulces.

BIOMASA: Masa total de seres vivos que subsisten en equilibrio en un determinado volumen de agua.

CARBOHIDRASAS: Enzimas encargadas de desdoblar carbohidratos.

CATABOLISMO: Fase del metabolismo en que predominan las reacciones químicas desintegradoras.

CLADOCEROS: Orden de pequeños crustaceos de agua dulce que nadan con la ayuda de largas antenas remeras.

COPEPODOS: Subclase de crustaceos de pequeño tamaño que abundan en el plancton de agua dulce o marina.

DETRITOFAGO: Organismo que se alimenta de partículas orgánicas inanimadas, generalmente de tamaño pequeño, suspendidas en el agua o depositadas en el fondo.

DIGESTION: Descomposición del alimento por acción de los jugos digestivos en moléculas solubles muy pequeñas.

ENDOTERMO: Organismo vivo cuya temperatura corporal depende del calor generado por si mismo.

ENTEROCITO: Célula básica del epitelio intestinal.

EXCRETA: Materia fecal o residuos de la digestión de los alimentos.

FISIOLOGIA: Ciencia que estudia las funciones que desempeña cada órgano en un ser vivo.

FLORA INTESTINAL: Conjunto de bacterias, hongos microscópicos y protozoos que se encuentran en el intestino.

GINOGENESIS: Activación del óvulo sin intercambio genético.

GLANDULAS: Organo cuyas células producen una secreción que desempeña diversas funciones en el organismo.

GLUCOGENO: Carbohidrato (polisacárido) de reserva que existe en el cuerpo animal, especialmente en el hígado.

GLUCOGENESIS: Síntesis de glucógeno a partir de la glucosa.

GLUCOGENOLISIS: Degradación del glucógeno cuando falta glucosa libre en el organismo.

GLUCOLISIS: Demolición de la glucosa hasta CO_2 y H_2O .

GLUCONEOGENESIS: Síntesis del glucogeno a partir de sustancias distintas a la glucosa.

GRASA: Sustancia lipídica, de origen animal o vegetal, que funde entre 25 y 50 grados centígrados.

HAPLOIDIA: Dícese de aquel núcleo que presenta la mitad del número de cromosomas del huevo fecundado.

HIBRIDO: Resultado del cruce de dos especies o géneros distintos.

HIDRÓLISIS: Desdoblamiento de las moléculas de ciertos compuestos, ya por exceso de agua, o por la presencia de una escasa cantidad de fermento o de ácido.

HUESO FARINGEO: Estructura de soporte de los dientes faringeos de los Cyprinidos.

INSULINA: Hormona segregada por el Páncreas, que interviene en el metabolismo de la glucosa.

LIPASA: Enzima que hidroliza los lípidos.

MATERIA SECA: Sustancia alimenticia sin agua.

METABOLISMO: Conjunto de transformaciones materiales o de procesos químicos desarrollados en todo ser vivo.

NECTON: Conjunto de animales que nadan de forma activa.

PINOCITOSIS: Captación de grandes partículas nutritivas con la ayuda del reblandecimiento y prominencia de la membrana de las células que realizan la absorción.

POLICULTIVO: Cultivo de más de una especie en el mismo estanque.

PROTEASAS: Enzimas que hidrolizan las proteínas.

PROTOZOARIOS: Seres unicelulares de núcleo diferenciado, sin clorofila, generalmente dotados de una boca como los ciliados, flagelados, rizópodos, etc.

QUIMIORRECEPCION: Recepción de diferentes estímulos mediante sensores químicos.

QUIRONOMIDO: Díptero perteneciente a la familia Chironomidae, parecido a los zancudos.

RECICLAJE: Acción de someter repetidamente una materia a un mismo ciclo para incrementar los efectos de este.

SEMIINTENSIVO: Clasificación de la acuicultura caracterizada por realizarse en estanques construidos por el hombre, con escaso suministro de

alimento balanceado, densidades de uno a cinco animales por metro cuadrado y mínimo recambio de agua.

VESICULA BILIAR: Receptáculo en donde se almacena la bilis proveniente del hígado.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la vereda de "El mayo", municipio de La Unión (Nariño), ubicada a 1200 msnm, siete (7) kilómetros al norte de la cabecera municipal de La Unión; limita al oriente con la vereda de Santander, al occidente con la vereda de La playa, al sur con las veredas de La caldera y Ojo de agua, y al norte con el Departamento del Cauca. Sus coordenadas geográficas son: latitud 1° 36' norte del Ecuador y longitud 77° 9' oeste de Greenwich (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2001).

Se evaluó la respuesta de Carpa Roja (*Cyprinus spp*) alimentada con balanceado de 24% de proteína vs balanceado con igual porcentaje de proteína más porquinaza durante cinco meses estableciendo comparaciones entre variación de parámetros como: Oxígeno disuelto, Temperatura y pH. Porcentaje de sobrevivencia. Incremento de peso. Conversión alimenticia. Eficiencia alimenticia. Tasa de crecimiento. Costos y rentabilidad e incrementos en las poblaciones de Plancton y bentos.

Para desarrollar la investigación se utilizó dos estanques construidos en tierra, de forma rectangular, con desnivel del 0.5% hacia el tubo de drenaje, cuyas medidas son: largo 20 m y ancho 5 m, separados por un talud de tierra. Tienen una profundidad de 1,0 m y cada uno es alimentado por mangueras de 1 pulgada de diámetro con tubería de desagüe del mismo material instalada en forma de codo de tal manera que retira el agua del fondo, esta tubería tiene un diámetro de 2 pulgadas de diámetro. Cada tratamiento fue sembrado con 200 Carpas rojas (*Cyprinus spp*) de 5 gramos de peso individual,

Los tratamientos experimentales fueron distribuidos así:

T₀ = Alimentación de Carpas con balanceado comercial de 24% de proteína.

T₁ = Alimentación con excretas de cerdo y balanceado comercial de 24% de proteína.

El análisis estadístico para las variables tasa de crecimiento e incremento de peso, conversión alimenticia aparente, eficiencia alimenticia aparente y eficiencia proteica se realizó mediante una prueba de T, y cada muestreo (de un total de diez para cada tratamiento) de diez (10) animales se consideró una

réplica. Para la variable sobrevivencia se utilizó la prueba de Brand y Snedecor.

El Oxígeno disuelto presentó un valor promedio de 6.0 ppm para el T0 y para el T1 de 5.8 ppm.

La Temperatura promedio para el T0 fue de 24 °C y para el T1 fue de 24.1 °C.

El pH para los dos tratamientos mostró un valor promedio de 7.3.

El fitoplancton presentó una población promedio de 15.625 células /ml para el T0, y de 11.180 células /ml para el T1.

La población de Zooplancton en el T0 fue de 9 organismos por litro y de 10 organismos por litro para el T1.

El porcentaje de sobrevivencia en el T0 fue de 92.5% y de 94% para el T1, no presentando diferencia estadística mediante prueba de Brand y Snedecor.

El T0 presentó un incremento de peso promedio quincenal de 10.7 g, mientras que en el T1 fue de 12g, el análisis estadístico no presenta diferencia para esta variable.

El peso promedio individual de cosecha para el T0 fue de 122.7 g y de 137 g para el T1. Al realizar el análisis estadístico mediante la prueba de T para esta variable se encontró que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

La tasa de crecimiento para el T0 fue de 1.7%, por su parte el T1 presentó un valor de 1.8%; esta variable no presentó diferencia estadística significativa.

La conversión alimenticia aparente en función de la materia seca total suministrada para el T0 presentó un valor de 2.98 y de 4.35 para el T1; la prueba estadística aparente indica que no existe diferencia entre los tratamientos.

La eficiencia alimenticia aparente en función de la materia seca total suministrada para el T0 fue de 35%, mientras que el T1 presentó un valor de

24%, indicando la prueba estadística que no existe diferencia entre los tratamientos.

El T0 presentó una relación de eficiencia proteica de 1.22 y el T1 presentó un valor de 1.24, el análisis estadístico indica que no existe diferencia entre los tratamientos.

El T0 presentó el costo más alto de producción con \$ 5.249 por kg de pescado producido, generando una rentabilidad de 14.3% para los cinco meses de cultivo; mientras que en el T1 los costos de producción de un kg de pescado fueron de \$ 3.830, lo cual redundó en una rentabilidad de 56.6% para el periodo de cultivo de cinco meses.

SUMMARY

The present work was accomplished in the vereda of "El Mayo", municipality of La Union (N) , located to 1200 msnm, seven (7) kilometers north of the municipal head-board of La Union; limit to the east with the town of Santander, to the west with the town of La Playa, to the south with the towns of La Caldera y Ojo de Agua, and to the north with the Department of El Cauca. Its geographical coordinates are: latitude 1° 36' north of the Ecuador and length 77° 9' west of Greenwich (Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales IDEAM, 2001).

It was evaluated the carpa roja (*Cyprinus spp*) fed with balanced of 24% of protein vs balanced with equal percentage of protein more porquinaza during five months establishing comparisons between parameters variation as: Dissolved oxygen, Temperature and pH. Percentage of sobrevivencia. Weight increase. Nutritional conversion. Nutritional efficiency. Growth rate. Costs and profitability and increases in the populations of Plancton.

To develop the investigation were used two reservoirs built in land, in a way rectangular, with desnivel of the 0.5% toward the drainage pipe, whose measures are: long 20 m and broad 5 m, separated by a land bank. Have a depth of 1,0 m and each one is fed by PVC pipes of 1 inch of diameter with drainage pipeline of the same material installed in the form of elbow in such a way that withdraws the water from the fund, this pipeline has a diameter of 2 inches of diameter . Each treatment was cultivated field with 200 red Tents (*Cyprinus spp*) of 5 individual weight grams,

The experimental treatments were distributed so, this way:

T₀ = Tents Nourishment with balanced commercial of 24% of protein.

T₁ = Nourishment with you excrete of pork and balanced commercial of 24% of protein.

The analysis statistical for the variable growth and increase rate of weight, apparent nutritional conversion, apparent nutritional efficiency and efficiency proteica was accomplished through a test of T, and each sampling (of a total of ten for each treatment) of ten (10) animal was considered a reply. For the variable sobrevivencia was used the test of Brand and Snedecor.

The dissolved Oxygen presented a value average of 6.0 ppm for the T₀ and for the T₁ of 5.8 ppm.

The average Temperature for the T0 was of 24 °C and for the T1 was of 24.1 °C.

The pH for the two treatments showed a value average of 7.3.

The fitoplancton presented a population average of 15.625 cells /ml for the T0, and of 11.180 cells /ml for the T1.

The population of Zooplancton in the T0 was of 9 organizations by liter and of 10 organizations by liter for the T1.

The percentage of survivor in the T0 was of 92.5% and of 94% for the T1, no presenting difference statistics through test of T.

The T0 presented a weight increase average fortnightly of 10.7 g, while in the T1 was of 12g, the statistic analysis does not present difference for this variable.

The weight individual crop average for the T0 was of 122.7 g and of 137 g for the T1. Upon accomplishing the statistic analysis through the test of T for this variable we find that exists meaningful difference between the treatments.

The growth rate for the T0 was of 1.7%, as far as she is concerned the T1 presented a value of 1.8%; this variable did not present difference meaningful statistics.

The apparent nutritional conversion in function of the matter dries total supplied for the T0 presented a value of 2.98 and of 4.35 for the T1; the test apparent statistics indicates that it does not exist diferencia between the treatments.

The apparent nutritional efficiency in function of the matter dries total supplied for the T0 was of 35%, while the T1 presented a value of 24%, indicating the statistics test that it does not exist difference between the treatments.

The T0 presented a relationship of efficiency protein of 1.22 and the T1 presented a value of 1.24, demonstrating that it is better the behavior for the second nevertheless the statistic analysis indicates that it does not exist difference between the treatments.

The T0 presented the highest production cost with \$ 5.249 for kg of produced fish, generating a profitability of 14.3% for the five months of cultivation; while in the T1 the production costs of a kg of fish were of \$ 3.830, something which resulted in a rentabilidad of 56.6% for the periodo of cultivation of five months.

INTRODUCCION

La búsqueda permanente de alternativas nutricionales para la alimentación de las especies ícticas explotadas comercialmente en Colombia, es una labor que data de varios años atrás, como consecuencia de los elevados costos de los balanceados, que en algunos casos representan más del 40% de la inversión total en la producción de esta industria pecuaria.

El esquema mundial de basar la alimentación de los peces con harina de pescado, es contradictorio y está en crisis, dadas las mermas en las capturas en todos los océanos del mundo, lo cual indica que el mar no soportará por mucho tiempo las tasas de extracción actuales, por lo tanto la piscicultura moderna deberá cubrir esta brecha mediante alternativas tecnológicas como las siguientes:

Incluyendo alimentos de origen y composición diversa, pero con un adecuado valor nutricional, con el fin de reemplazar el aporte proteico de la harina de

pescado. Y fomentando el cultivo de especies de hábitos omnívoros, capaces de utilizar una amplia variedad de alimentos diferentes a la harina de pescado o que permitan disminuir su utilización a niveles mínimos con lo cual el crecimiento y sobrevivencia sean máximos, en beneficio del acuicultor de cualquier nivel de explotación.

Entre estas tecnologías el manejo semi-intensivo de animales, utilizando subproductos orgánicos e interrelacionando diferentes especies en un flujo continuo de energía a través de sus excretas son alternativas viables, logrando disminuir de esta manera la dependencia de los balanceados comerciales.

En consecuencia, la producción de ciprínidos como las Carpas, ofrece esta doble posibilidad, puesto que por su carácter omnívoro y gran rusticidad, permiten integrarla fácilmente en el modelo anterior, de tal manera que la presente investigación pretende incluir excretas de cerdo en un sistema de alimentación de Carpa roja (*cyprinus spp*), evaluando la respuesta en cuanto a crecimiento y sobrevivencia en comparación con la utilización de balanceados comerciales.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

Los paquetes tecnológicos de producción de diversas especies ícticas, son generados en países desarrollados, en donde es posible implementar y desarrollar investigación de punta en la producción acuícola; estos esquemas son importados por nuestro país sin mayores ajustes, generando alta dependencia sobre insumos y alimentos a costos elevados, además de impactos nocivos en diferentes niveles del medio, pues no se considera las condiciones particulares de nuestro entorno ambiental y menos aún toman en cuenta la amplia disponibilidad de recursos alimenticios, lo cual redundaría en una disminución importante de los costos, mejorando la rentabilidad de los proyectos productivos.

De otra parte, los insumos utilizados para la alimentación de peces no son de producción local, lo cual ocasiona altos costos y limita el desarrollo de este tipo de proyectos para el pequeño productor piscícola, no obstante algunos trabajos en los que se ha utilizado materias primas no tradicionales como alimento para las diferentes especies ícticas de cultivo con buenos

resultados a nivel experimental, no ofrecen la posibilidad de su utilización a gran escala.

En las explotaciones agropecuarias se dispone de una variedad de subproductos orgánicos y excretas, que al no ser reciclados adecuadamente ocasionan no solamente un grave daño al ambiente y contaminación; sino un desperdicio de nutrientes que podrían transformarse en productos de alto valor económico y nutricional a través de la piscicultura.

En nuestro medio la acuicultura ha implementado, aunque a pequeña escala, programas de reciclaje de subproductos orgánicos para alimentar especies ícticas herbívoras y omnívoras con excretas de pollo, pato y cerdo principalmente, las cuales tienen un bajo costo y son de fácil consecución, ayudando de una vez a solucionar el problema de contaminación que estas representan y contribuyendo de esta forma a generar una tecnología de producción de proteína animal basada en el reciclaje de recursos alimenticios disponibles en cada finca, mejorando de esta forma la eficiencia económica de la producción agropecuaria general.

La Carpa roja siendo una especie íctica omnívora de gran rusticidad, y con una buena capacidad para el aprovechamiento de alimentos de origen diverso incluidas las excretas de algunos monogástricos, se convierte en una alternativa económica de cultivo para implementar en diversas regiones y condiciones de nuestra geografía colombiana.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Los altos costos de alimentación generados por los balanceados comerciales obligan a buscar alternativas nutricionales en desechos orgánicos como las excretas de cerdo que pueden ser utilizadas en sistemas de alimentación de Carpa roja (*Cyprinus spp*), como fuente de niveles moderados de proteína disponible y de energía que permitan lograr adecuados crecimientos, buenas sobrevivencias y reducción en los costos de alimentación.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar la utilización de porquinaza y balanceado comercial, en la alimentación de Carpa roja (*Cyprinus spp*) bajo condiciones de cultivo semi - intensivo.

3.2 ESPECIFICOS

- 3.2.1 Determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos de cada tratamiento con respecto a: oxígeno disuelto, pH, temperatura, fitoplancton, zooplancton y bentos.
- 3.2.2 Determinar el porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares alimentados con balanceado comercial y porquinaza versus ejemplares alimentados con balanceado comercial únicamente.
- 3.2.3 Determinar el incremento de peso mensual, el peso de cosecha y la tasa de crecimiento obtenido al utilizar las diferentes dietas experimentales.

3.2.4 Estimar el factor de conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia y la relación de eficiencia proteica en cada tratamiento.

3.2.5 Evaluar los costos directos de producción y la rentabilidad sobre estos en cada tratamiento.

4. MARCO TEORICO

4.1 BIOLOGIA DE LA CARPA (*Cyprinus carpio*)

Hay unas dos mil especies de Ciprínidos repartidas por todas las aguas continentales del mundo, divididas en diecinueve géneros (Lotina y Hormaechea, 1975, 72).

En la familia de los Ciprinidos se dan muchos casos de hibridación, no sólo entre especies del mismo género sino también entre especies de géneros distintos pero afines como los *Cyprinus* con los *Carassius* (Lotina y Hormaechea, 72). Al respecto Caicedo (1995, 8), manifiesta que al igual que otras especies, por el continuo manejo genético se puede corroborar que no posee las mismas características de los primeros ejemplares.

Los Ciprínidos son unos peces eminentemente de aguas dulces. Se diferencian de otras familias de peces de aguas continentales por características como las siguientes:

- a) Piel protegida por escamas.
- b) Una aleta dorsal.
- c) Aleta dorsal no opuesta a la anal.
- d) Corte ventral no aserrado.
- e) Boca con ninguna, dos o cuatro barbillas.
- f) Sin dientes en las mandíbulas pero si en los huesos faringeos.

Un detalle característico de los Ciprinidos es que poseen el "aparato de Weber", que consta de una cadena de huesecillos derivados de las vertebrae, los cuales relacionan la vejiga natatoria con el laberinto del oído, ofreciendo en consecuencia una mejor audición del pez, pues la vejiga natatoria hace de caja de resonancia (Lotina y Hormaechea 71-74).

4.1.1 Taxonomía. Según Caicedo (1995, 5-6) la Carpa común (*Cyprinus carpio*) presenta la siguiente clasificación taxonómica.

PHYLUM: vertebrata
SUBPHYLUM: Gnathostomata
CLASE: Pisces
SUBCLASE: Teleostomi
ORDEN: Cypriniforme

FAMILIA: Cyprinidae
GENERO: Cyprinus
ESPECIE: carpio
NOMBRE CIENTIFICO: *Cyprinus carpio*
NOMBRE VULGAR: Carpa común

4.1.2 Origen. Según Erazo (1999, 4), la Carpa común (*Cyprinus carpio*) es originaria de las cuencas de los mares Negro, Caspio y Azov en Europa oriental y desde el mar Aral hasta el río Amour en Asia.

De manera natural, existen Carpas de colores anaranjados, amarillos y rojos. Sin embargo, en la búsqueda de lograr obtener de forma permanente este tipo de coloraciones, Choumout en 1986 logró obtener Carpas rojas a partir de las especies anteriormente mencionadas, mediante el proceso genético de ginogénesis, este método se basa en la utilización de espermatozoides, que activan las ovas sin permitir un intercambio de genes.

Posteriormente Wuhan en 1991 realizó nuevos ensayos para obtener Carpa roja utilizando otras especies como la Carpa dorada (*Carassius auratus*) y la Carpa de cabeza circular (*Megalobrama amblyocephala*), siguiendo las mismas técnicas de ginogénesis, obteniendo una primera generación que presentó

haploidía. Para la segunda generación todos los individuos produjeron huevos los cuales fueron reversados artificialmente a machos y posteriormente cruzados con sus hermanas, obteniéndose finalmente la línea pura de Carpa roja 8305 (Erazo, 5).

El mismo autor afirma que en Colombia esta Carpa se ha producido de manera espontánea en diferentes centros piscícolas, siendo de coloración roja tanto la variedad común como la espejo.

4.1.3 Morfología. La Carpa posee cabeza fuerte y gruesa con ojos pequeños, boca con bastante morro y provista de cuatro barbillones, dos en cada lado del labio superior, de los cuales los mayores están mas cerca de las comisuras. Cinco dientes faríngeos en tres filas, pareciendo molares los más gruesos, pues tienen una corona plana. Suele haber tres en una fila y uno en cada una de las otras.

Posee cuerpo ovoideo, algo comprimido lateralmente, está cubierto de escamas grandes, sólidas, ciclóideas y adherentes, de las que se pueden contar de treinta y cinco a cuarenta sobre su línea lateral. El cuerpo de la Carpa es alto,

siendo uno de los Ciprínidos que posee mayor profundidad corporal. Normalmente los ejemplares adultos miden de veinte a cincuenta centímetros y pesan de medio a tres kilogramos pero los grandes ejemplares pueden llegar a sobrepasar los veinte kilogramos de peso y el metro de longitud (Lotina y Hormaechea, 73-74).

Los mismos autores (74), manifiestan que tiene una aleta dorsal con tres a cuatro radios simples y de diecisiete a veintidos radios flexibles o blandos. El radio anterior simple es duro, espeso y dentellado. La aleta anal es corta con dos a tres radios simples y cinco blandos. También como en la aleta dorsal, el primer radio simple es duro, espeso y dentellado. La aleta caudal es grande ahorquillada y con los dos lóbulos redondeados. Las aletas ventrales y pectorales son también grandes. El color del dorso es pardo azulado o marrón oliváceo, los flancos tienen reflejos amarillos, dorados o cobrizos y el vientre es amarillento o blanquecino. A veces, la aleta anal, las pectorales y las ventrales son algo rosadas. La aleta dorsal y el lóbulo superior de la caudal son verdosos oscuros con algunas irisaciones azuladas.

A su vez Caicedo (9), asegura que el cuerpo de la Carpa es robusto (rollizo), cubierto totalmente de escamas con una aleta dorsal con dieciocho radios, columna vertebral con treinta y cinco a treinta y seis vertebras y una aleta caudal dificerca insertada en el pedúnculo caudal; su color va desde plateado a verde olivo con un vientre cremoso pálido.

Por otro lado Erazo (5), sostiene que presenta una aleta dorsal alargada con veintiuno a veintiseis radios, una boca pequeña con labios gruesos. Su coloración va de un pardo verdoso en la parte dorsal a un blanco amarillento en la región ventral, y como ya se mencionó pueden ser de color amarillas, anaranjadas o rojas. Su carne es de un color blanco de excelente calidad y de gran aceptación.

4.2 FISILOGIA DIGESTIVA Y METABOLISMO DE LOS PECES

La morfología del tracto digestivo de los peces es muy variable, dependiendo tanto del régimen alimenticio como del tipo de habitat que ocupan; es así como existen amplias diferencias en la constitución del canal digestivo como por ejemplo la presencia o no de estómago, originándose dos grupos: peces con

estómago y peces agastros o que no poseen estómago, como se indica en la figura 1, (INPA, 1996, 25).

Con respecto a la digestión en el estomago en teleósteos Hidalgo y Alliot citados por La CAICYT I (1987, 96), afirman que la secreción ácida parece ser una respuesta refleja a la ingestión de alimento, ya que por ejemplo la deglución de alimento aumenta enormemente la secreción gástrica en *Ictalurus nebulosus*.

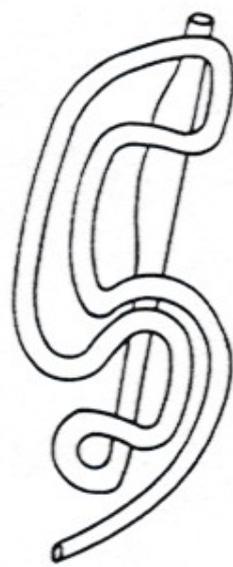
A nivel del intestino Rus citado por el mismo autor (127), señala que parece ser común a todos los peces la presencia de dos regiones, la primera asegura la absorción de

lípidos y la segunda parece ser capaz de captar las macromoléculas por pinocitosis. Estructuralmente la pared intestinal de los peces está integrada por tres tunicas: mucosa, muscular y serosa.

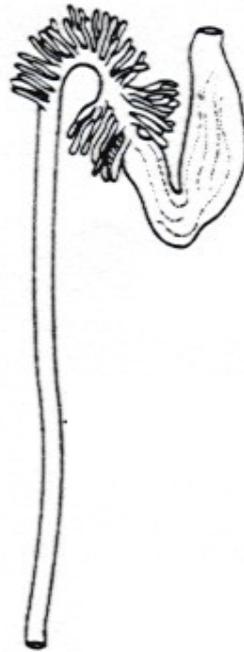
En *Carassius auratus*, el pH del fluido intestinal varía entre 7 y 8,4 según se trate de animales en ayunas o alimentados (Hidalgo y Alliot citados por La CAICYT I, 89).

La digestión en el intestino tiene lugar gracias a la acción de distintos productos secretados bien por la pared intestinal bien por glándulas anexas (pancreas e hígado). El páncreas vierte al intestino enzimas digestivas diversas a saber:

Proteasas como Tripsina, Quimotripsina, Elastasa, Carboxipeptidasa, Colagenasa. Carbohidrasas como Melibiasa, Maltasa y Glucosidasa, y Lipasas no específicas. La bilis procedente del hígado (y acumulada en la vesícula biliar) aporta primordialmente las sales biliares, compuestos tensoactivos capaces de emulsionar los lípidos y que por lo tanto facilitan la acción de la lipasa en la digestión de las grasas (Hidalgo y Alliot citados por La CAICYT I, 89 - 94).



A. CIPRINIDOS



B. SALMONIDOS

FIGURA 1. Sistemas digestivos de de los peces

Por otra parte Jancarik (1964) citado por Hepher (1993, 51), afirma que en la secreción de amilasa participan diversas partes del tubo digestivo de la Carpa común (*Cyprinus carpio*).

A su vez Kapoor et al (1975) citado por Hidalgo y Alliot en La CAICYT I, (95) señala que las células del borde en cepillo del epitelio intestinal parecen, de todos modos, producir enzimas tales como Aminopeptidasas, Dipeptidasas, Tripeptidasas, Nucleosidasas, Polinucleosidasas, Lecitinasas, Lipasas y otras Estearasas. Asimismo se han hecho patentes actividades tipo Amilasa, Maltasa, Isomaltasa, trealasa y Sacarasa en el intestino de los peces. Además El Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, (1996, 36) complementa diciendo que en el intestino y mucosa de la Carpa se encuentra la lipasa. Con un pH óptimo de 7 - 7.5; no mostrando ninguna modificación con la ingestión y la digestión del alimento. La temperatura óptima para las lipasas de la Carpa está entre 35°C y 40°C.

Por otra parte Hepher (57), asevera que en el intestino de Carpa común se ha encontrado gran cantidad de bacterias cumpliendo actividades eterótrofas,

amonificadoras, descomponedoras de urea y citrato, siendo *Pseudomonas* y *Aeromonas* las dominantes.

Según Hepher (39), el Páncreas en los peces de aguas cálidas, no suele ser un órgano definido, sino más bien islas difusas de tejido secretorio, que varían en ubicación incluso en una misma especie.

El mismo autor (46), aclara que el pancreas es el principal órgano secretor de proteasa. Sin embargo, otros órganos como hígado, mesenterio intestinal, bazo, vesícula biliar e incluso la bilis en si presenta una clara actividad proteolítica. Igualmente cita que en la Carpa común las enzimas proteolíticas secretadas por el pancreas son más activas a un pH de 7 que a otro de 8.2. Así mismo, determinó que la temperatura óptima para la actividad de la proteasa de la Carpa común y la trucha arco iris es de 38 y 40 °C respectivamente.

El hígado de muchas especies ícticas tiene una alta actividad amilásica lo mismo que alta actividad lipásica; determinándose también altas cantidades de beta - galactosidasa y lactasas (Steffens, (1978) citado por INPA, 34).

4.2.1 Metabolismo de proteínas. Las proteínas del alimento son hidrolizadas

en la luz del tubo digestivo por efecto de proteinasas y peptidasas para convertirlas en aminoácidos libres o cadenas peptídicas cortas. La hidrólisis de estas últimas es efectuada por peptidasas intracelulares dentro de las células de la mucosa. Además de participar en la digestión y el transporte de los aminoácidos, la mucosa también interviene en algunos casos en la transformación metabólica de estos compuestos que además son metabolizados en el hígado y los músculos (Hepher 109, 110).

Si bien (111), la tasa del metabolismo de proteínas es mas lenta en el músculo que en el hígado, la masa muscular excede a tal grado a la de otros tejidos que resulta cuantitativamente el sitio más importante para la síntesis de proteínas de todo el cuerpo.

Este mismo autor (110), sostiene que los aminoácidos libres transportados en la sangre se metabolizan en una de dos direcciones: a) la dirección anabólica, que permite la biosíntesis de nuevas proteínas ya sean funcionales o estructurales, y b) la dirección catabólica, la cual después de la desaminación de las moléculas de proteína produce esqueletos de carbono que se utilizan para la producción de energía o para la lipogénesis.

Hepher (112), señala que en los peces al igual que en los mamíferos, tanto la síntesis de proteína (particularmente en el músculo) como la translocación de aminoácidos del hígado al músculo son controladas por la insulina, siendo su principal función el metabolismo de proteínas y lípidos en los peces; sabiendo de antemano de la ineficiencia de la insulina, es clara su responsabilidad en el elevado requerimiento de proteína de los peces y el aprovechamiento de ésta para producir energía; este autor (27) aclara que si los aminoácidos se encuentran presentes en la proporción correcta, la eficiencia de la síntesis proteínica es de alrededor del 80%.

Una vez la proteína es digerida o hidrolizada se liberan los aminoácidos, los cuales son absorbidos por el tracto intestinal y distribuidos a través de la sangre a todos los órganos y tejidos del animal. Los aminoácidos son utilizados por los tejidos para formar nueva proteína ya sea para crecimiento, reproducción o mantenimiento (INPA, 55).

4.2.2 Metabolismo de lípidos. Según Hepher (49), los sustratos naturales para las lipasas son los triglicéridos de ácidos grasos de cadena larga (dependiendo en alto grado de la presencia de sustancias tensoactivas como las

sales biliares), mientras que las esterasas actúan sobre ésteres simples de ácidos de bajo peso molecular. En los peces se han identificado tanto lipasas como esterasas y al parecer la actividad de la lipasa es mayor en los peces que en los mamíferos.

A su vez Steffens (1987) y Halver (1988) citados por INPA (65), sostienen que contrario a lo que sucede con los salmónidos, la Carpa es capaz de asimilar relativamente bien, como fuente de energía, tanto los carbohidratos como las grasas. Los ácidos grasos libres de los aceites de soya o algodón aumentan en un 25 - 50% el crecimiento de Carpas mantenidas en jaulas o estanques a altas densidades.

Con respecto a los peces de agua dulce Rus citado por La CAICYT I, (160) sostiene que siendo su grasa dietaria fundamentalmente Triglicéridos, por acción de las lipasas - colipasas correspondientes se producirán glicerol y ácidos grasos libres.

Nose (1967) citado por Hephher, (76) demostró que la digestibilidad de los lípidos depende de la composición y el nivel de saturación de éstos, disminuye al

aumentar el número de átomos de Carbono en la cadena del ácido graso y se incrementa con el número de dobles enlaces.

Una vez en el citoplasma del enterosito, los ácidos grasos difunden hacia el retículo endoplasmático liso asociado, al parecer, como en mamíferos a una proteína fijadora. Esta proteína tendría más afinidad por los ácidos grasos insaturados que por los ácidos grasos saturados, sería más abundante en las células apicales que en las basales de cada vellosidad y más abundante en animales mantenidos a partir de un régimen rico en lípidos (Rus citado por La CAICYT I, 161).

El mismo autor (167), afirma que los lípidos, tanto los recién absorbidos a nivel intestinal, como los procedentes de otros tejidos de almacenamiento o interconversión, para poder viajar en un medio hídrico, la sangre, deben hacerlo en forma de entidades macromoleculares que atenúen su carácter hidrófobo. Esto se consigue mediante la asociación de esas moléculas hidrosolubles con moléculas hidrófilas (apoproteínas), para formar diferentes tipos de moléculas lipoprotéicas, en las que los elementos hidrófobos se disponen en el núcleo y los hidrofílicos o ambifílicos en la envoltura.

4.2.3 Metabolismo de carbohidratos. Referente, a la degradación de la glucosa, diversos autores han observado en investigaciones llevadas a cabo con las enzimas de la glicólisis, que los niveles de actividad son notoriamente bajos en relación con los encontrados en mamíferos terrestres. La hexoquinasa, enzima que cataliza la etapa inicial de utilización de la glucosa tanto para conectar con la ruta de los fosfatos de pentosa como con la mencionada por Embden - Meyerhof, se ha observado en diversas especies, entre ellas la Carpa, que sus actividades en hígado son 10 veces más bajas que la que exhibe un mamífero como la rata, lo que parece indicar un papel mínimo de esta enzima en la degradación de la glucosa en estas especies acuáticas (Amil, Grau y Pertierra citados por La CAICYT I, 208 - 209).

Los mismos autores (210) afirman que un aspecto muy importante en el metabolismo de los carbohidratos en peces es el proceso de la gluconeogénesis, pareciendo ser un paso limitante en la glicólisis la hexoquinasa, lo cual está de acuerdo con estudios realizados acerca de la oxidación de la glucosa, que en peces es muy lenta en relación con la del ácido glutámico. Estos hechos sugieren que en peces los aminoácidos representan fuentes de energía superiores a la glucosa y que, por ejemplo en Carpa, la utilización de energía se

asemeja a la de un animal mamífero diabético.

Phillips et al (1948) citados por Hepher (98), supusieron que existe una deficiencia en la cantidad de insulina secretada y asociaron esto con la cantidad relativamente pequeña en los peces de islotes de Langerhans que secretan insulina. Por tanto (95) en caso de deficiencia de insulina, la concentración de glucosa sanguínea aumenta (hiperglicemia), el metabolismo de la glucosa se trastorna y surge un estado diabético. La glicogénesis también disminuye, lo cual da por resultado la concentración de glicógeno; se trastorna la lipogénesis, que usualmente se origina en la glucosa o el acetato en animales que reciben un aporte adecuado de carbohidratos; y la energía es suministrada principalmente por medio de un aumento en la gluconeogénesis a partir de lípidos y proteínas.

A su vez Hepher (88), establece que en el músculo de los peces, la principal vía productora de energía para los carbohidratos es la glicólisis de las reservas de glicógeno. El metabolismo de la glucosa se efectúa principalmente en el hígado y en algunos otros órganos internos como corazón, riñón y bazo.

En los animales terrestres se sabe que el ayuno provoca una rápida caída de los niveles de glucógeno hepático; sin embargo en peces en ayuno esto no sucede supuestamente por deficiencias de fosforilasa o debido a factores metabólicos y hormonales que restringen la actividad de dicha enzima; por lo tanto la demanda de algunos tejidos por glucosa como combustible primario se suple más bien por la gluconeogénesis que por la glucogenólisis (Amil, Grau y Pertierra citados por La CAICYT I, 210 - 211).

Los glucidos poseen un gran valor como fuente dietaria de energía para la Carpa permaneciendo alta la digestibilidad de la proteína y de los glucidos a distintos niveles glucídicos de la dieta (Zamora y Echevarria citados por La CAICYT II, 1987, 177). Además dicen (186) que la Carpa común (*Cyprinus carpio*), cuando no recibe glucidos en su alimentación suele utilizar peor la dieta que cuando estos están presentes y ello se ve reflejado tanto en la utilización digestiva como metabólica de la dieta y en el crecimiento.

Por otra parte Budington et al, (1985) en Halver, (1988) citado por INPA (43), reporta que el transporte de glucosa en nueve especies de peces incluyendo omnívoros, carnívoros y herbívoros, que la rata de velocidad de transporte de

glucosa varía 200 veces entre las especies, siendo más baja en carnívoros como la trucha, intermedia en omnívoros como el catfish y alta en herbívoros como la Carpa.

De acuerdo con Lovel (1988) Cowey y Walton (1988), citados por López (1993, 44), la Carpa común metaboliza en forma más eficiente los carbohidratos de la dieta que otros peces como los salmónidos.

De igual forma Wilson (1988), citado por López (44) señala que la Carpa común (*Cyprinus carpio*) y el bagre de canal, son más eficientes que otros peces en la utilización de altos niveles de carbohidratos en la dieta. La Carpa alimentada con una dieta rica en carbohidratos, presenta notoria estimulación de la actividad de la enzima glucosa 6 fosfato deshidrogenasa.

Con respecto a las Carbohidrasas, que son las enzimas encargadas de hidrolizar los carbohidratos, se reporta que las Amilasas se encuentran en la mayoría de los Cyprinidos e hidrolizan el almidón convirtiéndolo en glucosa (Sarbahí (1951), Bondi y Spandorf (1954) citados por Hephher 50).

Así mismo el INPA (37 - 38), manifiesta que en la Carpa, la mejor digestión de los carbohidratos sucede en el intestino. En general los peces de aguas templadas muestran mayor actividad de las carbohidrasas que los de aguas frías, sin embargo el rango en el que pueden actuar es bastante amplio y va de 20°C a 40°C; la actividad máxima se logra en un rango de pH de 6 a 8, considerándose el pancreas como el centro de producción de amilasa para la Carpa.

4.2.4 Hábitos alimenticios de la Carpa (*Cyprinus carpio*). Dependiendo del régimen alimenticio y el hábitat en que se han desarrollado, el intestino de los peces presentará una morfología particular que a su vez determinará el alimento vivo o inerte que estos consuman.

Existe una relación directa entre la longitud del intestino y el hábito alimenticio del pez. En el caso de los peces omnívoros como la Carpa, el intestino es mas largo, de 1,5 a 3 veces la longitud total del pez, Castagnolli, (1979), citado por INPA (1993, 114), al no tener un estomago definido y un intestino muy largo, estos peces pueden ingerir gran cantidad de alimentos hasta llenar completamente el intestino.

López (1997, 2, 6), sostiene que la Carpa es un pez agastro o sin estómago verdadero, de hábitos alimenticios omnívoros y con un sistema digestivo intermedio entre la longitud presentada por organismos carnívoros y herbívoros.

De igual forma el INPA (114), coincide al afirmar que la Carpa común (*Cyprinus carpio*) se considera omnívora detritófaga, puede consumir vegetales mayores algas, gusanos, moluscos y alimento peletizado.

Por otro lado Erazo (5), aclara que la Carpa (*Cyprinus carpio*), es una especie omnívora que se alimenta en su etapa de alevinaje de organismos plantónicos, como adulto busca su comida en el fondo por lo cual se considera un pez de hábitos alimenticios bentónicos.

Según Caicedo (9), la Carpa común posee una boca moderada con terminaciones a manera de anillos en sus labios los cuales le ayudan a osar en los diques, no presenta dientes labiales pero si un par de barbillas en la comisura de los labios que le proporciona un sistema sensorial, el maxilar superior sobresale sobre el maxilar inferior, posee dientes faríngeos y linguales además entre veintidos a

veintisiete branquiespinas. Es animal poco convertidor de alimento, entre 3,5 a 4,5 siendo sus hábitos alimenticios de tipo omnívoro, aunque prefiere el zooplancton y pequeños animales como lombrices y gusanos que se encuentran en las paredes y fondo de los estanques.

A su vez Hopher y Pruginin (1991, 58, 59), señalan que la Carpa común se alimenta de materia vegetal y animal. En estanques fertilizados la Carpa consume principalmente protozoarios y zooplancton como copépodos, cladoceros y zooplancton de mayor tamaño. Sin embargo cuando la Carpa mide más de 10 cm de largo, se alimenta de fauna del fondo extrayendo larvas de insectos, gusanos, moluscos, etc. Los organismos preferidos son larvas de quironómidos.

4.3 NUTRICION

4.3.1 Proteínas y aminoácidos. De acuerdo con De la Higuera citado por La CAICYT II (53, 54), la proteína de la dieta es utilizada por el organismo con tres fines fundamentales: mantenimiento, repleción de los tejidos deplecionados y formación de nuevas estructuras proteicas. En estas

circunstancias, el uso de los aminoácidos, con uno u otro fin, dependerá no sólo de la cantidad y calidad de la proteína dietaria disponible para el animal, sino de la relación proteína/energía útil en la que lípidos e hidratos de carbono juegan un papel importante.

El mismo autor (63, 64), sostiene que cubrir los requerimientos proteicos de un animal supone, realmente, que puede disponer de un conjunto de aminoácidos, en unas cantidades y proporciones adecuadas, para la fabricación de sus propias proteínas funcionales y estructurales, lo que equivale a mantener su estado fisiológico y sustentar un crecimiento óptimo.

A su vez Walton citado por La CAICYT I (230), afirma que los aminoácidos se utilizan principalmente para la síntesis de proteínas y en grado inferior (cuantitativamente) para la síntesis de otros muchos compuestos de importancia bioquímica como, hormonas, purinas, neurotransmisores, cofactores, etc.

Por otro lado López (13,122) sostiene que la Carpa común requiere Proteína en porcentaje de 25- 35 %, lípidos: 6,5 % y 2.900 kal/kg de energía metabolizable

Al respecto Nagai e Ikeda (1972) en Zamora y Echavarría (1987) citados por el INPA (75), han comprobado que en dietas con 32% de proteínas y un contenido de carbohidratos y grasas, prácticamente equivalentes como fuentes de energía, se observó que el contenido máximo de sustancias libres de nitrógeno en el alimento estudiado fue del 40%, la retención de grasas (ganancia de peso / grasa ingerida x 100) eran tanto mayor cuanto más bajo era el contenido de grasa y más elevado el porcentaje de carbohidratos en el alimento, ya que se ha comprobado la baja capacidad que tiene la Carpa de producir la Acetil coenzima A, a partir de la glucosa, con lo que se ve afectado la síntesis de ácidos neutros.

Tacon (1987), citado por el INPA (57) reporta los requerimientos de proteína para la Carpa de acuerdo con la edad (Tabla 1).

Según el INPA (55), un suministro inadecuado de proteína en la dieta puede ocasionar un retraso o detenimiento total del crecimiento.

Por otra parte De la Higuera citado por La CAICYT II (84), señala que la deficiencia de aminoácidos esenciales en la dieta de los peces se manifiesta

**Tabla 1. Requerimientos de proteína para Carpa
(*Cyprinus carpio*) Según la edad**

Edad	% de proteína
Alevitos	43 - 47
Dedinos	30 - 42
Adultos	25 - 32

Tacon (1987), citado por INPA (1996, 57)

generalmente por una sintomatología que incluye pérdida de apetito, reducción del crecimiento, índices de conversión de alimentos bajos y una menor actividad.

A su vez Hepher (221), manifiesta que algunas deficiencias de aminoácidos provocan signos específicos de anomalías anatómicas. La deficiencia de triptófano provoca escoliosis a causa de la deformación de los tejidos de los miómeros y el notocordio, la deficiencia de metionina provoca cataratas bilaterales y la deficiencia de lisina produce necrosis de la aleta caudal.

Existen mínimas cantidades de aminoácidos que sustentan máximos crecimientos de las Carpas, a continuación en la Tabla 2 se relaciona el trabajo de dos diferentes investigadores.

4.3.2 Lípidos. Los lípidos de la dieta juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales. Además de esas funciones, tienen otras importantes en la dieta como la de ser transportadoras de ciertos nutrientes no grasos principalmente las vitaminas A, D y K (Watanabe citado por La CAICYT II, 99).

TABLA 2. Requerimientos cuantitativos de aminoácidos para carpa (Cyprinus carpio) en % de aminoácidos en la proteína de la dieta

AMINOACIDO	NOSE 1979	OGINO 1980
ARGININA	4.3	3.5
HISTIDINA	2.1	5.3
TREONINA	3.9	3.4
TRIPTOFANO	0.8	0.5
LISINA	5.7	5.3
METIONINA	3.1	1.8
FENILALANINA	6.5	3.1
ISOLEUCINA	2.6	2.4
LEUCINA	3.3	4.4
VALINA	3.6	3.1

CAICYT II 1987, 75-77,83

A su vez Hephher (105, 106), establece que los triglicéridos son una fuente importante de energía para el metabolismo en el músculo de los peces. El valor calorífico de los ácidos grasos (9.2 Kcal /g), derivados de la hidrólisis de triglicéridos, es más del doble del de los carbohidratos. El glicerol producido de esta forma también es fácilmente oxidado, pero la energía que aporta es mucho menor que la de los ácidos grasos libres. Después de la hidrólisis los ácidos grasos son oxidados en las mitocondrias celulares, en una vía metabólica similar a la de los vertebrados superiores.

El mismo autor (106 - 108), afirma que normalmente los peces son capaces de absorber y aprovechar grandes cantidades de grasas incluidas en el alimento. La energía que no se utiliza de inmediato se almacena como glicógeno y grasa para su uso posterior. Dado que en los peces las reservas de glicógeno por lo general son bajas, el principal depósito de energía es la grasa. En la mayoría de los peces no existe un tejido graso (adiposo) bien diferenciado, de modo que los depósitos de grasa, a menudo abundantes, se hallan dispersos entre diversos tejidos como los músculos (en especial el rojo), el intestino y su mesenterio, y el hígado que al parecer es el principal sitio para la síntesis de ácidos grasos a partir de carbohidratos.

Miles, Butcher y Jacob (2000, 17 - 18), manifiestan que existen dos ácidos grasos esenciales, el linoleico y el linolénico, ya que los animales no pueden sintetizar estos dos ácidos grasos a partir de otros componentes de la dieta, ésta debe contenerlos. Los ácidos linoleico, linolénico y araquidónico son ácidos grasos poliinsaturados. Su doble ligadura en las estructuras es la que los hace biológicamente activos, lo que quiere decir que se utilizan en el organismo para funciones muy importantes en lugar de que solo sirvan como fuente de energía para las células.

Los mismos autores (16 - 18), sostienen que el ácido linoleico influye sobre la fluidez de las membranas celulares animales y también sobre la función de las enzimas y receptores de las membranas celulares. El ácido araquidónico es esencial para la síntesis de prostaglandinas específicas que son las hormonas celulares responsables de la regulación de muchos aspectos de la función celular involucradas en las reacciones bioquímicas y acciones fisiológicas; por su parte los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (Linolénico, Eicosapentaenoico y Docosahexaenoico) son esenciales para el desarrollo normal de ojos y cerebro en animales.

Por otro lado Watanabe citado por La CAICYT II (103), señala que en la Carpa, las necesidades de ácidos grasos esenciales (AGE) son menores que en los peces de aguas frías; igualmente asegura (112) que la adición de lípidos de buena calidad entre el 5% y el 25% nunca llevó a efectos negativos en la trucha arco iris o la Carpa pero si hubo un aumento notorio de la grasa visceral debido a la excesiva densidad energética de la dieta.

Según Amil, Grau y Pertierra citados por La CAICYT I (212), los constituyentes lipídicos se utilizan esencialmente como fuente de energía y sirven para mantener la estructura e integridad de las membranas celulares. Aunque ha sido propuesto por varios investigadores que en el aspecto energético actúan remplazando a las proteínas de la dieta, su función no ha sido totalmente esclarecida, fundamentalmente debido a las diferencias morfológicas y bioquímicas que muestra el aparato digestivo de estos animales respecto al de los mamíferos terrestres. Así, los triacilgliceroles son hidrolizados por especies marinas, no por una lipasa del páncreas sino por una lipasa poco específica presente en el contenido intestinal de estos animales, dando como resultado ácidos grasos en los peces y en los mamíferos 2 - monoacilgliceroles.

El INPA (66), afirma que los ácidos grasos poliinsaturados, desempeñan un papel decisivo para la flexibilidad y permeabilidad de las membranas plasmáticas, función normal de las mitocondrias y actividad enzimática (ATPasa). Pueden ejercer funciones específicas para el sentido de visión de algunas especies de peces, para la actividad de los nervios y para el transporte de las demás grasas. La elevada necesidad de los peces en ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega 3 se relaciona con el bajo punto de fusión de estas grasas, lo cual se explica por ser animales de sangre fría.

De acuerdo con Watanabe citado por La CAICYT II (100), los requerimientos de ácidos grasos esenciales para la Carpa común (*Cyprinus carpio*), están dados de la siguiente manera: ácido graso linolénico (18:3W3) 1% y ácido graso linoleico (18:2W6) 1%; aunque Hephher (239) afirma que al parecer la Carpa requiere menos AGE del grupo Omega 3.

4.3.3 Carbohidratos. Los glúcidos constituyen el grupo de nutrientes más controvertido dentro de la alimentación de los peces ya que si bien es verdad que no aparecen deficiencias y síntomas carenciales, cuando éstos están ausentes en su dieta, por lo que podría afirmarse que los requerimientos y

necesidades de estos nutrientes es nula. También puede afirmarse que estos animales ingieren cantidades mayores o menores de ciertos glúcidos que se encuentran en los alimentos que consumen normalmente, como por ejemplo glucógeno en los carnívoros e incluso algunos azúcares sencillos: manosa, xilosa, glucosa, etc. Y en el caso de los omnívoros y herbívoros además ingieren celulosa y almidón, aún cuando la presencia de este último polisacárido es muy escasa en el medio acuático (Zamora y Echevarría citados por La CAICYT II, 167).

Chiou y Ogino (1975) citados por Hopher (72), encontraron que en la Carpa común la digestibilidad del alfa - almidón es de 84% a concentraciones de 48% en el alimento. De igual forma Shepherd y Bromage (170), coinciden diciendo que la Carpa puede digerir alrededor del 85% del alfa-almidón a niveles entre 19 y 48% de la dieta y cerca del 55% de Beta-almidón.

Es de aclarar que Murai et al (1983) citados por Hopher (100), encontraron que al alimentar a la Carpa común de cuatro a seis veces al día se mejora el aprovechamiento de la glucosa del alimento, comparado con el observado en el caso de dos alimentaciones al día.

De acuerdo con Walton citado por La CAICYT I (227), a pesar del mal uso de los carbohidratos de la dieta, la glucosa, o el glucógeno, siguen siendo necesarios a los peces como combustible para varios tejidos, como cerebro, glóbulos rojos y músculo blanco y para la síntesis de mucopolisacáridos, etc.

A su vez Shimeno et al (1979), Shimeno (1982) citados por Zamora y Echeverría en La CAICYT II (177), afirman que los glúcidos poseen un gran valor como fuente dietaria para la Carpa y que la digestibilidad de la proteína y de los glúcidos son siempre altos para distintos niveles glucídicos en la dieta.

Según Amil, Grau y Pertierra citados por La CAICYT I (201), la utilización de carbohidratos está restringida en ciertos peces a un 25% de su contenido en la dieta, tal vez debido a la capacidad digestiva limitada que presentan determinados peces para polisacáridos tales como el almidón. Con respecto a la utilización de carbohidratos estructurales como fuente de carbono y energía se ha demostrado que aquellos compuestos como la celulosa, se utilizan tras su hidrólisis enzimática por celulasas de la flora microbiana existente en el tracto digestivo.

Con respecto a la fibra bruta Steffens (1987) citado por INPA (77). Sostiene que ésta comprende un complejo de compuestos que aparte de la celulosa implica otras sustancias estructurales como son la hemicelulosa, lignina, pentosa y quitina, e influyen de dos maneras en la alimentación de los peces, incrementando la producción de heces y disminuyendo la estabilidad del pellet. La Carpa a pesar de ser una especie omnívora - herbívora, tampoco digiere la fibra bruta. La digestibilidad energética disminuye proporcionalmente a medida que aumenta el contenido de celulosa en la dieta. En los alimentos alemanes para Carpas se limita la tasa de fibra bruta a un máximo de 5 - 5.5%. Por otro lado Bondi y Spandorf (1953) citados por Hephher (54), no encontraron actividad celulolítica alguna en los extractos de pancreas e intestinos de la Carpa común. Sin embargo, en experimentos in vivo se demostró que ocurría una considerable digestión de celulosa en este pez. Lo cual aquellos investigadores explicaron con base en la presencia de una abundante flora bacteriana intestinal capaz de degradar la celulosa. Lindsay y Harris (55), por su parte opinan que la actividad celulolítica al parecer es resultado de celulasas producidas por los invertebrados y las bacterias ingeridos por el pez y que llegan a asociarse estrechamente con la pared intestinal de éste.

4.3.4 Necesidades energéticas. La cantidad de energía que un animal necesita depende de la etapa del ciclo biológico en que se encuentra, de la estación y de las condiciones ambientales. Los animales jóvenes, en crecimiento, necesitan para su mantenimiento más energía, por unidad de peso corporal, que los maduros, aunque, en estos, las necesidades energéticas se pueden ver temporalmente incrementadas debido a los procesos reproductivos (Cho citado por La CAICYT II, 197). Igualmente la temperatura ambiente juega un papel obvio en el nivel de energía que los homeotermos necesitan para mantener su propia temperatura corporal, pero ejerce un papel aún más importante en el caso de los animales poiquilotermos, tales como los peces, en los que la tasa metabólica puede variar ampliamente en respuesta a cambios en la temperatura del agua.

El mismo autor (198), manifiesta que la comprensión y estudio de la energética nutricional de cualquier animal, incluidos los peces, es una base necesaria para la consecución de un régimen dietario equilibrado y adecuado a un determinado ambiente físico. La definición completa de los requerimientos nutritivos y energéticos, depende del conocimiento de la proporción en que la energía contenida en los componentes de una dieta es catabolizada como combustible o

anabolizada para constituir reservas tisulares. El éxito de un cultivo de peces depende del aporte de dietas que contengan niveles adecuados de energía y un balance apropiado de nutrientes, que permitan el crecimiento más efectivo del animal así como el mantenimiento de su salud.

Además aclara (199), que la provisión de un balance óptimo de los componentes energético y proteico de la dieta es importante, dado que un exceso o deficiencia de energía no proteica puede provocar un retraso en la tasa de crecimiento. Si la dieta es deficiente en energía no proteica, se usará la proteína con fines energéticos más que para la proteinosíntesis. De una forma similar, si la dieta contiene un exceso de energía no proteica, el animal puede ver satisfecho su apetito antes de que se ingieran una cantidad de proteínas y nutrientes, suficientes para satisfacer las necesidades derivadas de tasas máximas de síntesis proteica y crecimiento.

Al respecto Takeuchi et al (1979) en Cho (1987) citados por el INPA (81), sostienen que para Carpas los mejores resultados en lo referente a crecimiento, conversión alimenticia y aprovechamiento de la proteína se obtenían cuando la dieta contenía 32% de proteína bruta (caseína) y 3107 a

3585 kcal digestibles/ kg.

Por otra parte Zeitler (1980) en Steffens (1987) citados por el INPA (81 - 82), comprobó mejores crecimientos y aprovechamiento del alimento con dietas que contenían 41% de proteína bruta y 4828 kcal digestibles/kg de alimento. Se obtienen Carpas con menos grasa e igual porcentaje de proteína cuando la fracción de energía digestible contenida en el alimento es solo de 4374 kcal/kg; teniéndose sin embargo, una pequeña disminución del crecimiento.

Lopez (2001)¹, sostiene que una manera práctica y sencilla de calcular la energía a suministrar a los organismos acuáticos, es que por cada gramo de proteína de la dieta se debe aportar de 9 a 10 Kcal de energía digestible.

Por otra parte Hepher (24), afirma que mientras el principal nutriente utilizado de los tejidos es grasa, los nutrientes más abundantes en el alimento son proteína y carbohidratos, que se utilizan en menor grado que la grasa.

¹ LOPEZ MACIAS. Jorge. Comunicación personal

Según Ivlev (1939) citado por Hopher (187), observó en la Carpa común que el aprovechamiento de carbohidratos para la producción de grasa corporal es de 30% de la energía bruta ingerida.

4.3.5 Vitaminas. Las vitaminas son compuestos orgánicos de bajo peso molecular, indispensables para la vida los cuales generalmente no pueden ser sintetizados por los animales, por lo que deben ser suministrados en el alimento, de acuerdo con los requerimientos de cada especie (INPA, 85).

Por otro lado Lovell citado por La CAICYT II (245), afirma que las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en cantidades muy pequeñas, y obtenidos a partir de fuentes exógenas, tales como la dieta o la síntesis microbiana intestinal, necesarios para el crecimiento y funcionamiento normal de los animales. Los peces tienen requerimientos similares a los de los animales terrestres, con la excepción de que también necesitan vitamina C.

Hopher (241 - 243), señala que las vitaminas se clasifican en dos grupos con base en la solubilidad: vitaminas hidrosolubles o solubles en agua y vitaminas liposolubles o solubles en grasa; en total, se ha descubierto que unas quince

vitaminas, son esenciales para la mayoría de los peces.

Rus citado por La CAICYT I (170), afirma que muy poco se ha investigado en el campo de la absorción intestinal directa de las vitaminas en animales superiores, por lo que no es de extrañar que en peces, este campo esté prácticamente por iniciar. El interés principal se centra en el aspecto de la más correcta formulación posible de las dietas comerciales y en la posibilidad de corregir, mediante aportes vitamínicos adecuados, determinadas deficiencias.

El mismo autor (170), señala que en principio, las vitaminas liposolubles deben ser absorbidas, tal como ocurre en mamíferos, en estrecha relación con las grasas neutras y el colesterol, integrándose en el enterocito con las partículas lipoproteicas que las vehicularían por linfa y sangre. Con respecto a las hidrosolubles, cabe la posibilidad de una absorción por difusión simple o facilitada por un transportador.

Este autor cita a Kashiwada et al en 1970, quienes detectaron en el tracto intestinal de la Carpa, la existencia de bacterias productoras de varias vitaminas hidrosolubles, entre ellas la vitamina B12.

Según Hepher (240), el alimento natural por lo general es rico en vitaminas, el alimento complementario puede no serlo. Por tanto, la deficiencia vitamínica se observa principalmente en sistemas de cultivo intensivo, con altas densidades de peces y donde el alimento complementario es la principal fuente de nutrimentos, si no la única.

A su vez Hepher (240), señala que como signos comunes de deficiencia de la mayoría de las vitaminas en peces se ha observado, pérdida del apetito, cambio de color, incoordinación, nerviosismo, hemorragias, hígado graso y mayor susceptibilidad a las infecciones bacterianas.

Las quince vitaminas relacionadas en la tabla 3, han sido establecidas como esenciales en la dieta de la Carpa común (*Cyprinus carpio*).

4.3.6 Minerales. Según el INPA (102), las sustancias minerales son elementos químicos los cuales son parte constitutiva de los animales, necesarias para su buen desarrollo y funcionamiento. Los requerimientos de minerales en los peces es similar a la de los animales superiores, sin embargo se tiene como fuente efectiva de abastecimiento tanto el agua como el alimento

**Tabla 3. Requerimientos mínimos de vitaminas para
Carpa Común (*Cyprinus carpio*)**

VITAMINA	UNIDAD	CANTIDAD
A	UI/kg *	1000 - 2000
E	UI/kg *	80 - 100
Tiamina	Mg	1
Riboflavina	Mg	8
Piridoxina	Mg	6
Acido Pantoténico	Mg	30 - 50
Niacina	Mg	28
Biotina	Mg/kg *	1 - 1.5
Inositol	Mg/kg *	200 - 300
Colina	Mg	4000

NRC, 1983, Citado por CAICYT,(1987,246).

* Halver, 1988 en INPA, 1996, 101

suministrado. Entre las principales funciones de los minerales se encuentra la de formar parte del esqueleto y exoesqueleto, contribuyen al balance de la presión osmótica, son constituyentes de tejidos estructurales, intervienen en la transmisión de impulsos nerviosos y contracción de músculos.

De acuerdo con Lovell citado por La CAICYT II (281), los peces, probablemente necesitan los mismos minerales que los animales de sangre caliente, para la formación de los tejidos y para varios procesos metabólicos. Además utilizan los elementos inorgánicos para mantener el equilibrio osmótico entre los fluidos corporales y el agua. Los minerales del agua pueden contribuir significativamente a las necesidades minerales de los peces, tales como el Calcio.

Por otra parte Hepher (250), sostiene que los peces son capaces de absorber parte de los minerales requeridos directamente del agua a través de las branquias o incluso a través de toda la superficie corporal. La absorción de minerales del agua es un proceso vital para la osmorregulación en los peces de agua dulce, pero sin duda también es importante desde un punto de vista nutricional.

Al respecto Rus citado por La CAICYT I (168 -170), manifiesta que pocos estudios se han realizado sobre la absorción digestiva real del Calcio, se dice por ejemplo que en la Carpa, el calcio absorbido es mayoritariamente de aporte dietario, que un 50 - 70% del calcio de la dieta es absorbible y además que, existe una relación Ca/P próxima a la unidad, que es la óptima para la absorción de ambos elementos. La Carpa, siendo un pez agastro, con un pH intestinal siempre neutro o alcalino, absorbe mal el calcio en forma de CaCO_3 y $\text{Ca (PO}_4)_2$, que resultan poco solubles a ese pH; mucho mejor se absorbe cuando va en forma de lactato cálcico: así pues, el calcio de la harina de pescado (calcio óseo), quizá sea mal absorbido por estos animales. Para el fósforo, dada su escases en el medio, la dieta parece ser la única fuente exógena. La Carpa absorbe más de 90% de fósforo de la dieta, existiendo a niveles constantes de Ca, una relación lineal entre concentración de P en la dieta y P absorbido, si bien, a nivel constante de P, la relación entre la cantidad de Ca y la absorción de P es inversa. La presencia de determinadas sustancias en la dieta, tales como oxalatos, ácido fítico, etc, conduce a una menor biodisponibilidad de calcio y fósforo al formar sales insolubles poco o nada digestibles.

El mismo autor (170) aclara que también las deficiencias dietarias de magnesio causan problemas en la salud y el crecimiento, altos niveles de calcio y fósforo en la dieta agravan la deficiencia de magnesio o incrementan sus requerimientos, parece ser que por una disminución en la absorción de este último catión. La disponibilidad de Zinc dietario puede verse afectada negativamente por la presencia de fitatos, lo que podría acentuarse ante niveles altos de calcio.

Los requerimientos minerales del pez gato (*Ictalurus punctatus R*), son similares a los de la Carpa (*Cyprinus carpio*), y pueden estar de acuerdo con los presentados en la Tabla 4 (Lovell citado por La CAICYT II, 1987, 281).

4.4 ALIMENTACION

Dado el elevado porcentaje que de los costos totales de una explotación piscícola, basada en un cultivo intensivo, representa el componente "alimentación", no es de extrañar que el piscicultor aspire a convertir, con la máxima eficacia, kilos de alimento en kilos de animal producido. Resulta obvio, pues, que el conocimiento, lo más exhaustivo posible, de los factores que

Tabla 4. Requerimientos minerales para pez gato (*Ictalurus Punctatus* R)

ELEMENTO	CANTIDAD	REFERENCIA
Fósforo, %	0.45	LOVELL, 1978
Magnesio, %	0.05	GATLIN et al, 1982
Cinc, mg/Kg	20 o 150	GATLIN Y WILSON, 1983
Selenio, mg/Kg	0.25	GATLIN Y WILSON, 1984
Manganeso, mg/Kg	2.4	GATLIN Y WILSON, 1984
Cobre, mg/Kg	5.0	GATLIN Y WILSON, 1986
Hierro, mg/Kg	30.0	GATLIN Y WILSON, 1986

CAICYT II, (1987, 281).

afectan a la ingesta o la reacción del animal al alimento ofrecido, es deseable y necesario, especialmente cuando se trata de introducir una nueva especie en las técnicas del cultivo intensivo (Cuenca y Gallego citados por La CAICYT I, 1).

Los mismos autores (2,3) citando a Knights (1985), afirman que para llegar a estos conocimientos, el proceso normalmente seguido se inicia en el estudio de la alimentación de la especie en cuestión en su medio natural, así como de los factores que influyen en ésta, para tratar de extrapolar esos datos a las condiciones de cultivo, momento en que las observaciones obtenidas objetivamente a nivel de laboratorio y si existieran, las empíricas proporcionadas por otros piscicultores, se revelan especialmente útiles. Para que un alimento sea incorporado como tejido corporal, debe sufrir una transformación en un proceso que se inicia con la aparición de la sensación de apetito, posteriormente se presenta la búsqueda, localización e identificación, captura, prueba de sus características físicas y organolépticas, ingestión o rechazo y en consecuencia, se dará lugar a la neutralización o no de la sensación de apetito que desencadenó el proceso.

Según Hepher (275, 276), la Carpa común (*Cyprinus carpio*) en su medio natural

se alimenta de organismos bentónicos, zooplancton, detritos y algunas veces también de necton pequeño y alevines. Este autor aclara (305) que exceptuando el caso de la macrovegetación la mayoría de los organismos de agua dulce son ricos en proteína.

Por otro lado Hopher y Pruginin (59), sostienen que cuando se le da alimentación complementaria, la Carpa digiere bien los carbohidratos y acepta una amplia gama de alimentos de forraje que tienen un contenido de proteínas relativamente bajo, como los cereales y leguminosas; así como alimentos proteínicos como variedad de bagazos, residuos del rastro, desperdicios finos de pescado, etc. No todos estos alimentos de forraje tienen el mismo valor nutritivo y su efecto en el crecimiento de los peces y la proporción de conversión de la alimentación puede variar ampliamente.

Por otra parte Bardach, Ryther y Mclarney (1986, 38), señalan que en general la alimentación artificial de la Carpa debe concentrarse en alimentos ricos en carbohidratos, ya que el alimento natural de ésta, contiene bastante proteína alcanzando 60% del peso seco en las larvas de quironómidos, que son uno de los organismos alimenticios abundantes en la mayor parte de los estanques de

Carpas. En estado natural una parte de estas proteínas es convertida en energía; los alimentos ricos en carbohidratos proveen una más eficiente fuente de energía y permiten a las proteínas garantizar el crecimiento.

Los mismos autores (24) citan a S tal quien asegura que no se ha encontrado todavía un pez, que pueda ser tan fácilmente manejable para dar altos rendimientos por unidad de superficie o volumen de agua, ni tampoco hay muchas otras especies que se puedan cultivar a tan bajo costo como la Carpa.

Marek (1975), citado por Hephher (335) propone los siguientes porcentajes de alimentación para Carpa cultivada a temperatura superior de 20°C, a densidades de 2 a 5 peces por metro cuadrado (Tabla 5).

4.4.1 Factores que afectan el consumo y asimilación de alimento en los peces. Cuenca y Garcia citados por La CAICYT I, (19 - 46) manifiestan que existen factores que afectan el comportamiento alimentario, clasificándolos en ambientales como la Temperatura, salinidad y Oxígeno disuelto; e inter e intraespecíficos como Jerarquía social y facilitación social.

Tabla 5. Porcentajes de alimentacion para Carpas

PESO DE LOS PECES (g)	RACION %
20 - 50	8.5
50 - 100	7.5
100 - 200	6.0
200 - 300	4.8
300 - 400	4.3
400 - 500	3.7

Marek (1975), citado por Hephher (1993, 335)

Según Hepher (33 - 77), los factores relacionados con el proceso de capturar alimento y hacerlo parte del organismo vivo está influenciado por factores como los siguientes: Localización del alimento, la boca y cavidad oral, el estómago, intestino, enzimas y secreciones digestivas, la flora gastrointestinal, la absorción, la rapidez de digestión, la especie y edad del pez, condiciones fisiológicas, la temperatura del agua, la composición del alimento, el nivel y frecuencia de alimentación.

4.5 MATERIAS PRIMAS NO TRADICIONALES UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION DE PECES

Con el lema de "nada se desperdicia, nada contamina" todo desecho es aprovechado por algún componente de la cadena alimenticia; de esta manera se ha integrado en algunas fincas Colombianas producciones de cultivos frutícolas y pecuarios de maracuyá, guanábana, ovinos, bovinos, lombrices y peces en un ciclo donde el anterior cultivo produce alimento para el siguiente integrante de este círculo (Munevar 1994,9). Lo anterior es especialmente importante en regiones donde el agua es limitada, así la acuicultura de aguas dulces integrada con el riego de cultivos puede ser una alternativa muy redituable ya que este

agua puede ser utilizado dos o más veces con una inversión adicional baja (Cohen 1994,13).

La Carpa, por sus hábitos alimenticios puede reciclar productos de menor valor alimenticio para otras especies ícticas, lo cual permite incorporar en la dieta para estos ciprínidos, ingredientes no tradicionales, entre los cuales están salvados, vísceras, porquinaza, bovinaza, etc. como alimentos para sustentar un buen crecimiento y sobrevivencia.

Según Hepher y Pruginin (206, 207, 218), las excretas pueden actuar de tres maneras en la alimentación de Carpas. De una parte al ser incorporadas al estanque liberan nutrientes que activan la productividad natural afectando los niveles superiores de la pirámide alimenticia, como son los copépodos y cladoceros fundamentales en la dieta de estos peces, por otro lado al ser consumidas directamente por los peces, recuperan aminoácidos y carbohidratos que de otra manera son pérdidas en la digestión de monogástricos como el cerdo, y también como substrato en donde proliferan bacterias y protozoarios que son aprovechados como alimento por las Carpas.

4.5.1 Valor nutricional de las excretas de cerdo. Fontenot y colaboradores (1983), citados por Duran y Muñoz (1986, 4) sostienen que la alimentación animal con estiércol no afecta el esqueleto ni la calidad o sabor de la carne. Además que biológicamente la eficiencia es más grande, cuando el estiércol se utiliza como alimento, donde los nutrientes orgánicos e inorgánicos pueden ser potencialmente aprovechados; obviamente ninguno de los nutrientes en la alimentación puede ser utilizado con un 100% de eficiencia.

Arndt y Hatfield (1979), citados por David y Rendon (1986, 10) afirman que el estiércol es un alimento no tradicional y barato que puede ser utilizado con resultados satisfactorios. Los mismos autores citan a Tinnimitt P y colaboradores (1972), quienes aseguran que las fecales de cerdo deshidratadas poseen una digestibilidad sobre la base de materia seca de 50 %, para materia orgánica del 51 %, nitrógeno 23 % y T.N.D 45 %.

Es de aclarar que la decisión de utilizar el estiércol seco o líquido obedece a consideraciones de facilidad de manejo, ya que la destrucción de potenciales patógenos requeriría tratamientos drásticos, costosos y que afectarían el perfil de nutrientes del producto tratado; al respecto Cross y colaboradores

(1974), citados por Duran y Muñoz (6), determinaron el efecto del secado en la supervivencia de los microorganismos, notaron que bacterias gram negativas murieron después de ser sometido el estiércol a 150 grados centígrados por tres (3) horas y algunas bacterias anaerobias fueron destruidas al ser sometido el estiércol a 200 grados centígrados por una hora.

Por otro lado Seckler y colaboradores (1981), citados por Duran y Muñoz (4), reportan que el estiércol animal posee proteína microbial y proteína derivada de tejido celular que sumadas dan una cantidad similar a la proporcionada por la torta de soya. Existe controversia acerca de la digestibilidad de las células microbianas pero estudios recientes indican que ésta es alta, y que las paredes celulares que aparecen en las heces de los monogástricos son más digestibles que las que aparecen en las excretas de los rumiantes.

Según Fontenot y colaboradores (1983), citados por Duran y Muñoz (10) aseguran que los desperdicios animales varían en su composición química, física, forma y cantidad producida. Esta variabilidad, está afectada por los siguientes factores: fisiología digestiva de la especie, composición y forma de la dieta,

estado de crecimiento y productividad del animal, el sistema de manejo, recolección y almacenamiento del estiércol.

Con respecto al secado de heces Arndt y colaboradores (1979), citados por Duran y Muñoz (7), analizan detalladamente la deshidratación natural por medio de los rayos solares encontrando que se obtiene un material seco, fácil de almacenar, manejar y los costos por consumo de energía y manejo son bajos. Por el contrario hay pérdida de nitrógeno y proteína, la energía de los nutrientes es baja y el proceso de secado es mas lento, comparado con otros sistemas de secado.

Los mismos autores citan a Smith (1981), quien sostiene que el secado aumenta la flexibilidad con la cual el material se puede usar en los sistemas de alimentación, reduce los costos de transporte y elimina muchas de las limitaciones asociadas con el almacenamiento y manejo del mismo material en forma húmeda.

Recopilando las afirmaciones hechas por Smith (1977), Buitrago y Trujillo (1980) y Arndt y colaboradores (1979), citados por Duran y Muñoz (10), se

puede decir que la disponibilidad de nutrientes en la materia fecal de cerdos, está relacionada con la calidad del alimento que ingiera y así mismo con el tamaño de las partículas, como resultado de la molienda y tamizado, normalmente la composición nutricional de las excretas es la siguiente:

Contenido de agua 20-25%, el nitrógeno se encuentra en forma de proteína unicelular que constituye el 33% de nitrógeno total, los aminoácidos libres 22% del total de nitrógeno, más del 50% del nitrógeno presente en las excretas de cerdo, se encuentra en la orina y de este nitrógeno, el 80% en forma de urea; el 60% de la proteína presente en las excretas, es biológicamente disponible para los procesos biológicos del animal.

En la Tabla 6. Kornegay (1977) y Henning y colaboradores (1972), citados por Duran y Muñoz (12) reportan la composición de las excretas de cerdo.

4.5.2 Experiencias en la utilización de excretas como alimento para peces.

El uso de excretas como abono en los estanques no es nuevo, ha sido usado por milenios en China y por siglos en otros países. (Hepher y Pruginin, 216). Los

Tabla 6. Composición química de las excretas de cerdo.

NUTRIENTES	MATERIA SECA %
Nutrientes digestibles totales	48
Proteína cruda (Nx6.25)	24
Fibra cruda	15
Calcio	2,7
Fósforo	2,1
Magnesio	0,9
Potasio	1,3

Kornegay (1977) y Henning y colaboradores (1972), citados por Duran y Muñoz (12).

fecales) que satisfaga dos condiciones (partículas finas y de fácil dispersión) es adecuado para el uso en estanques.

Según Barnabe (1996, 320), el material particular procedente, por ejemplo, de las heces de animales domésticos, puede ser directamente consumido por los peces (Carpas y Tilapias) lo cual constituye un reciclaje directo. Además recomienda (424), una dosis de 1 - 3 toneladas por hectárea / año y 0.5 a 1 tonelada por hectárea por cada aporte.

Tapiador y colaboradores (1977), citados por Hepher y Pruginin (223) informan que el abono de cerdo se usa ampliamente en China para alimentación de peces, donde se crían de 30 a 45 cerdos, a fin de abastecer adecuadamente el abono orgánico para cada hectárea de estanque.

De igual forma Woynarovich (1956-1979), citado por Hepher y Pruginin (223) informa de el uso de abono de cerdo en Hungría. La base de esta técnica es que el abono suave y fresco se mezcla con el agua y se distribuye en forma repetida sobre toda la superficie del estanque.

Los mismos autores (217), manifiestan que la materia orgánica de las excretas se considera como un eslabón en la cadena alimenticia y por lo tanto debe ser tratada como alimento. Esto tiene una importante implicación en relación con la clase de abono usado, frecuencia de aplicación y razón de aplicación.

Así mismo Schroeder (1978), citado por Hopher y Pruginin (218), afirma que los peces ingieren partículas de abono. Aunque estas partículas orgánicas parecen ser de bajo valor nutritivo Kerns y Roelofs (1977), citados por Hopher y Pruginin (218), opinan que las bacterias y protozoarios que envuelven las partículas son de alto valor nutritivo. Estos microorganismos son desprendidos de las partículas y digeridos por los peces.

En Colombia se han realizado diversas experiencias con materias orgánicas en la alimentación de organismos acuáticos y se asegura que el estiércol fresco de cerdo constituye uno de los mejores abonos orgánicos para estanques donde se cultivan peces de aguas cálidas, aconsejando aplicar diez kilogramos de estiércol fresco por cada cien metros cuadrados de estanque dos veces por semana (Ramos, 1984, 19).

En Cuba, para estanques de una hectárea sembrados con 6000 alevinos de Carpa y tilapia se reporta producciones promedias de 600 a 700 Kg./ha/año de peces cultivados con porquinaza, gallinaza, bovinaza, composta vegetal y cachaza proveniente del proceso del azúcar (Latin American Alliance, 1997, 3).

Bardach, Ryther y Mclarney (35), reportan que en Munich, Alemania, el drenaje establecido o parcialmente tratado de la ciudad se diluye y se lleva a través de una serie de estanques de cinco (5) hectáreas a lo largo de siete (7) kilómetros, cada uno conteniendo unas 5.000 Carpas de dos (2) años que se engordan durante el verano con la abundante fauna de invertebrados. El incremento anual de carne de pescado es de 500 kilogramos por hectárea sin alimento adicional.

Por otra parte Schroeder, citado por Hepher y Pruginin (217), encontró que la Carpa cuando se almacena a razón de 5.000 peces por hectárea, crece del 25 al 100% más rápido en estanques abonados que en los que no lo están. Esto implica según Hepher, (281), que en los primeros se dispone de mayor alimento.

Castell (1989), citado por Barnabe (309) dice que se puede relacionar con la producción semi extensiva la asociación de la explotación ganadera y la acuicultura de estanque, que utiliza las deyecciones de ciertos animales domésticos (pollo, pato, cerdo, vaca), para fertilizar el estanque y criar los peces. Los chinos alcanzan así una producción de 13.500 kilogramos por hectárea en una granja que cuenta con 70 hectáreas de estanques de cultivos, en cuyos alrededores son criados 1.060 cerdos, 123 vacas y 400.000 patos (cuyos hígados se exportan a Francia). Se califica de acuicultura integrada a este tipo de acuicultura ligada a la ganadería.

La gallinaza seca se descompone en el agua mucho más rápido que el estiércol de vaca, que contiene grandes cantidades de paja. Por lo tanto el efecto de la gallinaza sobre la concentración de oxígeno será menor. Los resultados de abonar cada dos (2) semanas son mucho más notorios, como los peces son atraídos por la gallinaza seca y se ha visto que se alimentan de partes de ella (posiblemente de residuos de alimento). En algunas granjas no se les suministra alimento complementario durante el día en que se abona el estanque. Esto por lo general no cambia la producción de peces, pero le da proporciones de conversión de alimento más bajas, (Hepher y Pruginin, 217).

El efecto del abono en estanques en los que se ha almacenado una gran densidad de Carpa en monocultivo, con alimentación complementaria, ha sido estudiada por Rappaport y colaboradores (1977), citados por (Hepher y Pruginin, 221). Se observa beneficios incluso a densidades altas. Las producciones durante 153 días en densidades de almacenamiento de 20.000 a 45.000 peces por hectárea se presentan en la Tabla 7.

Se observa el mejor comportamiento de la gallinaza seca dada la calidad de este producto y la facilidad de dispersión, el estiércol de vaca líquido, aunque coincide con la facilidad de dispersión tiene características en contra como materia seca y calidad nutritiva bajas con gran cantidad de fibra no digerible por los peces.

**Tabla 7. Produccion de pescado cultivado a altas densidades
(monocultivo) en estanques abonados**

		control solo alimento	abono liquido vaca	gallinaza seca
PRODUCCION	Kg/ha/día	29,2	33,0	36,3
EXTRAPOLADO	240 días (Kg/ha)	7.008	7.920	8,712
PROPORCION DE C A		3,11	2,58	2,39

Rappaport y colaboradores (1977), citados por Hopher y Pruginin, (221)

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACION

La ejecución del trabajo de campo se llevó a cabo en la vereda El mayo, ubicada a 1200 metros sobre el nivel del mar y distante siete (7) kilómetros al norte de la cabecera municipal de La Unión; limita al oriente con la vereda de Santander, al occidente con la vereda de La playa, al sur con las veredas de Ojo de agua y La caldera y al norte con el departamento del Cauca (Alcaldía municipal de La Unión, Nariño, 2001).

El municipio de La Unión está localizado al norte del departamento de Nariño, a una altura promedio de 1.800 m s n m, con una temperatura media anual de 19,5 grados centígrados y una precipitación histórica anual de 2.128 mm, con un régimen de lluvias de tipo bimodal, es decir se presentan dos temporadas lluviosas al año: la primera de marzo a mayo y la segunda de octubre a diciembre (la más intensa), entre estas dos temporadas lluviosas se presenta

un periodo seco de junio a septiembre. Sus coordenadas geográficas son: latitud 1° 36' norte del Ecuador y longitud 77° 9' oeste de Greenwich (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2001).

El municipio de La Unión limita al oriente con el municipio de Colón, al occidente con el municipio de San Lorenzo, al Norte con el Departamento del Cauca y al Sur con el municipio de San Pedro de Cartago (Figura 2).

Tiene una extensión aproximada de 163 km² y se compone de un corregimiento y veintiocho veredas. Según la clasificación de Holdridge su formación ecológica corresponde a la de bosque húmedo subtropical (Bh - St) (Instituto nacional de adecuación de tierras INAT, 1996, 64).

5.1.1 Descripción del área de estudio. La actividad económica del municipio de La Unión gira en torno al cultivo del café, cuenta con diversidad de recursos hídricos en los cuales se encuentran especies nativas como sabaletas, pequeños bagres y corronchos entre otros; el sector pecuario está representado por explotaciones bovinas, cuyícolas, porcinas y cultivos piscícolas de subsistencia de especies como tilapia, Carpa y cachama.

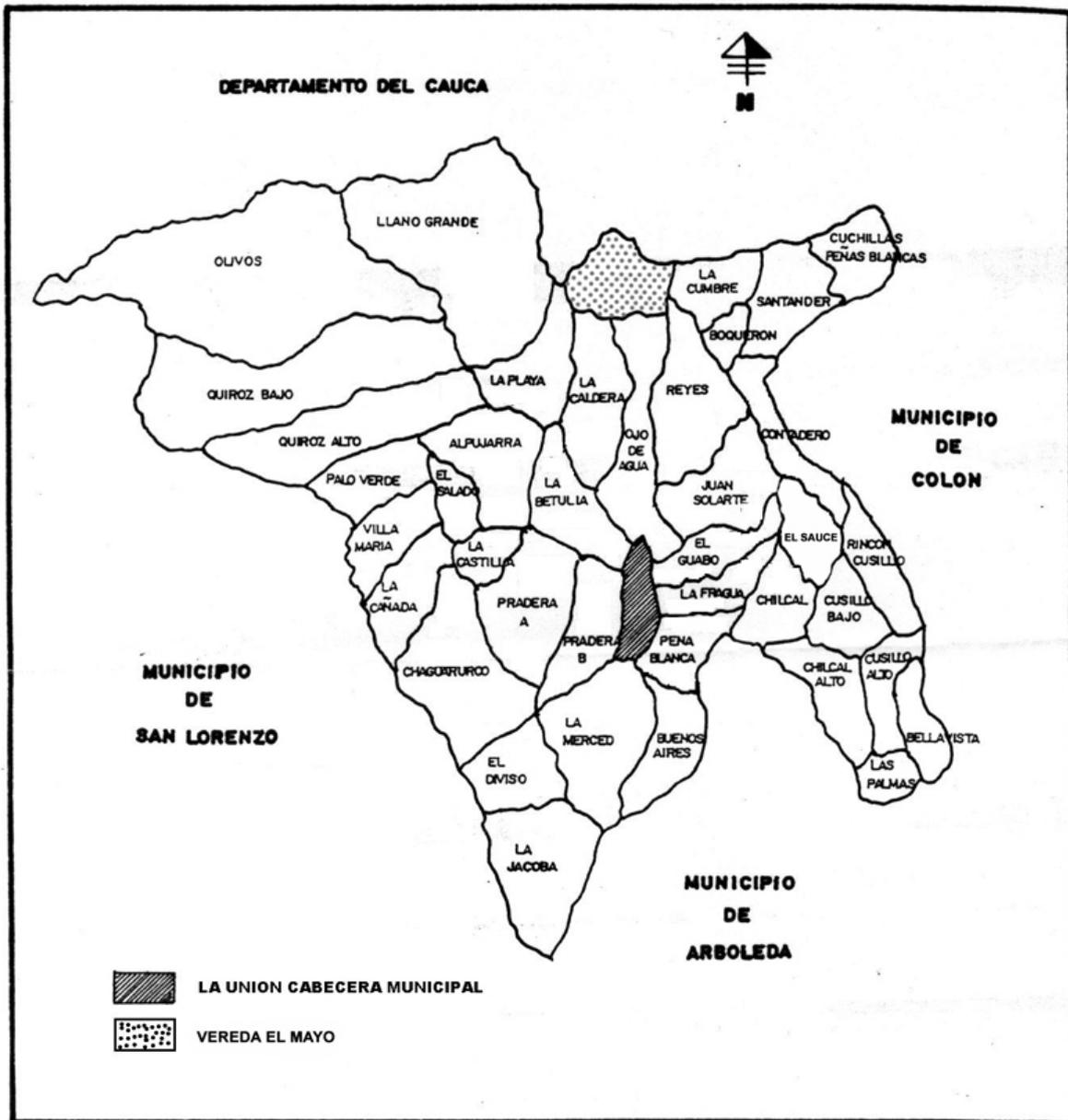


FIGURA 2. Municipio de La Unión (N)

5.2 INSTALACIONES

Se utilizaron dos estanques contruidos en tierra, de forma rectangular, con desnivel del 0.5% hacia el tubo de drenaje, cuyas medidas son: largo 20 m y ancho 5 m, separados por un talud de tierra. Tienen una profundidad de 1,0 m y cada uno es alimentado por tubos de PVC de 1 pulgada de diámetro con tubería de desagüe del mismo material instalada en forma de codo de tal manera que retira el agua del fondo, esta tubería tiene un diámetro de 2 pulgadas de diámetro (Figura 3).

El agua utilizada en el proyecto proviene del "zanjón de la vereda El Mayo" y presenta las siguientes características: temperatura 20°C, oxígeno disuelto 6.7 ppm, pH 7.5, alcalinidad 209.6 mg/l, dureza total 190 mg/l, amonio 0.48 mg/l, nitritos 0,5 mg/l y caudal de 60 l/minuto (Anexo A).

5.3 EQUIPOS, UTENSILIOS E INSUMOS

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron los siguientes equipos, utensilios e insumos.



FIGURA 3. Estanques utilizados en el experimento.

- Alimento Balanceado (24% de proteína)	126.8 kg
- Balanza gramera (marca OHAUS)	1 unidad
- Chinchorro (ojo de malla 2 mm, 5 m de largo)	1 unidad
- Coladores plástico	2 unidad
- Baldes plásticos de 10 L	2 unidad
- Termómetro de inmersión	-5 -60 °C
- Oxigenómetro (marca Aquatic)	0.1 mg/l.
- Cal (dolomítica agrícola)	40 kg
- Fertilizante inorgánico (grado triple quince)	2 kg
- Red para fitoplancton	50 micr
- Red para zooplancton	100 micr
- Estereoscopio, Nikon, SMZ, zoom 1:10	1 unidad
- Microscopio, Nikon, de alta resolución, 151972, optiphot - 2.	1 unidad
- Cámara de Newbauer para conteo de microalgas	1 unidad
- Disco de Secchi	1 unidad
- Balanza reloj para 25 libras marca Reina.	1 unidad
- Cinta de pH	1 unidad
- Saca bocado o corazonador de 2 pulgadas para bentos.	1 unidad

5.4 PREPARACION DE LOS ESTANQUES

Los estanques una vez secos por acción de los rayos solares, se limpiaron sus fondos de materia orgánica y en los taludes de material vegetal, luego se desinfectó con cal agrícola en cantidad de 100 g por cada metro cuadrado y se llenaron 10 días antes de sembrar los peces. Cinco días previos a la siembra, se fertilizó cada estanque con 1000 g de fertilizante inorgánico grado triple quince (15-15-15).

5.5 EJEMPLARES Y DENSIDAD DE SIEMBRA

Se utilizó 400 ejemplares de Carpa roja que fueron adquiridos treinta días antes de iniciar la fase experimental, con el fin de que se aclimaten a las nuevas condiciones ambientales.

Al iniciar la investigación se sembraron animales de 5,0 gramos de peso promedio individual con características homogéneas a una densidad de dos (2) animales por metro cuadrado, doscientos (200) animales por tratamiento, para un total de 400 animales.

5.6 TRATAMIENTOS

Se evaluaron dos (2) tratamientos así:

T₀ = Alimentación de Carpas con balanceado comercial de 24% de proteína.

T₁ = Alimentación con balanceado comercial de 24% de proteína más excretas de cerdo.

La metodología empleada para dosificar tanto la porquinaza como el balanceado del T₁ corresponde al siguiente planteamiento:

Se tomó como base el consumo de materia seca según el peso vivo, teniendo como referencia la tabla de alimentación presentada por INPA (1996), el cual se satisfizo en su totalidad con materia seca proveniente de la porquinaza (Fresca), y se complementó el déficit proteico con balanceado de 24% de proteína como se indica en el anexo B.

5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico para las variables tasa de crecimiento, incremento de peso, relación de eficiencia proteica, conversión y eficiencia alimenticia se

realizó mediante una prueba de T, constituida por dos tratamientos y diez muestreos de diez (10) animales considerando cada muestreo una réplica. Para la variable sobrevivencia se utilizó la prueba de Brand y Snedecor.

El modelo aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Respuesta de la i -ésima réplica al j -ésimo tratamiento.

μ = Media General.

t_i = Efecto del j -ésimo tratamiento (balanceado y balanceado más porquinaza).

E_{ij} = Error experimental de la unidad i ; sometida al tratamiento j (alimentación) con balanceado y balanceado más porquinaza.

5.8 FORMULACION DE HIPOTESIS

H_0 = La inclusión de porquinaza como base de la dieta en la alimentación de Carpas, no produce diferencias en los rendimientos productivos de esta especie.

H_1 = La inclusión de porquinaza como base de la dieta en alimentación de

Carpas, produce diferencias en por lo menos un (1) aspecto productivo durante el engorde de esta especie.

5.9 PLAN DE MANEJO

El recambio de agua de cada tratamiento fue de 100 centímetros cúbicos por segundo, lo cual produjo un recambio efectivo de 8.6 % diario en cada estanque.

El monitoreo de parámetros físicos como la temperatura y la transparencia del agua (Disco sechii) se realizó quincenalmente (figuras 4 y 5), La valoración química referente a oxígeno disuelto y pH se efectuó mensualmente y la cuantificación de la productividad natural referida a la concentración de fitoplancton, zooplancton y bentos se llevó a cabo quincenalmente .



FIGURA 4. Toma de parámetros (oxígeno)



FIGURA 5. Toma de parámetros (temperatura)

De otra parte, se realizó el seguimiento de las variaciones de Oxígeno, temperatura y pH en un ciclo diario (24 horas), monitoreando los parámetros a intervalos de una hora con el fin de conocer los valores críticos durante el cultivo, este monitoreo se realizó dos veces durante la fase experimental.

5.9.1 Muestreos de crecimiento. Los muestreos se realizaron cada 15 días capturando con una naza, diez (10) ejemplares de cada tratamiento, diez veces o sea 100 animales lo cual corresponde al 50% de la población, posteriormente se pesaban en la balanza gramera (figura 6) para determinar el incremento de peso; al mismo tiempo se observaba si presentaban lesiones o signos de enfermedad.

5.9.2 Manejo de las excretas de cerdo. La porquinaza para suministrar al tratamiento T₁ se obtuvo de cerdos raza Landrace x York shire (figura 7), alimentados con una dieta de balanceado comercial y salvado de trigo, adicionado con plátano cocido y lavasas. El análisis bromatológico de la porquinaza se indica en la Tabla 8.



FIGURA 6. Pesaje



FIGURA 7. Obtención de porquinaza

Tabla 8. Composición química de las excretas de cerdo aplicadas

Nutrientes	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	72,89	
Materia seca	27,11	
Ceniza	5,15	18,99
Extracto etéreo	0,85	3,14
Fibra cruda	6,94	25,60
Proteína	3,33	12,29
E. N. N	10,84	39,98
Energía	3.830 Kcal/kg	

Laboratorio de bromatología, Universidad de Nariño,
Pasto, Colombia (2001)

5.10 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

El alimento balanceado del Testigo se suministró a razón del 6,0% de la Biomasa al inicio del cultivo y en adelante según los porcentajes recomendados por INPA (96), Tabla 9. Las raciones se distribuyeron dos veces al día, una en la mañana y la otra en la tarde.

Para el suministro de porquinaza en el tratamiento experimental T_1 se calcula la cantidad y se aplica según la Tabla 10 en una sola dosis a las 9:00 a m; el balanceado comercial de este tratamiento se aplicó a las 2:00 p m según las cantidades descritas en la Tabla 11.

5.11 VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas fueron:

5.11.1 Variación de parámetros. Durante los meses de experimentación, se determinó oxígeno disuelto, temperatura y pH mediante monitoreos quincenales y también se realizó seguimientos durante 24 horas continuas en

Tabla 9. Suministro de balanceado comercial de acuerdo al peso vivo para el tratamiento To

Rango de peso (g)	Biomasa (%)
5 - 10	6,0
10 - 20	5,5
20 - 80	5,0
80 - 100	4,0
100 - 150	3,0
150 - 200	2,5
200 - 300	2,0

INPA 1996,283

Tabla 10. Suministro de porquinaza base fresca, de acuerdo al peso vivo para el tratamiento T₁

Rango de peso (g)	Biomasa (%)
5 - 10	19,4
10 - 20	17,8
20 - 80	16,2
80 - 100	12,9
100 - 150	9,7
150 - 200	8,1
200 - 300	6,4

Tabla 11. Suministro de balanceado comercial de acuerdo al peso vivo para el tratamiento T₁

Rango de peso (g)	Biomasa (%)
5 - 10	4,6
10 - 20	4,2
20 - 80	3,8
80 - 100	3,1
100 - 150	2,3
150 - 200	1,9
200 - 300	1,5

dos ocasiones en los meses de noviembre de 2001 y marzo de 2002.

5.11.2 Análisis cuantitativo de fitoplancton. Las poblaciones de fitoplancton se obtuvieron mediante conteos quincenales en la cámara de Newbauer.

5.11.3 Análisis cuantitativo de zooplancton. Esta determinación se realizó cada 15 días y se utilizó la siguiente fórmula de análisis cuantitativo

$NL = C \times V_c / V_b \times V_f$, donde:

NL = número de individuos por litro

C = número de individuos contados

V_c = volumen de la muestra concentrada ml

V_b = volumen pipeteado

V_f = volumen filtrado

5.11.4 Análisis cuantitativo de bentos. Se utilizó la fórmula de cálculo de abundancia

* $\text{Numero de individuos/m}^2 = C \times 10.000 / S$ de donde:

C = Numero de individuos contados en la muestra

S = superficie de la muestra ($3.1416 \times r^2$).

$$* = \text{biomasa}/\text{m}^2 = B \times 10.000/s$$

B = biomasa total de los animales de la muestra

5.11.5 Porcentaje de sobrevivencia. Se obtuvo comparando el número de peces cosechados al final del experimento y el número de peces sembrados inicialmente mediante la siguiente fórmula:

$$\% S = \text{Peces cosechados} / \text{peces sembrados} \times 100$$

5.11.6 Incremento de peso. Se determinó restándole al peso final obtenido, el peso inicial, así:

$$\text{Incremento de Peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

5.11.7 Tasa de crecimiento. Se determinó mediante el siguiente modelo matemático.

$$T_c = \frac{P_f - P_i}{T} \times 100$$

T_c = Tasa de crecimiento

P_f = peso final

P_i = peso inicial

5.11.8 Conversión alimenticia Aparente. Fue calculada relacionando el alimento suministrado con el incremento de peso obtenido; nos indica qué cantidad de alimento necesita consumir un organismo vivo para obtener un peso determinado, y se expresó mediante la siguiente fórmula:

$$CAA = \text{Alimento consumido en el periodo} / \text{Incremento de peso en el periodo}$$

5.11.9 Eficiencia alimenticia Aparente. Nos expresa la cantidad del balanceado que fue aprovechado y se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$EAA = \frac{\text{Incremento de peso en el periodo}}{\text{Alimento consumido en el periodo}} \times 100$$

5.11.10 Razón de eficiencia protéica. Es la relación existente entre la ganancia de peso del pez y la cantidad de proteína consumida, expresada así.

$$PER = \text{Ganancia de peso humedo en g} / \text{Proteína consumida en g}$$

5.11.11 Costos y rentabilidad. Para calcular los costos de producción solamente se tuvo en cuenta la inversión en alevinos, balanceado, mano de obra, fertilizantes y encalantes, los demás costos no se consideraron en virtud que afectan en igual medida a los tratamientos experimentales. Se obtuvo la rentabilidad así:

$$R = \text{Ganancia} / \text{Costo de producción} \times 100$$

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 COMPORTAMIENTO DE LOS PARAMETROS FISICO QUIMICOS EN LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

La adición de materia orgánica permanentemente a los ecosistemas acuáticos constituye un factor de enriquecimiento del medio con la consecuente eutroficación e incremento de la productividad natural; no obstante esta condición deseable podría tornarse riesgosa si no se establecen cantidades adecuadas de materia orgánica para garantizar la homeóstasis del sistema, en este caso las condiciones del cultivo tanto para el tratamiento que incluyó porquinaza, como para el testigo presentaron valores normales, que no afectaron la sobrevivencia de los ejemplares cultivados.

No obstante la adición de porquinaza en el T1 redundó en un aumento de la materia orgánica en el fondo del estanque, con un incremento de 88% con relación a la cantidad de materia orgánica al inicio del experimento, como se indica en el anexo C; en el T0 en cambio el porcentaje de materia orgánica

experimentó un incremento de 59% de este elemento en el fondo del estanque producto de la acumulación de desechos durante el cultivo de Carpa. La adición de porquinaza produjo un sustrato propicio para la producción de organismos básicos en la cadena alimenticia, constituyéndose en una fuente de alimento primario; sin embargo, el efecto acumulativo de la porquinaza en el largo plazo podría constituirse en un factor de desequilibrio en la medida en que niveles excesivos de materia orgánica, generarían consumos exagerados de oxígeno disuelto y liberación de sustancias tóxicas producto de su descomposición, afectando negativamente el cultivo de las diferentes especies hidrobiológicas.

El Oxígeno disuelto presentó un promedio de 5.8 ppm con una variación de 4.5 a 6.7 ppm para el T1 y para el T0 el valor promedio de Oxígeno fue de 6.0 ppm con variaciones de 5.2 a 7.2 ppm demostrando que la materia orgánica aportada por la porquinaza en este caso no afectó los niveles de Oxígeno disuelto en el T1, puesto que en los monitoreos no se encontraron valores menores de 3 ppm es decir por debajo de la concentración crítica para la especie según lo recomendado por Villa (1996, 6).

De otra parte, la aplicación estricta de un recambio de agua efectivo del 8.6 % diariamente en los estanques , con la consecuente remoción del fondo, permitió mantener estables las condiciones de cultivo con lo cual se obtuvieron valores de Oxígeno al 70% de saturación, en función de la temperatura y salinidad del agua garantizando la estabilidad en este parametro; además la baja productividad natural evidenciada por el disco sechii (20 cm) no produjo incrementos de Oxígeno por encima de la capacidad de saturación en horas de plena exposición solar, manteniendo estable el ecosistema sobre todo en horas de la noche cuando altas densidades de algas podrían llevar a condiciones críticas el medio acuático.

Además la densidad de siembra de 2 animales por metro cuadrado , permitió mantener bajas las concentraciones de metabolitos y reducidas las necesidades específicas de Oxígeno que están en función de la biomasa cautiva en los estanques.

La temperatura presentó un valor promedio de 24.1°C para el T1 y para el T0 de 24°C, con valores que fluctuaron entre 22°C y 29°C como temperaturas mínimas y máximas para los dos tratamientos experimentales, en un lapso de

24 horas como se indica en el anexo D, en donde es posible observar que las mínimas temperaturas de 22°C se presentan para el T1 entre las 04:00 y las 08.00 a.m. para los dos tratamientos y las máximas temperaturas (26°C - 29°C) se presentan entre las 12:00 meridiano y las 05:00 p.m, para los dos tratamientos experimentales.

La temperatura juega un papel definitivo en el desarrollo de los peces puesto que su metabolismo se afecta de manera directamente proporcional con la variación de la misma, incrementándose al doble de su ritmo cuando existen variaciones de 10 °C; en este caso los tratamientos experimentales presentaron una variación diaria de 7 °C, lo cual mejoró el desempeño de los animales expuestos a temperaturas mayores de 22 °C ya que esta especie es considerada de aguas templadas, es decir; se cultiva preferentemente en aguas con temperaturas de 20 a 25 °C de acuerdo con Villa (6).

El pH para los dos tratamientos mostró un valor promedio de 7.3 con un rango de 7.0 - 7.5, manteniéndose dentro del rango de pH adecuado citado por Villa (6), que es de 6.5 a 9.0. Los valores de alcalinidad de 209.6 mg/l, y dureza total de 190 mg/l indican que son aguas blandas, con buena reserva alcalina,

capaz de amortiguar las variaciones diarias de este factor químico mejorando no solo la disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton, tanto en el cuerpo de agua como en la interfase agua suelo sino que, no afectan las condiciones de confort para la especie evitando condiciones de estrés durante el cultivo.

6.2 ANALISIS CUANTITATIVO DE LA RIQUEZA DE FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON Y BENTOS

El fitoplancton presentó una población promedio de 11.180 células / mililitro para el T1 y para el T0 de 15.625 células/ml, con predominio de algas Diatomeas o Bacillariophyceae (Navicula); los valores de fitoplancton se encuentran por debajo de los niveles óptimos para los requerimientos del ecosistema acuático (150.000 cel/ml) según lo reportado por Vargas (1996, 31) citado por Ortega y Rosero (1998, 54) debido principalmente a que el agua en los dos tratamientos siempre permaneció turbia (el disco Secchi no era visible a 0.2 m) por el efecto de la remoción del fondo por las Carpas.

La limitación de luz en el cuerpo de agua ocasionada por la alta presencia de sólidos en suspensión se constituyó en el factor ambiental más importante

para el desarrollo de la productividad natural en el estanque, que se caracterizó por una baja concentración y diversidad de las especies planctónicas dentro de estos ecosistemas acuáticos, la cual no incrementó aún en el T1 que recibió un aporte adicional de 224 kg de materia orgánica representados en la porquinaza. La escasa productividad en este trofo básico en la cadena, se refleja en la baja cantidad y diversidad de los niveles superiores como el zooplancton y bentos, es así como el zooplancton presentó valores promedio de 10 organismos por litro para el T1 y de 9 organismos por litro para el T0, en los dos tratamientos predominaron los organismos del orden Copépoda. Con respecto a la población de bentos, Durante el tiempo que se llevó a cabo esta investigación no fue posible encontrar esta clase de organismos en los tratamientos, debido además a la fuerte presión que sobre ellos ejercieron las Carpas, teniendo en cuenta sus hábitos bentófagos.

6.5 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

El valor de sobrevivencia para el T1 (porquinaza más concentrado) fue de 94% y en segundo lugar el T0 con 92.5% (Figura 8), aclarando que muchos ejemplares se perdieron por depredación de aves y no por las condiciones del

medio de cultivo; en este sentido la mortalidad efectiva en los estanques experimentales de acuerdo con los registros diarios hasta quince días antes de la cosecha fue de 3 % para el T1 y de 2.5 % para el T0.

Al realizar la prueba estadística se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos experimentales (anexo E), si se tiene en cuenta que los parámetros físico químicos fueron estables, y que las condiciones de manejo referidas a: recambio diario y densidad de siembra fueron iguales entre los tratamientos se puede concluir que la utilización de porquinaza como alimento para estos peces no afectó la sobrevivencia de los mismos.

Caicedo, (6, 8) encontró que la Carpa común tiene un amplio rango de sobrevivencia con temperaturas que van de 5 a 30 °C, puede sobrevivir con concentraciones de oxígeno entre 3 y 4 ppm, producto de su sistema de respiración lento; de tal manera que la sobrevivencia no se afectó puesto que los parámetros físico químicos del agua de cultivo estuvieron dentro de los rangos normales para esta especie.

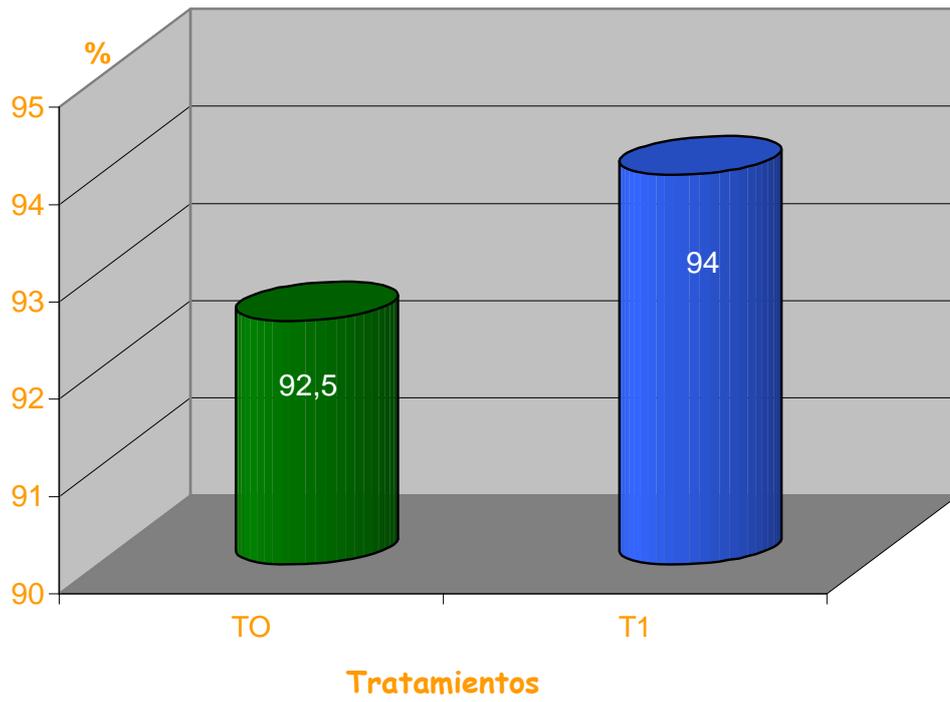


FIGURA 8. Porcentaje de supervivencia

La sobrevivencia obtenida garantiza en buena medida el éxito económico del cultivo, en este caso los resultados indican que se encuentra dentro de los niveles óptimos para las especies comerciales considerándose normales mortalidades hasta del 5 %.

Los resultados encontrados en este parámetro concuerdan con los reportados por Ortega y Rosero (54) quienes demostraron que la inclusión de porquinaza a los estanques durante la fase de alevinaje en especies de aguas medias y calidas como la Cachama (*Piaractus brachipomus*) produjo mejores sobrevivencias en un 3 % respecto al testigo.

6.6 INCREMENTO DE PESO Y PESO DE COSECHA

El incremento de peso promedio quincenal del T1 fue de 12 gramos, seguido por el T0 con 10,7 g. El análisis estadístico indica que no existen diferencias entre los tratamientos (anexo F), de tal manera que la inclusión de porquinaza como base de la alimentación mantiene la misma velocidad de crecimiento con relación a los ejemplares alimentados con balanceado comercial.

La figura 9, indica la curva de crecimiento quincenal de los tratamientos, en ella se observa que hubo incrementos de peso T1 a partir de la 9ª semana de cultivo, hacia atrás se observa un comportamiento muy similar en cuanto a incremento de peso entre los tratamientos experimentales, posiblemente dicho comportamiento se puede explicar por la mayor disponibilidad de alimento en el estanque producto de la adición continua de porquinaza, ya que como lo reporta Estevez (1994, 61, 62) un alto porcentaje de ésta es consumida directamente por los peces y el resto actúa como fertilizante ya que al descomponerse en el agua libera nutrientes que son asimilados por el plancton especialmente el plancton animal (10 organismos /litro) aumentando la oferta alimenticia para las Carpas.

Según Cho citado por La CAICYT II (228), los regímenes de cultivo que procuran altos niveles de ingesta de alimentos mediante la provisión

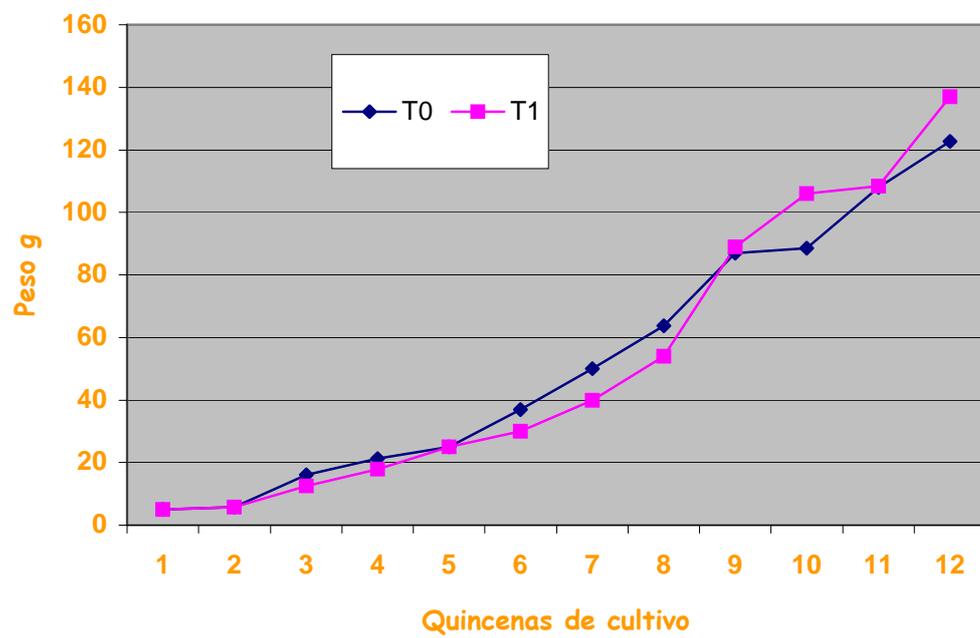


FIGURA 9. Curva de crecimiento

permanente de materias primas de diverso origen y en una forma estable y fácilmente capturable por el pez, así como unas condiciones que minimicen el estrés sufrido por los peces, promueven un crecimiento más rápido y por tanto una mayor retención de energía; de allí que futuras investigaciones deben evaluar el cultivo de Carpa basada en dietas con altos niveles de proteína y/o energía de bajo costo en función de la oferta local.

No obstante el encontrar que no hay diferencias estadísticas entre los incrementos de peso se obtuvo un incremento de peso promedio mayor en 1.3 g en el T1 en comparación con el T0, cuyo efecto acumulativo a lo largo del ciclo de producción redundó en mayores pesos finales o de cosecha, afectando sensiblemente las variables biológicas y económicas en comparación con el T0.

El peso promedio individual de cosecha para el T1 fue de 137 gramos y para el T0 de 122,7 g (Figura 10); al realizar el análisis estadístico mediante la prueba T de student se encontró que se rechaza la igualdad de las medias y por lo tanto se acepta que existe diferencia estadística entre los tratamientos (anexo G), indicando el beneficio que representa la adición de porquinaza

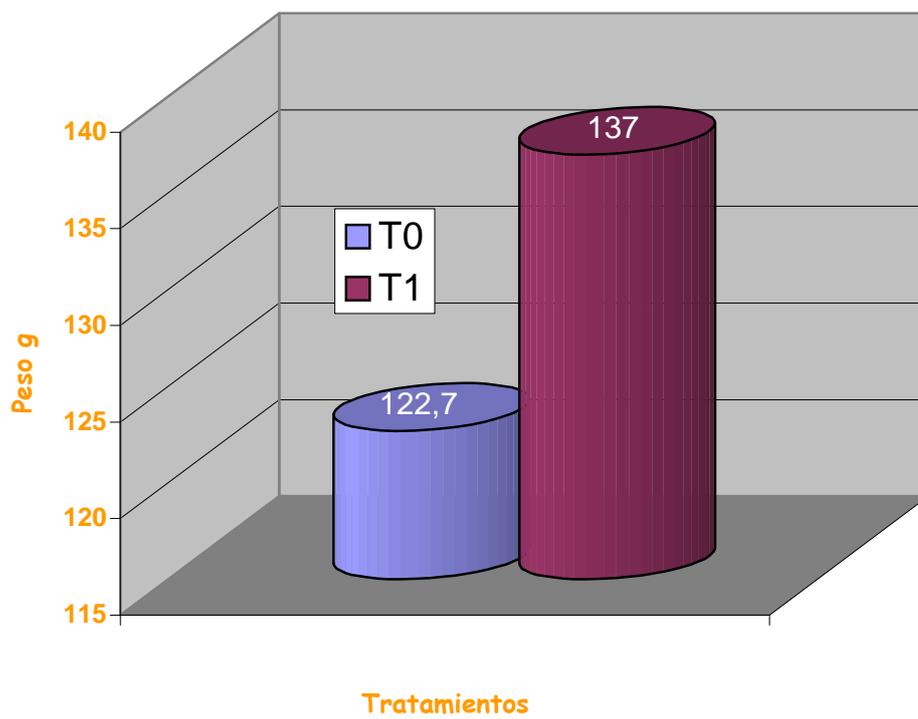


FIGURA 10. Peso individual de cosecha

fresca a este tratamiento experimental. Adicional a las dos variables anteriores es necesario resaltar que las carpas del T1 presentaron mejores características en cuanto a coloración externa, lo cual se constituye en una ventaja por ser más atractiva para el consumidor.

El peso final del T1 es mayor en 14.3 g respecto al T0, lo cual representa una diferencia del 10.5 % del peso individual, generando una ganancia de 3.000 g en la biomasa cosechada por encima de los rendimientos obtenidos en T0.

Steffens (1987) y Halver (1988) citados por INPA (65), sostienen que contrario a lo que sucede con los salmónidos, la Carpa es capaz de asimilar relativamente bien, como fuente de energía, tanto los carbohidratos como las grasas ; en este caso la porquinaza presentó niveles altos de ENN (40 % base seca), dichos glucidos poseen un gran valor como fuente dietaria de energía para la Carpa, la porquinaza utilizada contenía 3830 Kcal /ED Kg alimento (Tabla 8), con lo cual se garantizó en buena medida mantener alta la digestibilidad de la proteína complementaria aportada por el balanceado comercial favoreciendo así el crecimiento .

De otra parte Zamora y Echevarria citados por La CAICYT II (186) encontraron que la Carpa común (*Cyprinus carpio*), cuando no recibe glucidos en su alimentación suele utilizar peor la dieta que cuando estos están presentes y ello se ve reflejado tanto en la utilización digestiva como metabólica de la dieta y en el crecimiento.

De igual forma Wilson (1988), citado por López (44) señala que la Carpa común (*Cyprinus carpio*) y el bagre de canal, son más eficientes que otros peces en la utilización de altos niveles de carbohidratos en la dieta. En la Carpa alimentada con una dieta rica en carbohidratos, se potencializa la actividad de la enzima glucosa 6 fosfato deshidrogenasa, lo cual se pudo originar a lo largo del ciclo productivo y que se refleja al final con los mayores incrementos de peso, debido al ajuste fisiológico del sistema enzimático a este tipo de dietas; puesto que coinciden con la mayor cantidad de porquinaza suministrada a los ejemplares, como se indica en la figura 11.

Así mismo el INPA (37-38), manifiesta que en la Carpa, la mejor digestión de los carbohidratos sucede en el intestino, mostrando mayor actividad de las carbohidrasas en aguas templadas que en las aguas frías, sin embargo el rango

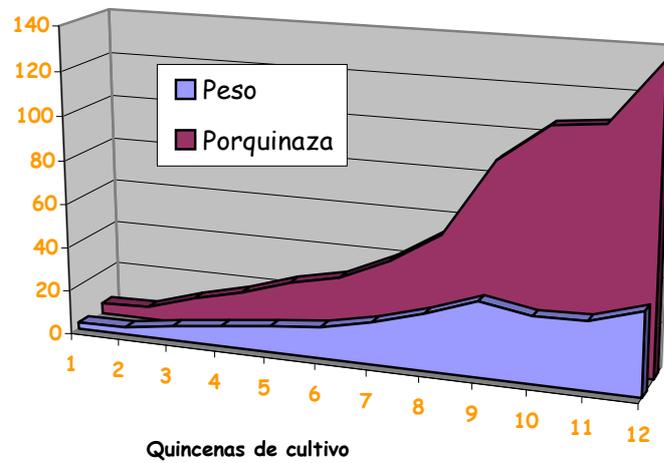


Figura 11. Relación existente entre el crecimiento de Carpa (*Cyprinus carpio*) y el suministro de porquinaza

en el que pueden actuar es bastante amplio y va de 20°C a 40°C; en este caso la temperatura promedio fue de 24.1 °C con valores máximos de 29 °C propiciando un ambiente adecuado para la actividad enzimática.

Por otra parte Bardach, Ryther y Mclarney (38), señalan que en general la alimentación artificial de la Carpa debe concentrarse en alimentos ricos en carbohidratos; la porquinaza representa una fuente abundante de estos y que complementada con el alimento natural del estanque, el cual contiene bastante proteína alcanzando el 60% del peso seco en las larvas de quironómidos y el 50 % en el zooplancton (Burbano, Espinosa y Martinez. 2000, 47), que son los organismos alimenticios abundantes en la mayor parte de los estanques de Carpas más la adición de balanceados protéicos, garantizan que la mayor parte de estas proteínas no sean convertidas en energía; ya que los alimentos ricos en carbohidratos proveen una más eficiente fuente de esta y permiten a las proteínas garantizar el crecimiento.

Según Hepher y Pruginin (206, 207, 218), las excretas pueden actuar de tres maneras en la alimentación de Carpas. De una parte al ser incorporadas al estanque liberan nutrientes que activan la productividad natural afectando los

niveles superiores de la pirámide alimenticia, como son los copépodos y cladoceros fundamentales en la dieta de estos peces, por otro lado al ser consumidas directamente, recuperan aminoácidos y carbohidratos que de otra manera son pérdidas en la digestión de monogástricos como el cerdo, y también como substrato en donde proliferan bacterias y protozoarios que envuelven las partículas y son de alto valor nutritivo, estos microorganismos son desprendidos de las partículas y digeridos por los peces siendo aprovechados como alimento por las Carpas.

6.7 TASA DE CRECIMIENTO

En la presente investigación la tasa de crecimiento diaria para el T1 fue de 1.8 % y para el T0 de 1,7 % (figura 12). La prueba estadística demostró que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos experimentales (anexo H), de tal manera que la inclusión de porquinaza como alimento para la Carpa permite mantener una tasa de crecimiento similar a la que se obtiene alimentando los ejemplares con balanceados comerciales (T0) sin afectar el desempeño en esta variable biológica.

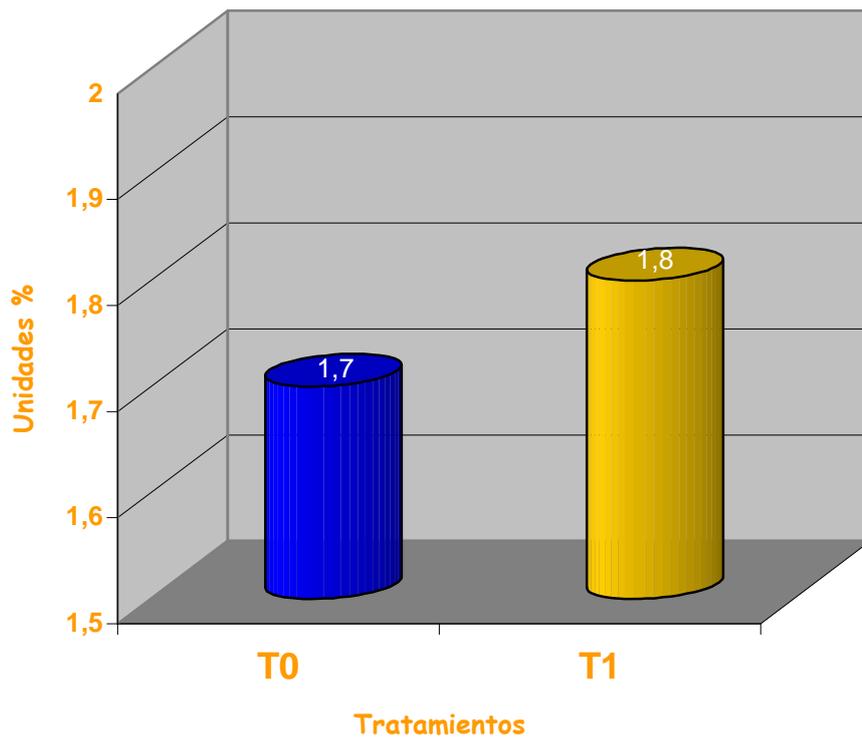


FIGURA 12. Tasa de crecimiento

De acuerdo con Ramirez (1992, 97) la tasa de crecimiento es buena cuando el pez aumenta entre 2.5% a 3% o más de su peso diariamente, es razonable cuando crece entre 1.5% a 2% y malo cuando solamente incrementa su peso en 1% diariamente.

De lo anterior podemos deducir que la tasa de crecimiento se mantuvo en el nivel razonable para los dos tratamientos. El mismo autor (97) opina que el crecimiento de los peces depende directamente del suministro de un alimento adecuado, el cual debe contener proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales.

La tasa de crecimiento refleja el potencial de ganancia de peso, en el cual se conjugan tanto el vigor genético del ejemplar como las condiciones ambientales que permiten expresar en el fenotipo dicha capacidad biológica; en ésta experiencia de cultivo se obtuvo un desempeño aceptable en cuanto a la tasa de crecimiento, lo cual debe motivar futuras investigaciones para optimizar el uso de estos desechos biológicos en la alimentación de peces.

6.8 CONVERSION ALIMENTICIA APARENTE (CAA)

El T0 presentó una conversión alimenticia de 3.3 y para el T1 la CAA fue de 11.2 en función del total de alimento suministrado en base húmeda, dicho resultado indica una mayor eficiencia en el testigo en comparación con el sistema de alimentación que sustituyó el balanceado comercial por porquinaza, no obstante el resultado para el T1 es elevado debido al alto contenido de humedad de la porquinaza que representa el 72.89% de su composición bromatológica (VER Tabla 8) lo cual dificulta el análisis, en este sentido el cálculo de dicha conversión con base en la materia seca aportada en cada tratamiento, permite una comparación más precisa de los resultados obtenidos durante la fase experimental.

Por lo tanto; el T1 presentó al final del cultivo una conversión alimenticia aparente de 4,3 teniendo en cuenta los aportes en materia seca tanto del balanceado como de la porquinaza, el T0 obtuvo una conversión alimenticia de 2.98 (figura 13). La prueba estadística indica que no existen diferencias entre los tratamientos (anexo I).

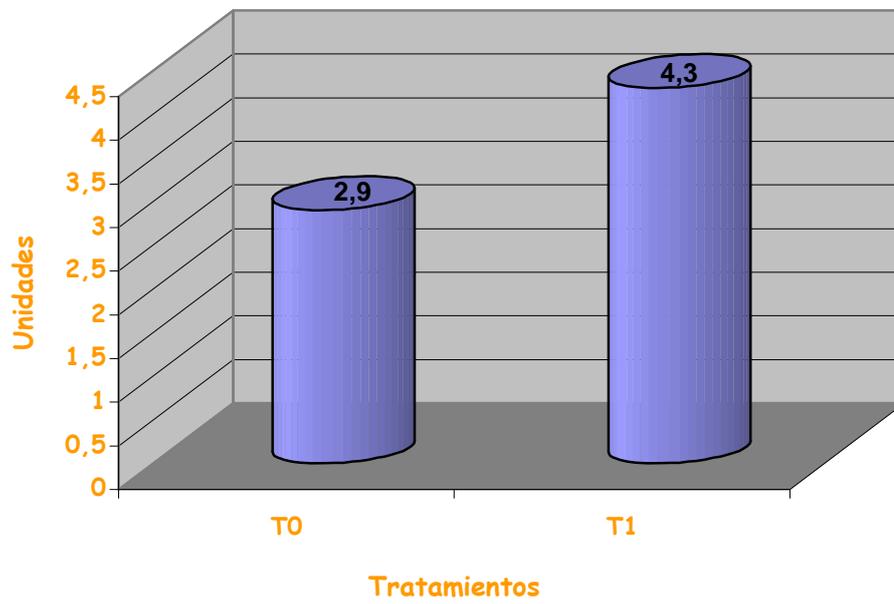


FIGURA 13. Conversión alimenticia aparente

Tabla 12. Análisis nutricional de balanceado para peces

FACTOR	%
Proteína mínima	24
Humedad máxima	12
Grasa mínima	4
Fibra máxima	5
Ceniza máxima	10
Energía (Kcal/kg)	4120

PURINA S.A.

Lo anterior muestra un comportamiento similar entre los tratamientos a pesar de que se está comparando balanceado comercial (alto valor energético, bajo nivel de fibra y adecuada concentración proteica) versus porquinaza y balanceado comercial en menor proporción que el anterior (Tabla 12).

Los resultados obtenidos en los tratamientos experimentales se encuentran por encima de los rangos generales propuestos por Tacón (1988, 120), el cual estima que la conversión alimenticia aparente deben ser de 2:1 o de 1:1 dependiendo de factores tales como: hábitos alimenticios, capacidad de obtener proteína del balanceado, oferta natural del estanque y calidad del alimento, con el fin de generar excedentes económicos significativos en este tipo de actividad tecnológica. Sin embargo Caicedo (9) reporta que la Carpa es un animal poco convertidor de alimento con conversiones de 3.5 a 4.5; según lo anterior los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de los parámetros esperados para la especie.

El alimento suministrado a los animales en el T0 contiene los ingredientes necesarios para suplir satisfactoriamente los requerimientos nutricionales

mediante la estrategia alimenticia de la calidad por la cantidad, contrariamente en el T1 se trata de suplir los nutrientes de los animales con base en la cantidad de alimentos de baja calidad como es la porquinaza que se caracteriza por su bajo contenido proteico, aprovechando una característica fisiológica de los peces agastros consistente en que pueden movilizar grandes cantidades de alimentos a través del sistema digestivo llenando completamente el intestino (INPA ,114) obteniendo así los nutrientes necesarios para garantizar un adecuado crecimiento corporal, que se demuestra por el hecho de que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en cuanto a conversión alimenticia aparente.

Por otra parte Hephher (57), asevera que en el intestino de Carpa común se ha encontrado gran cantidad de bacterias cumpliendo actividades eterótrofas, amonificadoras, descomponedoras de urea y citrato, siendo *Pseudomonas* y *Aeromonas* las dominantes, las cuales contribuyen efectivamente en la digestión de los alimentos de cualquier origen, haciendo más eficiente el proceso de liberación de los principios nutricionales en la luz intestinal para su posterior absorción.

Por lo expuesto; la Carpa tiene un gran potencial como recicladora de desechos orgánicos, puesto que se obtuvo rendimientos en incremento de peso y peso final o de cosecha alimentando con porquinaza y un complemento proteico, transformando residuos altamente contaminantes y sin costo en productos cárnicos de excelente valor nutricional.

De otra parte desde el punto de vista económico, al descartar el componente de materia seca aportada por la porquinaza y calcular la conversión alimenticia aparente con base únicamente en la materia seca del balanceado comercial de los dos tratamientos (Tabla 13), se obtuvo un valor de 1.88 para el T1, lo cual brinda beneficios económicos producto del ahorro de balanceado que de no ser reemplazado por la porquinaza, ocasionaría mayores costos para el productor.

En consecuencia la utilización de porquinaza como base de la dieta produjo una reducción de 20 kilogramos de balanceado comercial con relación al testigo, sin afectar la sobrevivencia ni el crecimiento de los ejemplares; al contrario, estas variables experimentaron un mejor comportamiento que cuando se utilizó balanceado como base de la alimentación. Dicha reducción implicó un ahorro de

Tabla 13. Conversiones obtenidas en los tratamientos experimentales

TRATAMIENTOS	CAA en funcion del total de alimento fresco suministrado	CAA en funcion de la materia seca total suministrada	CAA en funcion de la mat. seca aportada por el balanceado
T0	3.3	2.98	2.98
T1	11.2	4.35	1.88

\$ 20.000 pesos que representa una disminución del 27.3 % de los costos de alimentación, ahorro de gran impacto en los costos directos de producción si se tiene en cuenta que la alimentación representa el 40 % de la inversión total en un ciclo de engorde de peces.

6.9 EFICIENCIA ALIMENTICIA APARENTE

Se encontró que la eficiencia alimenticia aparente al final del cultivo teniendo en cuenta el suministro de materia seca por tratamiento para el T0 fue de 35%, mientras que en el T1 fue de 24% (figura 14). La realización de la prueba estadística indicó que no existen diferencias entre los tratamientos experimentales (anexo J).

Lo anterior indica que la eficiencia alimenticia aparente es similar en los dos tratamientos a pesar de los diferentes componentes de las dietas, ya que cabría esperar que el T0 fuera muy superior en la transformación del alimento en músculo según lo reportado por Burbano, Espinosa y Martínez (53), de tal manera que para el T0 por cada 100 unidades de alimento consumido 35

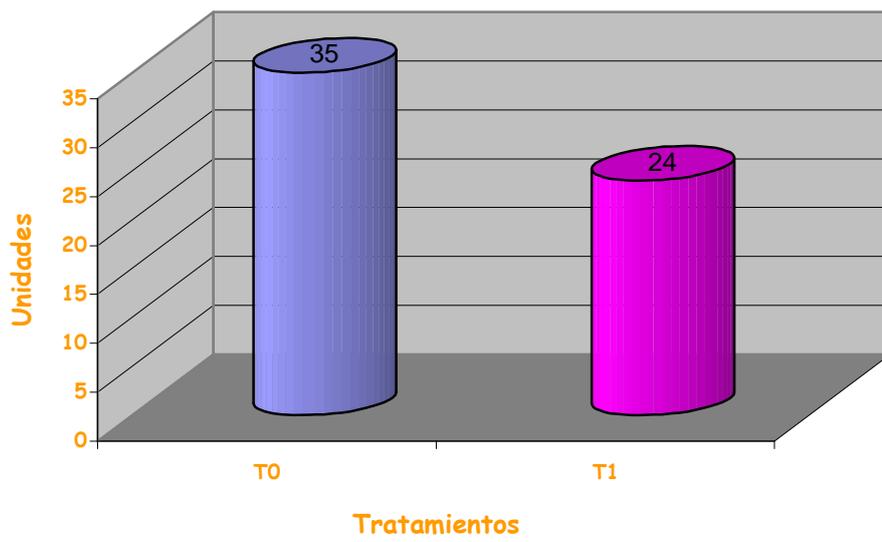


FIGURA 14. Eficiencia alimenticia aparente

partes se convirtieron en músculo, mientras que en el T1 lo hicieron 24 unidades .

Aunque la porquinaza es un desecho orgánico contaminante, ésta contiene nutrientes producto de la ineficiente asimilación por parte de los cerdos, que pueden representar el 40 % del valor nutricional del alimento originalmente suministrado, convirtiéndose en una fuente de elementos alimenticios disponibles para la Carpa; que demostró en este caso tener la facultad de recuperarlos e incorporarlos a procesos de síntesis de tejido corporal.

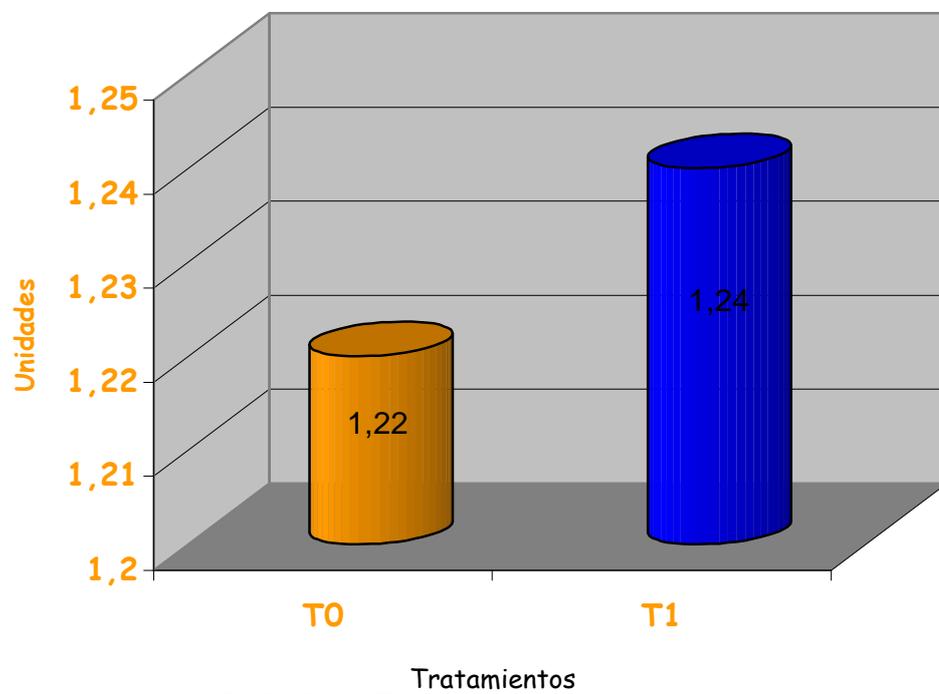
El objetivo de la industria acuícola se orienta no solamente en la búsqueda de alternativas nutricionales que presentan la mejor eficiencia y rendimientos biológicos, sino que dichos resultados deben ser analizados desde el punto de vista económico; en este sentido la utilización de porquinaza como fuente de alimento si bien no produce los mejores resultados en cuanto a eficiencia alimenticia si representa la mejor alternativa económica por cuanto es capaz de producir alimentos de alto valor comercial al menor costo.

6.10 EFICIENCIA PROTEICA

Concluida la investigación el T1 presento una relación de eficiencia proteica de 1,24, seguida de T0 con 1,22 (Figura 15). Por lo tanto el análisis estadístico indica que no existe diferencia entre los tratamientos (anexo K).

Lo anterior indica que los dos sistemas de alimentación proveen de la proteína necesaria para asegurar el crecimiento, dicha proteína independiente de la fuente de origen una vez retenida por el animal se transforma en igual medida en ganancia de peso. De otra parte la complementación nutricional lograda con el balanceado comercial en el T1 que fue calculada en función del déficit proteico de la porquinaza, posiblemente equilibró las deficiencias nutricionales de ésta respecto a aminoácidos y otros nutrientes, logrando relaciones de eficiencia proteica similares en los dos tratamientos.

De la Higuera citado por La CAICYT II (63, 64), sostiene que cubrir los requerimientos proteicos de un animal supone, realmente, que puede disponer de un conjunto de aminoácidos, en unas cantidades y proporciones adecuadas, Para la fabricación de sus propias proteínas funcionales y estructurales, lo que



Tratamientos
FIGURA 15. Relacion de eficiencia proteica

equivale a mantener su estado fisiológico y sustentar un crecimiento óptimo.

6.11 ANALISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD

El T0 presentó el costo más alto de producción con \$ 5.249 pesos por kg de pescado, en tanto el T1 presenta un costo de \$ 3.830 peso por cada kg de pescado producido (figuras 16 y 17).

Lo anterior redundó en una rentabilidad de 56.6% para el T1, que al compararlo con el Deposito a Termino Fijo (DTF, 9.76 anual) para el mismo periodo (cinco meses), es de 4.0%, lo cual indica que existen claros beneficios económicos para el productor (Tabla 14).

El T0 por su parte muestra una rentabilidad de 14.3% que igualmente es superior al DTF para el mismo periodo. No obstante el T1 supera la rentabilidad del T0 en 42.3 % generando altos niveles de eficiencia económica en este tratamiento.

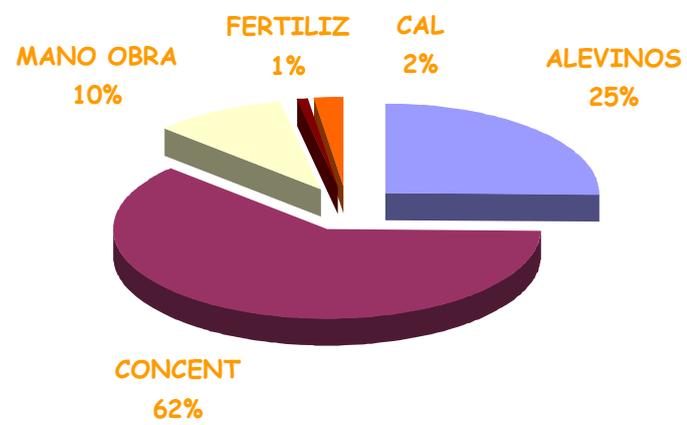


FIGURA 16. Costos de producción T0

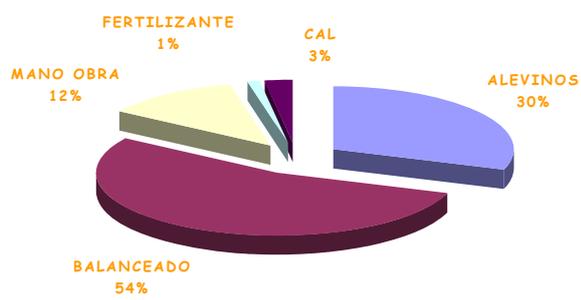


Tabla 14. Relación de los costos de producción de los tratamientos

UNIDADES	CANTIDAD		VALOR UNIT		VALOR TOTAL	
	T0	T1	T0	T1	T0	T1
ALEVINOS	200	200	150	150	30000	30000
CONCENTRADO (kg)	73,665	53,167	1000	1000	73665	53167
MANO OBRA	1,5	1,5	8000	8000	12000	12000
FERTILIZANTE (kg)	1	1	1000	1000	1000	1000
CAL (kg)	20	20	125	125	2500	2500
COSTO TOTAL					119165	98667
COSTO (Kg)					5249	3830
PRECIO VENTA (kg)					6000	6000
GANANCIA (kg)					751	2170
RENTABILIDAD					14,3	56,6

7. CONCLUSIONES

- La incorporación de materias primas no tradicionales como la porquinaza en la dieta para carpas rojas (*Cyprinus spp*) representa actualmente una alternativa viable para obtener márgenes de rentabilidad económica superiores a las obtenidas con la utilización de concentrados comerciales, por cuanto su empleo como alimento directamente en el cultivo no genera costos adicionales y si permite mantener adecuadas tasas de crecimiento y sobrevivencia.
- Se observó que la utilización metódica y racionada de porquinaza de acuerdo con la biomasa permite mantener condiciones de calidad de agua estables durante la fase de engorde, en este caso la concentración de oxígeno disuelto y pH no presento valores críticos ni condujo a la eutroficación del medio al registrar baja productividad natural de fitoplancton (11180 cel/ml) y de zooplancton; sin embargo se encontró que la concentración de materia orgánica en el suelo se incrementó en 3,7% al finalizar el periodo experimental.

- La utilización de porquinaza como base de la dieta para carpas rojas (*Cyprinus spp*) produjo adecuados rendimientos zootécnicos por cuanto en las variables de tasa de crecimiento, conversión alimenticia aparente, eficiencia alimenticia aparente, relación de eficiencia proteica y sobrevivencia, no presentaron diferencias estadísticas con respecto al tratamiento testigo; esto indica que la disponibilidad de material alimenticio en la porquinaza aporta elementos nutricionales necesarios para mantener adecuados rendimientos biológicos; sin embargo la complementación proteica a través de balanceado resulta en una práctica idónea, toda vez que no solo sustenta procesos productivos (crecimiento) sino que mejoró los mecanismos de absorción de otros nutrientes de la oferta total de alimentos que reciben los ejemplares incidiendo positivamente en las variables mencionadas.
- La utilización de porquinaza superó los rendimientos obtenidos por el tratamiento testigo en dos variables fenotípicas de importancia comercial; de una parte se obtuvo el mayor peso de cosecha, con la consecuente mayor biomasa disponible para el mercado y en otro sentido el incremento de la

pigmentación de los ejemplares lo cual resulta en un aspecto que mejora la aceptación por parte del consumidor final; estas dos circunstancias definieron en forma contundente el beneficio económico obtenido en el T1 con relación al sistema tradicional de alimentar con base en balanceados comerciales.

- Los resultados indican que no necesariamente la utilización de insumos de alto valor biológico implican el mejor beneficio económico, debido al costo adicional de su fabricación; de tal manera que la utilización de materiales de baja calidad nutricional como la porquinaza permiten obtener mayores márgenes de rentabilidad puesto que en el proceso se reciclan elementos nutritivos que sustentan los mecanismos biológicos de crecimiento, transformándolos en productos de alto valor comercial; de tal manera que en este caso se obtuvo una disminución de \$ 1419 por kilogramo de pescado producido, lo cual representa una reducción del 27,3% del costo total de alimentación, haciendo este tipo de manejo más rentable que cuando se utilizan balanceados comerciales como base de la dieta.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios tendientes a utilizar porquinaza como fuente de alimento directo para carpas en sistemas semi-intensivos e intensivos de producción y definir en ellos la máxima cantidad de porquinaza a utilizar, sin que se afecte la calidad físico química del agua en el estanque y permita obtener adecuados rendimientos zootécnicos y económicos durante la fase de cultivo.
- La adición de porquinaza como alimento en acuicultura, debe plantearse de manera técnica, por lo cual es necesario dar al pequeño piscicultor una inducción previa sobre las cantidades de porquinaza que se debe aplicar a los estanques y los parámetros ambientales y de manejo que es necesario tener en cuenta para obtener el crecimiento y la sobrevivencia que garantice el óptimo rendimiento biológico y económico.
- Profundizar sobre la dinámica de la acumulación de materia orgánica en los substratos del estanque; con el fin de determinar condiciones críticas

permisibles y técnicas de manejo que permitan incorporar altas cantidades de porquinaza en los ciclos de engorde en los diferentes sistemas de producción de peces.

- Desarrollar trabajos tendientes a identificar otras especies omnívoras, capaces de reciclar porquinaza como fuente de alimento, con el fin de reducir los costos de producción y generar alternativas de saneamiento ambiental para el manejo de este tipo de residuos orgánicos.
- Desarrollar investigaciones con el fin de establecer si la utilización de porquinaza incide sobre características como el sabor y pigmentación de la carne de diferentes especies ícticas obtenidas mediante este sistema de alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARDACH, Jhon; RYTHER Jhon, y MCLARNEY, William. *Acuicultura : crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. Mexico, Calipso, 1986. 741 p.

BARNABE, Gilbert. *Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura*. Zaragoza, España, Acribia, 1996. 519 p.

BURBANO, Alvaro, ESPINOSA Gloria y MARTINEZ, Javier. *Evaluación de la inclusión de zooplancton en la alimentación de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en la fase postlarva - alevino*. Tesis Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2000. 95 p.

CAICEDO, Germán. *La Carpa y su cultivo*. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1995. 37 p.

CAICYT. Nutrición en acuicultura I. Madrid, España, J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, 1987. 317 p.

CAICYT. Nutrición en acuicultura II. Madrid, España, J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, 1987. 317 p.

COHEN, Dan. Peces y riego con agua escasa. En: revista Agricultura de las Americas. Keller International, New York, E. U. A: Keller International Publishing Corp, año 43, N° 1, Enero -Febrero, 1994: 13 - 19.

DAVID, Adriana y RENDON, Pedro. Utilización de porquinaza en la alimentación de pollos de engorde fase finalización. Tesis Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1986. 81 p.

DURAN, Fabio y MUÑOZ, Ximena. Utilización de tres niveles de porquinaza deshidratada en la alimentación de cerdos en acabado. Tesis Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1986. 83 p.

ERAZO, Andrés. La Carpa : Una buena alternativa de cultivo. En :
Acuioriente: Publicación de la asociación de acuicultores de los Llanos
Orientales. Villavicencio, Meta, Colombia: Oriental, Vol. 4, Nº. 4 (Enero -
marzo, 1999): 4-6.

ESTEVEZ, Mario. Manual de piscicultura. Bogota, Colombia, Universidad Santo
Tomas, 1994. 232 p.

FAO. La Carpa Común .Reproducción de Huevos y Prealevines .Organización de
las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación .Roma .1986.

HEPHER, Balfour. Nutrición de peces comerciales en estanques. Mexico,
Limusa, 1993. 408 p.

HEPHER, Balfour y PRUGININ, Yoel. Cultivo de peces comerciales, basado en
las experiencias de las granjas piscícolas en Israel. México, Limusa, 1991. 316
p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA (INPA). Fundamentos de acuicultura continental. Bogotá, Colombia, CAL publicidad, 1993. 286 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA (INPA). Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Bogotá, Colombia, CAL publicidad, 1996. 342 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACION DE TIERRAS (INAT). Climatología de La Unión, Nariño. Pasto, Colombia, INAT, Seccional Nariño, 1996. 300 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). San Juan de Pasto, Colombia, 2001.

LATIN AMERICAN ALLIANCE. Cuba,s Acuicultura Study of Cuba, 1997. (Consulta via internet URL: <http://www.Latinsynergy.Org/acuicultura.htm>).

LOPEZ, Jorge. Nutrición y alimentación de especies icticas de aguas frías, medias y cálidas de importancia acuícola. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1993. 138 p.

LOPEZ, Jorge. Nutrición acuícola. Pasto, Colombia, Editorial Universitaria, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1997. 211 p.

LOTINA, Roberto y DE HORMAECHEA, Mario. Peces de mar y de río: Tomo II. Barcelona, España, Graficas Sopena, 1975. 293 p.

MILES, Richard; BUTCHER, Gary y JACOB, Jaquie. Acidos Grasos Omega 3. En: revista Industria Avicola. Mount Morris, Illinois, E.U.A: Watt Poultry, vol. 47, No. 4, (Abril, 2000): 12 - 20.

MUNEVAR, Gonzalo. Rentable integración total. En: revista Carta Ganadera. Banco Ganadero, Santa fe de Bogota, Colombia: publicaciones Banganadero. Vol XXXI, N° 5, Mayo, 1994: 8 - 17.

ORTEGA, Aide, ROSERO, Luis. Evaluación comparativa de la porquinaza y abono triple 15 en el cultivo de larvas de Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Tesis de Zootecnia. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1998, 80 p.

RAMIREZ, J, O, Niveles de proteínas en la dieta para alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachipomus*, Cuvier 1818). Tesis de grado Medicina Veterinaria. Santa Fe de Bogota D C, Colombia, Universidad de La Salle, Facultad de Medicina Veterinaria, 1992. 97 p.

RAMOS, Alonso. Abonos orgánicos: utilización en piscicultura. En: revista Carta Ganadera. Banco Ganadero, Santa fe de Bogota, Colombia: publicaciones Baganadero. Vol XXI, N° 11, Noviembre, 1984: 19 - 20.

RODRÍGUEZ, Adriana; LOZANO, Germán y CUELLAR, Fabian. Carpa. Popayán, Colombia, Instituto nacional de pesca y acuicultura (INPA). S. F. 16 p.

TACON, Albert. La nutrición y la alimentación de los peces y camarones de granjas de entrenamiento dos, recursos de nutrientes y su composición. FAO. Brasil, 1988. 120 p.

ANEXOS

Anexo A. Análisis del agua utilizada en el experimento

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
LABORATORIO DE QUIMICA**

PARAMETRO	RESULTADO
Temperatura	20 °C
Ph	7.5
Alcalinidad mg/L	209.6
Dureza mg/L	190
Amonio mg/L	0.48

Anexo B. Cálculo de balanceado y porquinaza de acuerdo al peso vivo de los animales

BALANCEADO

PESO VIVO g	PORCENTAJE DE BIOMASA %	BALANCEADO HUMEDO g	MATERIA SECA g	PROTEINA APORTADA g
5 - 10	6.0	0.450	0.396	0.108
10 - 20	5.5	0.825	0.726	0.198
20 - 80	5.0	2.500	2.200	0.600
80 - 100	4.0	3.600	3.168	0.864
100 - 150	3.0	3.750	3.300	0.900
150 - 200	2.5	4.375	3.850	1.050
200 - 300	2.0	5.000	4.400	1.200

PORQUINAZA Y BALANCEADO COMERCIAL

PESO VIVO G	PORQUINAZA FRESCA G	EN PORCENTAJE %	PROTEINA APORTADA g	50% APROVECH g	PROTEINA FALTANTE g	BALANCEADO COMERCIAL g	EN PORCENTAJE %
5 - 10	1.460	19.4	0.048	0.024	0.084	0.3500	4.66
10 - 20	2.677	17.8	0.089	0.044	0.153	0.6392	4.26
20 - 80	8.115	16.2	0.270	0.135	0.464	1.9370	3.87
80 - 100	11.685	12.9	0.389	0.194	0.669	2.7893	3.09
100 - 150	12.172	9.7	0.405	0.202	0.697	2.9055	2.32
150 - 200	14.201	8.1	0.472	0.236	0.813	3.3897	1.93
200 - 300	16.230	6.4	0.540	0.270	0.929	3.8740	1.54

Anexo C. Análisis del suelo de los estanques

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
LABORATORIO DE SUELOS**

PARAMETRO	T0 Inicial	T0 Final	T1 Inicial	T1 Final
PH	6.0	6.2	6.5	6.4
M Orgánica	1.7	4.2	0.5	4.2

Anexo D. Valores de temperatura, oxígeno disuelto y pH de los tratamientos

SITIO	T°	O2	Ph	T°	O2	Ph	HORA
ESTANQUE 0	27	5,3	7,0	25	4,7	7,5	4:00 PM
ESTANQUE 1	27	6,0	7,0	25	4,7	7,5	4:00 PM
ESTANQUE 0	28	5,7	7,0	26	5,0	7,5	5
ESTANQUE 1	29	5,2	7,0	26	4,9	7,5	5
ESTANQUE 0	28	5,2	7,0	26	5,1	7,0	6
ESTANQUE 1	28	5,9	7,0	26	5,1	7,0	6
ESTANQUE 0	27	6,4	7,0	25	5,7	7,5	7
ESTANQUE 1	26	5,6	7,0	25	5,8	7,5	7
ESTANQUE 0	26	6,6	7,0	24	6,0	7,5	8
ESTANQUE 1	25	5,8	7,0	23,5	6,1	7,5	8
ESTANQUE 0	25	6,6	7,0	23,5	6,0	7,5	9
ESTANQUE 1	25	5,8	7,0	23,5	6,0	7,5	9
ESTANQUE 0	24	6,5	7,0	23	6,2	7,5	10
ESTANQUE 1	26	5,8	7,0	23	6,2	7,5	10
ESTANQUE 0	25	6,5	7,0	23	6,0	7,5	11
ESTANQUE 1	26	6,0	7,0	23	6,1	7,5	11
ESTANQUE 0	23	6,5	7,0	23	6,1	7,5	12
ESTANQUE 1	23	5,9	7,0	23	6,1	7,5	12
ESTANQUE 0	23	6,7	7,0	23	6,2	7,5	1:00 AM
ESTANQUE 1	23	5,9	7,0	23	6,2	7,5	1:00 AM
ESTANQUE 0	24	6,6	7,0	23,2	6,5	7,5	2
ESTANQUE 1	24	6,0	7,0	23,8	6,5	7,5	2
ESTANQUE 0	23	6,8	7,0	23	6,1	7,5	3
ESTANQUE 1	23	6,2	7,0	23	6,1	7,5	3
ESTANQUE 0	22	6,9	7,0	22	6,1	7,5	4
ESTANQUE 1	23	6,3	7,0	22	6,1	7,5	4
ESTANQUE 0	22	7,0	6,5	22	6,2	7,5	5
ESTANQUE 1	22	6,3	6,5	22	6,2	7,5	5
ESTANQUE 0	22	7,2	6,5	22	6,6	7,5	6
ESTANQUE 1	22	6,5	6,5	22	6,6	7,5	6
ESTANQUE 0	22	7,0	6,5	22	6,6	7,5	7
ESTANQUE 1	22	6,7	6,5	22	6,6	7,5	7
ESTANQUE 0	22	6,1	6,5	22	6,5	7,5	8
ESTANQUE 1	22	6,1	6,5	22	6,5	7,5	8
ESTANQUE 0	23	6,0	7,0	22,2	5,8	7,5	9
ESTANQUE 1	23	6,0	7,0	22,2	5,7	7,0	9
ESTANQUE 0	24	6,2	7,0	22,5	5,3	7,0	10
ESTANQUE 1	24	6,2	7,0	22,5	5,2	7,0	10
ESTANQUE 0	25	6,2	7,0	24,5	5,1	7,0	11
ESTANQUE 1	25	6,2	7,0	25	5,1	7,0	11
ESTANQUE 0	26	6,0	7,0	26	5,1	7,0	12
ESTANQUE 1	26	6,0	7,0	26	5,1	7,0	12
ESTANQUE 0	25	5,9	7,0	25	5,1	7,0	1:00 PM
ESTANQUE 1	25	5,9	7,0	25	5,0	7,0	1:00 PM
ESTANQUE 0	25	5,8	7,0	26	5,1	7,0	2
ESTANQUE 1	26	5,8	7,0	26	5,1	7,0	2
ESTANQUE 0	26	5,6	7,0	25	4,7	7,0	3
ESTANQUE 1	26	5,7	7,0	25	4,7	7,0	3

Primera muestra

Segunda muestra

Anexo E. Análisis estadístico para sobrevivencia

	T0	T1	TOTAL
MUERTOS	15	12	27
VIVOS	185	188	373
TOTAL	200	200	400
% DE VIVOS	0.925	0.94	0.932
PROPORCION DE MUERTOS	0.075	0.06	0.0675

$$X^2C = (1.125+0.72)-(0.0675*27)/0.0675*0.9325=1.345-1.8225/0.0629=0.35$$

$$X^2C = 0.35 \text{ N.S.}$$

Anexo F. Análisis estadístico para incremento de peso

MUESTRAS ESTADISTICAS	T0	T1
PROMEDIO	10.7	12
VARIANZA	52.924	120.24
DESV ESTAND	7.27489	10.9654
MEDIANA	12	7.2

PRUEBA T -0.327651

SIGNIFICANCIA 0.746581

Se Acepta H0

Anexo G. Análisis estadístico para peso de cosecha

MUESTRAS ESTADISTICAS	T0	T1
PROMEDIO	122.75	137
VARIANZA	117.292	24.7222
DESV ESTAND	10.8301	4.97214
MEDIANA	122.5	138.75
PRUEBA T	-3.78137	
SIGNIFICANC	1.37E-03	
Se Rechaza H0		

Anexo H. Análisis estadístico para tasa de crecimiento

MUESTRAS ESTADISTICAS	T0	T1
PROMEDIO	1.78182	1.87273
VARIANZA	2.76164	1.71218
DESV STAND	1.66182	1.3085
MEDIANA	1.5	1.9
PRUEBA T	-0.142549	
SIGNIFICANCIA	0.888073	
Se acepta H0		

Anexo I. Análisis estadístico para conversión alimenticia aparente

MUESTRAS ESTADISTICAS	T0	T1
PROMEDIO	5.27636	6.5
VARIANZA	73.0933	71.776
DESV ESTAND	8.54946	8.47207
MEDIANA	2.39	3.3
PRUEBA T	-0.337179	
SIGNIFICANCIA	0.739495	
Se acepta H0		

Anexo J. Análisis estadístico para eficiencia alimenticia aparente

MUESTRAS ESTADISTICAS	T0	T1
PROMEDIO	0.542	0.238182
VARIANZA	0.363172	0.0434964
DESV ESTAND	0.602638	0.208558
MEDIANA	0.41	0.2
PRUEBA T	1.58012	
SIGNIFICANCIA	0.129766	
Se acepta H0		

Anexo H. Análisis estadístico para relación de eficiencia proteica

MUESTRAS ESTADISTICAS	T0	T1
PROMEDIO	1.95455	1.62727
VARIANZA	4.93073	1.46618
DESV ESTAND	2.22052	1.21086
MEDIANA	1.5	1.6
PRUEBA T	0.429162	
SIGNIFICANCIA	0.672393	
Se acepta H0		