01H 12242
C 11 de
44052

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

INFORME FINAL

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel
Belgrano

DESARROLLO DE RACIONES ALTERNATIVAS PARA LA CRIA DE PACU EN CAUTIVERIO

Ing. Agr. María Elena Castelán

Agosto 2003

Indice

	Página
Introducción	3
Formulación del alimento	6
Requerimientos Nutricionales	7
Disponibilidad los alimentos de la zona	9
Elaboración del alimento	10
Evaluación de propiedades físicas del alimento confeccionado	15
Determinación de contenido de nutrientes	18
Costos de las dietas	19
Producción de carne	21
Elección de las piletas del ensayo	23
Poblamiento de las piletas	23
Densidad	23
Elección de los ejemplares de pacú	23
Biomasa y Tasa de alimentación	27
Monitoreo de la calidad del agua	28
Temperatura	28
Turbidez	29
Ph	30
Oxígeno disuelto	30
Transparencia	31
Registros diarios	33
Monitoreo de la evolución de peso	34
Tasa de crecimiento de los peces	35
Medición de tamaño	38
Evaluación de parámetros de producción	39
Anexos	43
Fuentes de información utilizada. Bibliografía	55

Introducción

Entre las alternativas de producción en creciente expansión se encuentra la piscicultura. La difusión de la cría de peces ofrece ventajas para el desarrollo regional por permitir el aprovechamiento de ecosistemas de baja productividad, generación de fuentes de trabajo, oferta de alimentos de alta calidad a la población, y fundamentalmente por ser rentable. En la Provincia de Formosa se encuentran condiciones ecológicas necesarias para el desarrollo de esta actividad.

El desarrollo de tecnologías de cultivo de Pacú se inició en el país a partir de 1991 a nivel experimental en la Provincia de Corrientes. En la actualidad se realizan cultivos comerciales en las provincias de Corrientes, Formosa, Chaco, Misiones y Santa Fe, con diferentes modalidades y resultados. El Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) es una de las especies mas difundidas para la producción de peces en estanque en regiones tropicales y subtropicales. Este es un pez autóctono de la Cuenca del Plata, de excelente rusticidad y calidad de carne.

En la región nordeste el cultivo de pacú se realiza en sistemas semi intensivos, donde la densidad de peces, en fase de engorde, recomendada se encuentra entre 0,2 – 0,3 individuos/m2. En esas situaciones donde el alimento natural está disponible en los estanques y es suficiente para suplir parte de las exigencias nutricionales de los peces, se pueden utilizar raciones incompletas o complementarias. El objetivo básico de la formulación de raciones es encontrar una mezcla adecuada de ingredientes capaces de ser procesados adecuadamente y que contengan todos los nutrientes exigidos para el

crecimiento, reproducción y salud de los peces, de una forma bien equilibrada (balanceada), palatable y a una costo aceptable (Kubitza, 1999). Muchos estudios ratifican que altos niveles de producción dependen de una buena nutrición y de un adecuado manejo. La cantidad y calidad del alimento usado es el factor que determina la rentabilidad de la explotación debido a que el alimento representa el mayor gasto en la cría y engorde. Por ello es necesario aplicar la información producida a experimentalmente a nivel comercial.

Para que las dietas complementarias sean económicamente benéficas, la eficiencia de estas deben ser lo mas altas posibles. Esto dependerá en gran parte del nivel de alimentación y de la composición de la dieta, que son determinadas por el total de necesidades alimenticias de la población de peces y por la cantidad y composición del alimento natural del estanque. Estos factores cambian constantemente lo que dificulta la determinación de la cantidad y calidad de la dieta complementaria (Hepher, 2001).

En la producción comercial de peces incorporar una ración nutricionalmente y económicamente adecuada creará una mejora sustancial en los costos de producción, e incrementará la rentabilidad de las empresas. A su vez, será una atractiva alternativa para reconvertir productores actualmente dedicados a otras actividades con mercados saturados.

Este trabajo tuvo como objetivo general:

Evaluar alimentos como herramienta estratégica para mejorar la competitividad de explotaciones dedicadas a la producción de pacú.

Los objetivos específicos fueron:

- Utilizar alimentos nutricionalmente balanceados y económicamente convenientes para ser utilizados a escala comercial.
- Incorporar componentes disponibles en la zona.

- Optimizar el uso de los alimentos.
- Obtener altos niveles de conversión de alimento.
- Establecer normas para la elaboración de alimentos extrusados.
- Difusión de los resultados.

Para ello se elaboraron dos tipos de alimentos, con distinto contenido de proteínas, incorporando componentes disponibles en la zona, como granos, productos y subproductos de la agroindustria. Para evaluarlos se realizó un ensayo donde se midió la producción de carne para establecer si la relación de conversión justificaba económicamente el uso de alguno de ellos. Tanto la elaboración de los alimentos como la evaluación de estos se realizó en el Establecimiento piscícola Isla Pé, ubicado en Clorinda, provincia de Formosa. A partir del resultado de este trabajo, se mejorará la competitividad de productores locales de peces.

Formulación del alimento

Formulación del Alimento

Requerimientos nutricionales

En la cría de peces en cautiverio nada es mas importante que una buena nutrición y una adecuada alimentación. Si el alimento no es consumido por el pez o no es capaz de utilizar el alimento por deficiencia de algún nutriente, el pez no alcanza su potencial de crecimiento. Además un animal con alimentación inadecuada es susceptible a enfermedades y por lo tanto la producción decrece. La producción de dietas balanceadas requiere investigación, control de calidad y evaluaciones biológicas.

El alimento debe reunir condiciones que lo tornen atractivo para el pez (tamaño, forma, propiedades organolépticas) y con condiciones físicas que permitan su estabilidad en el agua y no produzca residuos (Bureau y Cho, 1999).

Altos niveles de producción dependen de una buena nutrición y de un adecuado manejo. La cantidad y calidad del alimento usado es el factor que determina la rentabilidad de la explotación debido a que el alimento representa el mayor gasto, en la cría intensiva. Entonces, la producción económicamente rentable depende del costo mínimo de dietas nutricionalmente balanceadas (Hepher, 2001).

En el proceso de formulación de raciones para peces se deben tener en cuenta los siguientes factores:

1. Exigencias nutricionales de la especie
2. Fase de desarrollo
3. Disponibilidad de alimento y nivel de producción a ser alcanzado

a. Tipo de procesamiento a que será sometida la ración

b. Costo y disponibilidad de la materia prima

De acuerdo a estos factores para la formulación de las dietas se consideraron los requerimientos nutricionales para los peces en fase de engorde (Tabla 1). Debido a que los requerimientos en minerales, aminoácidos, ácidos grasos esenciales y vitaminas del pacú son poco conocidas, se utilizan como base para la formulación de raciones las necesidades nutricionales de tilapia (Kubitza, F. 1999). (Tabla 1).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales para peces tropicales

ED (Kcal/kg)	2800 - 3000
Proteína (%)	26-32
Aminoácidos (%)	
Lisina	0.3
Metionina	0.7
Met + Cistina	0.9
Treonina	1.05
Fenilalanina +Tirosi	1.55
Triptófano	1.16
Minerales (%)	
P	0.6
Ca	0.8
Fibra (%)	4
Lípidos(%)	8.5

Una elevada relación energía : proteína del alimento favorece la deposición de grasa en la cavidad abdominal de estos peces y afectaría la calidad del producto final. Las mejores tasas de crecimiento y conversión alimenticia se registraron con relaciones entre 9 y 11 Kcal ED/g PB. Por ello se estableció para las distintas formulaciones la relación entre Kcal de Energía Digestible por g de Proteína Bruta.

Determinación disponibilidad los alimentos de la zona.

Teniendo como base los ingredientes de las dietas propuestas, se estableció el precio, su origen y disponibilidad. Se amplió la lista con fuentes proteicas alternativas para comparar su costo.

Tabla 2. Precios obtenidos en la zona de ingredientes para las raciones.

	Precio ($/Tn)	*Origen*
Soja grano	500	Formosa, Chaco
Maíz	300	Formosa, Chaco
Germen de maíz	300	Formosa
Harina de carne y hueso	400	Formosa
Sorgo	240	Formosa
Arroz, salvado	300	Formosa
Pellet de trigo	240	Formosa, Chaco
Harina de sangre spray	1690*	Rafaela, Santa fe
Harina de mandioca	600	Formosa
Gluten de maíz	345*	Buenos Aires
Semilla de algodón	240	Formosa, Chaco
Expeller de soja	1200*	Reconquista, Santa fe
Expeller de girasol	400*	Formosa

*No incluye flete

Todos los precios están sujetos a cambios según los valores de los mercados de granos.

Elaboración del alimento

Elaboración del alimento

La preparación de las dietas es un proceso que combina los ingredientes para formar una mezcla alimenticia que permita alcanzar las metas de la producción. Esto incluye lograr la composición adecuada y las condiciones físicas necesarias, a costos competentes.

El alimento se elaboró con una máquina extrusora. La extrusión es un proceso en el cual la mezcla de los ingredientes, finamente molidos, forman una pasta que pasa a presión a través de pequeños orificios. La temperatura se eleva debido a la compresión a que se somete el material y luego, al final del tambor de extrusión, cuando atraviesa los orificios, la presión decae bruscamente y el agua se vaporiza provocando la expansión de las partículas.

El tratamiento térmico de los alimentos tiene las siguientes ventajas:

- permite una mayor inclusión de materias primas poco palatables.
- destruye algunas sustancias antinutritivas y mejora (sobre todo la extrusión) la sanidad al destruir hongos, bacterias, etc
- mejora la digestibilidad al desnaturalizar las proteínas y gelatinizar el almidón; la concentración energética se aumenta, en promedio, en unos 0.25 MJ ED/kg.
- disminuye la formación de polvo durante el manejo de los alimentos; el polvo disminuye el consumo y puede provocar trastornos.

No obstante, los tratamientos térmicos pueden dar lugar a algunos efectos no deseables como son:

- el calor puede destruir ciertos aminoácidos, vitaminas y aditivos,
- favorece la oxidación de las grasas (ULPGC, 2002).

El proceso de elaboración del alimento se puede dividir en Molienda y Extrusión.

Molienda:

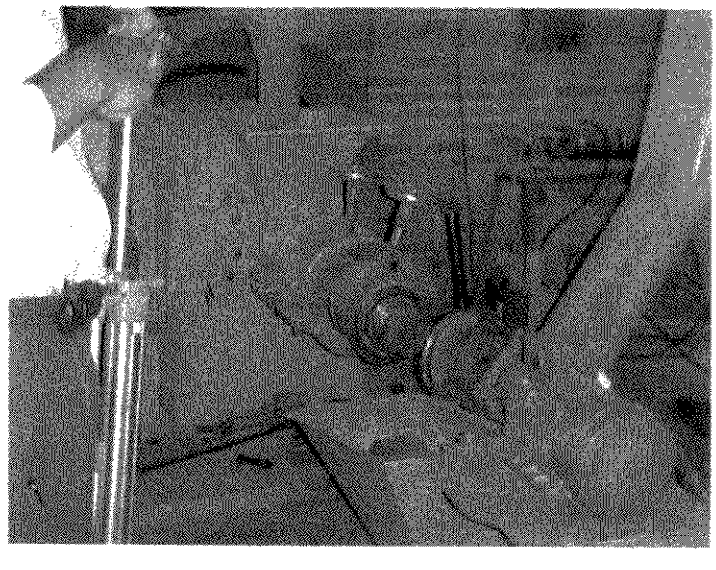
Para una buena extrusión los ingredientes deben estar finamente molidos y mezclados para alcanzar una buena homogenización.

El molino tiene una serie de mallas intercambiables que posibilita elegir el tamaño de partículas. Se estableció la medida de las mallas que requería cada ingrediente para que el tamaño de las partículas molidas sea el apropiado.

El producto de la molienda se pasa a una mezcladora de flujo vertical. El tiempo de mezclado es importante para evitar la estratificación de los ingredientes.

Extrusión:

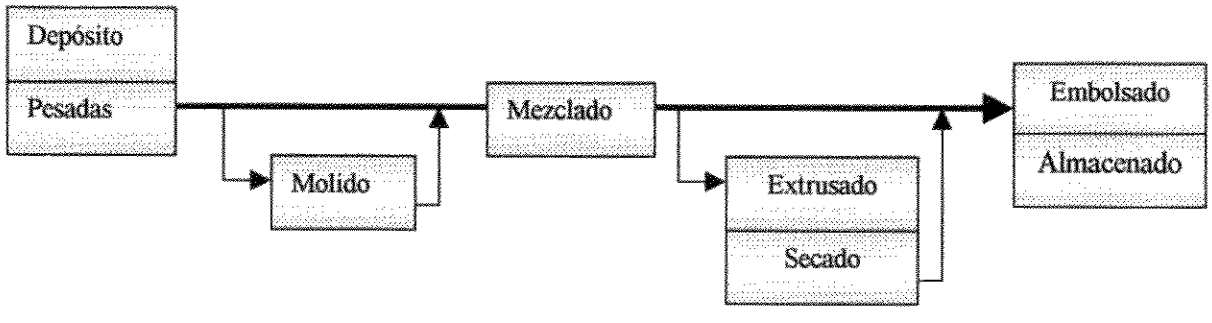
La mezcla pasa a través de un cilindro a presión, la temperatura se eleva debido a la compresión a que se somete el material hasta alcanzar 120 ºC. Al final del cilindro de extrusión, cuando atraviesa los orificios, la presión decae bruscamente y el agua se vaporiza provocando la expansión de las partículas.



Los factores que se deben controlar son la humedad de la mezcla, la temperatura y la presión. Las altas temperaturas junto con la humedad gelatinizan parte del almidón de la mezcla convirtiéndolo en una sustancia aglutinante. Debido a este proceso de gelatinización la superficie externa de los comprimidos se vuelve parcialmente impermeable, de aspecto brillante, lo que le confiere la capacidad de flotar en el agua y mantener su estabilidad por mas tiempo.

El producto obtenido pasa a un silo con flujo de aire para disminuir el contenido de humedad.

Flujo de operaciones:



Las propiedades que debe presentar la mezcla para una buena extrusión son:

- Granulometría fina: ingredientes finamente molidos
- Contenido de humedad (20 a 25%)
- Alto contenido de almidón
- Bajo contenido de grasas

A pesar de tener en cuenta las condiciones definidas de la mezcla, al realizar la experiencia práctica, los componentes de las mezclas no tuvieron el comportamiento esperado en el proceso de extrusión, al no lograr el nivel expansión conveniente.

En el proceso de prueba se dañó la máquina extrusora. Esta posee un regulador de tamaño de las partículas, llamado variador, que es el que recibe toda la presión a que es sometida la mezcla de alimento. Como la mezcla no extrusaba convenientemente, se incrementó la presión, lo que provocó la rotura del mencionado variador. Se llegó a la conclusión de que el contenido graso de la mezcla era excesivo.

Por ello, se demoró el inicio de la alimentación de los peces y se debió cambiar la formulación de las raciones, reduciendo el contenido de grasa y aumentado el de almidón.

Para corregir este aspecto se realizaron combinaciones, con diferentes relaciones entre los contenidos de grasa y almidón hasta obtener un producto con las condiciones buscadas. Con esta nueva formulación se solicitó a una fábrica de alimento balanceado, radicada en Formosa capital, confeccione el alimento, para poder iniciar el ensayo de producción de carne.

El producto obtenido corresponde a la siguiente formulación:

Tabla 3. Composición y precio de las dietas reformuladas

Ingredientes	Alimento 1	Alimento 2
SOJA entera extrusada	32	24
Harina de carne y hueso	32	28
Maíz	26	28
Pellet de Trigo	10	20
Vitaminas, metionina	0.2	0.2
Proteína Bruta (PB)	29.7	26.3
Lípidos	9.5	8.5
E.D. estimada (Kcal/kg)	3000	2900
Precio por kilogramo ($/kg)	0.51	0.47
Relac. ED/g PB	10.1	11

Una vez puesta en marcha la planta procesadora de alimentos, se debió verificar las características de la mezcla de ingredientes y luego calibrar la extrusora para obtener el producto deseado.

El almidón de mandioca fue incorporado para asegurar una buena extrusión. La harina de carne y hueso debió ser pasada por una zaranda antes de integrar la mezcla para eliminar partículas mayores de 1,5 mm. Esas partículas eran huesos y por lo tanto debieron ser eliminadas para no dañar el cilindro de la extrusora. El porcentaje extraído fue del 30%, esto dificulta la elaboración y encarece el producto.

El alimento elaborado respondió a la siguiente formulación:

Tabla 4. Formulación de los alimentos

Ingredientes	Alimento 1	Alimento 2
SOJA entera extrusada	30	20
Harina de carne y hueso	26	20
Maíz	19	30
Pellet de Trigo	25	28
Almidón de mandioca	5	2
Vitaminas, metionina	0.02	0.02
Proteína Bruta calculada (PB)	32.2	27.3
Lípidos	9.5	8.5
E.D. estimada (Kcal/kg)	3000	2900
Relac. ED/g PB	10.1	11

Evaluación de propiedades físicas del alimento confeccionado.

Los parámetros buscados fueron los siguientes:

- Tamaño de partícula: 0,8 a 1,5 cm.
- Estabilidad: mas de 80%
- Flotabilidad: 100 % durante 30 minutos
- Humedad: máxima 10%

Estabilidad: se refiere a la capacidad del alimento de conservar su estructura, para que las partículas no se disgreguen fácilmente en contacto con el agua. Para medirla se tomó una muestra de 10 g se la sumergió en agua durante 10 minutos. Luego se secó en estufa a 130 °C durante dos horas. Por comparación de peso con muestras no tratadas se estableció el porcentaje de estabilidad.

Flotabilidad: se estableció el porcentaje de partículas que flotaron al cabo de 10 y 30 minutos. Esta característica del alimento es importante ya que se puede observar en el momento que se suministra el alimento, si las cantidades ofrecidas son suficientes y el estado sanitario de los peces.

Humedad: Se pesó el material y luego se secó en estufa a 130 °C durante 2 horas, para establecer el porcentaje de humedad. Este parámetro está relacionado con la capacidad de almacenamiento del producto.

Estos parámetros fueron medidos en el alimento confeccionado en Formosa capital y en el elaborado en la planta de Isla Pé, Clorinda.

Tabla 5. Resultados obtenidos de las mediciones de tamaño, estabilidad, flotabilidad y humedad del alimento confeccionado en Formosa capital.

		Dieta 1	Dieta 2
		%	
Tamaño	0.8 a 1 cm	41	56.5
	1 a 1.5 cm	59	43.5
Estabilidad		80	70
Flotabilidad	10'	5	2
	30'	3	1
Humedad		5	5

El tamaño de las partículas de alimento, la estabilidad y humedad se encuentra dentro de los parámetros buscados. Si bien la flotabilidad no es buena, debido a que no permanece en superficie, no se sumerge inmediatamente, y la velocidad

con que precipita es lenta, lo que permite que los peces puedan capturar las partículas antes de que lleguen al fondo del estanque.

La flotabilidad está relacionada con dos aspectos: el contenido de almidón y la humedad de la mezcla al ingresar a la extrusora.

El almidón que contiene la mezcla de alimentos se gelatiniza al pasar por la extrusora y le confiere a las partículas una superficie con poros pequeños que retrasa la imbibición con agua. Por lo tanto la proporción de almidón de la mezcla es importante para alcanzar una buena extrusión.

La humedad, es decir, el contenido de agua de la mezcla de alimentos, es el otro elemento que permite al almidón llegar a gelatinizarse. Si ese contenido es bajo, menos de 20 %, no se llega al punto de gelatinización. Si es mayor de 30% se corre el riesgo de que la temperatura se eleve demasiado y se pierdan nutrientes por desnaturalización.

Para la elaboración del alimento en Isla Pé se corrigieron las dietas en lo referente al contenido de almidón y controló el contenido de humedad de la mezcla para mejorar la flotabilidad del alimento confeccionado.

El tamaño de las partículas de alimento, la estabilidad y humedad se ubicó dentro de los parámetros buscados. Si bien la flotabilidad alcanzada no fue del 100%, es suficiente como para permitir observar el nivel de actividad de los peces y controlar el consumo de alimento.

Tabla 6 . Resultados obtenidos de las mediciones de tamaño, estabilidad, flotabilidad y humedad del alimento elaborado en Isla Pé.

		Alimento 1	Alimento 2
		%	
Tamaño	0.8 a 1 cm	63	58
	1 a 1.5 cm	37	42
Estabilidad		80	70
Flotabilidad	10'	90	70
	30'	70	60
Humedad		8	10

Determinación de contenido de nutrientes.

En laboratorio se determinó el porcentaje de proteína bruta de algunos productos para corroborar su contenido y poder ajustar las dietas.

Tabla 7. Contenido de Proteína bruta de algunos ingredientes utilizados

	Prot. Bruta %
SOJA entera extrusada	36.6
Harina de carne y hueso	53.8
Pellet de Trigo	19.2

Se realizaron nuevos análisis de las partidas de ingredientes de distinto origen que fueron repuestas. En ellas se encontraron diferencias tanto en la soja como en la harina de carne y huesos, como se detalla a continuación.

Tabla 8. Contenido de Proteína bruta de ingredientes

	Prot. Bruta %
SOJA entera extrusada	35.39
Harina de carne y hueso	42.5

Debido a esas variaciones el alimento elaborado presentó las siguientes características:

Tabla 9. Contenido de Proteína bruta y Grasa bruta de los alimentos

	Prot. Bruta %	Grasa bruta %
Alimento 1	32.1	7.94
Alimento 2	27.4	8.87

La diferencia entre estos resultados y los calculados corresponde a la harina de carne y hueso cuya composición es extremadamente variable.

Costos de los alimentos

Analizando los ingredientes que pueden ser utilizados como fuente de proteína se determinó el costo por kilogramo de proteína para comparar el precio real de esta.

Tabla 10. Valores por kilogramo de proteína bruta de algunas fuentes proteicas

	$/kg	kg PB/ kg ingr.	$/kg PB
Semilla Algodón	0.252	0.41	0.10
Expeller Girasol	0.5	0.36	0.18
Harina de Sangre (Spray)	1.5	0.89	1.34
SOJA Entera Extrusada	0.5	0.36	0.18
Expeller de Soja	0.5	0.44	0.22
Harina de Carne y Hueso	0.4	0.53	0.22
Gluten Maíz (Gluten Feed)	0.4	0.60	0.24

Tanto la semilla de algodón como el expeller de girasol son los mas baratos de las fuentes comparadas. Ambos poseen factores antinutricionales (gosipol en algodón y ácido clorogénico en girasol) que se inactivan con el proceso de extrusión o bien no se los incluye con mas del 20 % de la dieta. Nutricionalmente ambos son de menor calidad que la proteína de la soja.

La harina de sangre presenta baja palatabilidad y niveles excesivos de hierro por ello su uso se restringe a no mas del 10 % de la ración. Además su costo es elevado.

La soja es la fuente de proteína mas utilizada para la elaboración de alimento para peces, llegando a sustituir totalmente la harina de pescado. Posee un factor anti tríptico (inhibidor de la tripsina) que es eliminado durante el procesamiento térmico o bien durante la extrusión. La soja entera extrusada es de menor costo por kilo de proteína que el expeller, además el grano de soja se puede adquirir en la zona.

La harina de carne y huesos es un producto con buena proporción de proteínas pero puede presentar variaciones en su composición debido a la calidad de la materia prima y tipo de procesamiento utilizado para su obtención. Es una buena

fuente de macro minerales, calcio y fósforo, como así también de microminerales, hierro, manganeso y cinc. Tiene un costo de proteína igual a la soja extrusada y se encuentra disponible en la zona.

El gluten de maíz tiene un elevado contenido de carotenoides que le confieren a la carne de pescado una coloración amarillenta. Por ello se lo puede utilizar no excediendo el 6 % de la ración. No se encuentra disponible en la zona por lo que su costo es mayor.

La harina de carne no se encontró disponible en el mercado. El ensilado de pescado presenta inconvenientes para la elaboración del alimento extrusado y bajo tenor proteico (10 – 12 %).

Se estableció el costo de los alimentos confeccionados según la proporción de ingredientes correspondiente.

El valor por tonelada para cada uno de los ingredientes corresponde al obtenido en Clorinda.

El costo de la molienda y extrusado incluye energía, personal y amortización.

Tabla 11. Costo de los Alimentos confeccionados según su composición

Ingredientes	% del Alimento 1	% del Alimento 2	$/tn	Alimento 1	Alimento 2
SOJA entera extrusada	30	20	600 $	180 $	120
Harina de carne y hueso	26	20	300 $	78 $	60
Maíz	19	30	280 $	53 $	84
Pellet de Trigo	25	28	240 $	60 $	67
Almidón de mandioca	5	2	1000 $	50 $	20
Vitaminas, metionina	0.02	0.02	11 $	0.02 $	0.02
Costo total de insumos			$	421 $	351
Molienda			$	24 $	24
Extrusado			$	100 $	100
Costo Total por Tonelada			$	545 $	475

Producción de Carne

Producción de Carne

Elección de las piletas del ensayo

Inicialmente se planeó realizar el ensayo en dos estanques de 10.000 m^2 (1 hectárea) del establecimiento Loma Porá.

Lamentablemente por necesidades de manejo de su producción de peces, dicho productor se vio obligado a ocupar las piletas previstas para la experiencia, con alevines con destino a iniciar un ciclo de cría.

Para salvar este inconveniente, el productor Gromenida, del Establecimiento Isla Pé, puso a disposición piletas que reunían condiciones para la experiencia, por lo cual se desplazó el trabajo a dichas instalaciones.

Se eligieron seis piletas, tres para cada tratamiento o dieta, verificando que todas tuvieran el mismo historial de uso y manejo. Se realizó el acondicionamiento de los estanques que consistió en:

- Vaciado
- Corte de la vegetación dentro de las mismas
- Encalado: 50 kg por cada pileta
- Desmalezado de los terraplenes.
- Llenado
- Medición de las dimensiones de cada una: Largo, ancho y profundidad.

Poblamiento de las piletas

Densidad

Se midió la superficie de las piletas para establecer la densidad prevista de 0,2 individuos por m^2. La cantidad de peces por pileta se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12. Superficie de cada pileta del ensayo y número total de peces

Pileta	Superficie m^2	Nº total peces
1	1229	245
2	874	174
3	1181	236
4	1048	209
5	998	199
6	1092	218
Total		1281

Elección de los ejemplares de pacú

Es importante destacar que el manejo de peces presenta un mayor grado de complejidad comparado con otros animales. Una actividad sencilla para otro tipo de producción, como por ejemplo la selección de individuos para formar la población de estudio, que implica: aislar un grupo que represente condiciones semejantes, de peso, tamaño, composición corporal, etc, en peces es sumamente complejo. Esto se debe a que en primera instancia, al encontrarse dentro del estanque, no pasa a ser una simple selección visual y posterior "aparte" sino que se deben extraer todos los individuos con redes. Esta operación demanda tiempo y gran pericia de los operarios. Por otra parte la población de peces puede presentar un determinado nivel de stress y riesgo de lesiones.

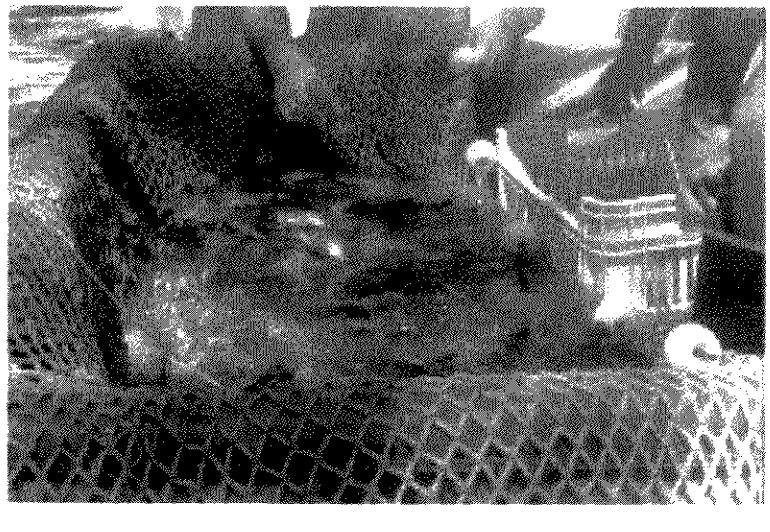
Para la elección de los ejemplares de pacú se procedió a extraerlos de un estanque de 2,5 ha de superficie con el uso de redes. En el estanque había peces que tenían distinto tamaño, que variaba de 50 g a 3 kg, por lo fue necesario seleccionar una población uniforme para llegar a los 1281 individuos que se requería para completar todas las piletas del ensayo.

En las redes se realizó una primera selección de acuerdo al tamaño de mayor cantidad de individuos.

Se los trasladó hasta el lugar donde se los pesaría en la caja de una camioneta, donde se había colocado una lona impermeable con agua.

Se renovaba el agua para mantener una oxigenación adecuada y disminuir la temperatura de esta, ya que las temperatura ambiente era muy elevada (40º C). Antes del traslado a las piletas del ensayo se agregó sal (CL_2Na) al agua a razón de 1 kg por cada 1000 l, para desinfectar las posibles heridas que podían haber sufrido los peces con las redes, durante el traslado y pesada.

Para completar el número total de peces se realizaron cinco extracciones.



Una segunda selección se llevó a cabo durante la determinación del peso de los individuos.

Para establecer el peso promedio de los individuos se utilizó una balanza digital y cajones plásticos acanalados, de manera que retengan la menor cantidad de agua. Se pesaron 30 individuos por vez. (Ver detalle de pesos Anexo).

Luego de pesados, seleccionados y contados se los soltó en las piletas destinadas al ensayo.

Biomasa y Tasa de alimentación

Una vez que se estableció la cantidad de individuos por pileta y el peso promedio de los mismo se determinó la biomasa.

Biomasa = Número de individuos x peso promedio

La tasa de alimentación para iniciar el ensayo es del 5 % de la biomasa y fue disminuyendo hasta el 2% a los 82 días.

Tabla 13. Número de peces, peso promedio, biomasa y cantidad de alimento por día para cada pileta al inicio del ensayo.

Pileta	Nº total peces	Nº peces	Peso prom g	Biomasa Kg	Total Biomasa Kg	Kg alim/día
1	245	203	190	38.57		
		42	144	6.0	44.6	2.2
2	174	87	221	19.2		
		87	190	16.5	35.8	1.8
3	236	236	221	52.2	52.2	2.6
4	209	134	233	31.2		
		75	221	16.6	47.8	2.4
5	199	192	233	44.7		
		7	239	1.7	46.4	2.3
6	218	218	239	52.1	53.8	2.7

En las piletas 1, 5 y 6 se suministró el alimento con 30 % de PB; en las piletas 2, 3 y 4 el alimento con 25 % PB. La cantidad calculada de alimento inicialmente se suministró en dos veces al día, luego de unos días solamente por la tarde debido a que por la mañana el oxígeno disuelto era muy bajo y los peces tenían muy poca actividad.

En el borde de cada pileta se colocó un recipiente para contener bolsas de alimento con la cantidad de correspondiente por día, debidamente identificado.

Monitoreo de la Calidad del Agua

Calidad del agua para el cultivo de peces

La calidad del agua esta determinada por el conjunto de propiedades químicas y físicas de ésta y por las interacciones producidas entre los organismos vivos existentes en el medio ambiente de cultivo (Martínez y Wicki, 1997).

Parámetros físicos

- Temperatura
- Turbidez

Parámetros químicos

- PH
- Oxígeno disuelto

Parámetros biológicos

- Transparencia

Temperatura

Los peces son animales poiquilotermos y consecuentemente son menos adaptables a la temperatura que los mamíferos. Por ello la temperatura se torna un factor esencial en la cría de peces, pues su metabolismo variará con la temperatura del ambiente. Todas las actividades fisiológicas del pez como la alimentación, digestión, respiración, excreción y hasta el crecimiento serán influenciadas por este factor (Martínez Okumura, 2002).

La temperatura del agua presenta un efecto directo en el consumo de alimento de los peces. Dentro de una franja de temperatura tolerable, la tasa de crecimiento aumenta con el aumento de la temperatura. Cualquier incremento por encima del óptimo significa una reducción en el consumo de alimento. El

rango de temperatura considerado óptimo para el crecimiento del pacú es entre 20 y 32 ºC (Roux y Bechara, 1998; Bechara y otros, 1999).

El pacú y otros organismos de aguas cálidas, disminuirán el crecimiento aproximadamente por debajo de los 23 - 24° C. Las temperaturas óptimas de crecimiento (y por lo tanto la mejor respuesta en términos económicos para el productor) estarán situadas por encima de los 24°C, con un óptimo en general, entre los 26 y 32°C. (SAGPYA, 2003)

Debido a que en esta zona las temperaturas ambiente son elevadas en verano y en la superficie del agua se registran datos de mas de 40 ºC, se midió la temperatura del agua en dos profundidades: en el fondo de la pileta (0 cm) y a 50 cm del fondo.

Turbidez

Otra variable de importancia en la acuicultura es la turbidez del agua, pues esta relacionada a la cantidad de sólidos en suspensión, responsables por variaciones cuantitativas y cualitativas de calidad de las aguas, como penetración de la luz, fotosíntesis y productividad. Esta es resultante de la presencia de partículas orgánicas o de suelo (inorgánicas), en suspensión en el agua, hasta cierto punto deseables en la medida que reducen a penetración de luz, impidiendo la manifestación de las macrófitas en los estanques.

Concentraciones elevadas de sólidos en suspensión son dañinas para los peces, impiden y reducen excesivamente el pasaje da luz, desequilibrando así la cadena trófica. En aguas muy turbias la luz se extingue completamente debajo de la superficie de agua. Una elevación en esa variable puede causar modificaciones en los ciclos biodinámicos, interfiriendo en la velocidad e intensidad de la acción fotosintética.

En la mayoría de las veces, a mayor fuente de partículas en suspensión en aguas proviene de los taludes, de los canales de abastecimiento, erosión dentro del propios estanques, las cuales no decantan.

Aguas cristalinas son indeseables en estanques de cría, indicando pobreza de ciertos elementos, como nutrientes y algas. Un agua turbia demuestra excesos de materiales orgánicos que pueden ser restos de animales y vegetales, provocando un aumento de bacterias. También suelos arcillosos ocasionan enturbiamiento (Martínez Okumura, 2002).

pH

Los valores de pH indican acidez o alcalinidad. La escala va de 0 a 14, siendo el valor 7 de la escala la que corresponde al valor neutro. El valor en las piletas debe oscilar entre 6 y 9. Fuera de ese rango es considerado perjudicial para el crecimiento.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr Manuel
Belgrano

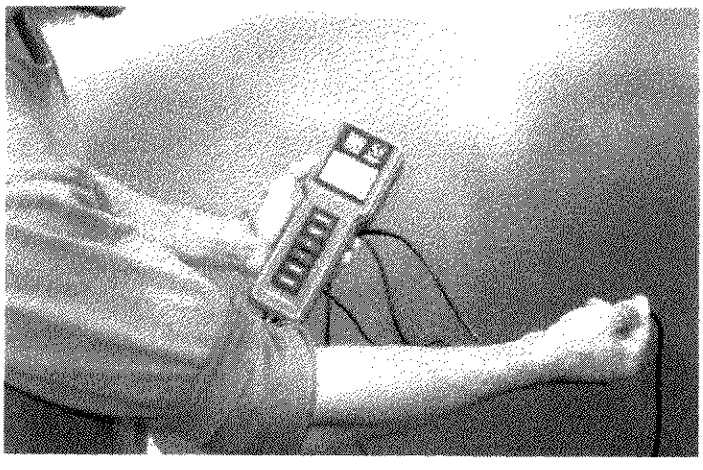
Oxígeno disuelto

Junto al factor temperatura, el oxígeno es uno de los más importantes, ya que de él depende la vida de los organismos en cultivo, puesto que lo respiran obteniéndolo del medio en que viven, ya que este gas se encuentra disuelto en el agua. La concentración del OD en el agua es medida, usualmente, en partes por millón (ppm) o en miligramos por litro (mg/l) (SAGPYA, 2003)

En un ambiente acuático el oxígeno puede penetrar en el agua a través del aire o ser producido por algas mediante la fotosíntesis. La falta de oxígeno disuelto en el agua produce síntomas de asfixia y los animales suben a la superficie para mejorar su intercambio gaseoso. La importancia de tener una cantidad adecuada de fitoplancton se debe a que regula la producción de oxígeno, lo que asegura un ambiente adecuado para los peces.

Cada especie tiene su exigencia en relación a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y su comportamiento productivo está directamente relacionado con este factor, ya que deficiencias reducen el consumo de alimento y se tornan mas susceptibles a enfermedades.

El oxígeno disuelto en el agua debe estar por encima de 4 mg/litro, para alimentar a los peces. El oxímetro registra nivel de oxígeno y temperatura.



Transparencia

La transparencia del agua, expresa la capacidad de penetración de la luz en este medio, pudiendo usarse como indicador de la densidad de fitoplancton existente, ofreciendo además, una medida indirecta de la concentración del oxígeno disuelto, especialmente durante el período crítico (de mayor riesgo) durante la noche (cuando los vegetales también respiran, consumiendo el oxígeno existente).

Cuando se trata de cultivos semi intensivos, suele utilizarse en las fases de pre-engorde y engorde final (en aguas cálidas y templadas) el aporte de FITOPLANCTON. La comunidad del fitoplancton, está formada por microorganismos vegetales, del tipo de la algas microscópicas. Su empleo es a los efectos de:

- aporte de alimento para la comunidad del zooplancton (animales microscópicos) que a su vez son ingeridos por los organismos bajo cultivo
- regulador del abastecimiento de oxígeno disuelto en el agua del sistema utilizado para la vida de los organismos en cultivo, dado que los vegetales producen el oxígeno disuelto que se incorpora al agua, concentrándolo (sistemas de cultivo semiintensivos, principalmente).

Existe un método simple, de uso corriente y diario en acuicultura, que permite al productor conocer el desarrollo y medir la intensidad (densidad) de fitoplancton existente, a través de la coloración del agua de cultivo y determinando la VISIBILIDAD (o turbidez) existente en el cerramiento. (SAGPYA, 2003)

Se utiliza el disco de Secchi para el control del desarrollo de la producción primaria (fitoplancton) en el estanque. El disco de Secchi consiste en un plato chato, de 20 cm de diámetro, con cierto peso, pintado en cuatro secciones intercaladas de blanco y negro, sujeto por el centro con un cordón o bastón con escala métrica.

Se considera como "transparencia ideal" del agua, cuando se consigue ver el disco de Secchi sumergido entre 30 y 40 cm. La coloración del agua en ese caso debe ser verde o parda. Lecturas menores de 30 cm indican una turbidez excesiva por la elevada presencia de fitoplancton (color verde intenso). Transparencia mayor de 40 cm significa escasez de fitoplancton y una productividad baja del estanque.

Registros diarios

Diariamente se registraron los siguientes datos para cada una de las piletas, para permitir los ajustes necesarios en el manejo de las mismas.

Se indicó además, la mortandad de peces y las observaciones que se consideren necesarias como: lavado del estanque, interrupción de la alimentación, enfermedades, tratamientos, etc. Para ello se confeccionó una planilla para cada pileta como la siguiente:

Pileta Nº ....

	Alimento		Temp.						
Fecha	Mañana	Tarde	0m	0.5m	Oxígeno	Secchi	pH	Mortandad	Observaciones

Los parámetros de calidad de agua para cada pileta se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Valores promedio, máximos y mínimos de las variables de calidad de agua medidas en cada pileta durante el ensayo.

	Pileta 1	Pileta 2	Pileta 3	Pileta 4	Pileta 5	Pileta 6
Temperatura media (ºC)	25.6	24.8	25.2	25.2	25.4	25.4
Temperatura max.(ºC)	35.7	33.4	36.4	36.2	35.2	35.1
Temperatura min. (ºC)	19.8	19.9	19.8	19.3	20.2	20.1
Oxígeno disuelto prom. (mg/l)	13.1	9.8	13.3	7.9	10.1	8.0
Oxígeno disuelto max.(mg/l)	20	14.5	20	15.6	20	13.8
Oxígeno disuelto min. (mg/l)	0.24	0.26	0.55	0.16	0.19	0.72
Transparencia prom. (cm)	37.6	39.3	20.7	28.0	23.1	28.7
Transparencia max. (cm)	55	46	33	39	43	41
Transparencia min. (cm)	14	24	10	10	14	23
ph prom.	7.8	7.3	7.7	7.5	7.5	7.5
pH max.	8	8.5	8.5	8.5	8	8
pH min.	7.5	7	7.5	6.5	7	7

Las temperaturas diarias estuvieron dentro de los rangos óptimos hasta fin de marzo, durante abril y mayo se presentaron valores por debajo del óptimo (23 °C) para el crecimiento de los peces. (Ver Anexos)

El OD presentó variaciones relacionadas con las temperaturas y transparencia del agua. Solo en un caso resultó perjudicial (Pileta 3) ya que se produjo la mortandad de peces por anoxia. (Ver Anexo).

Las piletas 2 y 6 fueron las que presentaron menores variaciones en la transparencia. En los otros estanques, los valores promedio y mínimos no son adecuados lo que indica baja transparencia.

Los valores de pH se mantuvieron dentro de los rangos requeridos.

Monitoreo de la evolución de peso de los peces

Para el monitoreo se extrajo una muestra peces por pileta. El procedimiento es semejante al detallado anteriormente:

- Extracción de los peces con red
- Peso de los individuos
- Devolución a las piletas

El peso de los individuos se registró con una balanza digital con energía provista por un grupo electrógeno.

Se realizaron 6 biometrías en 82 días. Luego de la última biometría (14 de mayo) las temperaturas que se registraban hacían que el consumo y actividad en general de los peces disminuyera, por ello se dio por finalizado el ensayo.

Tabla 15. Resultados de los monitoreos realizados

PB del alimento	30 %	25%	25%	25%	30 %	30 %	
	Pileta 1	**Pileta 2**	**Pileta 3**	**Pileta 4**	**Pileta 5**	**Pileta 6**	**Días cultivo**
Número Total de peces	245.0	174.0	236.0	209.0	199.0	218.0	
Peso promedio (g)	182.3	205.5	221.0	228.7	233.2	247.0	
Biomasa inicial	44.7	35.8	52.2	47.8	46.4	53.8	
Biometría 1							11
Nº peces pesados	43.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	
Peso promedio (g)	275.0	261.0	273.5	340.0	290.9	350.0	
Biomasa estimada (Kg)	67.4	45.4	64.6	71.1	57.9	76.3	
Biometría 2							7
Nº peces pesados	110.0	25.0	25.0	12.0	11.0	25.0	
Peso promedio (g)	281.8	440.0	328.0	362.5	354.5	414.8	
Biomasa estimada (Kg)	69.0	76.6	77.4	75.8	70.6	90.4	
Biometría 3							13
Nº peces pesados	94.0	56.0	120.0	78.0	38.0	93.0	
Peso promedio (g)	306.2	485.4	251.8	370.5	375.0	459.4	
Biomasa estimada (Kg)	75.0	99.7	55.7	84.7	87.5	113.5	
Biometría 4							17
Nº peces pesados	25.0	62.0	16.0	29.0	94.0	18.0	
Peso promedio (g)	308.0	568.3	258.8	451.4	383.0	563.9	
Biomasa estimada (Kg)	75.5	116.8	57.2	103.2	89.3	139.3	
Biometría 5							13
Nº peces pesados	77.0	128.0	45.0	25.0	93.0	148.0	
Peso promedio (g)	312.6	511.0	263.9	459.6	401.9	499.0	
Biomasa estimada (Kg)	76.6	105.0	58.3	105.1	93.7	123.2	
Biometría 6							21
Nº peces pesados	24.0	28.0	50.0	11.0	40.0	35.0	
Peso promedio (g)	345.8	538.2	276.0	481.8	410.0	505.7	
Biomasa estimada (Kg)	84.7	110.6	61.0	110.2	95.6	124.9	

Tasa de crecimiento de los peces

Dos tipos de factores afectan la tasa de crecimiento individual de los peces:

1. Aquellos relacionados con los peces en sí, como sus características genéticas y su estado fisiológico.
2. Aquellos relacionados con el medio, de los cuales los mas importantes son:

a. Composición química del agua y del fondo del suelo

b. Temperatura del agua

c. Nivel de metabolitos (productos de la excreción)

d. Oxígeno disponible

e. Alimento disponible

Los factores a y b no son afectados por la presencia de los peces. Los factores c, d y e son consumidos o producidos por los peces. Su concentración y por lo tanto, su efecto sobre los peces, estará relacionado con la densidad de éstos. Los factores que el acuicultor puede modificar son el oxígeno (aireación del agua) y el alimento (alimentación adicional), mientras que la concentración de metabolitos es más complicada ya que requiere de un flujo de agua a través del estanque. Siempre y cuando estos factores dependientes de la densidad no limiten el crecimiento, los peces obtendrán su máximo potencial de crecimiento fisiológico (Hepher, 2001).

En las piletas 1, 5 y 6, donde se suministró el Alimento 1 (30-32% PB) la evolución de peso promedio de la población de peces se muestra en la figura 1.

En la Pileta 1 la tendencia de crecimiento muy lento probablemente se pueda atribuir a las variaciones en la transparencia del agua. Lo que significa que el alimento natural que aportado por ese ambiente es muy variable y el alimento complementario suministrado no suple los requerimientos faltantes.

En las piletas 5 y 6 se observa una situación diferente donde se registran incrementos en pesos promedios de las poblaciones. Esto concuerda con la mayor estabilidad en los parámetros de calidad de agua registrados, destacándose los de la pileta 6.

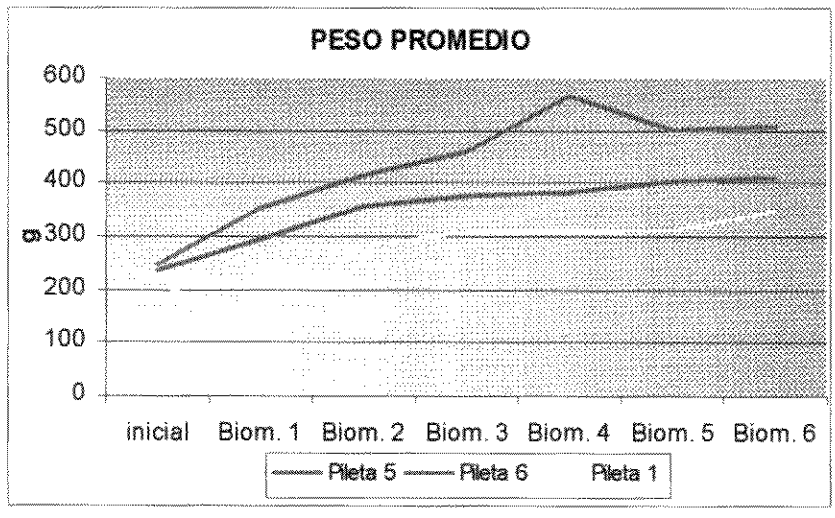


Figura 1. Evolución de peso promedio en cada biometría de las piletas donde se suministra el Alimento 1.

En las piletas donde se suministra el Alimento 2 (25-27% PB) la evolución de peso promedio detectada en la pileta 2 es 15% superior a la de la pileta 4. La pileta 3 presenta un comportamiento decreciente que se atribuye a la calidad del agua.

En general se observó un crecimiento sostenido hasta la biometría 4, en donde se alcanzó una estabilización en los incrementos de peso, esto coincide con la disminución de las temperaturas registradas a partir de abril.

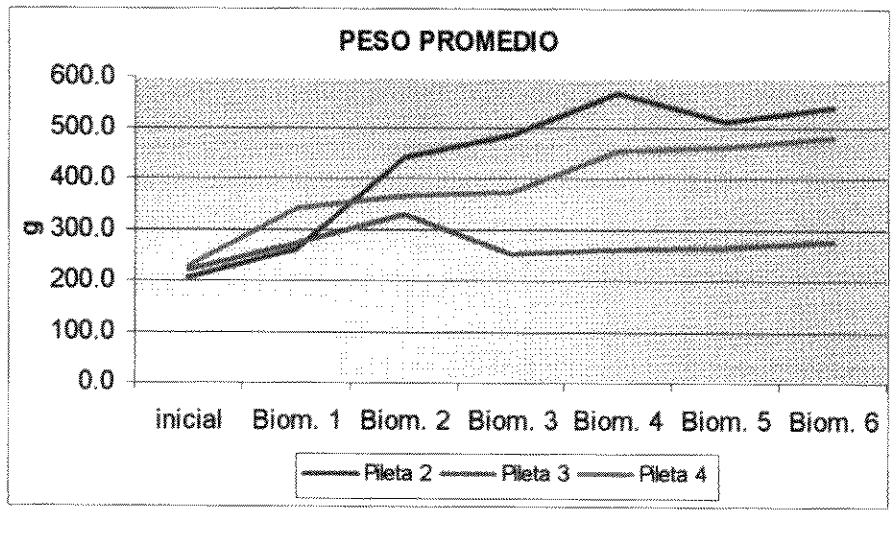


Figura 2. Evolución de peso promedio en cada biometría de las piletas donde se suministra el Alimento 2.

La pileta 3 se descarta del análisis ya que en ella la mortandad de peces ocurrida obligó a la reposición de los mismos, es decir que las condiciones respecto a las demás piletas no son comparables.

En términos de Crecimiento Absoluto (Peso final – Peso inicial) y Ganancia Diaria de Peso (g/día), las piletas en donde se suministró el Alimento 2 son las que tuvieron mejor respuesta. La ganancia de peso para esta etapa de crecimiento debe ser mayor de 4 g /día para obtener producciones por hectárea aceptables (Kubitza, 2001). La pileta 2 es la única que alcanzó esta condición. Si bien la pileta 6 no alcanzó ese valor fue la de mejor comportamiento de las abastecidas con el Alimento 1. En general no se atribuye al alimento la respuesta dispar de las piletas, sino al conjunto de factores que interactúan para un buen comportamiento como son la calidad del agua y la temperatura.

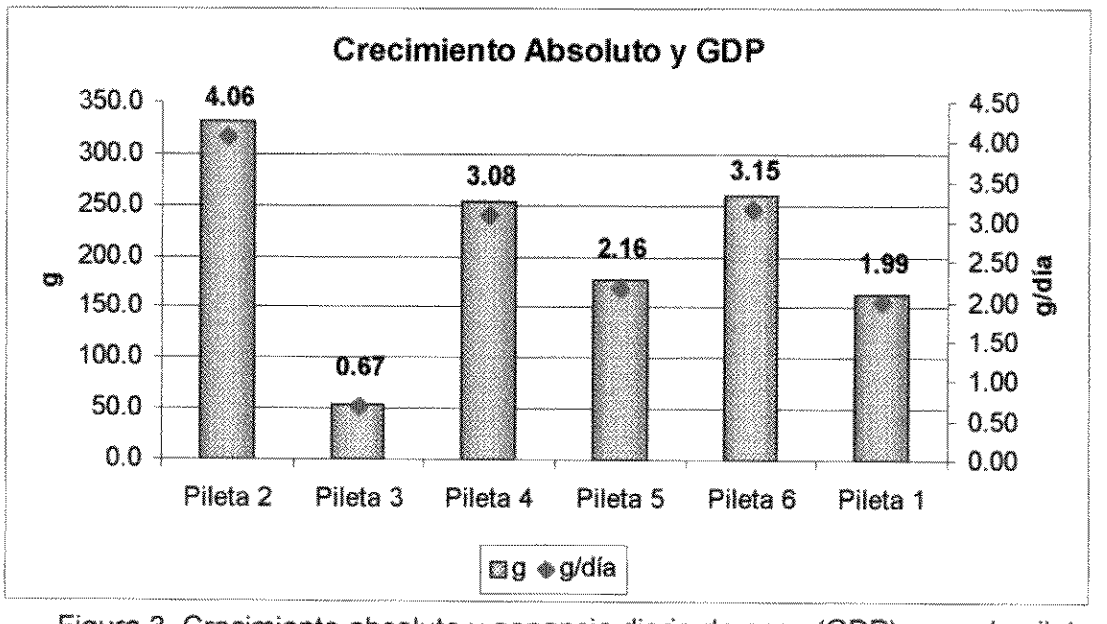


Figura 3. Crecimiento absoluto y ganancia diaria de peso (GDP) en cada pileta

Medición de tamaño de los peces

Junto con las mediciones de biomasa de cada pileta se midió el largo y ancho de una muestra del 5% los individuos.

Tabla 16. Promedio de largo, ancho, inicial y final y crecimiento relativo de los peces de cada pileta.

	Prom. Inicial cm	Prom. Final cm	Crec. Relat. %
Pileta 1			
Largo	13.4	21.6	38.0
ancho	9.2	9.8	6.1
Pileta 2			
Largo	15.2	24.4	37.7
ancho	10.4	11.6	10.3
Pileta 3			
Largo	11.4	19.4	41.2
ancho	9	10	10.0
Pileta 4			
Largo	17	24	29.2
Ancho	9.6	11.4	15.8
Pileta 5			
Largo	13.8	24.8	44.4
Ancho	10.2	11.4	10.5
Pileta 6			
Largo	14.4	27	46.7
ancho	10.8	11.2	3.6

Evaluación de parámetros de producción

La conversión alimenticia y la producción en kg/ha son dos de los parámetros utilizados para evaluar la producción.

El índice de conversión alimenticia (CA) expresa la cantidad de alimento entregado por unidad de ganancia de peso de los peces. La conversión alimenticia para la fase de engorde (de 180 g a 450 g) obtenida por otros autores a densidades similares van de 1.6 a 2.5 (Roux y Bechara, 1998; Kubitza, 2001; Luchini y Wicki, 2002).

Los factores que afectan la conversión alimenticia son los siguientes:

- Calidad del alimento
- Especie utilizada
- Edad y tamaño de los peces
- Disponibilidad y capacidad de aprovechamiento del alimento natural
- Calidad del agua
- Densidad de peces por metro cuadrado
- Temperatura del agua
- Nivel de racionamiento o Tasa de alimentación
- Manejo de la alimentación

A igualdad de alimento ofrecido, especie utilizada, nivel de racionamiento y manejo de la alimentación son los otros factores los que incidieron con mayor o menor intensidad en cada caso. En las piletas 2 y 6 se puede decir que el comportamiento respondió a los parámetros productivos esperados. En los otros estanques la calidad del agua fue el factor de impacto negativo en la respuesta productiva.

Tabla 17. Biomasa, Total de alimento ofrecido y Conversión alimenticia por pileta.

		Alimento 1	Alimento 2	Alimento 2	Alimento 2	Alimento 1	Alimento 1
		Pileta 1	Pileta 2	Pileta 3	Pileta 4	Pileta 5	Pileta 6
Biomasa inicial	kg	44.7	35.8	52.2	47.8	46.4	53.8
Biomasa Final	kg	84.7	110.6	61.0	110.2	95.6	124.9
Biomasa producida	Kg	40	74.8	8.8	62.4	49.2	71.1
Total alim. Ofrecido	kg	157.6	167.3	137.4	156.1	155.2	207.2
Conv. Alim.		3.93	2.24	15.54	2.50	3.15	2.92

La CA del alimento 2 fue mejor que la obtenida con el alimento 1. Aún así, se podrían mejorar estos valores si se puntualiza en el manejo de la alimentación. En el mes de abril, se registraron temperaturas menores de 23 °C, es decir se debería haber disminuido la tasa de alimentación, ya que ésta se mantuvo sin tener en cuenta que con esas temperaturas el consumo disminuye (Bechara y otros, 1997). Sin embargo la tasa de alimentación se mantuvo en 2% cuando lo adecuado era disminuir a 1 %. Cuando la temperatura media del agua alcanza 20 °C, es conveniente alimentar día por medio. También podría atribuirse a que niveles excesivos de racionamiento, aún no habiendo desperdicio de ración, generalmente promueve una mayor velocidad de pasaje del alimento por el tracto digestivo, reduciendo su digestión y asimilación (digestibilidad), lo que lleva a empeorar la CA (Kubitza, 1999).

Tabla 18. Biomasa producida y conversión alimenticia de cada alimento

		Alimento 1	Alimento 2
Biomasa inicial	kg/ha	440.37	432.7
Biomasa Final	kg/ha	930.16	1158.6
Producción	Kg/ha	489.79	725.94
Kg/ha/día		5.97	8.9
Conv. Alimenticia		3.03	2.4

Bajo condiciones de sistemas semi intensivos como las que se trabajó, la producción esperada para la etapa de engorde es de 2000 kg/ha/ciclo. El ciclo o período debe ser de alrededor de 210 días. Es decir que con 9,5 kg/ha/día se alcanza ese objetivo.

En este ensayo, la producción alcanzada con el Alimento 2 significan 224 días. Con lo cual, iniciando el engorde en octubre se podría alcanzar la meta propuesta. Esto sumado a que el alimento 2 tiene un costo 20% menor, se puede afirmar que, en las condiciones de esta experiencia, ese alimento es el mas conveniente para esa etapa productiva.

Difusión de los Resultados

El jueves 03 de julio de 2003 se llevó a cabo en el salón del Club de Leones de Clorinda el **SEMINARIO REGIONAL DE ACUICULTURA** "CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA EN EL NEA"

El mismo tuvo como objetivos mostrar experiencias productivas, incorporar las etapas de procesamiento y calidad del producto, así como incentivar la apertura de mercados.

Se contó con una asistencia de 90 personas entre las cuales se encontraban productores, interesados en iniciarse en la acuicultura, propietarios de restaurantes y autoridades. El cronograma de actividades fue el siguiente:

JUEVES 03-07-03

14:30hs Acreditaciones

15:00hs Apertura

Lic. Adriana Sánchez. Representante del CFI

Dra. Laura Luchini. Directora Nacional de Acuicultura

Disertantes:

- Ing. Luis Eugenio Basterra - Subsecretario de Comercio e Inversiones de la Provincia de Formosa.

  "Cadena de agregación de valor en acuicultura"

- MSC Gustavo Wicki – Jefe del CENADAC

  "Uso de vitaminas en las raciones alimentarias para pacú. Crecimiento compensatorio en pacú."

- Ing. Ricardo Boeri - CITEP

  "Introducción a la calidad, BPM y HACCP"

- Ing. Néstor M. Gromenida- Establecimiento ISLA PE e Ing. Emilio Manca – INIDEP.

  "Técnicas de procesamiento del pacú"

  19:00hs TALLER GASTRONOMICO

  Elaboración de distintos platos a cargo de dos cheff de reconocida trayectoria.

  Degustación de pacú en diferentes formas de cocción.

  21:30hs CENA

VIERNES 04-07-03

- Ing. María Elena Castelán – Consultor CFI

  "Desarrollo de raciones alternativas para la cría de pacú en cautiverio"

- Lic. Carlos Cecotto -Establecimiento "Loma Porá". Clorinda. Formosa.

  "Experiencia de engorde de pacú"

  Jornada a campo.

- Visita a establecimientos "Loma Porá" e "Isla Pé"

ANEXOS

Peso inicial de los peces al iniciar el ensayo

	Pesadas	Num. peces	kg	Promedio g
1	1	20	5.26	263.0
	2	30	8.85	295.0
	3	30	8.6	286.7
	4	30	7.34	244.7
	5	30	6.225	207.5
	6	30	7.12	237.3
	7	30	6.1	203.3
	8	15	2.8	186.7
				240.5
2	1	20	6.9	345.0
	2	30	7.5	250.0
	3	30	6.63	221.0
	4	30	7.3	243.3
	5	30	7.8	260.0
	6	30	7.4	246.7
	7	30	7.55	251.7
	8	30	5.8	193.3
	9	30	6.7	223.3
	10	30	6.4	213.3
				244.8
3	1	30	6.42	214.0
	2	30	7.8	260.0
	3	30	6.45	215.0
	4	30	5.8	193.3
	5	30	5.99	199.7
	6	30	6.9	230.0
	7	30	7.78	259.3
	8	30	6.1	203.3
	9	30	7.6	253.3
	10	30	7.16	238.7
	11	30	6.4	213.3
	12	30	6.3	210.0
	13	30	5.7	190.0
	14	8	1.79	223.8
				221.7
4	1	30	6.52	217.3
	2	30	6.6	220.0
	3	30	5.6	186.7
	4	30	6.6	220.0
	5	30	5.4	180.0
	6	30	5	166.7
	7	30	5.1	170.0
	8	30	5	166.7
				190.9
5	1	30	4.42	147.3
	2	9	1.28	142.2
				144.8

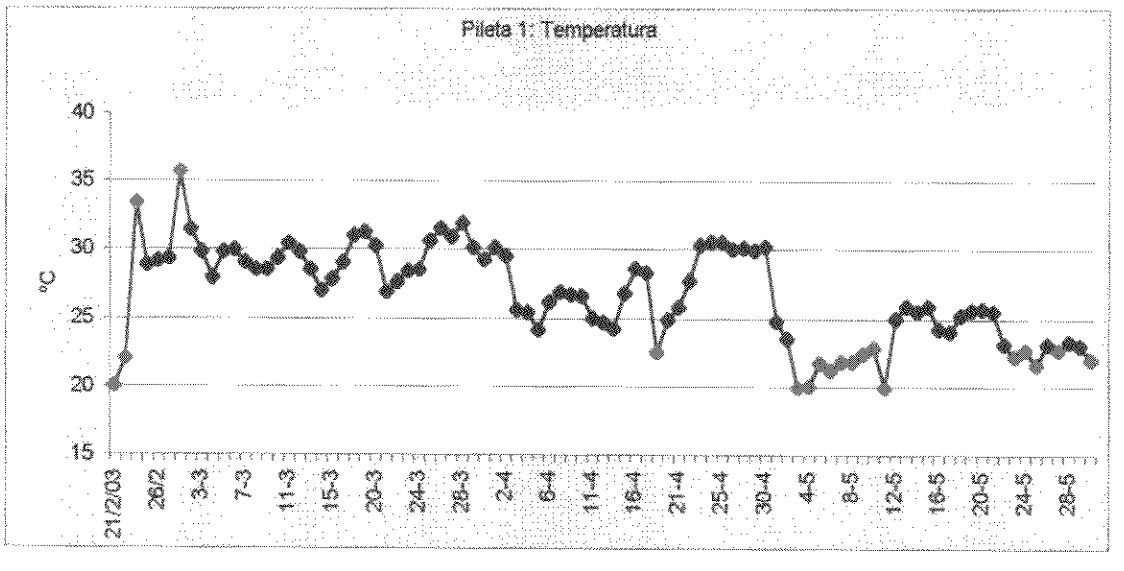
Pileta 1

La temperatura, transparencia y concentración de oxígeno son tres factores que interactúan para establecer las condiciones del medio acuático. La turbiedad del agua es causada por un alto contenido de sólidos suspendidos, como minerales de barro. También puede ser causada por una excesiva producción de fitoplancton (superoblación de algas).

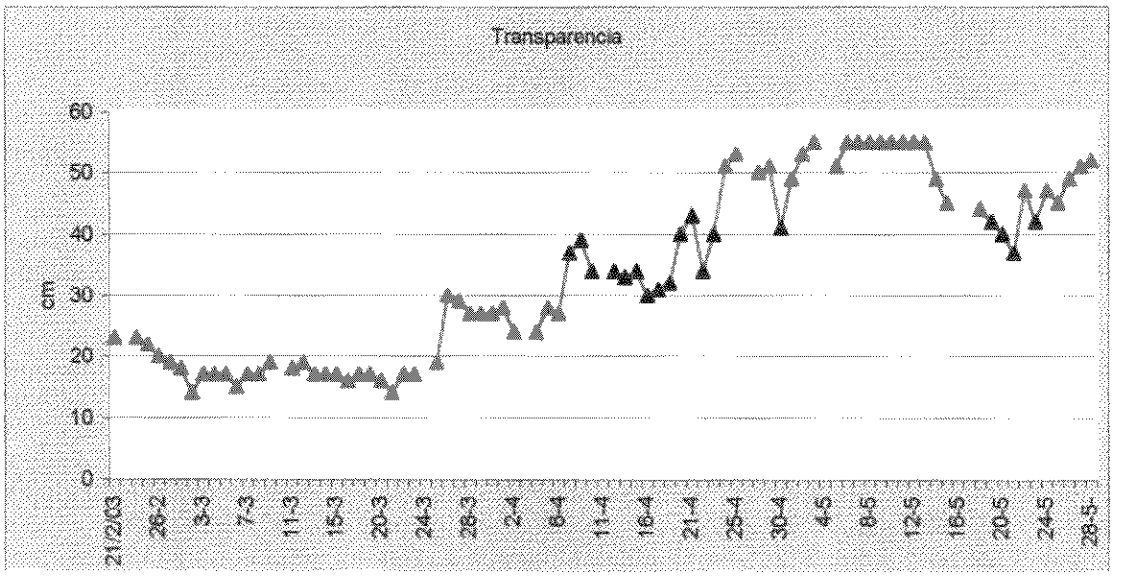
Esta puede afectar directamente a los peces matándolos, reduciendo su tasa de crecimiento o impidiendo su reproducción. La turbiedad puede incidir directamente reduciendo el alimento natural disponible para los peces (Hepher, 2001)

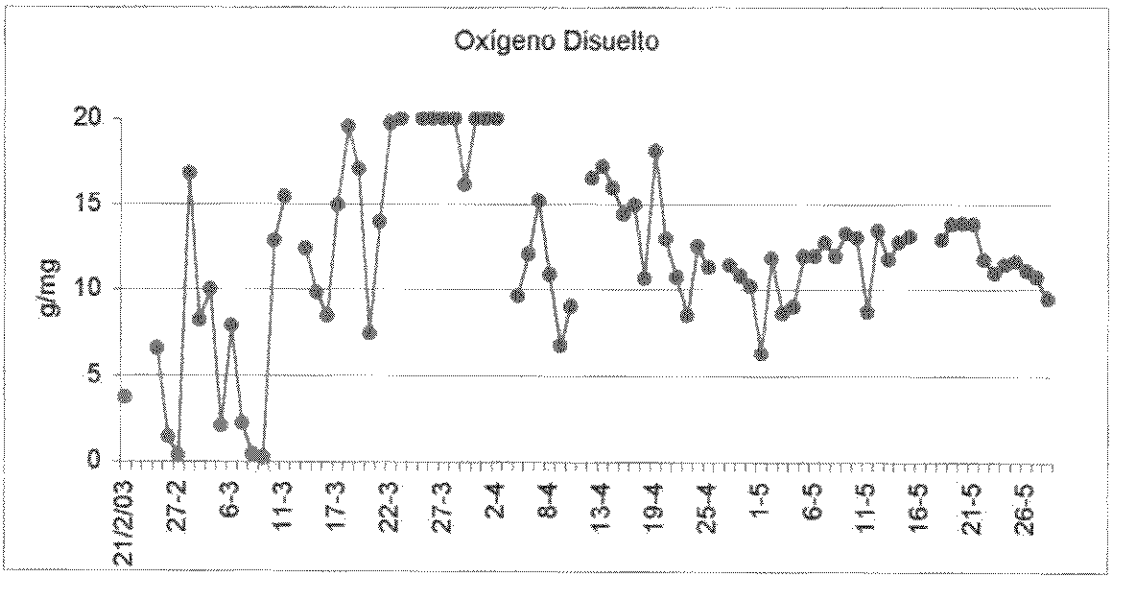
La transparencia de esta pileta presentó variaciones que indican que al inicio de la experiencia, la presencia excesiva de material en suspensión provocaba deficiencias en la concentración de oxígeno. En promedio la transparencia fue de 37,8 ± 14,2 cm.

Se observó un período de estabilización en donde los valores de transparencia y OD fueron adecuados para los peces. A partir del 20 de abril, la transparencia fue aumentando hasta llega a valores de 55 cm. Es decir que esta pileta pasó de tener baja a excesiva transparencia, por lo cual la producción de alimento natural no fue buena en el período de evaluación.



En todos las Figuras los puntos rojos indican valores fuera de los rangos deseables.

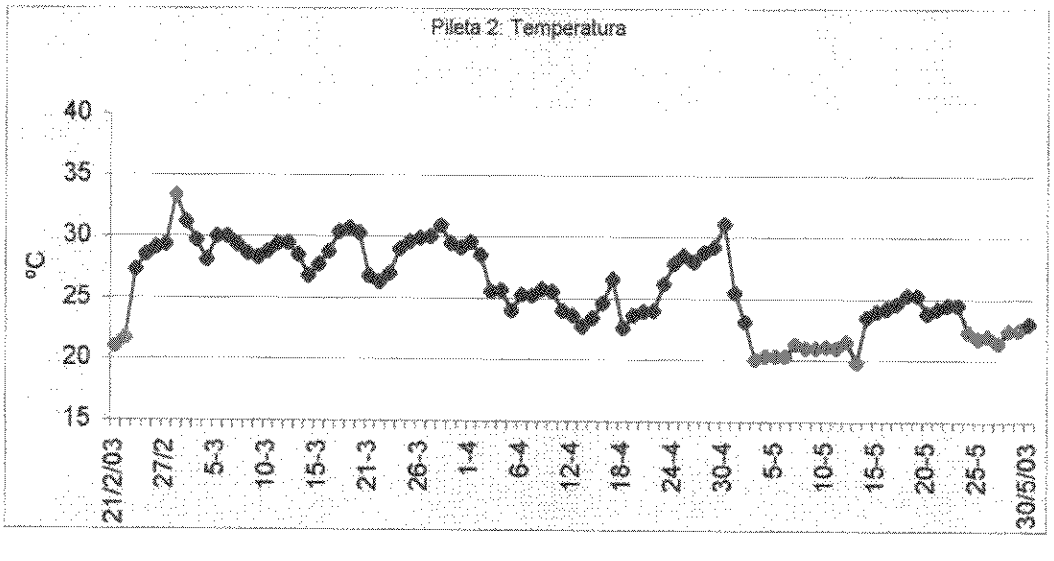

Transparencia
cm
60
50
40
30
20
10
0
21/2/03
26-2
3-3
7-3
11-3
15-3
20-3
24-3
28-3
2-4
8-4
11-4
16-4
21-4
25-4
30-4
4-5
8-5
12-5
16-5
20-5
24-5
28-5-

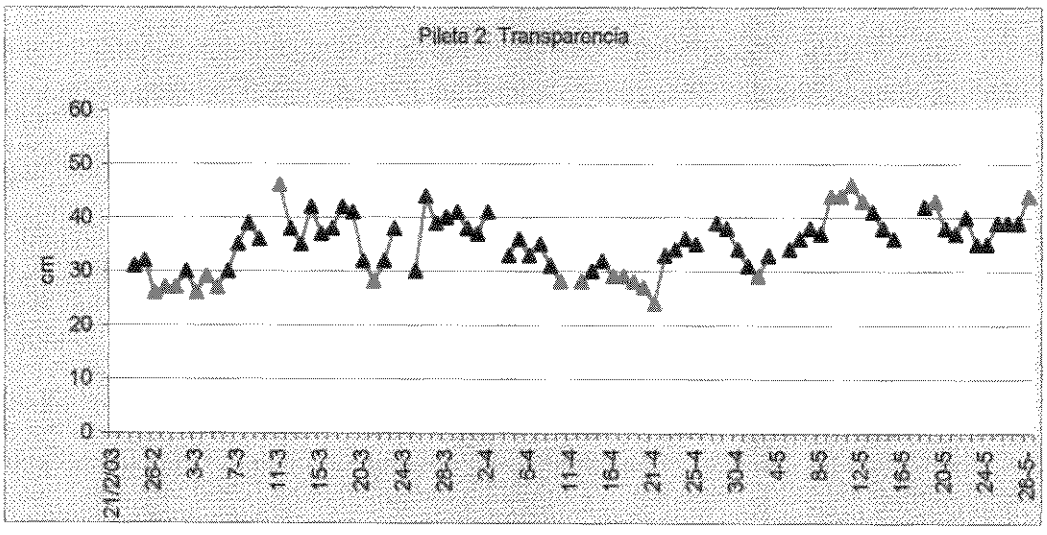

Oxígeno Disuelto
g/mg
20
15
10
5
0
21/2/03
27-2
6-3
11-3
17-3
22-3
27-3
2-4
8-4
13-4
19-4
25-4
1-5
6-5
11-5
16-5
21-5
26-5

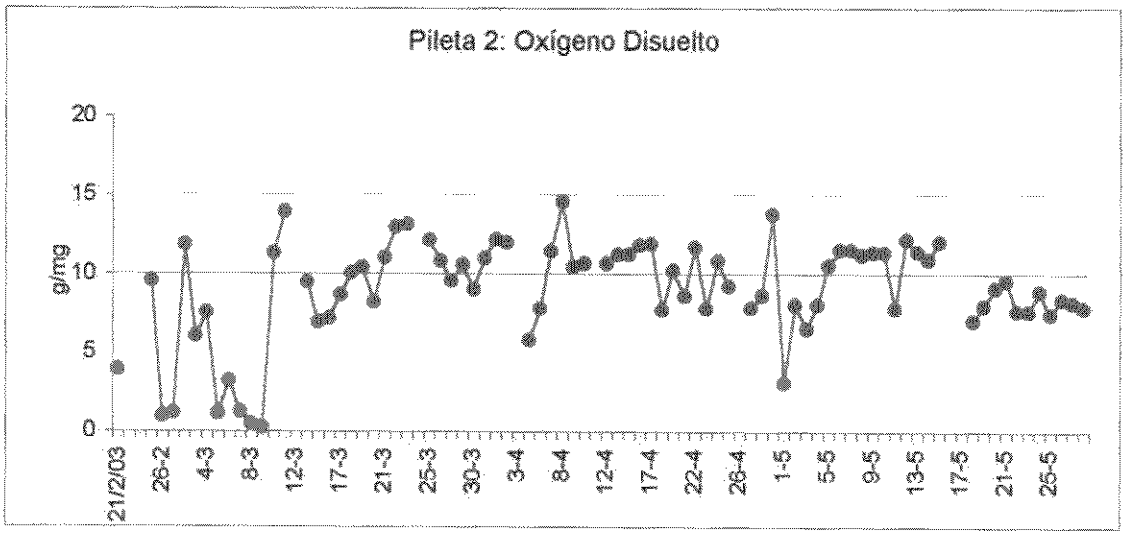
Pileta 2

Los valores de transparencia de esta pileta muestran que a los 15 días se estabilizaron dentro de los valores requeridos para generar un ambiente adecuado para la producción de fitoplancton. En promedio la transparencia fue de 39,2 ± 5,4 cm.

Las variaciones en el OD en el mes de marzo se pueden atribuir a las temperaturas elevadas. La temperatura influye en la tasa de fotosíntesis – respiración y en ambos casos un incremento de temperatura estimula el proceso provocando una disminución en el OD. En general la disminución ocurre durante la noche, ya que el consumo de oxígeno es mayor que la producción. Durante el día se equilibra la producción mediante la fotosíntesis. Por esto es importante el horario de la medición, ya que muy temprano en la mañana la concentración será baja, incrementándose a medida que avanza el día para disminuir nuevamente al atardecer. En este caso el período de baja concentración de oxígeno no fue lo suficientemente prolongado como para afectar a los peces.







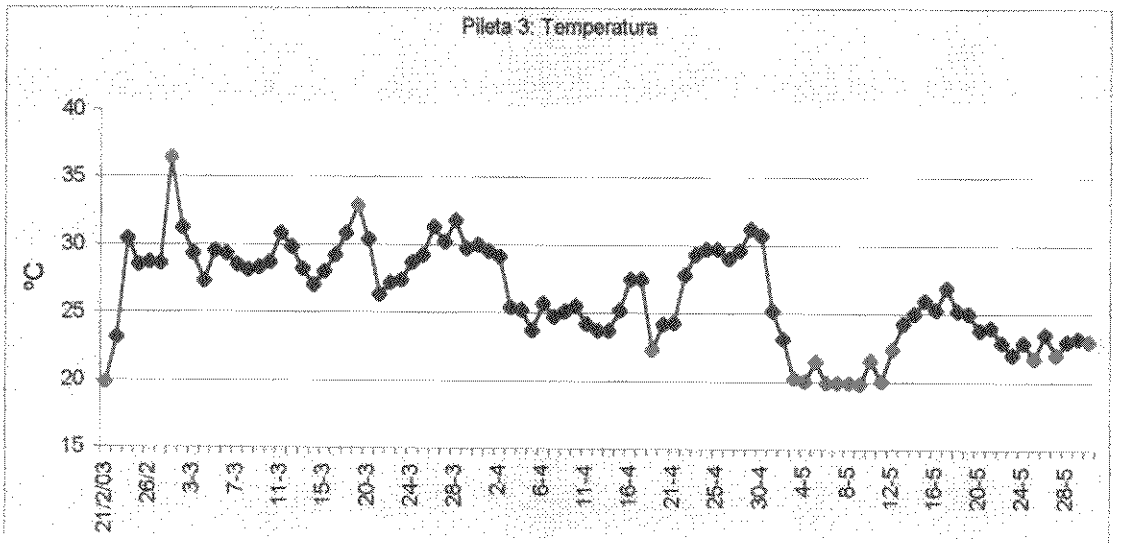
Pileta 3

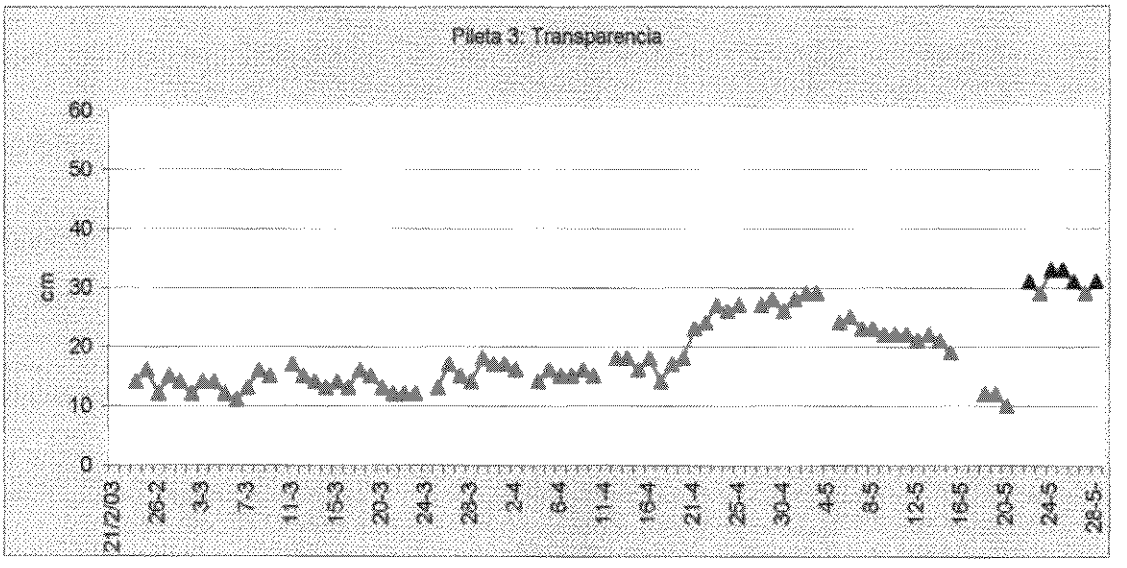
Beneficiado por la presencia de macro y micronutrientes (provenientes del reciclaje de los residuos fecales y nitrogenados), el fitoplancton se desarrolla rápidamente. Cuando llega a una biomasa crítica, el fitoplancton puede entrar en un proceso de senescencia y muerte ("die – offs") parcial o total. Diversas hipótesis son utilizadas para explicar el fenómeno de muerte súbita del fitoplancton. Entre ellas la insuficiente concentración de dióxido de carbono (CO_2) para abastecer la acelerada actividad fotosintética del excesivo fitoplancton en días de intensa radiación solar. El fitoplancton es el principal

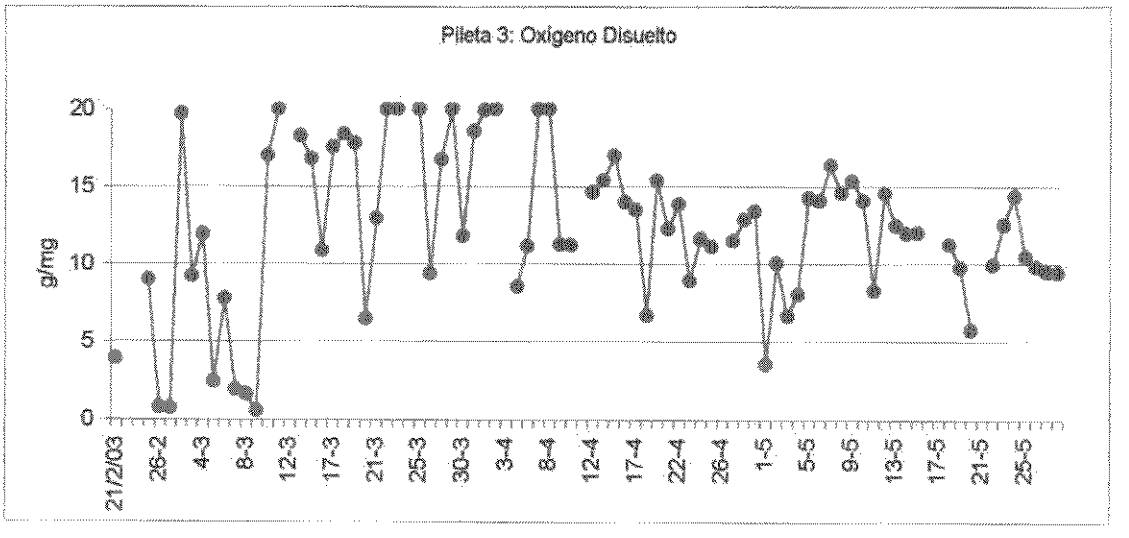
abastecedor de oxígeno en estanque. Por lo tanto su muerte resulta en una drástica reducción de los niveles de oxígeno disuelto, llevando esto a una mortandad de peces (Kubitza, 1999).

Ese efecto de muerte súbita del fitoplancton se presentó en la pileta 3, donde se produjo una mortandad del 40 % de la población de peces. Se realizó la reposición de los individuos y se hizo un lavado preventivo a las piletas donde se consideró necesario. Los días de intensa radiación y elevada temperatura se controla especialmente la transparencia del agua para evitar este efecto.

A pesar de esto, no se logró aumentar la transparencia del agua (Promedio= 20,7 ± 6,2 cm) lo que indica un elevada concentración de algas fitoplanctónicas. Estas son algas productoras de OD, pero también reducen la penetración de la luz y el consumo de OD en la oscuridad. Entonces, el exceso de algas reduce la producción de OD en las capas mas bajas del agua e incrementan la tasa de agotamiento del OD durante la noche (Hepher, 2001).



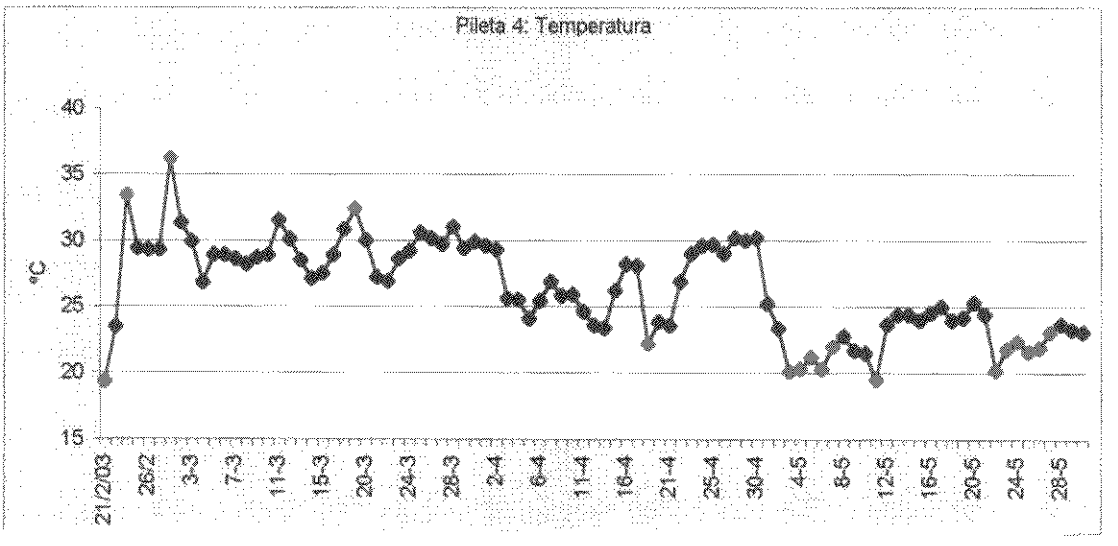

Pileta 3: Transparencia
cm
60
50
40
30
20
10
0
21/2/03
26-2
3-3
7-3
11-3
15-3
20-3
24-3
28-3
2-4
6-4
11-4
16-4
21-4
25-4
30-4
4-5
8-5
12-5
16-5
20-5
24-5
28-5

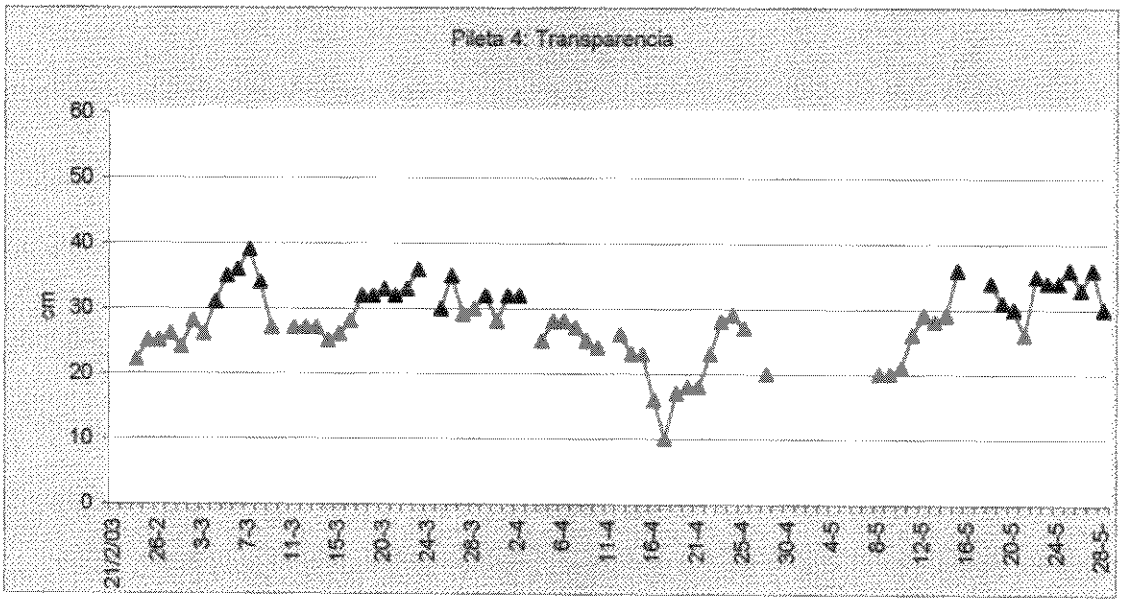

Pileta 3: Oxígeno Disuelto
g/mg
20
15
10
5
0
21/2/03
26-2
4-3
8-3
12-3
17-3
21-3
25-3
30-3
3-4
8-4
12-4
17-4
22-4
26-4
1-5
5-5
9-5
13-5
17-5
21-5
25-5

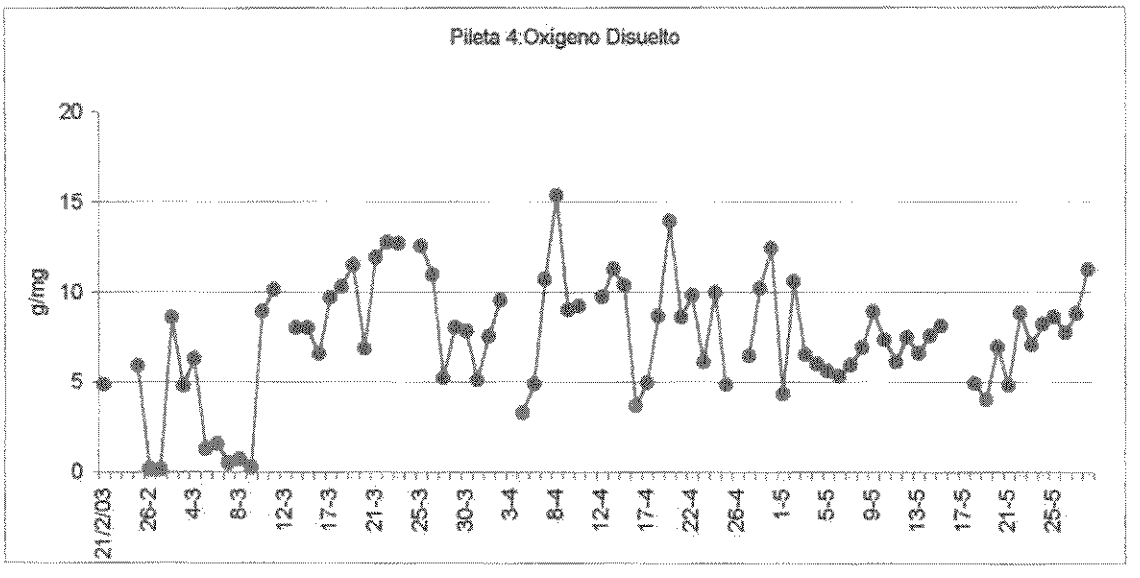
Pileta 4

Los valores de transparencia registrados en esta pileta tienen en promedio de los 27,9 ± 5,5 cm. No alcanzan a ser valores excesivos pero determinan una escasa producción de alimento natural disponible para los peces.

El OD presenta variaciones que pueden ser atribuidas a la temperatura y la transparencia.

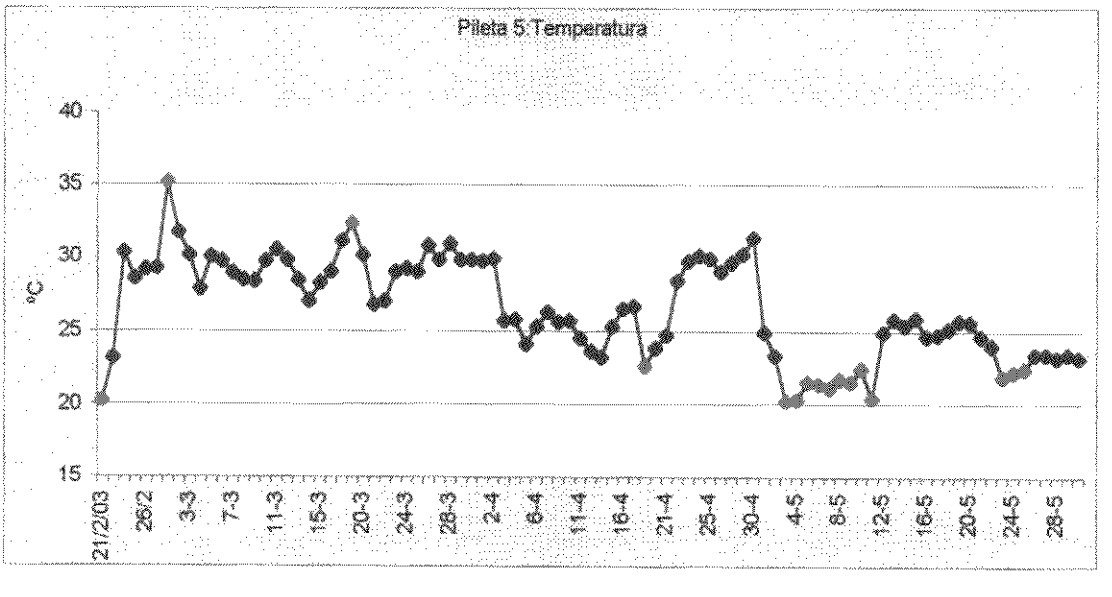


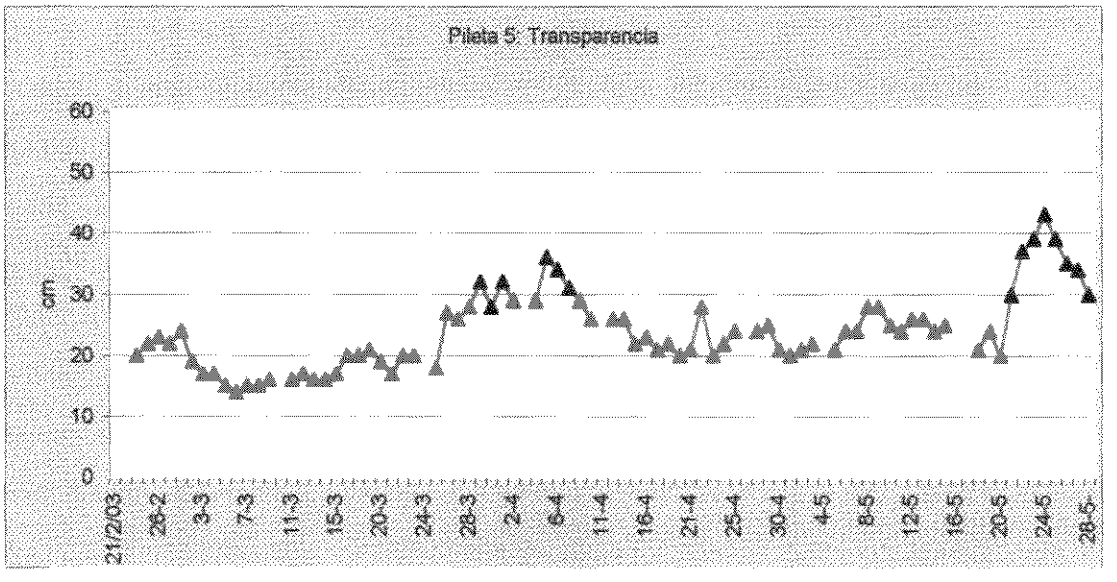


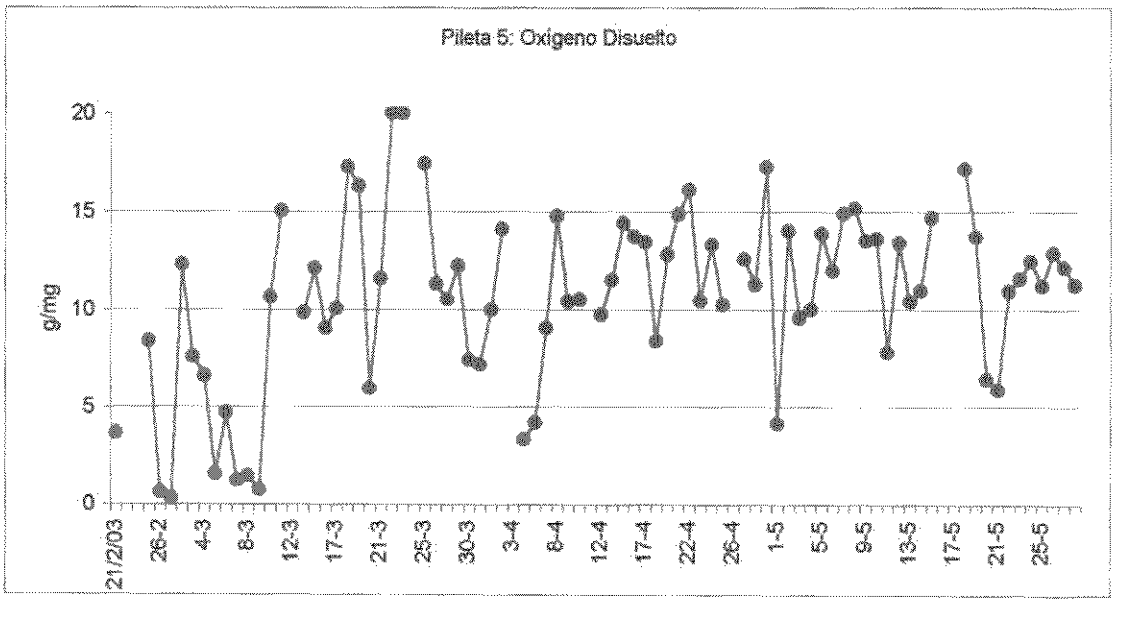


Pileta 5

En esta pileta se registraron valores de transparencia elevados (promedio 23,5 ± 6,2 cm) lo que significa un bajo aporte de alimento natural. La escasa presencia de fitoplancton actúa además en las variaciones del OD.

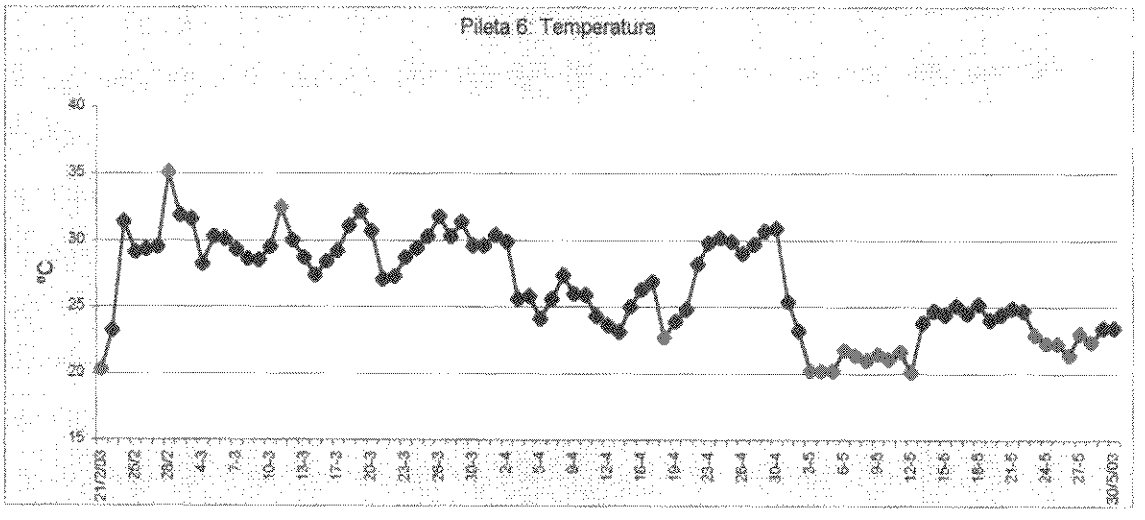


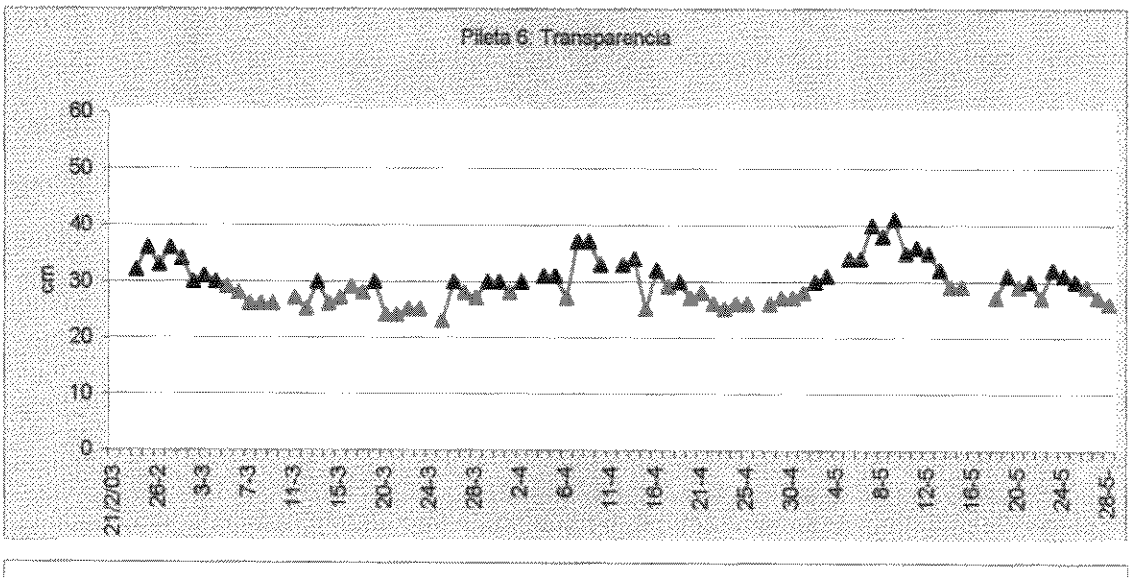

Pileta 5: Transparencia
cm
60
50
40
30
20
10
0
21/2/03
26-2
3-3
7-3
11-3
15-3
20-3
24-3
28-3
2-4
6-4
11-4
16-4
21-4
25-4
30-4
4-5
8-5
12-5
16-5
20-5
24-5
28-5

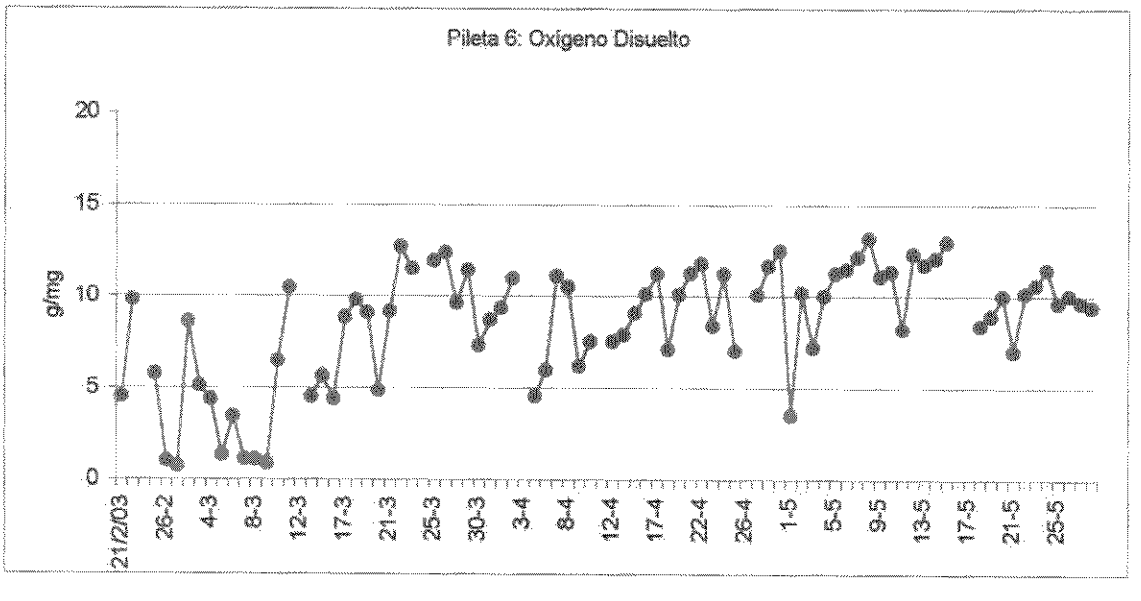

Pileta 5: Oxígeno Disuelto
g/mg
20
15
10
5
0
21/2/03
26-2
4-3
8-3
12-3
17-3
21-3
25-3
30-3
3-4
8-4
12-4
17-4
22-4
26-4
1-5
5-5
9-5
13-5
17-5
21-5
25-5

Pileta 6

Los valores de transparencia de esta pileta muestran que se estabilizaron dentro de los valores requeridos para generar un ambiente adecuado para la producción de fitoplancton. Estos valores registrados en esta pileta tienen en promedio de los 30,9 ± 3,5 cm.







FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADA. BIBLIOGRAFÍA:

Akiyama, D. 1988. Soybeam meal utilization in fish feeds. American Soybeam Association. http://www.asasea.com

Bechara, J.; Varela, M. E., Martínez, M.C. 1997. Evaluación empírica de la tasa de consumo de invertebrados y de alimento complementario en juveniles de pacú (Piaractus mesopotamicus). Revista de Ictiología 5 (1-2): 23-35.

Bechara, J. A.; Varela, M. E.; Roux ,J. P.; Domitrovic, H. A.; Ruiz Díaz, F.1998. Efectos de la Suplementación con Diferentes Niveles de Proteína sobre la Alimentación Natural del Pacú (Piaractus mesopotamicus) en Sistemas Semi-Intensivos. Instituto de Ictiología del Nordeste. (INICNE). Facultad de Ciencias Veterinarias. UNNE.

Bechara, J. A.; Longoni de Meabe, C. A.; Flores Quintana, C.;Roux, J.P.; Domitrovic, H. A.; Ruiz Díaz, F.1999. Efecto de la Proporción de Proteína del Alimento sobre el Crecimiento y la Composición Bioquímica de la Carne del Pacú (Piaractus mesopotamicus) en Sistemas de Cría Semi-Intensivos. Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE).

Bureau, D. P.and young Cho, C. An Inroduction to nutrition and feeding of fish . Fish nutrition Research Laboratory. Dep. Of animal and poultry Science. University of Guelph, Ontario, Actualizado 2001. Canadá. http://www.uoguelph.ca

Chorn, L. And Dominiy, W. Utilization of plant proteins by warmwater fish. USDA – ARS, Tropical Aquaculture Research UNIT. The Oceanic Institute, Hawaii. IN: American Soybeam Association. Actualizado 2000. http://www.asasea.com

FAO. 1980. Fish Feed Technology - University of Washington, Seattle, Washington, U.S.A. - United Nations Development Programme- Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Actualizado 2000. http://www.fao.org

FAO. 1980. Deragements in fish nutrition. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Actualizado 2000. http://www.fao.org

Hardy, R. W. 1999. Fish Feed & Nutrition. Hagerman Fish Culture Experiment Station. University of Idaho. http://www.aquafeed.com

Hepher, W. 2001. Cultivo de peces comerciales. Quinta ed. Limusa, Méjico. 315 p.

Hua, K., Berlingeri, D. 2001. Nutritional Requirements and Feed Formulation for the Production of Channel Catfish in the Mississippi Delta, USA. Fish nutrition Research Laboratory. Dep. Of Animal and Poultry Science. University of Guelph, Ontario, Canadá. http://www.uoguelph.ca

Luchini, L. y Wicki, G. 2002. Adelantos sobre el cultivo, producción y elaboración del producto Pacú en Argentina. Infopesca Internacional Nº 11.

Martínez, M. y Wicki, G. 1997. Guía práctica para el cultivo del Pacú (*Piaractus mesopotamicus*). SAPyA. Dirección de pesca y Acuicultura. Dirección de Acuicultura. 36 pp.

Martinez Okumura, M. P. 2000. A água onde o peixe vive. O Jornal "O Estado de São Paulo" Revista Alimentação Animal - Sindicato Nacional da Indústria Alimentação Animal – Número 17. www.bichoonline.com.br

Martinez Okumura, M. P. 2000.Transparencia e turbidez em sistemas aquáticos – Aquicultura- O Jornal "O Estado de São Paulo" Revista Alimentação Animal - Sindicato Nacional da Indústria Alimentação Animal – Número 17. www.bichoonline.com.br

National Academy of Sciences. 1993. Requirements of Fish. Ed. National Academy Press. 71 pp. http://www.nap.edu

National Research Council. 1973. Requirements on Fish Nutrition. Subcommittee on Fish Nutrition. Washington D.C. National Academy of Sciences. 11:57 p. http://www.nap.edu.

Ortiz, J., Sanches, S., Bechara, J.A., Domitrivic, H. A. 2000. Evaluación de alimentos con diferentes porcentajes de expeller de soja en la alimentación del pacú (Piaractus mesopotamicus): determinación de la tasa de crecimiento a distintas temperaturas. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. Universidad Nacional del Nordeste.

Pesquisa Agropecuaria. Piscicultura. http://www.embrapa.br

Pisicultura. Cría de peces. Producción y manejo de peces. Ingeniería agrícola. Colombia. Actualizado 2000. http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/pisicultura

Roux, J.P., Bechara, J. A. 1998. Engorde de pacú (Piaractus mesopotamicus) en sistemas semi - intensivos en el Norte de Santa Fe (Argentina). Revista de Ictiología 6 (1-2): 65-72.

Tacon, A.G.J. 1984. Morphological Signs Of Nutrient Deficiency And Toxicity In Farmed Fish. Aquaculture Development And Coordination Programme. United Nations Development Programme - Food And Agriculture Organization Of The United Nations- FAO. http://www.fao.org

Teixeira filho, A.R. 1991. Piscicultura al alcance de todos. Sao Paulo, Nobel, 2da ed., 212 p.

Useche, M. 2001. El cultivo de la Cachama, manejo y producción. Universidad Nacional Experimental del Tachira. Primer Taller Piscicola. Venezuela. 10 pp.