

ENGORDE DE BOCACHICO (Prochilodus reticulatus magdalenae
STEINDACHNER 1878) COMPARANDO TRES TRATAMIENTOS
DE ABONADO (BOÑIGA; BOÑIGA-TARUYA; 30-10-5)
Y ENSAYANDO SUSTRATOS PARA PERIFITON.

LUIS ALFREDO TORRES GARNICA
JOSE GIL LASCARRO COHEN



SANTA MARTA
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA

1993

Tes.
787 I.P.
T693e
IP 00045

017923

ENGORDE DE BOCACHICO (Prochilodus reticulatus magdalenae
STEINDACHNER 1878) COMPARANDO TRES TRATAMIENTOS
DE ABONADO (BOÑIGA; BOÑIGA-TARUYA; 30-10-5)
Y ENSAYANDO SUSTRATOS PARA PERIFITON.

LUIS ALFREDO TORRES GARNICA

JOSE GIL LASCARRO COHEN

Trabajo de Grado
presentado como requisito
parcial para optar al
título de Ingeniero
Pesquero.

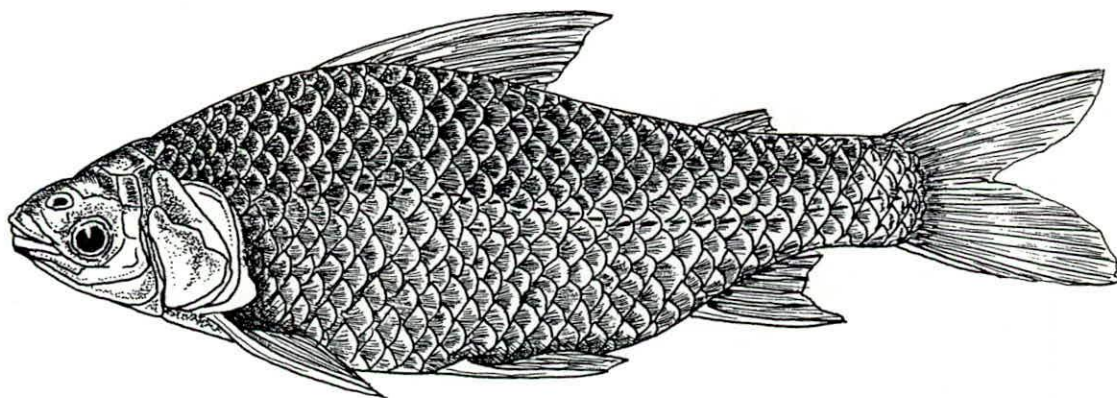
Director: NICOLAS
CHAPARRO MUÑOZ. M. Sc.
Profesor piscicultura,
Universidad del
Magdalena.

SANTA MARTA

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA

1993



Prochilodus reticulatus magdalenae

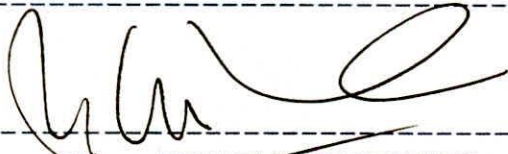
PW'95

Dibujo por:
Peter van der Wolf

UN RECUERDO PARA LAS FUTURAS GENERACIONES
DE LA ESPECIE QUE SUBE Y BAJA POR NUESTROS
RIOS ALIMENTANDO A LOS COLOMBIANOS, PERO
QUE YA NO PUDO SEGUIR SOPORTANDO LA PRESION
SIN SENTIMIENTOS Y PRONTO SOLO SERA UN
TRISTE RECUERDO ICTICO.

" Los jurados examinadores del trabajo de tesis no serán responsables de las ideas y conceptos emitidos por los aspirantes al título".

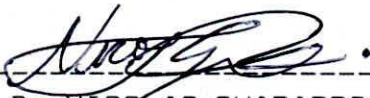
Nota de Aceptación



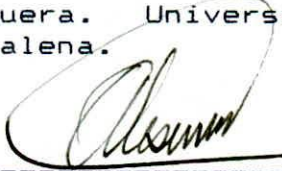
Jurado: Dr. MIGUEL RODRIGUEZ MELO.
Director Investigación
Biológica.
Monterrey Forestal.



Jurado: Dr. GIOVANNI ULLOA D.
Biólogo de Proyectos.
Monterrey Forestal.



Director: Dr. NICOLAS CHAPARRO MUÑOZ, M.
Sc. Profesor Ingeniería
Pesquera. Universidad del
Magdalena.



Decano: Ing. ALVARO ESPELETA MAYA.
Facultad de Ingeniería
Pesquera. Universidad del
Magdalena.

Santa Marta, Septiembre de 1993.

DEDICO A:

Una nueva Colombia en Paz.
La ciudad de Santa Marta.
La Universidad del Magdalena.
Mis Padres y Hermanos.
Mi Novia Edna y sus Padres.

LUIS ALFREDO TORRES

DEDICO A:

Mi Padre, que no pudo ver la gloria que tenía.

JOSE GIL

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A MONTERREY FORESTAL LTDA, Pujante Empresa en ZAMBRANO, BOLIVAR.

A La SECRETARIA DE FOMENTO AGROPECUARIO Y MINERO DE BOLIVAR.

A La UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA.

A el Dr. JORGE AMEZQUITA, Gerente MONTERREY FORESTAL LTDA.

A Los Doctores GUILLERMO HERNANDEZ T., CARLOS ATEHORTUA y EDGAR SEPULVEDA de la Corte Administrativa de MONTERREY FORESTAL LTDA.

A el Dr. ORLANDO CORONEL VARELA, Secretario de Fomento Agropecuario y Minero de Bolívar.

A el Dr. MIGUEL RODRIGUEZ MELO, Director Investigación Biológica. MONTERREY FORESTAL Y Jurado de Trabajo.

A el Dr. GIOVANNI ULLOA D. Biólogo de proyectos. MONTERREY FORESTAL Y Jurado de Trabajo.

A el Dr. NICOLAS CHAPARRO MUÑOZ. M. Sc., Profesor de Piscicultura UNIVERSIDAD del MAGDALENA y Director del Trabajo.

A la FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA.

A el Ing. ~~ALVARO~~ ESPELETA MAYA, Decano Facultad de Ingeniería Pesquera.

A el INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS (INVEMAR). SANTA MARTA.

A el SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA), GAIRA (MAGDALENA).

A la Dra. SARA NEWBALL. M. Sc. Profesora de Biología de la UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA.

A el Dr. FEDERICO NEWMARK UMBREIT. M. Sc., Biólogo Marino. Coordinador del Programa Maricultura del INVEMAR.

A el Dr. EBERHARD WEDLER. Ph. D., en Biología Marina. Profesor de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería pesquera.

A el Dr. JORGE GALLO N., M. Sc., Biólogo Marino. Coordinador de cruceros del INPA.

A el Ing. EVERT DAZA. Profesor de Diseño Experimental. Facultad de Ingeniería Agronómica. U. del MAGDALENA.

A CARLOS COTES DIAZGRANADOS. Profesor de Redacción Técnica de la UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA.

A la Comunidad del Municipio de ZAMBRANO (BOLIVAR).

A la Ferretería Alaska de ZAMBRANO y su propietaria sra. DIANA DE LASCARRO.

A la Asociación comunitaria del Municipio de Zambrano y su Gerente GUSTAVO HERNANDEZ G.

A el comité de Pescadores y Agricultores de Zambrano Bolívar y su presidente FELIX PEREZ B.

A CAROLINA LINERO Y MAGALI SILVA, Secretarias de la Facultad de Ingeniería Pesquera.

A la Ing. EMPERATRIZ ZAPATA Z., del departamento de sistemas de INVEMAR.

A la Bióloga MARTHA LUCIA CORTES S., funcionaria de INVEMAR.

A los Ing. Pesqueros Ricardo Galvis y Edwin Lacera

A la Bióloga SILVIA LONDOÑO J.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	7
1.1.1. Objetivo general.....	7
1.1.2. Objetivos específicos.....	7
1.2. JUSTIFICACION.....	8
1.3. HIPOTESIS.....	10
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	11
2.1. UBICACION TAXONOMICA.....	11
2.2. CARACTERES MERISTICOS Y MORFOMETRICOS.....	13
2.3. ASPECTOS ICTIOLOGICOS.....	14
2.4. DISTRIBUCION GEOGRAFICA.....	16
2.5. ASPECTOS GENERALES.....	17
2.5.1. Alimentación Natural.....	17
2.5.2. Migración reproductiva.....	21
2.5.3. Migración trófica.....	28
2.6. CARACICULTURA (PROCHILODUS) EN COLOMBIA.....	29
2.7. ABONAMIENTO DE ESTANQUES.....	39
2.7.1. Abono orgánico (estiércol).....	39
2.7.2. Abono orgánico (taruya).....	44
2.7.3. Abono inorgánico.....	46
2.8. SUSTRATO PARA PERIPHYTON.....	47
3. MATERIALES Y METODOS.....	50
3.1. DURACION DEL TRABAJO.....	50

Adelante 27 Trabajos

3.2.	AREA DE TRABAJO.....	50
3.3.	ADECUACION DE ESTANQUES.....	51
3.4.	CAPTURA, TRANSPORTE Y SIEMBRA.....	62
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	64
3.5.1.	Muestreo.....	66
3.5.2.	Tratamientos.....	67
3.5.3.	Densidad de siembra.....	70
3.5.4.	Sustratos para perifiton.....	70
3.6.	BIOMETRIA.....	72
3.7.	CALIDAD DE AGUA.....	72
3.8.	CALCULOS Y ESTADISTICAS.....	75
3.8.1.	Longitud total y peso total.....	75
3.8.2.	Relación longitud-peso.....	75
3.8.3.	Dinámica de poblaciones.....	77
3.8.4.	Factor de condición K.....	80
3.8.5.	Producción.....	81
3.8.6.	Mortalidad e indeseables.....	82
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	83
4.1.	REPARACION DE INFILTRACION EN ESTANQUES.....	83
4.2.	ABONAMIENTO.....	91
4.3.	DENSIDAD DE SIEMBRA.....	99
4.4.	SUSTRATO PARA PERIFITON.....	99
4.5.	CALIDAD DE AGUA.....	100
4.5.1.	Temperatura del agua y ambiental.....	100
4.5.2.	Oxígeno disuelto.....	101

4.5.3.	pH.....	103
4.5.4.	Dióxido de carbono (CO ₂).....	105
4.5.5.	Alcalinidad total.....	107
4.5.6.	Dureza total.....	108
4.5.7.	Amonio.....	109
4.5.8.	Profundidad Secchi.....	111
4.5.9.	Profundidad del agua.....	113
4.6.	CALCULOS Y ESTADISTICAS.....	117
4.6.1.	Longitud total y peso total.....	117
4.6.2.	Relación longitud-peso.....	119
4.6.3.	Dinámica de poblaciones.....	126
4.6.4.	Factor de condición K.....	136
4.6.5.	Producción.....	147
4.6.6.	Mortalidad e indeseables.....	160
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	166
	BIBLIOGRAFIA.....	172
	ANEXOS.....	182

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Taxonomía.....	12
TABLA 2. Sinonimia.....	13
TABLA 3. Promedio de pérdidas de agua (cm/día) mensual, luego de reparación de estanques con sello de arcilla. Zambrano Bolívar, Colombia.....	90
TABLA 4. Pérdidas medias de agua durante el cultivo. Zambrano Bolívar, Colombia.....	92
TABLA 5. Dosis de abonamiento mensual (kg), desde maduración (junio 16 de 1991) hasta final toma de datos (febrero 15 de 1992). Zambrano Bolívar, Colombia.....	92
TABLA 6. Dosis de abonamiento (kg/ha/mes) durante cultivo. Zambrano Bolívar, Colombia.....	93
TABLA 7. Oxígeno disuelto (ppm) y saturación de oxígeno (%), según temperatura del agua. Zambrano Bolívar, Colombia.....	102
TABLA 8. pH medio mensual. Zambrano Bolívar, Colombia	104
TABLA 9. Dióxido de carbono disuelto mensual (ppm). Zambrano Bolívar, Colombia.....	105
TABLA 10. Alcalinidad total mensual (ppm de CaCO ₃ equivalentes). Zambrano Bolívar, Colombia...	107
TABLA 11. Dureza total mensual (ppm de CaCO ₃ equivalentes). Zambrano Bolívar, Colombia...	108

TABLA 12.	Ión amonio (ppm) mensual. Zambrano Bolívar Colombia.....	110
TABLA 13.	Profundidad Secchi promedio mensual (cm). Zambrano Bolívar, Colombia.....	111
TABLA 14.	Datos medios de Lt (cm) y Wt (g). Zambrano Bolívar, Colombia.....	118
TABLA 15.	Desviación estandar (s) durante muestreos. Zambrano Bolívar, Colombia.....	119
TABLA 16.	Coeficiente de variación (%) durante muestreos. Zambrano Bolívar, Colombia.....	123
TABLA 17.	Tamaño de muestra n (% de población). Zambrano Bolívar, Colombia.....	123
TABLA 18.	Relación longitud-peso a través de muestreos. Zambrano Bolívar, Colombia.....	125
TABLA 19.	Coeficientes de correlación (r) de Lt <u>vs</u> Wt y número de pares de datos (n). Zambrano Bolívar, Colombia.....	125
TABLA 20.	Lt (cm) según método integrado de Pauly. Zambrano Bolívar, Colombia.....	130
TABLA 21.	Parámetros de crecimiento según Ford-Walford. Zambrano Bolívar, Colombia.....	134
TABLA 22.	Valores de to (mes) promedio. Zambrano Bolívar, Colombia.....	135
TABLA 23.	Crecimiento en Lt (cm) y Wt (g) según VBGF. Zambrano Bolívar, Colombia.....	136

TABLA 24	Factor de condición K. Zambrano Bolívar, Colombia.....	139
TABLA 25	ANOVA para factor de condición K. Zambrano Bolívar, Colombia.....	140
TABLA 26	Incremento de peso (g) entre muestreos. Zambrano Bolívar, Colombia.....	149
TABLA 27	ANOVA de incremento de peso para agosto 14 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	151
TABLA 28	ANOVA de incremento de peso para septiembre 17 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	151
TABLA 29	ANOVA de incremento de peso para octubre 23 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	152
TABLA 30	ANOVA de incremento de peso para noviembre 18 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	152
TABLA 31	ANOVA de incremento de peso para diciembre 10 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	152
TABLA 32	ANOVA de incremento de peso para enero 12 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	152
TABLA 33	ANOVA de incremento de peso para febrero 14 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.....	153
TABLA 34	Tasa de crecimiento (g/día). Zambrano Bolívar, Colombia.....	156
TABLA 35	Tasa de crecimiento (mm/día). Zambrano Bolívar, Colombia.....	156
TABLA 36	Producción para los tres tratamientos. Zambrano	

	Bolívar, Colombia.....	157
TABLA 37.	Producciones reportadas para monocultivo con abonamiento (kg/ha/año).....	158
TABLA 38.	Producción para monocultivo con dietas (kg/ha/año).....	159
TABLA 39.	Producción de "bocachico" (kg/ha/año) en Policultivo.....	159
TABLA 40.	Producción (kg/ha/año) de "bocachico" con productividad natural (sin abonar).....	160
TABLA 41.	Mortalidad en 230 días de cultivo. Zambrano Bolívar, Colombia.....	162
TABLA 42.	Mortalidad de "bocachico" en diversos trabajos de investigación.....	163
TABLA 43.	Biometría y número de indeseables. Zambrano Bolívar, Colombia.....	164
TABLA 44.	Variación de la densidad (pez/m ²). Zambrano Bolívar, Colombia.....	164

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Ubicación del departamento.....	52
FIGURA 2. Ubicación del municipio.....	53
FIGURA 3. Ubicación del área de trabajo.....	54
FIGURA 4. Valla del proyecto e integrantes del comité.	55
FIGURA 5. Corte longitudinal de un estanque.....	57
FIGURA 6. Vista superior de la batería de estanques.....	58
FIGURA 7. Toma de agua y panorámica de un estanque..	59
FIGURA 8. Compactación del sello de arcilla.....	61
FIGURA 9. Captura y transporte de juveniles.....	63
FIGURA 10. Boñiga de vacuno y taruya (<u>Eichhornia</u> <u>crassipes</u>).....	68
FIGURA 11. Sustratos para perifiton y monitoreo.....	71
FIGURA 12. Equipos de biometría y calidad de agua....	73
FIGURA 13. Bocachicos.....	74
FIGURA 14. Descensos y aumentos del nivel de agua (cm/día) para agosto.....	84
FIGURA 15. Descensos y aumentos del nivel de agua (cm/día) para septiembre.....	85
FIGURA 16. Descensos y aumentos del nivel de agua (cm/día) para octubre.....	86
FIGURA 17. Descensos y aumentos del nivel de agua (cm/día) para noviembre.....	87

FIGURA 18. Descensos y aumentos del nivel de agua (cm/día) para diciembre.....	88
FIGURA 19. Descensos y aumentos del nivel de agua (cm/día) para enero.....	89
FIGURA 20. Comportamiento diario (24h) de factores de calidad de agua.....	106
FIGURA 21. Profundidad Secchi diaria (8:00 a.m.) de jul. 15/91 a feb. 15/92 para E1.....	114
FIGURA 22. Profundidad Secchi diaria (8:00 a.m.) de jul. 15/91 a feb. 15/92 para E2.....	115
FIGURA 23. Profundidad Secchi diaria (8:00 a.m.) de jul. 15/91 a feb. 15/92 para E3.....	116
FIGURA 24. Crecimiento real promedio en longitud total.....	120
FIGURA 25. Crecimiento real promedio en peso total...	121
FIGURA 26. Relación Lt vs Wt para E1.....	127
FIGURA 27. Relación Lt vs Wt para E2.....	128
FIGURA 28. Relación Lt vs Wt para E3.....	129
FIGURA 29. Histogramas de frecuencias de Lt según Pauly para E1.....	131
FIGURA 30. Histogramas de frecuencias de Lt según Pauly para E2.....	132
FIGURA 31. Histogramas de frecuencias de Lt según Pauly para E3.....	133
FIGURA 32. Crecimiento en Lt (cm) según Pauly, Ford-	

	Walford y Von Bertalanffy.....	137
FIGURA 33.	Crecimiento en Wt (g) según Pauly, Ford- Walford y Von Bertalanffy.....	138
FIGURA 34.	Lt <u>vs</u> K.....	141
FIGURA 35.	Wt <u>vs</u> K.....	142
FIGURA 36.	Variación mensual promedio comparativa entre dosis de abono, profundidad Secchi y factor de condición K para E1.....	144
FIGURA 37.	Variación mensual promedio comparativa entre dosis de abono, profundidad Secchi y factor de condición K para E2.....	145
FIGURA 38.	Variación mensual promedio comparativa entre dosis de abono, profundidad Secchi y factor de condición K para E3.....	146
FIGURA 39.	Incremento en peso total (g) durante muestreos.....	148
FIGURA 40.	Prueba de Duncan para valores medios de incremento de peso (g), durante muestreos a los niveles P=0,01 y P= 0,05.....	155
FIGURA 41.	Indeseables encontrados.....	165

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1. Composición del contenido estomacal de los primeros estados del "bocachico" (De Fex <u>et al.</u> , 1991).....	182
ANEXO 2. Representación del circuito trófico en ríos y ciénagas continentales (Bonetto y Castello, 1985).....	183
ANEXO 3. Diagrama de flujo de la acción de las glándulas endocrinas (Chaparro, 1988).....	184
ANEXO 4. Proceso de oxidación en estanques (Porras, 1981).....	185
ANEXO 5. Sucesión del zooplancton en un estanque (400 m ²) fertilizado con 400 kg de vacaza (De Fex <u>et al.</u> , 1991).....	186
ANEXO 6. Composición y dosis de abonos orgánicos....	187
ANEXO 7. Composición y dosis de abonos inorgánicos..	188
ANEXO 8. Densidad de siembra en monocultivo de "bocachico".....	189

RESUMEN

Se engordaron juveniles de "bocachico" (Prochilodus reticulatus magdalenae, carácido iliófago, reofílico), capturados del medio natural, en estanques en tierra situados a orillas del río Magdalena, en el municipio de Zambrano, Bolívar (09° 02' -10° 15' de latitud norte y 74° 40' -75° 30' de longitud oeste).

Los estanques se repararon de la alta tasa de infiltración por medio de un sello de arcilla, el cual normalizó las pérdidas. Se evaluó la producción resultante de tres tratamientos de fertilización consistentes en tres tipos de abonos así: el tratamiento uno fue un abono orgánico de estiércol seco de vacuno; el tratamiento dos consistió en una mezcla de estiércol más "taruya" (Eichhornia sp.) seca, envejecida y picada, en relación de peso 1:1; y el tratamiento tres correspondió a un fertilizante inorgánico de grado 30-10-5.

Se empleó el diseño experimental completamente aleatorio, y a partir del análisis de varianza y la prueba de Duncan, se determinó si la producción de los tratamientos fue estadísticamente diferente. Resultando T3 como el mejor (845 kg.ha⁻¹.año⁻¹), T2 (780 kg.ha⁻¹. año⁻¹) y T1 (750 kg.ha⁻¹. año⁻¹), comprobándose que hubo diferencia estadística altamente significativa (P>0,01) entre los tratamientos. Las producciones fueron buenas comparadas con las de otros trabajos. Las dosis de abonos empleadas fueron bajas comparadas con las tradicionalmente usadas, lo cual disminuyó los costos de producción; las dosis fueron: T1 (706 kg/ha/mes), T2 (550 kg/ha/mes) y T3 (16 kg/ha/mes).

A los tres tratamientos se le aplicaron sustratos artificiales para fijación de perifiton, construidos con atados de hierbas y repartidos a 0,3 sustrato/m². Estos fueron efectivos notándose su influencia en el aumento de la producción. Los estanques tenían las siguientes áreas: T1 (1.000 m²), T2 (1.285 m²) y T3 (1.285 m²). Se empleó densidad de siembra alta (0,7 pez/m²), comparada con las tradicionales de (0,3-0,5) pez/m². Sin embargo se presentó mortalidad notoria, lo que hace poco viable aumentar las densidades de siembra; las mortalidades fueron: T1 (10%), T2 (17%) y T3 (20%). También se presentaron peces indeseables dentro de los estanques, que aumentaron notoriamente las densidades de siembra.

Con los datos logrados en los muestreos biométricos se calcularon la relación longitud-peso, las ecuaciones de crecimientos de Von Bertalanffy, y el factor de condición K, para los tres tratamientos. Se midieron parámetros de calidad de agua, como temperatura, oxígeno disuelto, pH, CO₂, alcalinidad total, dureza total y amonio, los cuales se mantuvieron dentro de rangos adecuados. A diario se monitoreo la profundidad Secchi, la cual fue el criterio empleado para ajustar la aplicación de abonos y que se mantuvo en valores medios de (24-25) cm, que son adecuados para la especie bajo ensayo. Se comprobó una relación inversamente proporcional entre el factor de condición K y la mortalidad, para los tres tratamientos.

SUMMARY

Young "bocachicos" (Prochilodus reticulatus magdalenae, caracido, iliófago, reofilico), captured from their natural environment were grown in soil ponds on the banks of the Magdalena river, city of Zambrano, Bolívar (09° 02' - 10° 15' north latitude and 74° 40' - 75° 30' west longitude).

The ponds were repaired from the high infiltration with a clay seal, which normalized the water losses. Production from three fertilization treatments, consisting of three different kinds of fertilizer, was evaluated like this: treatments one was an organic fertilizer made of dry bovine manure; treatment two was a mixture of dry bovine manure and dry "taruya" (Eichhornia sp) aged and crumbled, in a weight relation of 1:1; and treatment three was an inorganic, non commercial fertilizer with degree 30-10-5.

A completely random experimental sampling design was carried out, and from the analysis of variance and the Duncan test, it was found that the treatment were significantly different in yield. T3 was the best (845 kg.ha⁻¹. year⁻¹), T2 (780 kg.ha⁻¹ . year⁻¹) and T1 (750 kg. ha⁻¹. year⁻¹) and it was proved that there was a highly significant statistical difference ($P > 0,01$) among treatments. Productions were good compared with other works. Dosages of fertilizer were low compared to the traditionally used, which lowered production costs; dosages were T1 (706 kg/ha/month), T2 (550 kg/ha/month) and T3 (16 kg/ha/month).

Artificial substrates were applied to fix the perifiton, built with tied herbs and distributed at 0,3 substrate/m². These were effective and their influence on production increase was noticed. Pond areas were: T1 (1000m²), T2 (1285m²) and T3 (1285 m²). Sowing density was high (0,7 fish/m²), compared to the traditional (0,3-0,5 fish/m²). However, mortality was low, which does not make it practical to increase sowing density; mortalities were T1 (10%), T2 (17%) and T3 (20%). Undesirable fish were found in the ponds which increased sowing densities.

With the biometric data collected during sampling sessions, lenght-weight relationships, Von Bertalanffy growth equations and condition factor K, were calculated for the three treatments. Quality parameters of water were measured, such as temperature, dissolved oxygen, pH, ammonia, CO₂, total alcalinity and total hardness. These were all maintained at normal ranges. Secchi depth was

monitored daily, and this was the criterium used to adjust fertilizer application; it was maintained at mean values of (24-25) cm which are adequate for the fish under investigation. An inversely proportional relation was found between condition factor K and mortality for the three treatments.

1. INTRODUCCION

De acuerdo con Bonetto y Castello (1985): "Los peces iliófagos son objeto de una creciente demanda en el mercado de consumo de las regiones menos favorecidas en la obtención de proteínas de origen animal, de modo que pueden contribuir a paliar un grave problema socioeconómico que afecta a amplios sectores del territorio Sudamericano" (6). Para De Fex (14), el "bocachico" (Prochilodus reticulatus magdalenae) es la principal especie ictica de aguas continentales del país, y es considerado el pez de mayor importancia en las pesquerías de aguas continentales Colombianas. Según Castillo (9), a nivel nacional en el consumo de especies de agua dulce, pasarán muchos años antes de ser sustituido el "bocachico", pero en este momento presenta bajas en su población por contaminación, desecación, embalses, pesca indiscriminada con métodos poco ortodoxos y alto volumen de captura. Además su cultivo no permite siembra a altas densidades debido a sus hábitos alimenticios y su lento crecimiento en confinamiento.

En cuanto a estadísticas según el INPA (1991), el actual aprovechamiento de los recursos pesqueros asciende a 75.000 t/año, de las cuales 50.000 t/año equivalen a la pesca continental (47). Para Vega (1991), los niveles de pesca han disminuido en el río Magdalena en más del 60% en menos de 15 años y especies como el bagre se hallan cerca de su extinción económica; unos 33.000 pescadores se agolpan anualmente en las orillas del río esperando la subienda a lo largo de sus 1.600 km, con 600 poblaciones en las riberas. Este autor basandose en estadísticas del Inderena, reporta para 1991 una producción total de 101.000 t/año, donde el 30% son las capturas en aguas continentales, y aunque el total de la pesca ha aumentado en un 40% en los últimos 15 años, la pesca continental ha disminuído desde el 70% a menos del 30%.

En 1975 las capturas en aguas continentales fueron 42.000 t/año, y en 1990 fueron 33.000 t/año, o sea un descenso de más del 21%. Las mediciones realizadas por el Inderena en centros de acopio dan una producción para la cuenca del Magdalena entre (14.000-18.000) t/año.

Los reportes para capturas de "bocachico" en el río Magdalena son: durante las décadas de los 60 y 70 se pescó 40.000 t de "bocachico"/año, en promedio, pero en 1989 fue

de 7.194 t de "bocachico"/año, y en 1990 se estableció una captura de 11.577 t de "bocachico"/año.

Para Tiews et al. (24), una tendencia de la acuicultura ha consistido en la disposición de planificadores y gobernantes a aceptarla como parte del fomento rural integrado, pero se debe demostrar su viabilidad y su rentabilidad en diferentes condiciones rurales. La rentabilidad económica es una consideración de interés primordial, pero también hay que tener en cuenta el valor social de los proyectos. El éxito de la acuicultura rural dependería de los servicios auxiliares de que se disponga, como son: asistencia técnica, dotación de insumos y crédito institucional en condiciones razonables. Bonetto y Castello (6), discuten como el pescador de subsistencia también se dedica a la agricultura y ganadería a niveles muy modestos, este posee una gran aptitud para los trabajos pesqueros, pero su equipo es muy exiguo. Su nivel de educación y tecnificación es muy bajo, con condiciones de vivienda y salubridad deficientes, lo que se agrava con una numerosa familia. En consecuencia, una de las primeras medidas que convendría adoptar para estimular la producción en las aguas interiores consistiría en promover organizaciones de pescadores con disponibilidad de crédito.

El presente proyecto surgió entoces de la necesidad e interés de parte de la Secretaría de Fomento Agropecuario y Minero de Bolívar y de la empresa privada Monterrey Forestal Ltda, de proyectar sus servicios hacia un grupo de pescadores de la región de Zambrano, aprovechando una infraestructura de tres estanques, los cuales presentaban posibilidades de ser recuperados, reparados y adaptados. Este proyecto debería basarse en una especie íctica conocida, comercial, de fácil obtención de semilla natural (las estaciones piscícolas se encuentran alejadas), que implicara bajos costos de producción y fuese resistente al manejo que plantea la investigación. Ante la merma cada año de las poblaciones de "bocachico" y la reducción de tallas, se pretendió avanzar un peldaño más en la búsqueda del país por encontrar el paquete tecnológico apropiado para el cultivo del "bocachico".

La importancia del trabajo apartandose ya del papel social y entrando en el campo de la investigación, es fundamentalmente la de continuar los ensayos con esta especie que en los últimos años se han detenido ante los fracasos en cuanto a producción y reproducción artificial durante todo el año, lo cual no se puede aceptar fácilmente por ser este el pescado más apreciado por el mayor porcentaje de los paladares Colombianos.

Se planteó la alternativa de tres tratamientos de abonamiento adecuados para la zona, con el propósito de facilitar el mantenimiento del cultivo y no influir negativamente en la relación costo-beneficio, lo cual condujo a plantear dentro del proyecto el uso de la "taruya" (Eichhornia crassipes) seca, envejecida y picada como abono orgánico, lo cual es una idea innovadora. También se utilizó otra fuente abundante de abono orgánico que es la boñiga de ganado vacuno, lo cual permitiría comparar el efecto en la producción con los otros tratamientos, y los de investigadores que generalmente emplean este estiércol como abono, evitando el tener que poner una estanque como tésigo o blanco sin abonar, lo cual lógicamente conduciría a tener un estanque con una bajísima producción como ya lo han demostrado varios autores, convirtiéndose en un factor antieconómico.

Se utilizó igualmente un abono inorgánico de grado 30-10-5, preparado con urea, superfosfato, y cloruro de potasio, el cual es utilizado en algunas estaciones piscícolas. Este abono se comparó con los orgánicos en términos de producción de carne. Otra idea original del trabajo es el empleo de sustratos (manojos de hierbas), con el fin que sean poblados por organismos vegetales y animales (perifiton), que se espera sean consumidos por el

"bocachico"; respecto al empleo de sustratos artificiales en caracicultura se tienen algunas referencias de trabajos en Brasil con Sandor et al. (71) que emplearon pajas secas de arroz y en Venezuela con Woynarovich (78) que utilizó manojos de hierbas fijados con palos, pero no en Colombia.

También es una idea innovadora la densidad de siembra del presente proyecto, puesto que es de las más altas reportadas en la literatura sobre el cultivo de "bocachico", el cual tradicionalmente se ha sembrado en bajísimas densidades, ante lo lento de su crecimiento en estanques debido a que aún no se sabe como es el alimento apropiado para esta especie.

En cuanto a limitaciones se tiene fundamentalmente que este trabajo se realizó en un sitio que a pesar de estar cerca a la cabecera municipal, y contar con adecuadas vías de acceso, no cuenta con energía eléctrica, ni con celaduría nocturna. Igualmente faltó mayor colaboración por una parte del Comité de pescadores para cumplir ciertas obligaciones con el proyecto. Este trabajo de tesis se realizó en el municipio de Zambrano, departamento de Bolívar, en un intervalo de tiempo comprendido de noviembre de 1990 hasta febrero de 1992 (18 meses); divididos en un período de reparación, impermeabilización y maduración de estanques,

y otro periodo de engorde de "bocachico" con toma de datos biométricos y parámetros físico-químicos. El primer periodo duró 10 meses y el segundo periodo ocho meses.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general.

Determinar cual de los tres tratamientos de abonamiento es el más adecuado para engordar "bocachico" (Prochilodus reticulatus magdalenae), en estanques de tierra con sustratos artificiales (manojos de hierbas) como generadores de perifiton.

1.1.2. Objetivos específicos.

1.1.2.1. Establecer mediante muestreos periódicos de parámetros biométricos el efecto del abonamiento en la producción, crecimiento y el factor de condición (K) de cada una de las poblaciones ensayadas.

1.1.2.2. Realizar un seguimiento muestral de parámetros físico-químicos de calidad de agua para cada estanque.

1.1.2.3. Evaluar el uso de sustratos para fijación de perifiton y posible aumento de producción.

1.1.2.4. Introducir la metodología recientemente aplicada en dinámica de poblaciones pesqueras, al estudio del comportamiento de las poblaciones en cada estanque.

1.2. JUSTIFICACION

El "bocachico" (P. reticulatus), es un alimento de alta demanda en el mercado de la región que comprende los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Atlántico y Magdalena. Esta alta demanda no ocurre para especies de piscicultura de gran producción como la "mojarra lora" (Oreochromis niloticus), o la "cachama negra" (Colossoma macropomum). Pero la pesca de "bocachico" además de presentar en los últimos años bajos índices de captura y drástica disminución de tallas en las pesquerías, presenta el problema de ser una pesca básicamente estacional, la cual solo es abundante en la época de "fuga" o "subienda", que para la región de Zambrano ocurre durante los meses de diciembre a marzo. En los meses de abril a junio ocurre la "bajanza", y entre julio y agosto ocurre una pequeña subienda llamada de "mitaca".

El empleo de abonos orgánicos abundantes en la región como "taruya" (Eichhornia crassipes), y estiércol de ganado, disminuye los costos de producción, ya que en estos el único costo apreciable es el transporte y la recolección. El abono inorgánico también se planteó para que no elevara mucho los costos de producción, ya que este es una mezcla de ingredientes muy empleados en agricultura. El costo de

los sustratos igualmente es muy económico. Socioeconómicamente el proyecto pretende que el pescador y agricultor de la zona realicen actividades de acuicultura en la época de escasez, donde el esfuerzo pesquero es mayor y las capturas disminuyen notoriamente, para que programando las cosechas en épocas de alta demanda y precios de venta favorables, tengan otra entrada de dinero, hasta ahora poco explotada en la región, pero con gran potencial.

El municipio de Zambrano presenta vías de comunicaciones terrestre y fluvial con centros de consumo como Cartagena, Barranquilla, Santa Marta y Sincelejo; garantizándose así la salida del producto al mercado.

Otra justificación es dentro del campo de la ciencia, puesto que el proyecto rescata y da ánimo para continuar con las investigaciones en la caracicultura del "bocachico", tomando como ejemplo los esfuerzos que con especies similares se continúan haciendo en el Brasil.

1.3. HIPOTESIS

No existen diferencias significativas en la productividad (aumento de peso) del "bocachico" en cultivo, debida a tres tratamientos (tipos de abono).

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. UBICACION TAXONOMICA

La sistemática de esta especie es aún confusa, el género está ámpliamente distribuido en Suramérica (Mago, 1970). Para Lowe-Mc Connell (1975), citado por Bonetto y Castello (6), los peces characiformes y siluriformes predominan en Suramérica. Siendo una ictiofauna que presenta notable endemismo (Ringuelet, 1967). La especie Prochilodus reticulatus, es endémica de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato.

A continuación (Tabla 1) se presentan las diferentes categorías taxonómicas propuestas por diferentes autores como son: Berg (1940), Ringuelet y Aramburo (1961), Miles (1971), Dahl (1971), Ariza (1976). En la tabla 2 se registra la sinonimia de la especie.

TABLA 1. Taxonomía.

Categorías	Clasificación
Reino	Animal
<u>Phylum</u>	<u>Vertebrata</u>
<u>Subphylum</u>	<u>Craniata</u>
Superclase	<u>Gnathostomata</u>
Clase	<u>Osteichthyes</u> , <u>Teleostomi</u>
Subclase	<u>Actinopterygii</u> , <u>Teleostei</u>
Superorden	<u>Ostariophysi</u>
Orden	Cypriniformes, Characiformes
División	<u>Cyprinii</u> , <u>Heterognati</u>
Suborden	<u>Characinodei</u> , <u>Heterognathina</u>
Familia	<u>Characidae</u> , <u>Tetragonopteridae</u>
Subfamilia	<u>Prochilodinae</u>
Género	<u>Prochilodus</u> AGASSIZ 1829
Especie	<u>Prochilodus</u> <u>reticulatus</u> STEINDACHNER 1878
Subespecie	P.r. <u>magdalenae</u> STEINDACHNER 1878

TABLA 2. Sinonimia

----- Especie -----	Autor -----
<u>Prochilodus reticulatus magdalenae</u>	STEINDACHNER 1878
<u>Prochilodus asper magdalenae</u>	STEINDACHNER 1879
<u>Prochilodus beani</u>	EIGENMANN y OGLE 1907
<u>Prochilodus magdalenensis</u>	POSADA ARANGO 1909
<u>Prochilodus magdalenae</u>	EIGENMANN 1922
<u>Prochilodus steindachneri</u>	EIGENMANN 1922
-----	-----

Los nombres vernáculos que registra la especie son: bocachico, pescado, pescado blanco, chico de boca, chere, peje, Kisába (dialecto emberá, río Uré).

2.2. CARACTERES MERISTICOS Y MORFOMETRICOS

De acuerdo con Dahl (1971), las claves para subfamilia Prochilodinae son: "Dientes numerosos, en forma de incisivos o de plaquitas, dispuestos en los labios, cerca del margen. Otra hilera de dientes sobre el premaxilar y mandíbula, todos muy pequeños, casi microscópicos" (17). Para el género, rostro corto que cabe tres veces o más en la longitud de la cabeza, la boca es terminal y protractil,

sus escamas son ásperas.

Según Miles (41), la subfamilia Prochilodinae posee dientes débiles en la circunferencia de los labios, que tienen forma de embudo, y una segunda serie de dientes en forma de "v" en ambas sínfisis. Para el género Prochilodus AGASSIZ 1829, se dan claves fundamentales como es que posee a diferencia de otros caracínidos escamas ásperas, y tiene una espina y horquilla eréctil delante de la aleta dorsal. Boca pequeña, ojos grandes, distancia preocular corta (cabe 2,5 a 3 veces en la cabeza), escamas de 40 a 46 a lo largo de la línea lateral. La aleta dorsal tiene de 11-12 radios, y sin espina procumbente delante del primer radio. Lazcano (36), agrega información como aleta adiposa pequeña, escamas grandes, opérculo y preopérculo lisos, aleta dorsal homocerca, dientes villiformes y labiales.

2.3. ASPECTOS ICTIOLOGICOS

Para Dahl (1971), el ciclo de vida del bocachico (P. reticulatus magdalenae) es de cuatro años. A esta edad tiene una longitud esquelética de 25 cm (17). Igualmente Macías (38), indica la primera reproducción entre su tercer y cuarto año de vida. Según De Fex (18), los machos alcanzan la talla mínima de madures sexual a los 0,96 años

y las hembras a los 1,40 y tomándose en conjunto para ambos sexos una talla media de madurez a los 2,95 años, en el medio natural.

El mismo De Fex (1982), informa que hay alto incremento en longitud en las primeras fases de crecimiento pasando de 95 mm a 159 mm de longitud total (Lt) en cuatro meses, y de 158 a 270 mm Lt en ocho meses. Igualmente plantea que un arte de pesca selectiva (trasmallo) mostró una talla mínima promedio de captura de 209 mm Lt. Individuos entre 240-250 mm Lt es el intervalo de tallas con más altas capturas en la pesca comercial.

La investigación de Ramos (54), concluyó que la proporción sexual es de 1,2 machos por cada hembra, la diferencia de longitud standard (Ls) resultó ser de 1,1 cm a favor de las hembras, y el porcentaje del peso gonadal con respecto al peso total arrojó máximos de 19,5% y 1,7% para hembras y machos respectivamente, y mínimos de 7,4% y 0,5% . También reporta los siguientes grupos de edad. El grupo I con un largo esquelético de (siete a nueve) cm, no toman parte en la "subienda" sino se quedan en las ciénagas. Probablemente todo este grupo son las crías del mismo año, es decir de una edad entre seis a siete meses. El grupo II con un largo esquelético, entre (12 y 15) cm, inmaduros con

gonadas apenas perceptibles, una parte realiza la "subienda", con edad aproximada al empezar la migración de 18 meses. Del grupo III, con largo esquelético, entre (19-23) cm, la gran mayoría participa en la "subienda", son ejemplares sexualmente maduros, con edad al primer desove de aproximadamente tres años. El grupo de edad IV incluye a los ejemplares mayores de 23 cm Ls, cuyo crecimiento es ya más lento. Los grupos de edad obtenidos por De Fex (18), son los siguientes: al primer año de vida 23,2 cm Lt, al segundo 30,7 cm Lt, al tercero 36,3 cm Lt y al cuarto año 40,7 cm Lt.

2.4. DISTRIBUCION GEOGRAFICA

La familia Characidae predomina en Suramérica, donde sus hábitos son muy análogos y la constante común es el aprovechamiento irracional del recurso y la lógica disminución de potenciales. De acuerdo con Bonetto y Castello (1985), los peces iliófagos dominan muchas cuencas, encontrando su alimento en los detritos y organismos transportados por el fango que ingieren, prevaleciendo claramente en la producción las especies del género Prochilodus, o muy afines como Semaprochilodus, pero parecería que sólo una de ellas en cada sistema hidrográfico alcanza el predominio, por ello a nivel de

Latinoamérica existe la posibilidad que pueda tratarse de la misma especie, con variaciones regionales.

Los mismos Bonetto y Castello (Ibid), comentan que la presencia de importantes planicies de inundación es básica, porque estos valles aluviales de los grandes ríos, aparecen surcados de caños conectados con lagunas, ciénagas, madre viejas y otros ambientes lénticos o leníticos, los cuales en períodos de crecientes se relacionan dependiendo de la altura hidrométrica.

2.5. ASPECTOS GENERALES

2.5.1. Alimentación natural.

De acuerdo con Otero et al. (44), en sus primeras 48 horas de nacido, el "bocachico" (P. reticulatus) se alimenta reabsorbiendo su saco vitelino, luego se alimenta de fitoplancton y zooplancton, apareciendo dientes villiformes y labiales. Según De Fex et al. (14), estas larvas pueden consumir zooplancton entre 150-230 micras (rotíferos, nauplius y copépodos) una vez reabsorben el saco vitelino, a los 15 días de la eclosión ocurre la primera curvatura del aparato digestivo en las post-larvas, que presentan restos de zooplancton y fitoplancton convirtiéndose en filtradoras. "A los 30 días es muy poco el contenido de

zooplancton, mientras que los hábitos detritívoros se acentúan" (14). "A los 45 días ya se han formado ciegos con flora bacteriana para digerir algas filamentosas y detritus, especializándose y tomando rápidamente las costumbres de los adultos" (14); aca ya más del 90% del contenido estomacal es detritus (Anexo 1).

Para Otero et al. (44), alrededor de 25 días, el alimento lo toma succionando lodo del fondo, filtrando las formas flotantes, succionado el perifiton adherido a las raíces, tallos, hojas y piedras, por ello es un pez limnófago, o iliófago, o detritófago. "La transformación del sistema digestivo continúa hasta el estado de alevino, cuando ya el "bocachico" se vuelve definitivamente limnofago" (54). Según Dahl (17), en el estado adulto vive exclusivamente de algas y algunas otras plantas acuáticas. Para Flandoffer, citado por Ariza y Negrete (3), el "bocachico" (Prochilodus reticulatus magdalenae STEINDACHNER 1878) no posee estómago, el intestino es largo comparado con el de los peces carnívoros que es corto y el de los omnívoros que es intermedio.

Para Angelescu y Gneri (1949); Domitrovic (1983) citados por Bonetto (6), el pez posee un largo y completo aparato digestivo con el cual aprovecha la materia orgánica

contenida en el fango que ingiere, incorporando grasas en poco tiempo. "Al parecer, su recurso alimenticio principal consiste en el detrito variablemente modificado de las plantas acuáticas y ribereñas" (6). Pero según el mismo Bonetto (6), con frecuencia pueden encontrarse en el estómago componentes del bentos y otras comunidades, que son parcialmente digeridos como lo revela el exámen de los tramos finales del intestino. Brett (8), opina que todos los peces propiamente dichos necesitan para su desarrollo los mismos aminoácidos esenciales. Para Chaparro (1988): "la configuración de su boca y los dientes diminutos lo hacen un típico limnófago" (15). Bonetto (Op. cit.) indica que la materia orgánica derivada de plantas y otras comunidades bióticas se transforma en un detrito apto para sustentar una alta ictiomasa de peces iliófagos (Anexo 2).

Ciardelli et al. (11), sugiere que los lugares que forman el "gramalote" (Hymenachne sp.) y la "taruya" (Eichhornia sp.), son preferidos por los "bocachicos" (P. reticulatus) de tallas mayores, buscando allí protección y/o alimentación, opinan también que además del régimen iliófago este puede ser omnívoro, ya que ha sido observado "chupando" las raíces de la "taruya" donde hay insectos y otros animales acuáticos, el mismo autor concluye que las actividades diurnas y nocturnas del "bocachico" parecen ser

iguales, ya que los porcentajes de captura fueron similares tanto en el día, como en la noche. Opina Ramos (54), que en la "subienda" en las partes menos profundas era posible verlos tomando alimento, pegando los labios extensibles a las piedras y graba del lecho del río. Así mismo los resultados de este autor en cuanto al contenido estomacal e intestinal revelan que el estómago esta siempre ocupado por limo consistente y seco, pero en el intestino es blando y semifluido. Para Miles (41), el "bocachico" es fitófago, y en su largo intestino el fango contiene diatomeas y otros micro-organismos. De acuerdo con Ariza y Negrete (3), su modo de vida consiste en lamer las piedras. Macias (38) igualmente opina que del estado de alevinos en adelante se convierten en limnófagos, y también incluyen en su dieta la fauna béntica.

Para Bonetto (6), el alimento del "bocachico", es producto del circuito trófico de las aguas regionales, que dependería de la abundante producción de las plantas acuáticas y ribereñas, cuyos restos orgánicos, junto con algunos componentes de la microflora, la microfauna e incluso del remanente degradado de otras comunidades acuáticas, son modificados y así ser aprovechados por los peces iliófagos; estos peces sirven a la vez de sustento a las especies ictiófagas.

2.5.2. Migración reproductiva.

Durante el período de abril a diciembre, el ambiente natural del "bocachico" (P. reticulatus) es en las ciénagas adyacentes a las partes bajas de los ríos: Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú y Atrato. Dicen Otero et al. (44), que las ciénagas son los lugares de alimentación, donde acumulan abundante grasa como reserva para la migración reproductiva ("subienda", "suba", "migración genética", "migración ascendente", "emigración"); en los meses de noviembre, diciembre, y enero comienza la "subienda", en esta época las lluvias disminuyen y la corriente de los caños hacia el río aumenta, lo cual lleva a una disminución del nivel de las ciénagas y la alteración de parámetros de las aguas (temperatura, alcalinidad, transparencia, oxígeno disuelto, CO₂ libre, pH, etc) que estimula a los peces reofílicos a abandonarlas. También dicen estos investigadores que algunos peces abandonan las ciénagas debido a la presión de los diferentes artes y métodos de pesca.

Otero et al. (1986), indican como algunos peces al salir de las ciénagas no hacen su recorrido a contracorriente, y al contrario descienden, este comportamiento se vió principalmente en juveniles. Los que suben tienen una velocidad promedio de desplazamiento hasta la parte alta de

los ríos entre (uno a nueve) km/día, para la cuenca del Sinú. Para Dahl (16) los peces suben a una velocidad entre (10-15) km/día, y a veces se detienen por uno o más días en los charcos grandes. El "bocachico" sale de la ciénaga seguido del "bagre pintado" (Pseudoplatystoma fasciatum), "doncellas" (Apeneiosus caucanus), "doradas" (Brycon moorei), "picudas" (Salminus affinis); al parecer el "chango" (Cyrtocharax magdalenae), la "Vizcaina" (Curimata mivartti), nunca abandonan las ciénagas. Ramos (54), escribe que acompañan al "bocachico" en su migración: "comelón" (Leporinus muyscorum), "mojarras" (Petenia umbrifera), "jetudas" (Ichtyoelephas longirostris), entre otros. Otero et al. (44), mencionan además, como migratorios al "barbul" (Pimelodus clarias), "blanquillo" (Sorubim lima); quedando en las ciénagas para la pesca especies como "mojarra amarilla" (Petenia kraussii), "yalúa" (Curimata magdalenae), "moncholo" (Hoplias malabaricus).

Según Otero et al. (1986), el "bocachico" al momento de abandonar las ciénagas sus gónadas están inmaduras, revestidas de bastante grasa, al igual que las circonvoluciones del tracto gastro-intestinal y las paredes dorsal y ventral de la cavidad celómica. El desarrollo de las gónadas se nota a medida que transcurre la "subienda"

y hay cambios orgánicos causados por el desgaste de energía en su recorrido a contracorriente. Los peces salen en grupos o cardúmenes, y sus ovarios se ven como simples láminas delgadas, traslúcidas y con poca irrigación sanguínea. Los testículos son simples filamentos en forma de hilo que se extienden desde el orificio urogenital hasta la región anterior en la cavidad celómica.

Otero et al. (44) notaron que el análisis de contenido estomacal demostró que algunos "bocachicos" conservaron alimento en su tracto digestivo, lo que indica que no todos dejan de tomar alimentos en la "subienda". Dice Ramos (54), que estos pocos alimentos consumidos en los viajes serían apenas suficientes para mantener el metabolismo basal y suplir una pequeña parte de la energía.

Dahl (Ibid.), da bases bioquímicas para el desove del "bocachico" al concluir que el mecanismo biológico que inicia la migración, tiene que ver con una capa superficial de células que forma la isla principal de Langerhans, y también con cambios de contenido de glucosa en la sangre. Cuando el pez va migrando, la fatiga muscular, subnutrición y otros estímulos al luchar contra la corriente, además de canoas, peces y reptiles carnívoros, aves de presas que caen encima de los cardúmenes; causan numerosos reflejos de

fuga. Es decir hay estimulación frecuente de las glándulas suprarrenales, con producción de hormona adrenalina. Ocurre entonces una interacción entre las glándulas endocrinas mencionadas y la hipófisis, que entra en acción formando una hormona gonadotropina, funcionalmente parecida con la FSH de los vertebrados superiores, empezando la maduración de las gónadas que aumentan en peso y tamaño, mientras el resto del cuerpo pierde peso continuamente.

Chaparro (15), también escribe sobre la maduración sexual, indicando que los factores del medio ambiente son detectados por el sistema nervioso, y esta información es tomada por el hipotálamo, que segrega las hormonas liberadoras de gonadotropina, las cuales excitan la hipófisis para que libere las hormonas gonadotrópicas, que actúan a su vez en las gónadas, las cuales producen las hormonas esteroides o sexuales (Anexo 3). Woynarovich (1977), aclara que: "las hormonas sexuales son liberadas sólo cuando el hipotálamo (parte del cerebro), lo ordena por medio de la hormona de la liberación de la hipófisis (HRH)" (79).

Ramos (54), indica que a mediados de marzo se puede oír el ronroneo o murmullo, que producen los machos en su medio ambiente o cuando se les captura, que es un indicativo de

la madurez gonadal y el acercamiento de la época del desove. Godoy (1954), citado por Otero et al. (44), dice que en el Brasil, el "curimatá" (Prochilodus sp.), emite ruidos nupciales característicos, atrayendo las hembras para aparearse, saltando fuera del agua y expulsando los productos sexuales en la corriente del río en lugares de tres a cinco m de profundidad. Para Ramos (54), el número de huevos en los ovarios de las hembras va de (31.605-149.890). Macías (38) calcula un promedio de huevos por hembra de 80.000, pero ejemplares de más tamaño ponen hasta un millón de huevos, aunque la mayoría de estos no es fertilizada por los machos o es devorada por numerosos enemigos. Toro (14), estima que una hembra de "bocachico" puede albergar, entre 500.000 y 1.000.000 de huevos potencialmente fertilizables.

Otero et al. (44), vieron que para marzo y abril un buen número de "bocachicos" (P. reticulatus) presentan sus ovarios ocupando la mayor parte del celoma, con abundante irrigación sanguínea. Los testículos han aumentado de tamaño y toman la forma de una lámina tubular gruesa, de color blanco, con abundante irrigación sanguínea, presionados por la vejiga gaseosa y la membrana peritoneal que se ha hecho fuerte y resistente. Cuando levemente se presiona la región abdominal, fluye líquido espermático por

el orificio urogenital. Al comparar los pesos medios de las gónadas, con el peso del "bocachico", se nota que el número de ovocitos depende del peso de los ovarios y éstos están muy relacionados con el peso corporal del pez.

"El período de desove se da en la fase lluviosa, más intensamente en abril, mayo, junio y julio. De agosto a octubre los desoves son menos frecuentes" (44). Ramos (54), recuerda que en biología de pesca se acepta, que generalmente los peces de río solo desovan cuando el nivel de las aguas está en ascenso. Otero et al. (44), investigaron como los cambios de caudal del río se constituyen en un estímulo para el desove. Ramos (op. cit.), indica que en el ovario vacío quedaban luego del desove gran cantidad de huevecillos en las primeras fases del desarrollo. Woynarovich (79), afirma que la temperatura y el alimento son las claves para el desarrollo del ovocito, y que al final la maduración se da con absorción del agua y separación de los huevos de la pared del ovario. Esta fase es gobernada por las hormonas sexuales, los huevos separados caen en la cavidad del ovario y son transportados hacia el orificio sexual de la hembra. Luego se reúnen los dos sexos, los machos siguen a las hembras y éstas ponen los huevos para que los machos eyaculen el esperma y ocurra la fecundación. El desarrollo

embrionario dura de 16 a 18 horas, con parámetros normales de calidad de agua" (44). Dicen Otero et al. (Ibid.) que los huevos presentan una densidad superior a la del agua, son huevos libres que no se adhieren. Son arrastrados por las corrientes, cerca del fondo, si llegan a aguas quietas y permanecen concentrados en un mismo lugar, el desarrollo embrionario se detiene y no ocurre eclosión.

"Las larvas recién nacidas difieren significativamente de los adultos. Ellas no tienen boca, intestino, branquias, vejiga natatoria, aletas desarrolladas ni escamas. Su alimentación se realiza del vitelo por medio de absorción y su respiración por medio de difusión, mientras los capilares de la sangre que cubren el vitelo cumplen esta función" (79). Las larvas recién nacidas nadan verticalmente, después de un día se acuestan en el fondo, necesitando suficiente oxígeno y poco movimiento para que ocurran grandes cambios como son: desarrollo de la boca, branquias, vejiga natatoria, ojos y también crecen en longitud luego nadan y salen a la superficie para tomar aire y llenar la vejiga natatoria; ya pueden nadar como los adultos. Buscan comida lo cual es complicado porque sus órganos sensoriales están faltos de desarrollo y el alimento de las larvas debe tener un tamaño adecuado a su boca. Cuando encuentran alimento apropiado crecen con

rapidez desarrollando las aletas y escamas, y se convierten en peces juveniles (Wojnarovich, 1977). Solano (1973), citado por Otero et al. (44), opina que el saco vitelino se reabsorbe a las 48 horas de la eclosión.

2.5.3. Migración trófica.

Dicen Otero et al. (44), que una vez el "bocachico" (P. reticulatus magdalenae) ha cumplido con el desove, desciende nuevamente a las ciénagas lo que se conoce como migración trófica ("bajanza", "inmigración", "migración descendente"). También agregan que los peces inician la "bajanza" a mediados de abril, y las hembras bajan primero, mientras los machos esperan nuevos acoples, ya que los testículos permanecen con abundante cantidad de líquido espermático. La recaptura de "bocachicos" marcados al inicio de la subienda, que van bajando ahora, les permite afirmar que los peces tienden a regresar a las mismas ciénagas de donde salieron. Los peces capturados en "bajanza" presentan gónadas flácidas, propias de peces desovados, además en los muestreos aparecen las primeras larvas.

Ramos (54), observó que los peces descienden con las crecientes de los ríos debidas al aumento de las lluvias. La merma de la reserva grasa da pie a que los pescadores y

consumidores clasifiquen como no comercial el "bocachico" que está muy próximo a desovar y el que ya lo ha hecho. Inmediatamente después del desove los peces, sobrealimentados por la gran cantidad de nutrientes que encuentran en las ciénagas, comienzan a recuperar rápidamente su estado de carnes. Esto es dicho por Bonetto y Castello (1985) así: "Los peces luego de la "bajanza" entran a los ambientes leníticos de la planicie aluvial para protección y alimentación, y permanecen allí hasta tener el tamaño apropiado para volver al río" (6). Las larvas llegan a la ciénaga a merced de la corriente de los caños, si los caudales de éstos no favorecen su entrada, las larvas nunca llegarán a su interior.

2.6. CARACICULTURA (PROCHILODUS) EN COLOMBIA

Hernandez et al. (32) dicen que el cultivo típico del "bocachico" en Colombia es a densidades bajas, sin suministrar alimento y abonando con grandes cantidades de boñiga sin control; el engorde dura dos años, se cultiva en jagüeyes de gran área, llenados con aguas lluvias. El fin de este tipo de cultivo es de autoconsumo y venta minorista en la misma finca.

Ramos (51), realizó ensayos en zona cafetera, sobre

crecimiento del "bocachico" en estanques con productividad natural sin abonado, sembró peces de 10 cm de Ls. media y 25 g de Wt medio, con densidad de siembra de $0,6 \text{ pez}\cdot\text{m}^{-2}$. Se logró un crecimiento de 2 g/mes, la producción calculada fue de 130 kg/ha.año. Los muestreos fueron mensuales con red de arrastre, a la cual el "bocachico" elude con "astucia".

Ramos y Corredor (58), en estanque con recambio, compararon el efecto de dos abonos orgánicos (gallinaza y porquinaza) en dosis de 1 ton/ha/semana, y en estado fresco. El ensayo duró 125 días, con densidad de siembra de $1 \text{ pez}/\text{m}^2$. Se concluyó que la porquinaza y la gallinaza llevan comida no digerida que es aprovechada por el "bocachico". Se hizo otro ensayo abonando con porquinaza, pero a densidad de $0,5 \text{ pez}/\text{m}^2$, con dosis de 1 ton/ha/semana, durante 166 días. También ensayaron alimentar el "bocachico" con concentrado para gallinas ponedoras, con 21 % mínimo de proteína, en una sola comida diaria al 4% del peso medio individual. La variable usada fue la densidad de $1 \text{ pez}/\text{m}^2$ y $0.5 \text{ pez}/\text{m}^2$. El ensayo duró 182 días, el peletizado durante el transporte y manipuleo se pulveriza en gran parte, quedándose en la superficie del agua al aplicarlo actuando mas como abono que como alimento a ingerir. El concentrado se aprovecha mejor en alta densidad, pero la conversión alimenticia es



muy desfavorable (13,2 para densidad de 0,5 y 10,4 para densidad de 1,0), indicando esto el poco valor nutritivo que tiene para el "bocachico" (P. reticulatus).

Ramos (52), logró una producción de 1.138 kg/ha/año, a densidad de "bocachico" igual a 0,5 pez/m², en policultivo con Tilapia rendalli a la misma densidad que el "bocachico", y fertilizando con estiércol fresco de cerdo (1 Ton./sem./ha). El cultivo duró 20 meses, sembrando animales de 29,9 g de peso, y 10,9 cm de longitud standard; lograndose "bocachicos" de 400 g, a una mortalidad de 14%. Ramos (52), también ensayó un monocultivo de "bocachico" (P. reticulatus) a densidad de 0,1 pez/m², abonando con gallinaza, logrando una producción de 689 kg/ha/año.

Rey (60), cultivó "bocachico" a densidad de 0,3 pez/m², sin recambio de agua, con fertilizante inorgánico 11-53-0 a razón de 6,8 kg de P₂O₅/ha/sem. El disco Secchi se mantuvo entre (15-45) cm. El crecimiento fué de 0,46 g/día, para una producción de 546 kg/ha/año. El ensayo duró 180 días, sembrando animales de 20,3 g; cosechadose a los 116,3 g, con mortalidad de 17,2%. El mismo autor (61), realizó un policultivo con Oreochromis niloticus, sin recambio de agua, a densidades de 1 pez/m² para la "mojarra", y de 0,3 pez/m² para el "bocachico". Se alimentó con engordina de

Purina, al 3% del peso corporal, cinco días a la semana en una ración diaria. El ensayo duró 180 días, con crecimiento ponderado individual del bocachico de 0,52 g/día, teniendo una producción de 531 kg/ha/año de "bocachico", más 4.450 kg/ha/año de "mojarra". La mortalidad del "bocachico" fué del 11,2 %.

Ramos y Corredor (1975), citados por Popma y Lozano (65), encontraron que en monocultivo sin abonamiento, a densidad de 0,1 pez/m², el "bocachico" aumentó su peso promedio a 240 g en 18 meses; pero cuando se asoció con Tilapia rendalli, el "bocachico" aumentó su peso a 676 g en el mismo tiempo. Según Giraldo (1989), la experiencia en policultivo de "bocachico", con "cachama negra" (Colossoma macropomum) y "mojarra plateada" (Oreochromis niloticus), no dió resultados convenientes para su aplicación en estanques convencionales.

Popma y Ramos (48), sembraron bocachicos de 112 g, con productividad natural sin fertilizar, durante 10,5 meses; lograndose una producción neta calculada de 239 kg/ha/10,5 meses a la densidad de 0,2 pez/m², y una producción de 278 kg/ha/10,5 meses para la densidad de 0,1 pez/m². Ramos (53), realizó un experimento sobre el efecto de la "mojarra amarilla" (Petenia kraussii) y Tilapia rendalli, en el

crecimiento del "bocachico", en estanques sin fertilizar, durante 205 días y diseñado así: A: (monocultivo de "bocachico" a densidad de 0,2 pez/m²). B: ("bocachico" más "mojarra amarilla", a igual densidad de 0,2 pez/m²). C: ("bocachico" más Tilapia rendalli, a igual densidad de 0,2 pez/m²). Al final se lograron las siguientes producciones netas: A: (226 kg/ha/205 días), B: (218 kg/ha/205 días, de "bocachico", más 364 kg/ha/205 días, de "mojarra amarilla".) y C: (449 kg/ha/205 días de "bocachico"; más 1.022 kg/ha/205 días de Tilapia rendalli). Ramos y Corredor (57), diseñaron otro ensayo así: A ("bocachico" a 0,1 pez/m², más Tilapia rendalli a 0,25 pez/m², sin abonar; obteniendo una producción neta de "bocachico" de 608 kg/ha/18 meses). B (monocultivo a densidad de 0,1 pez/m² y abonando con gallinaza en dosis de 2.000 kg/ha/mes; produciendo 861 kg/ ha/ 15 meses). C (monocultivo a densidad de 0,1 pez/m² sin fertilizar; teniendo una producción neta de 230 kg/ha/18 meses). D (monocultivo a densidad de 0,1 pez/m², abonando con porquinaza en dosis de 2 Ton/ha/mes; para una producción neta de 671 kg/ha/15 meses).

Ramos y Corredor (56), registran que a densidades entre (1-0,5) pez/m², se necesitan hasta 50 meses para tener "bocachicos" de 500 g, en estanques sin fertilizar. Para

cultivo de "bocachico" más Tilapia rendalli, se requieren 13 meses, sin abonar para lograr "bocachicos" comerciales pero a densidades de (0,2 a 0,1) pez/m². En fin la máxima producción alcanzada en monocultivo, a una relativamente alta densidad es de 1.200 kg/ha/año. En policultivo con Tilapia rendalli, se pueden tener hasta 800 kg/ha/año de "bocachico" a densidad de 0,2 pez/m². También diseñaron otro experimento, con duración de nueve meses y abonando con porquinaza en dosis de 500 kg/ha/semana, así: A(densidad de 0,3 pez/m², peso promedio de siembra de 362,1 g y longitud standard de 23,1 cm), B (a igual densidad que A, peso promedio de siembra de 418 g y longitud standar media de 22.9 cm); se calculó una producción para A de 728 kg/ha/año, y para B de 587 kg/ha/año.

Ramos y corredor (55), con variantes de manejo, así: A (densidad de 0,3 pez/m²; Wt inicial de 23,3 g; Ls de 9,5 cm; abonando con porquinaza en dosis de 500 kg/ha/semana; durante 18 meses) B (densidad de 0,3 pez/m²; Wt y Ls iniciales, iguales que A; abono igual que A; y el mismo tiempo de cultivo que A); obtuvieron una producción de 591 kg/ha/año para A, y 574 kg/ha/año para B. Finalmente dicuten que Parkhurst obtuvo una producción de 592 kg/ha/año con mezcla alimenticia y densidad igual a 0,4 pez/m²; mientras Rodriguez y Col. (1977), tuvieron una

producción de 311 kg/ha/año, a densidad de 0,3 pez/m², abonando semanalmente con boñiga en dosis de 787 kg/ha.

Giraldo (26), sometió "bocachico" a tres dietas artificiales elaboradas con productos agropecuarios y harina de pescado, con contenidos proteínicos aproximados de 23%, 25% y 27%. La densidad de siembre fue constante (0,5 pez/m²). Se abonó cada estanque de 200 m² con 200 kg/mes de boñiga. Los resultados mostraron antieconómicos índices de conversión alimenticia, así: 13,73:1 para la dieta de 25% de p.c.; 14,16:1 para la dieta de 27% de p.c.; 14,77:1 para la dieta de 23% de p.c.; en cuanto a producción se reporta para el estanque testigo 588 kg/ha/año, para el estanque con dieta de 23% de p.c. 1565 kg/ha/año, el estanque con 25% de p.c. 1050 kg/ha/año, y el estanque con 27% de p.c. 900 kg/ha/año. Se concluye que la producción de 1565 kg/ha/año, con dieta del 23% de p.c., se puede considerar buena, porque la literatura del país reporta una máxima producción de 1.238 kg/ha/año, lograda por Ramos y Corredor (1973), suministrando estiércol de cerdo.

De Fex (19), realizó un policultivo de "cachama negra" (Colossoma macropomum), más "mojarra plateada" (Oreochromis niloticus), más "bocachico" (Prochilodus reticulatus

magdalenae), bajo tres densidades de siembra, fertilizando cada 15 días con boñiga en dosis de 1.200 kg/ha, más 50 kg/ha de fertilizante inorgánico 10-30-10; o abonando con 800 kg/ha de gallinaza, más la misma dosis de 10-30-10. Se empleó un alimento con 24% de proteína bruta y 2600 kcal/kg, seis días a la semana con base en el 3% de la biomasa mensual de la "cachama" (C. macropomun). Las densidades de siembra fueron: para "cachama" (1 pez/4 m²), "mojarra plateada" (1 pez/2m²) y "bocachico" (1 pez/10 m²). El factor de conversión fué de 2,1:1. La "cachama" representó más de 70% de la biomasa total, fue la que mejor creció, aunque produce más en monocultivo. El "bocachico" presentó una ganancia media de peso igual a 0,5 g/día (en monocultivo produce 0,9 g/día), y sobrevivencia del 97,5%.

Solano, Gonzales y Otero (73), cultivaron "bocachicos" de 14,3 g de peso y 9,35 cm de longitud total, en monocultivo bajo densidad de 0,3 pez/m² y abonando con estiércol de ganado en dosis de 3000 kg/ha/mes, aplicado semanalmente. También se alimento a diario con mezcla de 50% de Purina de levante y 50% de vísceras de vacuno, suministrada al 5% del peso. Finalmente se calculó una producción de 580 kg/ha/año, y mortalidad del 6%. Ensayaron luego un policultivo de "bocachico" (P. reticulatus), más "dorada" (Brycon moorei) y "mojarra negra" (petenia umbrifera),

durante 12 meses, con densidades de 66 "bocachicos" más 100 "doradas" más 100 "majarras negras", en relación 1:2:2 respectivamente, es decir una densidad total de 2,36 pez/m². Concluyeron que para "bocachico" los policultivos tienen mejor rendimiento que el monocultivo, ya que en policultivo, se logran producciones entre (258-1.480) kg/ha/año de "bocachico", y la producción total del policultivo está de (1.230-4.100) kg/ha/año. En el policultivo con alta densidad de "bocachico", se dió una mortalidad de 40% para "bocachico".

Ariza y Negrete (3), construyeron un criadero comercial de "bocachico" en el valle del río Sinú, en estanque de 4.500 m², el cual se alimentó de agua, por medio de canales, y el drenaje también ocurre por medio de canales, cuando por el canal de toma no corría agua, se usó motobomba; es decir los estanques estuvieron con recambio de agua constante. Se capturaron 48.000 "bocachicos" de diferentes tallas con chinchorro. El estanque no se encaló, se abonó con una mezcla de estiércoles de patos, cerdos, vacas y ovejas. La densidad de siembra fué de 1,12 pez/m², pero debido al canal de toma entraron muchos peces indeseables. Se indica que este ensayo arrojó muy buena utilidad, y se verificó a octubre como el mejor mes para vender. La cosecha empezó al año de la siembra, cubriéndose todos los gastos, y a

partir del segundo año son utilidades. El estanque de engorde requiere tener los peces dos años por lo menos, para que puedan adquirir alto valor comercial. Resulta menos costoso y riesgoso el capturar, comprar y transportar alevinos de cuatro a seis cm, que juveniles mayores de 15 cm.

Vergara (comunicación personal), trabajó comercialmente y con muy buena rentabilidad, en el almacenamiento de "bocachico" en estanques. Compra "bocachico" vivos de talla comercial a los pescadores, en época de "subienda"; vendiéndolos a mejor precio en época de escasez. Solo abona con boñiga, repone a diario el agua por pérdidas en evaporación y filtración, la densidad puede alcanzar a 6 pez/m², pero es muy variable debido a que se compra y vende todo el año. En la "bajanza" compra "bocachico" delgados a bajo precio, para que engorden en el estanque y aumenten de valor. La mejor época de venta es en semana santa.

De Fex et al. (14), dicen que los policultivos de "bocachico" más "mojarra plateada" (O. niloticus), o "bocachico" más "cachama" (C. macropomum), abonando y sin alimentación suplementaria es una alternativa viable para dar mayor rentabilidad al cultivo.

Ramos (1983), citado por Rey (60), dice que las mejores condiciones para cultivo de "bocachico" son: 1. Densidad de alevinos igual a 0,4 pez/m², y longitud total de (8-10)cm. 2. Abonar con estiércol fresco de cerdo (1000 kg/ha/semana). 3. En policultivo con machos de Tilapia rendalli en densidad de (1-0,5) pez/m². El plan Nacional de Investigaciones Pesqueras Acuícolas (PLANIPES), en una reunión en Bogotá (1986), concluyó que la caracicultura en Colombia no ha progresado porque desconocemos las necesidades nutricionales básicas del "bocachico".

2.7. ABONAMIENTO DE ESTANQUES

2.7.1. Abono orgánico (estiércol).

Porras (50), reporta que la mayoría de los excrementos animales contienen N, P, K, así como materia orgánica y elementos de tránsito como Ca, Cu, Zn, Fe y Mg. En acuicultura la utilización del abono orgánico depende del tiempo de radiación solar, del almacenaje a la sombra, del tipo de suelo, de la calidad del agua, de las dimensiones del estanque y de la especie de cultivo. La oxidación en el agua producida por el fertilizante, depende de las condiciones aeróbicas o anaeróbicas, resultando interacciones químicas y biológicas bastante complejas. Por descomposición anaeróbica de la materia orgánica,

resultan productos como el dióxido de carbono, amonio, y sulfuro de hidrógeno; durante la descomposición aeróbica con intervención del oxígeno del agua y la atmósfera, se produce CO_2 , nitratos, nitrógeno y ácido sulfúrico; luego estos productos son utilizados por el fitoplancton, el cual produce oxígeno vía fotosíntesis. El oxígeno que entra al agua, es usado por las bacterias que decomponen al estiércol; como producto final de este ciclo se obtiene proteínas, hidratos de carbono y grasas que entran al ciclo de plantas y animales a través de las cadenas alimenticias. (Anexo 4).

Estevez (23), dice que los grupos planctónicos que resultan estimulados por efecto del abono son los cladóceros, los copépodos, los rotíferos, las algas. La gallinaza y la porcinaza presentan el más alto contenido de nutrientes, mientras la boñiga es inferior en su capacidad para abonar el agua. De todos modos si éste abunda en una finca, o es el único existente, puede utilizarse en piscicultura (Anexo 5).

En Inderena (12), se reporta que la gallinaza es la mejor para producir plancton, ya que en base seca tiene de (15-20) % de proteína, pero consume bastante oxígeno. La porquinaza en base seca tiene de (15-20) % dependiendo de

la alimentación del cerdo, es buena como alimento suplementario. La boñiga por ser el más fibroso es el menos recomendado; se puede usar si no hay otro, pero mezclada con abono químico.

Porras (50), opina que los desechos animales sirven de fertilizantes y también son comidos por los peces, la materia orgánica suspendida, las bacterias la degradan y luego es tomada por el bentos, los nutrientes disueltos ocasionan que florezca el fitoplancton, el cual es consumido por el zooplancton y se desarrollan cadenas aprovechadas luego por los peces. También el estiércol formará detritos que al acumularse en el fondo, producen el reciclaje de nutrientes del estanque. En áreas tropicales debido a mayores cantidades de radiación solar se aconseja distribuir abonos orgánicos. Cuando el fondo del estanque es pobre, en general es recomendable una dosis de 1000 kg/ha/mes, un exceso de estiércol acelera el proceso de oxidación y el contenido de oxígeno se gasta, al principio cerca al fondo, y posteriormente en la superficie (Anexo 6).

Giraldo (27), ha abonado estanques para larvas de "bocachico", ensayando con diversas mezclas entre fertilizantes como urea, 8- 30- 12, boñiga, 18- 46- 0,

gallinaza. Huet (33), opina que el estiércol favorece la multiplicación de los cladóceros, y se debe aplicar en montones o bandas, pero en estanques con suelo virgen y estéril se reparte uniformemente para producir fango coloidal fértil.

Para Hepher (31), el propósito del abono orgánico es estimular el crecimiento de bacterias, para lo cual la partícula debe ser fina coloidal y entonces se distribuya en toda el área, y le deja más espacio de movimiento a la fauna del fondo. Comenta el mismo autor que en días soleados de verano el abono orgánico se descompone rápido y su efecto en el oxígeno ocurre en las primeras 24 horas y como en el día hay suficiente oxígeno, son las horas de la noche en que la DBO a la temperatura ambiente debe ser monitoreada: la DBO se relaciona mucho con la cantidad de materia seca presente. A menor temperatura la DBO es más baja, y la materia orgánica se descompone más lento. La dosis óptima no puede determinarse en el estanque, sino en laboratorio.

Nanne (42) determinó que el abono orgánico actúa de tres formas:

A. Con nitratos y fosfatos para el fitoplancton, que a su vez es consumido por los peces.

B. Otra parte al ser atacada por las bacterias inicia la cadena alimenticia, que produce zooplancton y bentos para los peces.

C. El alimento no digerido es consumido directamente por los peces.

Para Santos; Lovshin y Pretto (69), el estiércol es descompuesto por bacterias que sirven de alimento a infusorios, los cuales a su vez alimentan microcrustáceos, lombrices y larvas de insectos.

Dice Porras (1984) que: "En los sistemas acuáticos se produce una relación de simbiosis entre el desecho orgánico, compuesto por microorganismos, bacterias, hongos, protozoarios, algas y nutrientes con los peces, estableciéndose que los desechos provean de nutrientes básicos para un alto crecimiento de los peces, los cuales consumen a los organismos que crecen en el desecho removiendo y liberando a los nutrientes, que utilizarán los microorganismos para su desarrollo" (49).

Para Porras (50), en resumen los estiércoles incrementan notablemente la producción. La dosis depende de las condiciones abióticas y de la especie. La calidad de agua, la cantidad embalsada, así como la radiación, son factores

básicos en la productividad desarrollada a través de estiércoles. La producción de peces en estanques está basada en la relación autotrófica - fotosintética y heterotrófica. La producción autotrófica está limitada por la energía solar que penetra en el estanque. Las actividades heterotróficas se hallan limitadas por la digestión y el substrato. La actividad heterotrófica es máxima en el fondo, siendo las capas gruesas del estiércol ineficientes para la digestión y con baja producción microbiana. Las temperaturas superiores a 18°C son favorables para el desarrollo del estiércol en estanques. Las condiciones físico-químicas estarán en función de la productividad primaria y la actividad microbiana de oxidación. En la siembra de peces, con abono orgánico es recomendable hacer policultivos.

2.7.2. Abono orgánico (taruya).

Eichhornia crassipes (Mart. 1883) es una hidrófita flotante de la familia Pontederiaceae, reconocida como taruya, buchón de agua, patos, aguapey, camalote. Romero (66), indica que sus sinónimos son Pontederia crassipes (Mart. 1823) y Piaropus crassipes (Raf. 1837). Crece en colonias con flores lilas manchadas de amarillo, se asocia con Eichhornia azurea (SWARTZ) y se diferencia porque E. crassipes tiene dilatados los pecioloos en la base, su tallo

lleva brotes de nuevas plantas y las envolturas florales son enteras. E. azurea no tiene los peciolos dilatados, ni brotes en el tallo y sus envolturas florales tienen los márgenes laciniados.

Para Rodríguez, B. y Rodríguez, G. (64), la "taruya" es importante como lugar de fijación para huevos, larvas, y aún adultos de grupos animales y formas fitoplanctónicas. Se observan huevos de caracol fijados en racimos en las raíces, igual que larvas y adultos de especies de camarón que pasan aca gran parte de su ciclo de vida, desplazándose al bentos cuando llega el fuerte verano. Forma islotes en medio de lagunas y ciénagas favoreciendo la dispersión y distribución de especies icticas, que encuentran en ellos alimento y protección contra depredadores. También contribuye a mantener el agua más transparente, cuando se desee evitar la turbiedad.

Bonetto y Castello (6), dicen que E. crassipes y E. azurea en grandes concentraciones es una maleza acuática que produce trastornos a la producción natural. Estas plantas resultan muy agresivas y terminan por desplazar a las otras en las ciénagas y madrejones; pueden cubrirlos por completo y provocan cambios en el ambiente que afectan las poblaciones de peces, ya que reducen los tenores de oxígeno

disuelto, y si las crecientes no arrastran la "taruya" los peces prácticamente desaparecen. En países como México, China, Rusia; se combate esta maleza con la "carpa herbívora" (Ctenopharyngodon idella). Para Dahl (16), la "taruya" es excesiva, puesto que el animal que da cuenta de ella, el manatí, ha quedado poco menos que exterminado en los sistemas de los ríos Magdalena y Sinú.

Schroeder (1978), citado por, Hepher (31), dice que los peces ingieren partículas de abono; que aunque son de bajo valor nutritivo, contienen bacterias y protozoos de alto valor nutritivo. Así los restos de plantas superiores aumentan en contenido de proteína, porque los microorganismos son desprendidos de las partículas y digeridos por los peces.

Para Boyd (7), los "estiércoles" usados como fertilizantes orgánicos pueden ser de origen animal o residuos de plantas. Los fertilizantes orgánicos tienen bajos niveles de N, P₂O₅ y K₂O: por ello se deben suministrar grandes cantidades, pero con el problema que cuando se descompone produce una demanda de oxígeno que puede agotar el oxígeno disuelto.

2.7.3. Abono inorgánico.

Boyd (7), comenta que el nitrógeno, fósforo y potasio se denominan como nutrientes primarios en los fertilizantes. El grado de un fertilizante, se refiere a los porcentajes por peso de nitrógeno (como N) fósforo (como P_2O_5 , o Pentóxido de fósforo) y potasio (como K_2O o potasa). Los nutrientes primarios son usualmente presentados como compuestos simples, que cuando se disuelven producen iones nitrato, amonio, fosfato y potasio (Anexo 7). Calcio, magnesio y azufre son nutrientes secundarios que se presentan accidentalmente o intencionalmente. También pueden aparecer nutrientes trazas como cobre, zinc, boro, mangnesio, hierro y molibdeno. Si un fertilizante incluye todos los nutrientes primarios se dice que es un fertilizante completo. En ocasiones se añade un relleno para completar la diferencia en peso, y ajustar los porcentajes para tener un grado determinado, consiste en un material inerte o neutralizador como la piedra de cal. Para el uso de estos fertilizantes en piscicultura no es necesario mezclar los ingredientes, ni añadir relleno, a menos que sea un producto comercial con un grado determinado.

2.8. SUSTRATO PARA PERIPHYTON

De acuerdo con Odum (43), el perifiton son organismos tanto

animales como vegetales fijados a los tallos y hojas de plantas enraizadas, o que se adhieren a estos u otras superficies arriba del fondo. Woynarovich (78), recomienda para aumentar en una forma económica la comida natural de los estanques, cortar hierbas con las cuales se hacen atados a gavillas atandolas con cuerdas, luego estos manojos de hierbas se fijan con palos para que queden sumergidos cerca a la orilla del estanque; en estas hierbas descompuestas se desarrollan larvas de insectos y otros invertebrados que sirven de comida a los peces.

Castillo (9), ha empleado sustratos de hojas de palma, que sirven de soporte para algas y bacterias que actuan como biofiltros manteniendo bajos los niveles de nitritos, nitratos y amonio para alevinos y reproductores de mojarra roja. Comenta también que cuando el nitrógeno gaseoso esta sobresaturado puede ocurrir enfermedad de burbuja que se soluciona con sustratos que facilitan la adhesión de algas y soportan una importante fauna bacteriológica como Nitrosomonas y Nitrobacter. Sandor et al. (71), usaron como sustrato pajas secas de arroz, mejorando el crecimiento de alevinos de Prochilodus marggravi. Pozzobon et al. (71), en un estudio preliminar sobre el uso de perifiton para alimentación de larvas de peces iliófagos, emplearon colectores artificiales dispuestos en estanques

para peces, con el fin de atraer perifiton buscando la profundidad y periodos de cosecha óptimos. Una vez colonizado el sustrato se llevaba a las incubadoras para alimentar larvas de Rhinelepis aspera (Loricariidae del Brasil).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DURACION DEL TRABAJO

El primer paso de elaboración del proyecto y recopilación de bibliografía fue entre septiembre de 1990, y enero de 1991. La adecuación y prueba de estanques ocurrió entre enero y marzo de 1991. La impermeabilización de estanques entre abril y mayo de 1991. La maduración de estanques durante junio de 1991. La captura y almacenamiento de juveniles entre abril y junio de 1991. La siembra se realizó en junio 30 de 1991 y se monitorearon parámetros físico-químicos y biométricos hasta febrero 14 de 1992 (230 días).

3.2. AREA DE TRABAJO

El proyecto se llevó a cabo en un terreno de una hectárea perteneciente a Monterrey Forestal, delimitando con cerca de alambre de púas, distante un kilómetro a la cabecera del municipio de Zambrano en el departamento de Bolívar,

Colombia (Figuras 1 a 4). El lugar de trabajo tiene acceso por carretera pavimentada así como por vía fluvial a través del río Magdalena. El municipio, de acuerdo con Jiménez y Soto (35) presenta una ubicación astronómica con las siguientes coordenadas: entre los 09° 02' y 10° 15' de latitud norte y entre los 74° 40' y 75° 30' de longitud oeste. La zona es de relieve plano o ligeramente ondulado, la temperatura media anual es de 28°C, la precipitación promedio de 1.022 mm y está a una altura de 15 m.s.n.m. De acuerdo con HIMAT (1991), la precipitación media anual fue de 1040 mm, precipitación máxima en 24 h de 164 mm y hubo 98 días con lluvia. La temperatura media anual fue de 28°C, la temperatura máxima media de 32°C, la temperatura mínima media de 24°C las temperaturas máxima y mínima absolutas de 40°C y 17°C respectivamente. La humedad relativa media fue del 80%. La insolación media anual de 2666 horas (61%). La zona presentó una evapotranspiración potencial de 1728 mm y radiación solar de 165 kcal/cm²/año.

3.3. ADECUACION DE ESTANQUES

Se trató con estanques nuevos, construidos por la Secretaría de Fomento Agropecuario y Minero de Bolívar. Fueron construidos con tractor de orugas a una profundidad media de 1,3 m y una pendiente del fondo del 1%.

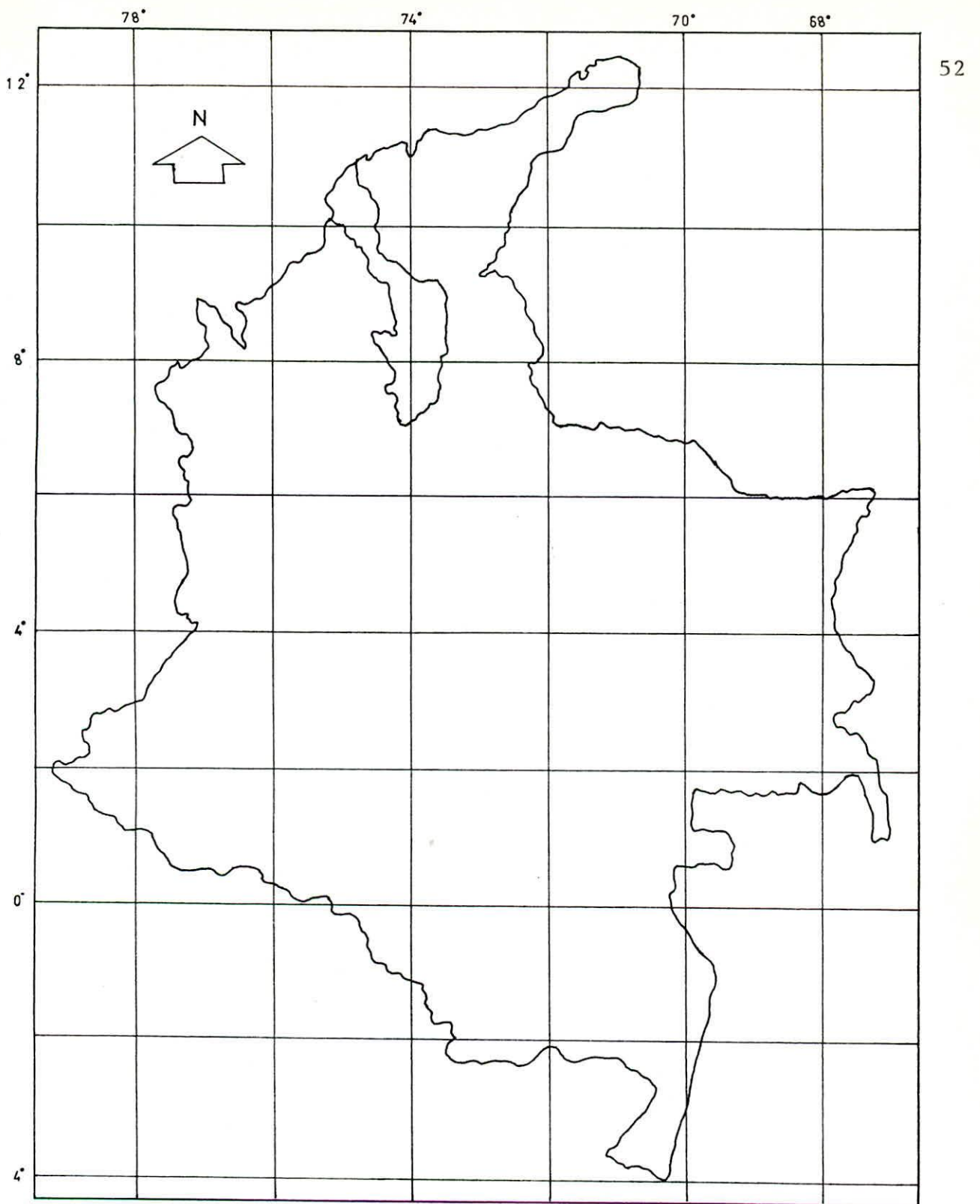


FIGURA 1 : Ubicación del Departamento de Bolívar

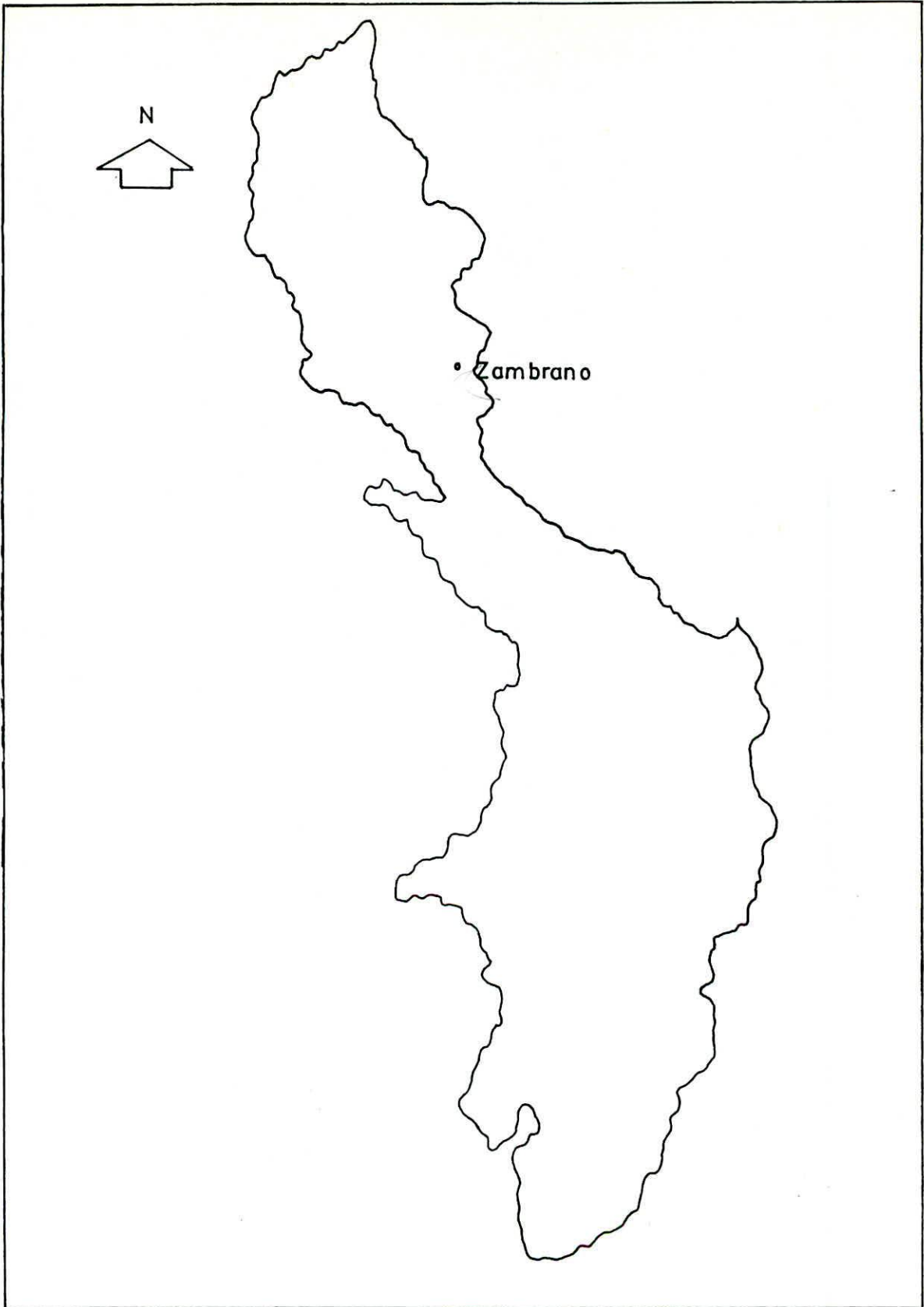


FIGURA 2 : Ubicacion del municipio de Zambrano

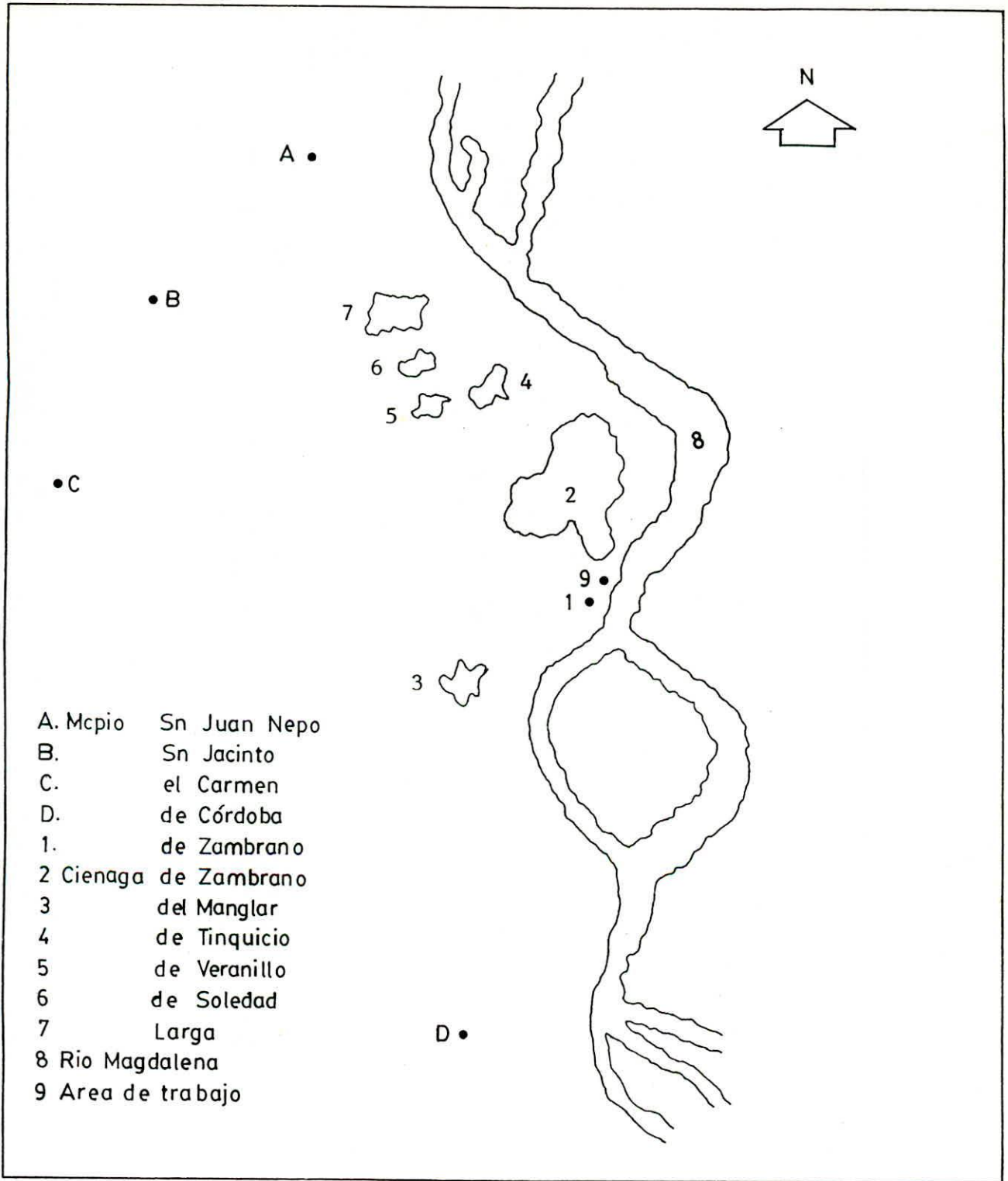


FIGURA 3: Ubicacion del área de trabajo



FIGURA 4. Valla del Proyecto e integrantes del Comité.

Para el diseño se aprovechó el cauce del río Magdalena, que pasa por la zona de los estanques. El agua fue llevada a la cámara de quietamiento por medio de tubería de PVC de 3", empleando una motobomba de 5 H.P. con 3" de succión y 3" de descarga. La tubería entre la cámara de quietamiento y los estanques, así como la tubería de desagüe es de PVC de 4". La longitud de la tubería de bombeo fue muy variable ya que durante la estación seca el río bajó apreciablemente su caudal y la distancia del río a los estanques llegó a un máximo de 85 m, mientras en la estación lluviosa debido al aumento del caudal la distancia disminuyó hasta 25 m (figuras 5 a 7).

Las áreas de los estanques en tierra, en su máximo nivel de espejo de agua son: para E1 1.000 m², en E2 1.285 m², y E3 1.285 m². El recorrido del agua hasta los estanques comienza con un filtro macro en la manguera de succión de la motobomba, luego el agua pasa de la tubería a un filtro de anejo plástico de 1 mm de ojo. El agua pasa a una cámara de quietamiento y distribución construida en cemento, de aca se toma agua para los tres estanques por gravedad y por medio de registros individuales. La entrada y salida del agua estan situadas para todos los estanques en el mismo dique oriental, con el fin de evitar erosión del fondo de los estanques durante el llenado, debido a la pendiente.

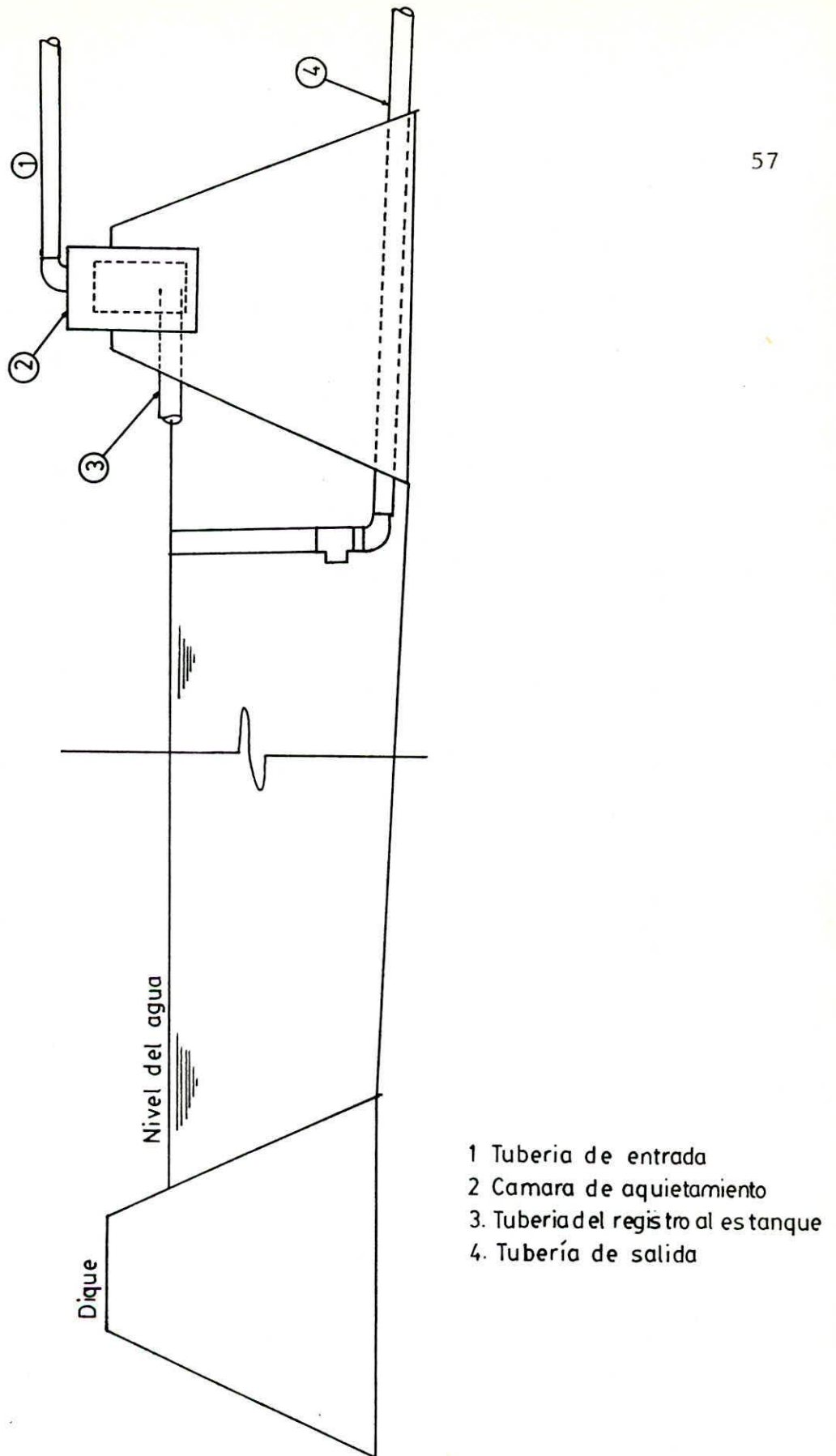


FIGURA 5 : Corte longitudinal de un estanque

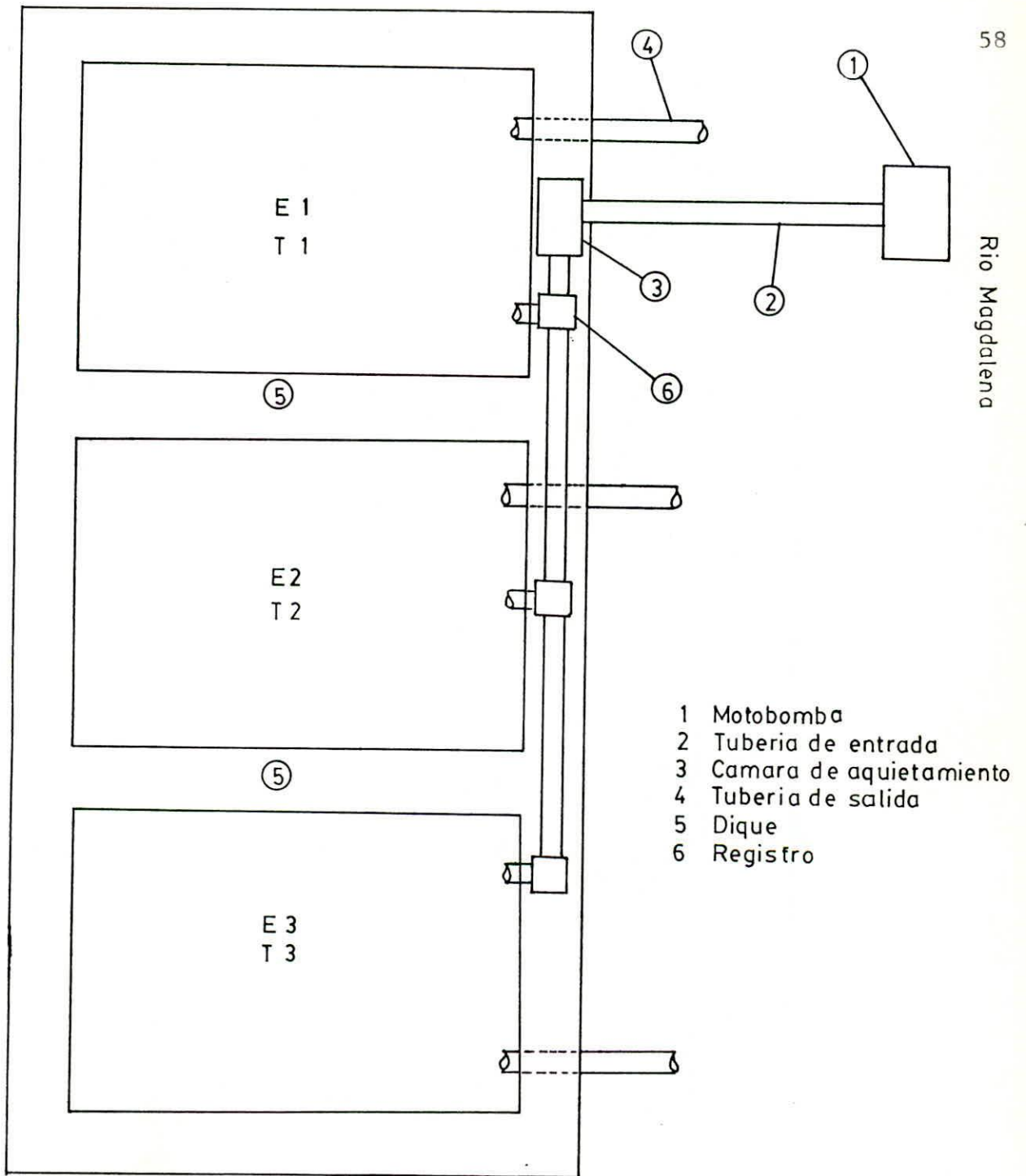


FIGURA 6: Vista superior de la batería de estanques



FIGURA 7. Toma de agua y panorámica de un estanque.

Luego de realizada la primera prueba de llenado de los estanques, se observó que presentaban una altísima tasa de infiltración lo que llevaría el proyecto a un manejo antieconómico por los elevados costos en combustible y aceite para el bombeo. Este terreno presenta suelos con altos porcentajes de arena.

Para evitar pérdidas por filtración, se procedió a impermeabilizar los estanques con una capa de arcilla de (7-10)cm de espesor. Una vez se realizó el anterior procedimiento se regó agua sobre el sello de arcilla y se procedió a la compactación. El movimiento de tierra necesario para esta labor se calculó en 300 m³. Los diques se compactaron con pisones de mano (Figura 8).

Para el monitoreo del comportamiento de los estanques luego de su reparación, se instalaron en cada estanque reglas graduadas para medir las pérdidas diarias, debidas a infiltración y evaporación, así como las ganancias de nivel debidas al bombeo y lluvias. A los diques se les sembró grama para protección contra la erosión, y evitar malezas cercanas a los estanques, también ayuda a disminuir la filtración del agua.



FIGURA 8. Compactación del sello de arcilla.

El mantenimiento incluyó conservar niveles de agua lo más alto posibles, por medio de reposición diaria de agua, ante las altas tasas iniciales de infiltración. Las malezas en los diques se cortaron con machete, y las acuáticas tanto flotantes como emergentes, se sacaron manualmente para evitar su propagación.

Durante 15 días antes de la siembra se abonaron los tres estanques con una mezcla de abono orgánico (boñiga) y fertilizante inorgánico (30-10-5), para producir plancton así como establecer un equilibrio en los factores de calidad de agua.

3.4. CAPTURA, TRANSPORTE Y SIEMBRA

La captura se realizó en el caño de Zambrano, para lo cual se utilizó un chinchorro con el que se barrió varias veces para capturar los 2.500 juveniles a sembrar, más 125 tomados al azar para la biometría inicial. Se transportaron a los estanques en recipientes plásticos sin aireación debido a la cercanía, evitando el contacto directo con las manos y el maltrato. Ya en los estanques se colocaron los tanques plásticos dentro del agua para equilibrar temperatura, mezclando aguas para aclimatar, permitiendo la libre salida de los peces. (Figura 9).



FIGURA 9. Captura y transporte de juveniles.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño completamente aleatorio (DCA), también llamado diseño completamente randomizado, que es un diseño en el cual los tratamientos son asignados completamente al azar a las unidades experimentales o viceversa, Reyes (62). Para este proyecto la unidad experimental fue cada uno de los estanques. Se trataron de mantener lo más constantes posible los diversos factores (variables independientes) que afectan la producción, de manera que el único factor de variación sea el tratamiento objeto de estudio. ✓ Para este proyecto el factor a investigar fue representado por el tipo de abono. Los peces se repartieron en tres grupos para cada uno de los tratamientos, seleccionando las canecas plásticas que los contenían al azar. ✕

En este ensayo no se incluyó tratamiento testigo porque ya se conocen otras investigaciones que demuestran la bondad del abonamiento en estanques, a su vez era muy antieconómico destinar uno de estos estanques de gran área para esperar una muy probable baja producción, al incluir un tratamiento sin abonado. En este diseño la heterogeneidad del suelo de los estanques es mínima, puesto que el área de trabajo presenta un suelo muy uniforme originado a partir de la sedimentación del río, además que

con la reparación de la infiltración con un sello de arcilla, se tiene mayor homogeneidad y poca variación de la fertilidad de los estanques motivado por el tipo de suelo. un factor de variación que no se puede controlar es la capacidad fisiológica de cada pez.

Este ensayo investigó como variable dependiente o criterio básico la producción en cada estanque entendida como aumento de peso. Otras variables dependientes fueron evaluadas para complementar el trabajo y hacer una discusión más estructurada para así lograr conclusiones más ciertas al realizar la prueba de la hipótesis planteada. Igualmente en trabajos de piscicultura es muy difícil el control de todos los factores como son dosis de abonado, tiempo de abonado, calidad de agua de suministro, etc. En este proyecto se reportan varios factores, pero el factor básico o tratamiento se ubicó en el tipo de abono empleado para cada estanque; siendo éste el factor que al variar permitió analizar los resultados experimentales con la observación de las variables dependientes (incremento del peso fundamentalmente). La consideración básica para tener un diseño completamente al azar con una observación por unidad experimental (incremento del peso), es que se pueden representar los datos por el modelo estadístico lineal. El método de análisis de los datos más usado, que surge de

este diseño es el análisis de varianza (ANOVA).

3.5.1. Muestreo.

De acuerdo con Spiegel (75), la muestra deberá ser aleatoria, es decir cada miembro de la población tendrá igual oportunidad de encontrarse en la muestra; así los estadísticos logrados serán más acertados, al igual que los parámetros. Scheffler (70), indica que la muestra debe ser representativa de la población, y se aumenta la probabilidad de obtener una muestra no sesgada si se tiene un método apropiado de selección. Brett (24), opina que en el muestreo se debe evitar prudentemente los factores que inducen, unos índices metabólicos elevados, como la actividad excesiva, el nado obligado, la agresión y la excitabilidad nerviosa.

Las poblaciones para cada tratamiento fueron: en E1 700 "bocachicos", en E2 900 "bocachicos" y E3 900 "bocachicos". El tamaño de la muestra durante los muestreos de julio a noviembre fue entre (4-5)%; los muestreos de diciembre a febrero se incrementaron con porcentajes del (6-8)%.

En los estanques el muestreo de las tres poblaciones se realizó con atarraya de ojo de malla pequeño para reducir la selectividad del arte de pesca. Ante la dificultad de

captura de la muestra con este método, se necesitó bombear agua a los estanques durante el tiempo de pesca, ya que ante las condiciones reofílicas del "bocachico" este tendía a concentrarse cerca a la entrada del agua. La técnica de muestreo empleada fue del tipo sin remplazamiento, ya que los animales capturados se depositaban en un tanque plástico hasta completar el tamaño de muestra deseado. Se decidió realizar muestreos del orden de (4-5)%, debido a que los peces capturados para el ensayo fueron bastante homogéneos, también a la dificultad de captura en los estanques, así como evitarles stress y manipuleo a los peces.

3.5.2. Tratamientos.

Los tratamientos son tres diferentes tipos de abonos. Para E1 se tiene el tratamiento uno (T1) el cual correspondió a un abono orgánico seco de boñiga de ganado vacuno. El T2 para E2 fue una mezcla de boñiga de vacuno seca más "taruya" (Eichhornia sp.), recolectada en el caño de Zambrano, para dejarla secar y envejecer, y luego se desmenuzó manualmente. La mezcla tenía una relación 1:1 en peso, para lo cual se empleó un peso de reloj y sacos (Figura 10). En E3 el T3 se trató de un fertilizante inorgánico de grado 30-10-5, es decir contiene 30% en peso de N, 10% de P₂O₅ y 5% de K₂O. Se pueden presentar



FIGURA 10. Boñiga de vacuno y taruya (Eichhornia crassipes).

nutrientes secundarios o elementos trazas no añadidos con previa intención. Se preparó mezclando 66,6 kg de urea (45% de N); 21,7 kg de triple superfosfato (46% de P_2O_5) y 17,7 kg de cloruro de potasio KCl (42% de K_2O).

T1 y T2 se aplicaron a los estanques de dos formas: de julio a octubre aplicados directamente a los estanques E1 y E2, en montones y bandas regadas por toda la orilla (ambos tratamientos se aplicaron en tamaños de partícula lo más reducidas posibles, para una acción bacteriana más efectiva), con el fin de producir fango coloidal fértil; para la época de noviembre a febrero los tratamientos T1 y T2 se aplicaron a los estanques dentro de sacos con huecos, colocando dos en cada uno de los estanques E1 y E2, dejando un saco a la entrada del agua y el otro en el extremo opuesto del estanque. El abonado con fertilizante inorgánico (T3) se realizó disolviendo previamente en un balde con agua el 30-10-5, y se repartió en forma de zigzag a E3. En cuanto a dosis, no se aplicaron los tratamientos bajo cantidades preestablecidas, ni bajo tiempos periódicamente marcados; el criterio de dosificación fue la medida de la profundidad Secchi tomada a diario y el color del agua.

3.5.3. Densidad de siembra.

La densidad fue constante para los tres tratamientos, e igual a 0,7 pez/m². Se presentó variación de la densidad por mortalidad de "bocachico" y la presencia en los estanques de indeseables abundantes (moluscos, crustáceos y peces).

3.5.4. Sustratos para perifiton.

Se aplicaron manojos de hierbas amarrados, empleando hierbas acuáticas emergentes sin hojas, tallos huecos de gramíneas y otros tipos de malezas como Digitaria sp. de la familia poaceae y Eleocharis sp. de la familia cyperaceae. Los manojos tenían un diámetro medio de 10 cm y una longitud de 50 cm, se amarraron con pita. Debido a que los manojos se secaron al sol por varias semanas para disminuir consumo de oxígeno por degradación en los estanques, su densidad fue menor a la del agua y como no tenían lastres flotaban varias horas antes de ir a fondo por hidratación; debido a la dirección del viento los sustratos se acumularon en algunos lugares imposibilitando una distribución uniforme en el fondo del estanque. También en cada estanque se escogieron y señalaron dos sustratos para monitoreo de fijación y comportamiento (Figura 11).

La primera aplicación de sustratos ocurrió antes de la



FIGURA 11. Sustratos para perifiton y monitoreo.

siembra durante la etapa de maduración de estanques, la segunda y última aplicación ante la degradación de los primeros sustratos se efectuó a los seis meses. La densidad de los sustratos en el fondo de los estanques fue constante y equivalente a 0,3 sustrato/m².

3.6. BIOMETRIA

Se realizaron muestreos a intervalos de 22-46 días, se midió peso total (Wt) en gramos y longitud total en cm, ambas medidas expresadas hasta decimas. La Lt se midió con ictiómetro y el Wt con balanza gramera de dos platos marca OHAUS y máxima capacidad de 2.000g. Los peces se mantuvieron en tanques plásticos durante la toma de datos (Figura 12 y 13). Con estos datos biométricos se calcularon medias que fueron la base de datos para efectuar todos los cálculos básicos del proyecto. Durante las biometrías se realizó una observación externa a los peces muestreados, y revisión de las agallas para detectar ectoparásitos; siendo siempre negativo el resultado.

3.7. CALIDAD DE AGUA

Durante el trabajo de campo se midieron parámetros físico-químicos del agua, tales como: temperatura, oxígeno



FIGURA 12. Equipos de biometría y calidad de agua.



FIGURA 13. Bocachicos.

disuelto, pH, dióxido de carbono, alcalinidad total, dureza total y amonio, con intervalos de tiempo entre 15 y 25 días. Estos análisis se realizaron empleando un kit integral de agua Hach FF2. También se monitoreó diariamente la profundidad Secchi y el nivel del agua.

3.8. CALCULOS Y ESTADISTICAS

3.8.1. Longitud total y peso total.

Los datos biométricos son presentados en tablas de valores medios muestrales, también se tabularon los valores de desviación standard (s) de estos promedios, y sus coeficientes de variación, igualmente se presenta otra tabla con el tamaño de las muestras y el porcentaje de la población de cada estanque. Se realizaron gráficas de crecimiento real en longitud total y en peso total durante el tiempo de cultivo.

3.8.2. Relación Longitud-peso.

Esta relación se estableció aplicando la fórmula de crecimiento alométrico:

$$W_t = a \cdot L_t^b$$

Donde W_t es el peso total del pez en gramos y L_t es la longitud total en centímetros, a y b son el intersepto y la inclinación de la curva respectivamente (b es el

coeficiente de alometría) que se generan cuando se grafican n pares de observaciones (Gonzalez, 1980). A fin de facilitar los análisis la ecuación anterior fue convertida en una ecuación logarítmica lineal:

$$\ln W_t = \ln a + b \ln L_t$$

en este caso se aplicó el método de los mínimos cuadrados para el cálculo de a y b (Sokal y Rohlf, 1980). Según Gonzalez (29), si el crecimiento del pez fuera isométrico y no variase su forma corporal ni su gravedad específica, b sería igual a tres. Sin embargo, en algunas especies las proporciones corporales se modifican a medida que el peso es afectado por la época del año, contenido estomacal, crecimiento, siendo el valor de b mayor o menor de tres, condición descrita como crecimiento alométrico mayorante o minorante, respectivamente.

Se presentan datos de relación longitud-peso durante muestreos, acompañada de coeficientes de correlación (r) de Pearson para cada muestreo. También se graficó estos valores por medio de la expresión final calculada y colocando información de la ecuación de regresión calculada, coeficiente de correlación (r), coeficiente de determinación (r^2), número de pares de datos (n) y verificación de si el valor estimado de (r) es "significativo", es decir, si el valor absoluto de (r) es

mayor o igual que un valor "critico" de (r) indicado en tablas, según grados de libertad y probabilidades de un 5% y de un 1% de que la correlación, aunque "significativa", sea sin embargo consecuencia del azar (Mendo y Wosnitza, 1985).

Se realizó la prueba chi-cuadrado para la bondad de ajuste de la curva teórica con la trayectoria real de los datos longitud-peso, con el fin de corroborar si las expresiones calculadas describen correctamente la relación longitud-peso de cada tratamiento. De acuerdo con Lewis (37), la forma de calcular chi-cuadrado es:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

O_i = valor observado

E_i = Valor esperado

Se rechazará la hipótesis nula (H₀) si:

$$P (X^2 > X_{0.01}^2) \leq 0,01$$

Donde:

X_{0.01}² = valor tabulado para chi-cuadrado

3.8.3. Dinámica de poblaciones.

Se empleó el método integrado de Pauly (1981), para sacar

la información necesaria en el cálculo de la fórmula de crecimiento de Von Bertalanffy (VBGF, 1983).

Luego de construida la gráfica del método de Pauly, e interpolando dentro de la curva, para conocer los datos de tiempo y longitud total a iguales intervalos de tiempo (30 días), se estimaron los valores de los parámetros de crecimiento por medio del método de Ford-Walford introducido por Ford (1933) y Walford (1946). Con los valores de L_T y L_{T+1} , se efectuó una regresión lineal, para calcular los valores de a y b y con ellos se calculan los parámetros L_∞ y k , de acuerdo a Sparre (74) así:

$$L_{T+1} = a + bL_T$$

$$L_\infty = a / (1 - b)$$

$$k = - \ln b$$

Donde L_T y L_{T+1} son las longitudes correspondientes a edades consecutivas separadas por un intervalo de tiempo constante. El valor de t_0 se calculó en forma promediada para cada tratamiento, usando los datos de k y L_∞ del ploteo de Ford-Walford de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$t_0 = t + 1/k \ln [(L_\infty - L_T) / L_\infty]$$

Con los parámetros de crecimiento calculados se establecieron las versiones de la fórmula de crecimiento

VBGF:

$$L_t = L_\alpha (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

donde:

L_α = longitud media que los peces podrían alcanzar en caso de crecer hasta una edad muy avanzada (de hecho, infinita), es conocida como longitud infinita, longitud teórica máxima o longitud asintótica.

K = coeficiente de crecimiento o coeficiente de catabolismo.

t_0 = edad hipotética que el pez debiera haber tenido para que su longitud fuese cero (al momento de nacer el pez ya tiene un largo), generalmente t_0 tiene un valor negativo; en la práctica t_0 puede ser observado como algo artificial, porque el patrón de crecimiento de los adultos no es comparable con el de las edades tempranas (Beventon y Holt, 1957).

L_t = longitud a la edad t .

El crecimiento en peso se calculó de acuerdo con Gulland (30) quien opina que el peso de un pez es aproximadamente proporcional al cubo del largo de donde:

$$W_t = W_\alpha (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

$$W_\alpha = aL_\alpha^b$$

Donde:

W_α = es el peso asintótico que corresponde al largo asintótico L_α . Es un parámetro indicador de la tasa de

anabolismo, la cual presenta variación de acuerdo con la tasa de consumo de alimento.

b= coeficiente de alometría, que idealmente sería igual a tres.

3.8.4. Factor de condición K.

Según Viana y Revollo (77), permite estimar cuantitativamente el grado o estado de bienestar fisiológico del pez, y expresa una proporción de peso-talla, dependiendo de las condiciones ecológicas. Su ecuación se basa en la ley del cubo, que establece teóricamente que el largo aumenta en proporción aritmética y el peso se desarrolla en función del cubo de su longitud.

$$K = (W_T / L_T^3) \times 100$$

W_T = peso total en gramos.

L_T = longitud total en centímetros.

K es una expresión de la forma del cuerpo en razón de que el pez en el transcurso de su ciclo vital, experimenta cambios en el ritmo de crecimiento, que se manifiestan de manera diferente en los tres ejes, por consiguiente K no es un valor constante y gracias a esta particularidad constituye un elemento cuantitativo de estimación de la forma del cuerpo. Hile (1936) emplea el factor K para estimar las diferencias estacionales y regionales en la condición o grado de bienestar de los peces, para

determinar la época de desove, apreciar el estado real de nutrición del soma excluidas la glándulas sexuales, conocer el peso relativo de los peces, o calcular el peso teórico conociendo K y L_t . El valor de K para cuando se trata de individuos pertenecientes a la misma especie, constituye una medida de la condición o estado de nutrición (a mayor K , mejor condición fisiológica), pero cuando se compara con el de otras especies afines o totalmente ajenas, se refiere más bien a la forma del cuerpo.

3.8.5. Producción.

Con la información de W_t de los muestreos, y comparando con el peso inicial promedio, se realizaron tablas de incremento de peso, con esta información se realizaron análisis de varianza (técnica de Fisher a una entrada o modelo I) para diseño completamente randomizado con desigual número de unidades por tratamiento, para cada muestreo con el fin de elaborar conclusiones estadísticas respecto a los tratamientos. Luego que el ANOVA indicó si hay o no diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó una prueba de Duncan, aun cuando la prueba F no sea significativa, esta prueba se conoce también como de t multiple o de student modificada y se realizó con el fin de conocer que tratamiento o tratamientos fueron mejores, o corroborar que no hay diferencias significativas.

3.8.6. Mortalidad e indeseables.

Al final de la toma de datos no era tiempo aún de cosechar, lo que obligó a realizar el siguiente procedimiento para verificar la mortalidad en cada estanque. de E_1 se bombeo el agua a E_2 , los peces se iban recogiendo, contando y almacenando en tanques plásticos con agua. Los peces de E_1 pasaron a E_2 . luego se pasó el agua de E_2 a E_1 y se contaron los peces; por diferencia se halló el número de peces en E_2 . Finalmente se bombeó de E_3 a E_2 , y luego de contar los peces de E_3 se colocaron en E_2 . Los peces indeseables fueron sometidos a biometría, pero no se devolvieron a los estanques. Previamente en E_1 se hizo un corral con el chinchorro para almacenar algunos "bocachicos" (P. reticulatus), que luego fueron colocados en E_2 , para equilibrar las densidades.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. REPARACION DE INFILTRACION EN ESTANQUES

Antes del sello de arcilla de (7-10) cm de espesor, las pérdidas causadas por filtración y evaporación estaban en el rango de (15-25) cm/día, en cada uno de los tres estanques, lo cual impedía mantener un nivel de agua adecuado y los gastos en combustible serían antieconómicos. Las pérdidas máximas por filtración y evaporación en estanques tropicales nuevos con el mínimo porcentaje de arcilla aceptable, son de 5 cm/día.

Al aplicar la capa de material limo-arcilloso, se monitoreó diariamente la tasa de infiltración, para conocer in situ como ocurrió la reducción de las pérdidas. Los descensos (infiltración y evaporación) y aumentos (bombeo y lluvia) diarios de la profundidad del agua (cm/día) en cada estanque para cada mes de cultivo, se grafican a continuación (Figuras 14-19), el nivel cero relativo corresponde al nivel el primer día de la toma de datos

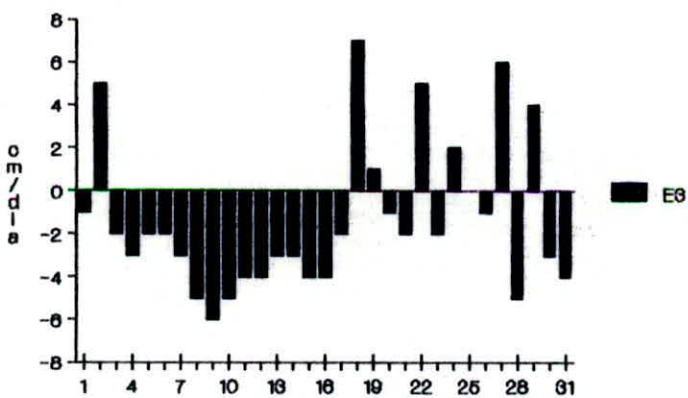
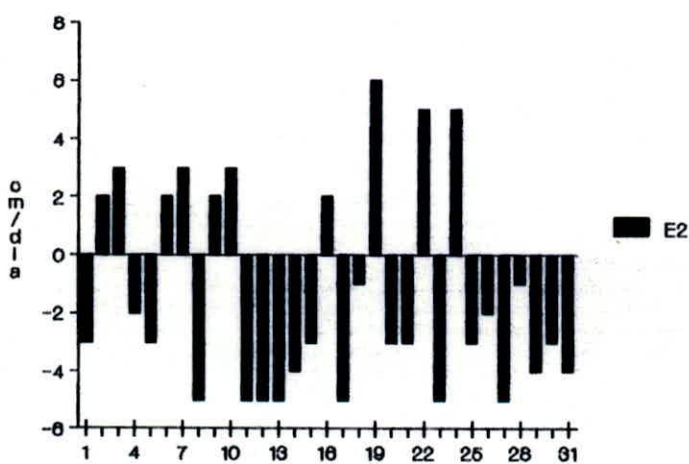
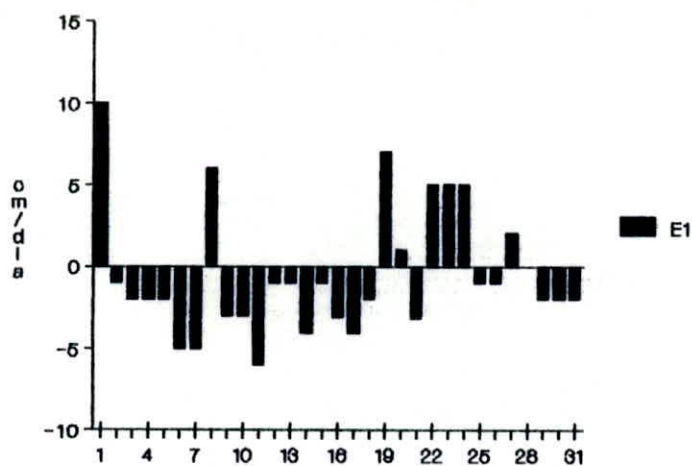


FIGURA 14. Descensos y aumentos de nivel de agua (cm/día) para agosto

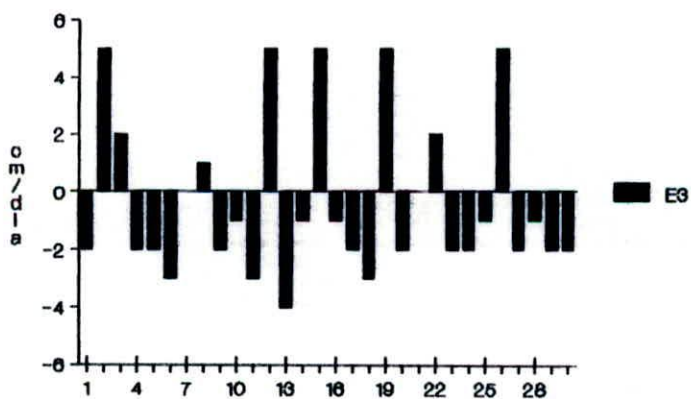
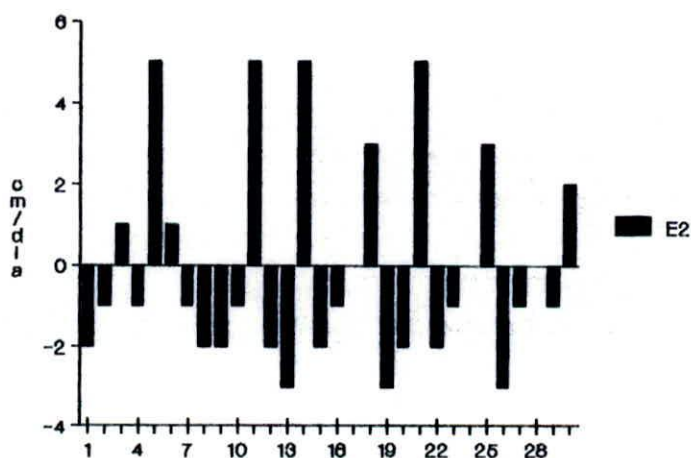
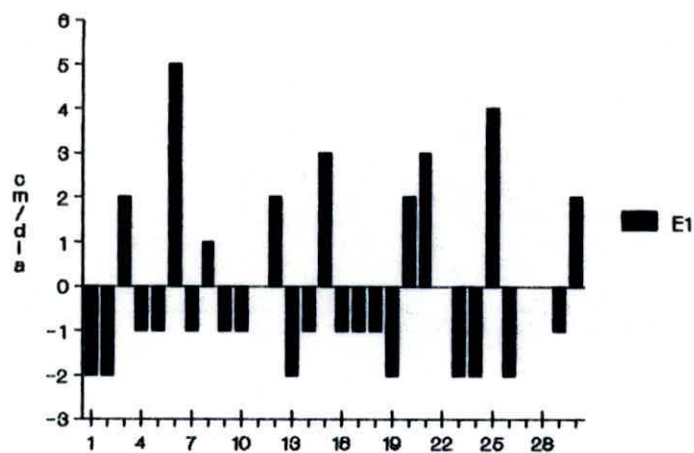


FIGURA 15. Descensos y aumentos de nivel de agua (cm/día) para septiembre

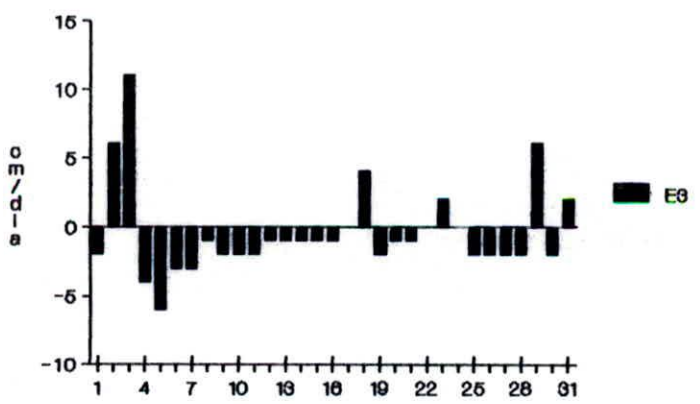
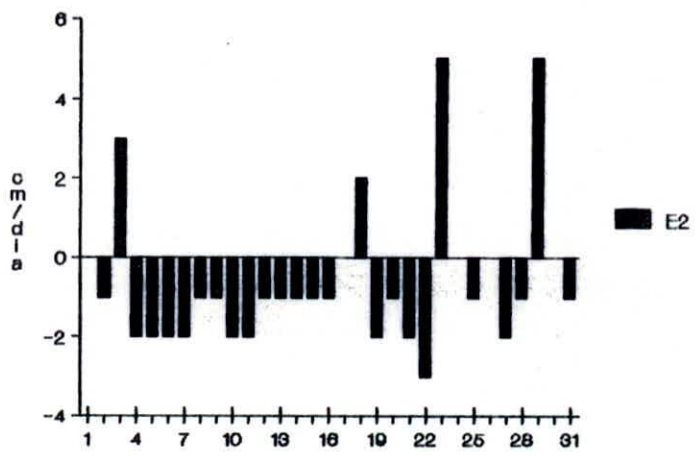
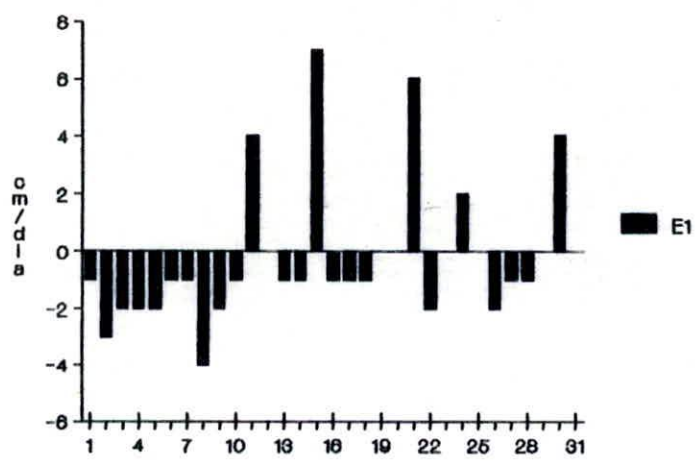


FIGURA 16. Descensos y aumentos de nivel de agua (cm/día) para octubre

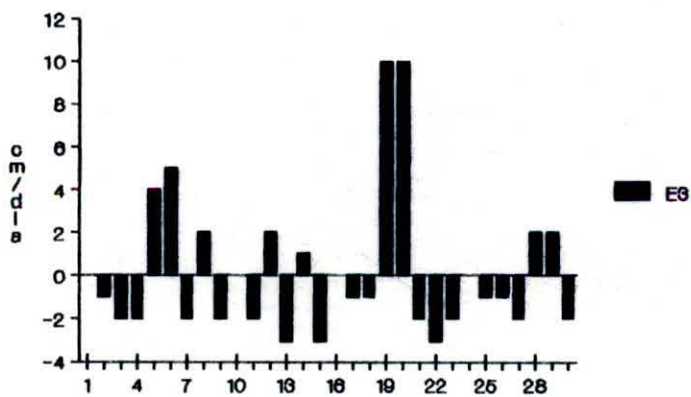
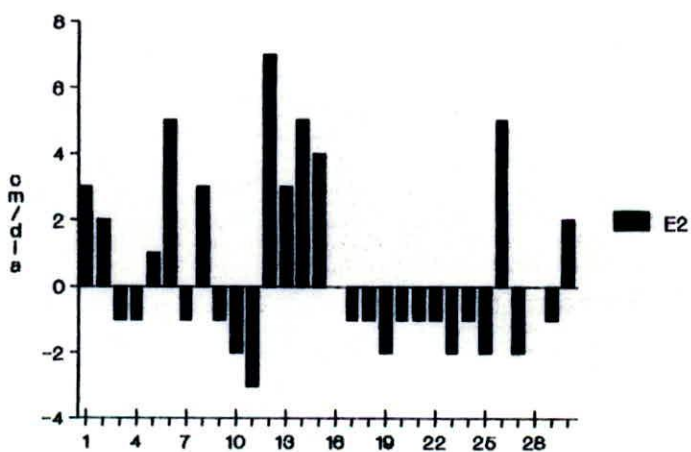
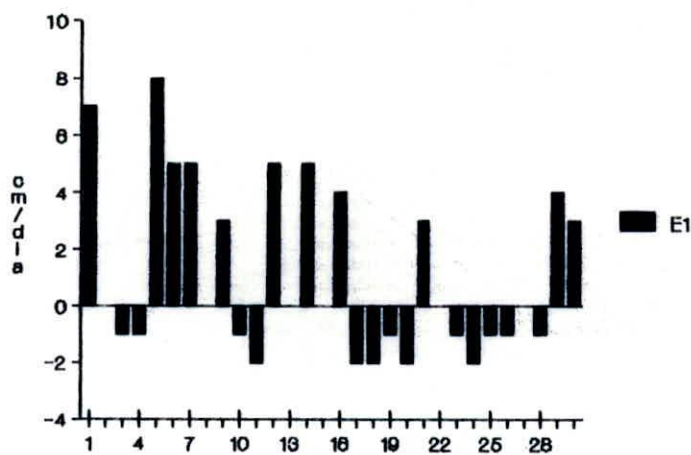


FIGURA 17. Descensos y aumentos de nivel de agua (cm/día) para noviembre

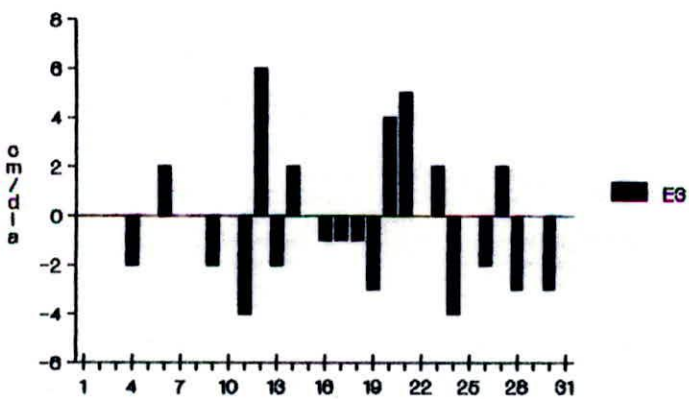
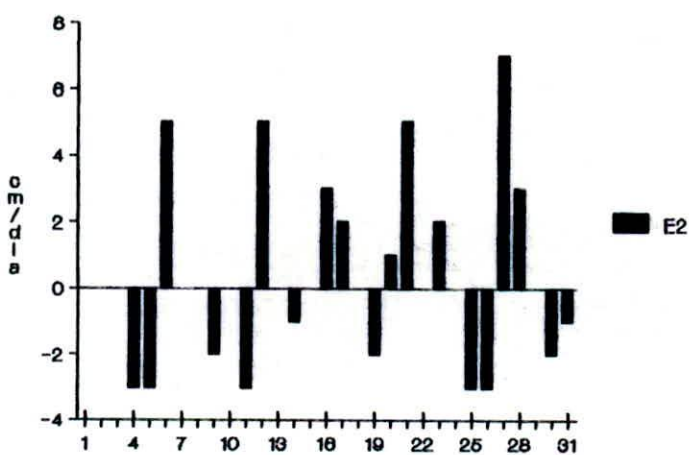
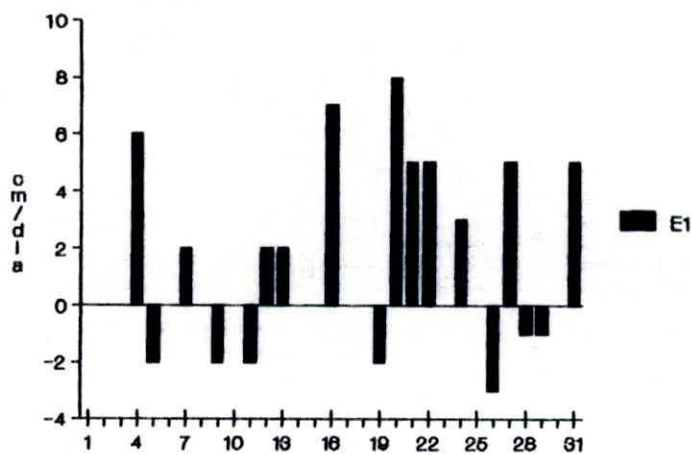


FIGURA 18. Descensos y aumentos de nivel de agua (cm/día) para diciembre

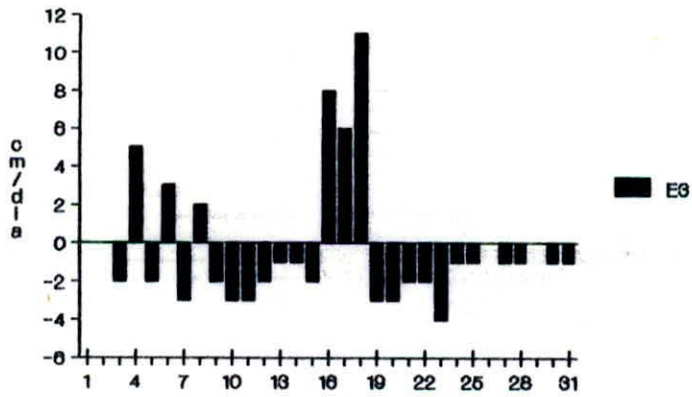
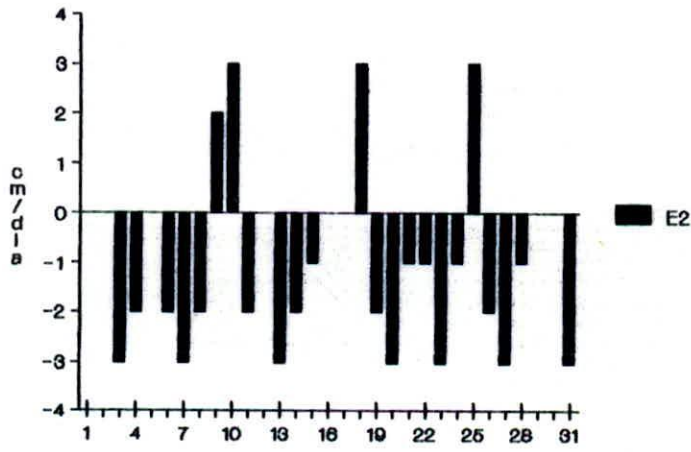
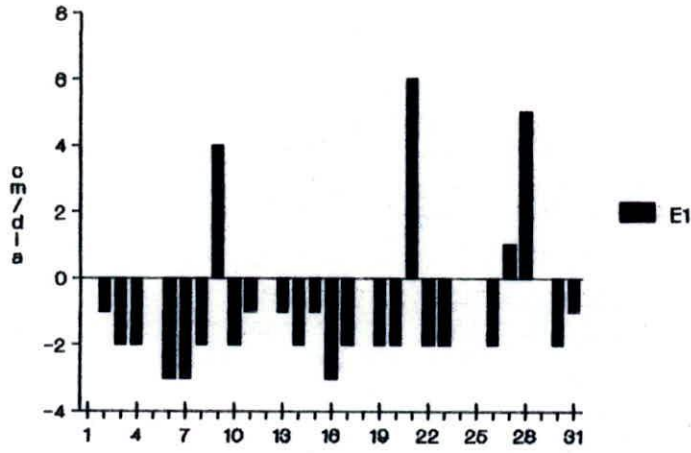


FIGURA 19. Descensos y aumentos de nivel de agua (cm/día) para enero

Los promedios de pérdidas de agua mensual, para el tiempo de cultivo con los estanques reparados se registran a continuación. (Tabla 3).

TABLA 3. Promedio de pérdidas de agua (cm/día) mensual, luego de reparación de estanques con sello de arcilla. Zambrano, Bolívar, Colombia.

Mes	E1	E2	E3
Julio	3,0	3,8	3,6
Agosto	2,5	3,5	3,1
Septiembre	1,6	1,7	2,0
Octubre	1,5	1,5	2,0
Noviembre	1,4	1,4	1,9
Diciembre	1,9	2,3	2,3
Enero	1,9	2,1	2,0
Febrero	1,5	1,5	1,8
Media	1,9	2,2	2,3,

Se nota como los estanques quedaron muy bien reparados ya que los promedios de pérdidas durante el cultivo fueron de (1,9-2,3) cm/día. Para Hepher (31), en regiones tropicales el promedio es 2,5 cm/día. El primer mes de cultivo tiene un promedio de pérdidas mayor, debido a la hidratación y

reacomodo del sedimento, como lo sugieren Padilla et al. (45). Estos mismos opinan que la infiltración también disminuye naturalmente, por la incorporación paulatina de materia orgánica y otros sólidos en suspensión, al sedimento, y por las dosis de fertilizantes y abonos orgánicos. A partir de diciembre se notó un ligero incremento de las pérdidas; lo cual se debió a que se aumentó la profundidad del agua en los estanques, para tratar de llevarla a niveles más apropiados, esto ocasiona que se aumente el grado de infiltración, ya que son directamente proporcionales. De acuerdo con Padilla et al. (45), la tasa de infiltración disminuye al aumentar el espesor de la capa de sedimento; la evaporación representa cerca del 10% del total de la infiltración. La siguiente información (Tabla 4), se dió con el fin de conocer el comportamiento promedio de los tres estanques durante el tiempo de cultivo en cuanto a pérdidas de agua en l/min, lo cual sirve para futuros proyectos en estos estanques, calcular con buena exactitud tiempo de bombeo así como costos por combustible, aceite y mano de obra, permitiendo una planificación más adecuada.

4.2. ABONAMIENTO

Esta sección reporta las dosis de abonos específicos

TABLA 4. Pérdidas medias de agua durante el cultivo.
Zambrano Bolívar, Colombia. 1992

E	Pérdidas (l/min)
E1	13,2
E2	19,6
E3	20,5
$\Sigma = 53,3$	

aplicadas a cada estanque durante el tiempo de cultivo. De la siguiente información (Tabla 5), se observa que las dosis no se aplicaron periódicamente, ni en cantidades constantes, ya que como se informó en el anterior capítulo, el criterio de dosificación empleado fue la visibilidad medida con disco Secchi y el color del agua.

TABLA 5. Dosis de abonamiento mensual (kg) desde maduración hasta final toma de datos (febrero 15 de 1992).
Zambrano Bolívar, Colombia. 1992

Mes	E1	E2	E3
1	80	80	2
2	125	125	0
3	50	50	1
4	0	0	0
5	40	40	1
6	60	60	3
7	120	120	5
8	90	90	4
Media	70	70	2
Σ	565	565	16

Esta información de la tabla 5, es a continuación transformada a unidades standard (kg/ha/mes), para mayor facilidad de comparación y discusión (Tabla 6).

TABLA 6. Dosis de abonamiento (kg/ha/mes) durante cultivo. Zambrano Bolívar, Colombia. 1992.

Mes	E1	E2	E3
1	800	623	16
2	1250	973	0
3	500	389	8
4	0	0	0
5	400	311	8
6	600	467	23
7	1200	934	39
8	900	700	31
Media:	706	550	16

Las dosis durante los primeros cinco meses se aplicarán mensualmente, pero los últimos tres meses y con base en cálculos de producción de un informe previo del proyecto, se decidió, aumentar la frecuencia de distribución de abono a cada 15 días; esto con el fin de estimular la producción primaria y los otros niveles tróficos de una manera mas constante. De acuerdo con Estevez (23), el abono orgánico se debe reducir al menor tamaño de partícula posible para una más efectiva acción bacteriana, por ello se empleó estiércol seco demenzado por las patas del ganado en el establo, y "taruya" seca desmenzada manualmente. Odum

(1967), encontró un incremento del contenido de proteína, cuando la partícula era más vieja y estaba más finamente fragmentada, debido al desarrollo de un microsistema que contiene bacterias, protozoarios y microalgas, elevando el contenido de proteína de 6% al 24% entre el detrito reciente y el descompuesto.

La frecuencia de utilización de abonos orgánicos recomendada es repartir la dosis quincenal en varios días (12). Hepher (31), recomienda usar el abono orgánico frecuentemente para no afectar el nivel de oxígeno, incluso dice que se debe aplicar diariamente. En el proyecto se utilizó una frecuencia de abonamiento mensual y quincenal. En cuanto a la frecuencia de aplicación del abono inorgánico (T3), Huet (33), opina que es mejor aplicar una dosis única, pero Boyd (7), advierte que los largos intervalos y grandes cantidades, son de derroche, porque el fósforo es absorbido por el fango y el nitrógeno se pierde por desnitrificación, Estevez (23), da una frecuencia de (15-20) días.

La forma de aplicación de abonos orgánicos recomendada en Inderena (12), es en montones y no regarlo por todo el estanque; Huet (33), recomienda aplicar los abonos orgánicos en montones o bandas, pero en estanques nuevos se

reparte uniformemente para producir fango coloidal fértil. En cuanto a la forma de aplicar abonos inorgánicos, Hopher (31) recomienda distribuir uniformemente en toda el área; Boyd (7), opina que la aplicación más eficiente es colocarlos sobre plataformas bajo el agua; en Inderena (12) se indica meter el abono en costales dentro del agua y no recomiendan disolver el abono previamente y regarlo; Estevez (23), si piensa que este último método es apropiado para estanques pequeños, por su rápido efecto. El abonamiento de E3 se realizó de la forma propuesta por Estevez con resultados efectivos, ya que las dosis empleadas fueron pequeñas.

El presente trabajo empleó una dosis media de estiércol (T1) de 706 kg/ha/mes. En cuanto a cantidades de abonos orgánicos como vacaza seca (T1), Estevez (23), recomienda de (1.600-3.000) kg/ha/mes; Woynarovich (1979), recomienda cuando no se hace monitoreo diario de oxígeno, emplear dosis de (3000-3600) kg/ha/mes; Porras (50), propone distribuir estos abonos en dosis general de 1000 kg/ha/mes. Solano et al (73), cultivaron "bocachico" (P. reticulatus), a densidad de 0,3 pez/m², abonando con estiércol de ganado en dosis de 3000 kg/ha/mes y empleando alimento suplementario. Rodríguez et al. (1977), en su cultivo de "bocachico" a densidad de 0,3 pez/m², abonaron

con dosis de 3148 kg/ha/mes de boñiga; Giraldo (26), cultivó "bocachico" empleando dietas artificiales y densidad de (0,5 pez/m²), abonando en dosis de 10.000 kg/ha/mes; De Fex (19), empleó en policultivo de "bocachico" más "cachama negra" y "mojarra plateada" 2400 kg/ha/mes de boñiga, mezclada con 100 kg/ha/mes de 10-30-10 y alimentación complementaria con dieta concentrada.

El tratamiento de boñiga más "taruya" (E. crassipes) en relación de peso 1:1 (T2), reportó dosis media de 550 kg/ha/mes, la cual es más baja que el tratamiento T1, esto con el objeto de evitar en este estanque elevadas concentraciones de celulosa, ya que como indica Hefher (31), la vacaza contiene paja, que afecta la concentración de oxígeno, y Huet (33), opina que el fango de buena calidad en el estanque, debe estar compuesto básicamente por restos de plantas superiores y algas que no contengan demasiada celulosa. Una ventaja de E. crassipes es que actúa como abono y como potencial alimento complementario, porque como dice Brett (8), los peces gastan más de la mitad de su ingesta alimenticia en energía, por ello se deben aportar carbohidratos digestibles (no sabemos la capacidad de digestión del "bocachico", ni la calidad del detrito más apropiado para su largo aparato digestivo) de fuentes económicas, los carbohidratos evitan disponer de

proteínas como fuente de energía, aumentando la producción; proporcionan cantidades adecuadas de fibra para que los nutrientes desciendan por el tracto digestivo. El mismo Brett (8), opina que estas "malezas" acuáticas son una posible fuente de carbohidratos, pero presentan el inconveniente de su contenido de fragmentos aromáticos o compuestos fenólicos.

La dosis media mensual de abono inorgánico 30-10-5 (T3), fue de 16 kg/ha/mes, que al discutirla con las dosis recomendadas, resulta baja (la profundidad Secchi media, se mantuvo en límites adecuados). Las dosis medias de fertilizantes comerciales como (10-30-10; 13-26-6; 15-15-15), están en el rango de (20-40) kg/ha. En Alabama de acuerdo con Boyd (7), se emplean 45 kg/ha/mes de 5-20-5, y al sureste de U.S.A. 90 kg/ha/mes de 20-20-5. El mismo Boyd (7), comunica que en Indonesia emplean dosis de 45 kg P_2O_5 /ha/año como superfosfato, y en Europa de (25-30) kg P_2O_5 /ha/año como superfosfato; el fertilizante (T3) del presente trabajo se aplicó en dosis de 19,2 kg P_2O_5 /ha/año como 30-10-5. Según Fleming (1940), las dosis de nitrógeno y fósforo para fitoplacton son (0,9 y 0,12) g/m²/día, en el presente proyecto se aportó 0,016 gN/m²/día y 0,0023 g P/m²/día, sin incluir el fósforo y nitrógeno aportados naturalmente a los estanques, los cuales son elevados, ya

que el agua se toma directamente del río Magdalena, que de acuerdo con Arias (2), presenta eutroficación constante y es rico en nutrientes como sulfatos, nitratos y fosfatos.

Para Huet (33), el abono nitrogenado se debe aplicar combinado con potasio y fósforo, ya que el déficit de fósforo impide el total aprovechamiento del nitrógeno, la relación P:N deberá estar en el rango de (1:4 hasta 1:8). El presente proyecto utilizó en E3 un fertilizante con relación 1:7, que está dentro del intervalo adecuado. Es importante recalcar la bondad del 30-10-5, para estanques nuevos desprovistos de fango coloidal, debido a su alto grado en cuanto a nitrógeno. El porcentaje de abono potásico como K_2O , es el más pequeño, ya que el potasio generalmente está presente en cantidad adecuada en el suelo y el agua. Los abonos orgánicos empleados (T1 y T2), a diferencia de T3, tienen bajos niveles de N, P_2O_5 y K_2O , por ello se deben suministrar grandes cantidades, pero con el inconveniente de la alta demanda de oxígeno disuelto. El pH y la alcalinidad total de E3, no fueron afectados por la úrea empleada en el fertilizante, la cual se constituye en una fuente de ácido.

4.3. DENSIDAD DE SIEMBRA

Se empleó una densidad de siembra de 0,7 pez/m², la cual es considerada alta, para el tipo de cultivo extensivo que se practica actualmente. Se puede decir con base en los investigadores citados (Anexo 8), que es mejor utilizar unas densidades más bajas con el fin de aumentar la producción. Incluso ante la presencia de un número apreciable de indeseables que prosperaron en los estanques, se observó que es apropiado cultivar bocachico en policultivo con otras especies de peces, que aprovechen otros nichos ecológicos presentes en los estanques. Ramos (1983), dice que las mejores condiciones de cultivo de "bocachico" son: densidad de 0,4 pez/m², Lt de (8 a 10) cm, abonar con porquinaza fresca (1000 kg/ha/semana) y policultivo con machos de Tilapia rendalli a densidad de (1-0,5) pez/m².

4.4. SUSTRATO PARA PERIFITON

El resultado de los sustratos fue satisfactorio, ya que cumplió con su cometido, el cual fue básicamente fijar perifiton. Se observó también que los "bocachicos" si aprovecharon este perifiton, puesto que los exteriores de los manojos monitoreados se observaron limpios, mientras

las partes colonizadas interiormente no asequibles a la acción del pez, presentaban fijación de organismos vegetales y animales, y además servían de refugio a larvas de insectos, caracoles y camarones. Castillo (9), opina que los sustratos que soportan algas y bacterias, actúan como biofiltros, manteniendo bajos los niveles de nitritos, nitratos y amonio. La densidad de manojos empleada (0,3 sustrato/m²), y el tiempo de renovación (cada seis meses), no afectaron los niveles adecuados de oxígeno disuelto y del ión amonio. Son más adecuados los manojos de hierbas con tallos duros y de diámetro amplio, para aumentar la superficie de fijación de perifiton; además que tienen mayor duración y menor consumo de oxígeno por degradación. Es conveniente elaborar los sustratos antes de la siembra para tener tiempo de secarlos al sol. Al momento de distribuirlos es más adecuado colocarles algún lastre, o fijarlos con estacas antes del llenado de los estanques, para que queden uniformemente repartidos.

4.5. CALIDAD DE AGUA

4.5.1. Temperaturas del agua y ambiental.

La temperatura media mensual del agua a 30 cm de profundidad fue de 31,5 °C (rango de 28°C- 37°C), la temperatura media ambiental de 30,5 °C (rango de 26°C -

35°C). Debido a que se presentó estratificación térmica de las aguas, es de suponer que los "bocachicos" se mantuvieron a un límite menor promedio mensual, al obtenido en el rango de temperatura superficial. De Fex et al. (14), recomiendan un rango de temperatura de agua para cultivo de "bocachico" de (25-29) °C, lo cual indica que la temperatura promedio a la cual se realizó esta investigación fue un tanto elevada. Sin embargo para Boyd (7), los peces de aguas calientes se pueden cultivar de (25-32) °C, sin olvidar que a mayor temperatura las reacciones químicas y biológicas ocurren más rápido y consumen más oxígeno disuelto.

4.5.2. Oxígeno disuelto.

En esta variable permaneció puesta con mayor ahínco la vigilancia de calidad de agua, debido al hecho de fertilizar con abonos orgánicos, colocar sustratos orgánicos y trabajar con alta densidad; pero la respuesta de este parámetro fue adecuada, puesto que en general el promedio de oxígeno disuelto y el de porcentaje de saturación de oxígeno fueron aceptables y similares para los estanques (Tabla 7).

Se observa como el porcentaje de saturación medio de oxígeno es constante (78%) para los tres tratamientos. El

nivel de oxígeno medio fue muy similar para los tres estanques (5,74-5,79 y 5,81) ppm para (E1-E2-E3). No hubo diferencia marcada de niveles de oxígeno para los tres tratamientos, es decir se comportan similarmente el fertilizante inorgánico (T3) y los abonos orgánicos (T1 y T2), esto debido a las bajas dosis empleadas de estos últimos. Se anota como en horas de la madrugada el nivel más bajo de oxígeno (sin ser crítico, 3,25 ppm), se presentó en E2, esto debido fundamentalmente al consumo adicional de oxígeno por degradación de la "taruya".

TABLA 7. Oxígeno disuelto (ppm) y saturación de oxígeno (%), según temperatura del agua (*). Zambrano Bolívar, Colombia.

Mes/Hora	Oxígeno disuelto (% saturación)		
	E1	E2	E3
Sep.(3-5) a.m.	4,50(60)	3,25(43)	4,00(53)
Sep.(3-5) p.m.	6,77(98)	6,37(91)	7,20(100)
Oct.(9-10) a.m.	4,90(66)	5,90(77)	5,20(69)
Nov.(5-6) p.m.	7,30(100)	7,20(100)	6,75(94)
Dic.(10-11) p.m.	5,37(71)	5,95(78)	5,75(76)
Ene.(10-11) a.m.	6,35(85)	7,17(99)	6,73(93)
Feb.(0-1) a.m.	5,01(66)	4,67(61)	5,10(65)
Media	5,74(78)	5,79(78)	5,81(78)

*. saturación calculada por tabla de Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water (1971) American Public Health Association.

Según Boyd (7), los peces no comen ni crecen cuando las concentraciones de oxígeno disuelto permanecen

continuamente abajo de (4-5) ppm, pero las fluctuaciones diarias tienen poco efecto, a menos que el oxígeno descienda por debajo de (1-2) ppm, temprano en la mañana y aumente cerca del punto de saturación a pocas horas después de la salida del sol. Según Wedler (comunicación personal), una buena calidad de agua deberá tener por lo menos 50% de saturación; una saturación menor de 20% es peligrosa, se recomienda una media de oxígeno disuelto equivalente a 5 ppm. Según Chaparro (comunicación personal), el rango ideal de oxígeno disuelto al comienzo del día deberá estar de (6,5-9,0) ppm, y el rango letal para "bocachico" (P. reticulatus) es entre (0,1-0,5) ppm. Para De Fex et al. (14), el cultivo de "bocachico" idealmente deberá tener una media de oxígeno disuelto mayor a 6 ppm, que está cercano a los valores obtenidos en este proyecto. Porras (50), opina que para estanques con aguas cálidas donde se aplican estiércoles, el oxígeno disuelto deberá tener una concentración mínima de 3 ppm.

4.5.3. pH.

Se mantuvo en límites adecuados, lo cual evitó adicionar cal agrícola u otro tratamiento para corregirlo. Incluso se puede decir que su valor medio mensual permaneció constante para los tres estanques, ya que las variaciones no son muy marcadas (8,0- 8,5- 8,2) para (E1, E2, E3) respectivamente

(Tabla 8).

De Fex et al (14), recomiendan valores de pH entre (7,0-8,5). Boyd (7), piensa que en aguas de alcalinidad total adecuada, el pH no fluctua mucho, siendo al comienzo del día de 7,5-8,0 y en la tarde de 9,0-10,0; recomendando las aguas con pH de 6,5-9,0 al comienzo del día, como adecuadas para producción de peces. El pH en la tarde puede aumentar a valores entre 9,0-10,0, no siendo perjudicial para los peces, si es por corto tiempo. Otros autores plantean los siguientes intervalos: Rubin (67), de 6,5-7,5. Huet (33), de 7,0-8,0. Reichenbach (59) de 6,0-9,0. Flandorffer (3), de 7,5-8,0. Rodier (22), de 6,0-7,2. Viana y Revollo (77), de 6,5-8,5. Wedler (comunicación personal), de 8,0-8,5. En Inderena (12) de 6,5-8,0.

TABLA 8. pH medio mensual.

Mes/Hora	E1	E2	E3
Sep.(12-1) p.m.	8,0	8,4	7,8
Sep.(3-5) p.m.	8,8	8,5	9,0
Oct.(8-9) a.m.	7,8	7,8	8,0
Nov.(5-6) p.m.	7,8	9,3	8,0
Dic.(10-11) a.m.	7,8	9,0	8,3
Ene.(9-10) a.m.	7,8	8,0	7,8
Feb.(3-6) p.m.	8,1	8,3	8,2
X	8,0	8,5	8,2

A continuación se presentan las gráficas de comportamiento diario (24 horas), de los parámetros temperatura del agua, oxígeno disuelto y pH, medidos para los tres estanques (Figura 20).

4.5.4. Dióxido de Carbono (CO₂).

En el presente trabajo las concentraciones medias a diversas horas del día, se presentaron de (20-25) ppm, lo cual indicó, que este parámetro de calidad de agua permaneció en niveles adecuados. Durante el mes de enero se observan los valores más altos, lo cual es debido a que la toma de la muestra se realizó al inicio del día, durante el cual la fotosíntesis esta comenzando, y la tasa de respiración es mayor (Tabla 9).

TABLA 9. Dióxido de Carbono disuelto mensual (ppm).
Zambrano Bolívar, Colombia.

Mes	E1	E2	E3
Sep.	22,4	22,0	16,0
Nov.	15,0	20,4	16,6
Dic.	26,0	16,4	16,4
Ene.	38,1	37,0	34,6
Feb.	24,0	19,0	16,0
Media:	25,1	23,0	19,9

Según Boyd (7), altas concentraciones de CO₂, pueden ser

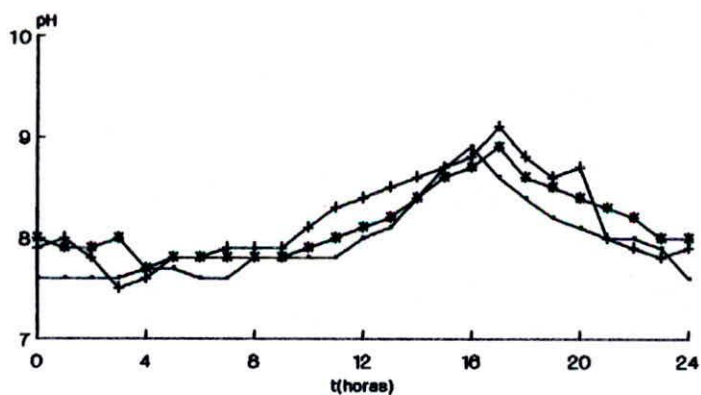
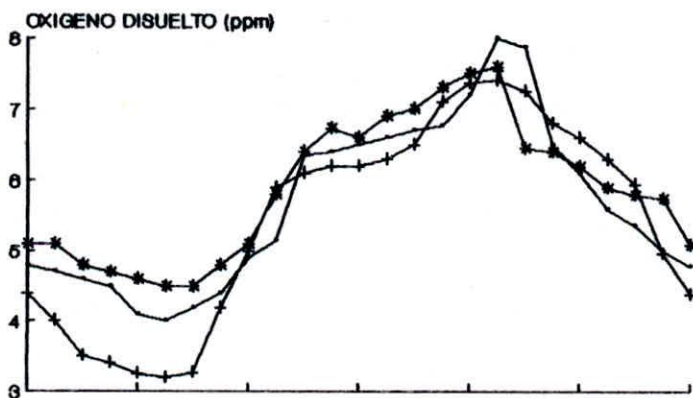
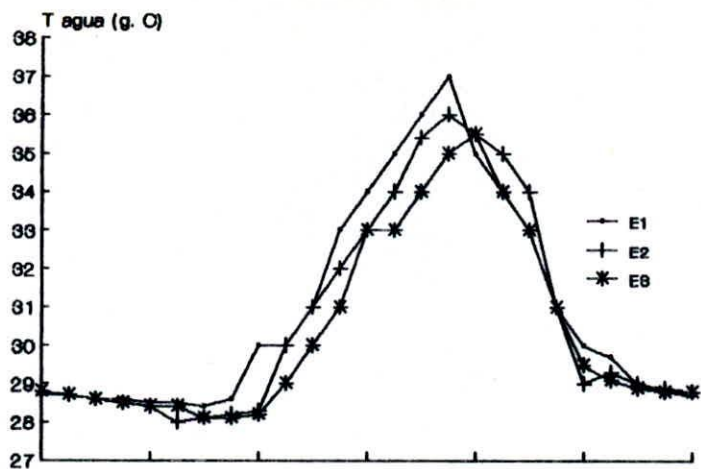


FIGURA 20. Comportamiento diario (24 h.) de factores de calidad de agua

toleradas por los peces, siempre y cuando el oxígeno disuelto sea adecuado. El rango de sobrevivencia va de (5-60) ppm. Para Porras (50), la máxima concentración de CO₂ debe ser 25 ppm.

4.5.5. Alcalinidad total.

Se detectó un rango de valores mensuales medios para los tres estanques entre (70-81) ppm CaCO₃ equivalentes, los cuales están dentro de los valores aceptables para piscicultura aunque sería mejor, valores más elevados (Tabla 10).

TABLA 10. Alcalinidad total mensual (ppm de CaCO₃ equivalentes). Zambrano Bolívar, Colombia.

Mes	E1	E2	E3
Sep.	88	80	70
Nov.	69	38	71
Dic.	87	77	73
Ene.	83	74	73
Feb.	79	79	71
Media:	81	70	72

Porras (50) recomienda una alcalinidad mayor a 25 ppm. Boyd (7), indica que en aguas de alcalinidad total adecuada, el pH no fluctúa mucho. Estevez (23), opina que cuando la alcalinidad es menor a 20 ppm se debe encalar el suelo del estanque. Boyd (*Op. cit.*), dice que aguas con alcalinidad

total menor a 20 ppm, contienen poco CO_2 y no responden a los fertilizantes inorgánicos, aguas de (20-150)ppm tienen adecuado CO_2 para producir plancton; sin embargo el CO_2 es insuficiente en aguas con alcalinidad total mayor a 250 ppm. Las aguas con alcalinidades medias son amortiguadoras contra cambios de pH. Los fangos en estanques con baja alcalinidad total, son ácidos y absorben el fósforo. Para Wedler (comunicación personal), la alcalinidad total mayor a 250 ppm CaCO_3 es óptima, aunque hay buena fertilidad en el rango de (100-250) ppm CaCO_3 .

4.5.6. Dureza total.

Los valores medios mensuales de dureza total obtenidos (Tabla 11) están en el rango de (91-97) ppm CaCO_3 equivalentes, que es similar al rango de alcalinidad total, lo cual es normal.

TABLA 11. Dureza total mensual (ppm de CaCO_3 equivalentes).
Zambrano Bolívar, Colombia.

Mes	E1	E2	E3
Sep.	99	93	101
Oct.	101	124	94
Nov.	87	77	83
Dic.	100	79	89
Ene.	95	82	89
Feb.	97	96	92
Media:	97	92	91

De Fex et al (14) recomiendan para cultivo de "bocachico" dureza de (95-200) ppm. Porras (50), opina que la dureza mínima debe ser 20 ppm. Boyd (7), discute que aguas con alcalinidad total alta y con dureza total baja, pueden tener valores de pH alto peligrosos, si el fitoplancton aumenta rápido; se recomienda un intervalo de dureza de (20-300) ppm CaCO_3 equivalente. De acuerdo con Chaparro (com. personal), una dureza alta es adecuada en engorde porque hay calcio para el esqueleto, pero si es muy elevada ocurren problemas osmóticos y de cálculos renales.

4.5.7. Amonio.

Las concentraciones de amonio generalmente aceptadas van de (0,3-1,0) ppm. en el presente trabajo estuvieron en el rango de (0,5-1,0) ppm lo cual es normal, sin embargo los promedios finales que se presentaron de (0,71-0,82) ppm, para los tres estanques curiosamente dan el valor más alto a E3 (Tabla 12), cuando se podría pensar que era más esperado lo contrario, ya que a E1 y E2 les fueron aplicados abonos orgánicos. Esto posiblemente se explica en el hecho que la acción bacteriana en los cambios a nitritos y nitratos fue efectiva, así como su asimilación por el fitoplancton. Además en una ocasión que se midió la concentración de nitritos esta fue menor a 0,5 ppm para los tres estanques, que es una cantidad adecuada y ayuda a

corroborar lo anteriormente dicho.

TABLA 12. Ión amonio (ppm) mensual. Zambrano Bolívar, Colombia. 1992

Mes	E1	E2	E3
Sep.	0,90	0,80	1,00
Oct.	0,70	0,85	0,80
Nov.	0,50	0,60	0,70
Dic.	0,86	0,67	0,78
Feb.	0,70	0,62	0,80
Media:	0,73	0,71	0,82

Según Reichenbach (90), con pH hasta 7 se transforma la totalidad del amoniaco (NH_3) en la base amónica no tóxica en corto tiempo, pero si aumenta el pH, permanece gran parte del amoniaco tóxico sin disociar. Es muy recomendable determinar el amonio paralelo al pH. Para Boyd (7), los niveles tóxicos de amoniaco en exposición corta van de (0,2-2,0) ppm. En Aquamerck (1), se reporta que hay peligro cuando las concentraciones de nitritos son superiores a 1 ppm, al igual cuando los nitratos sobrepasan 100 ppm. De Fex et al. (14), anotan que en sus investigaciones con "bocachico", el amonio llegó hasta 3 ppm; lo cual indica gran resistencia del bocachico a altas concentraciones de amonio.

4.5.8. Profundidad Secchi.

Este parámetro se midió a diario durante el tiempo de cultivo, excepto para los primeros 15 días (en los cuales se produjo turbidez por arcilla debida al primer llenado), es decir durante 215 días, tomando el dato a las 8 a.m. La profundidad Secchi fue la variable dependiente que más se consultó para ajustar las épocas en las cuales se debía suministrar dosis de cada uno de los tratamientos a los estanques (Tabla 13).

TABLA 13. Profundidad Secchi promedio mensual (cm)
Zambrano Bolívar, Colombia.

Mes	E1	E2	E3
Jul.	31	48	33
Ago.	34	37	31
Sep.	20	21	21
Oct.	22	20	20
Nov.	22	19	21
Dic.	19	19	25
Ene.	20	19	21
Feb.	20	19	20
Media	24	25	24

Estevez (23), opina que el disco Secchi mide la cantidad de plancton existente y el rango aceptable va de (30-40) cm. Boyd (7), indica que se debe tener cuidado de medir la turbidez producida por el plancton y no por la parte inorgánica del seston; al respecto se hace mención que los

estanques del proyecto presentaron la mayor parte del tiempo colores de amarillo-verdoso a verde que estan relacionados con aguas de adecuada producción de fitoplancton. En ningún momento se presentaron florecimientos de fitoplancton peligrosos, ni altas mortalidades repentinas.

Boyd (7), también opina que el mejor medio práctico para estimar la abundancia del plancton en estanques sin mucha turbidez por arcilla es la profundidad Secchi, ya que hay una alta correlación entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton; una rango de (30-60) cm de visibilidad es adecuado para una buena producción y evitar problemas de oxígeno disuelto y de macrófitas acuáticas. Este mismo investigador dice que la fertilización deberá ser frenada cuando los florecimientos de plancton son muy densos y el disco Secchi presente lecturas menores a 25 cm. En este trabajo teniendo en cuenta las características tróficas de la especie cultivada y con base en la información del De Fex et al. (14), los cuales opinan que el "bocachico" tolera positivamente rangos de visibilidad de (15-30) cm, no se detuvo el abonamiento cuando el disco marcó menos de 25 cm; incluso se llegó a valores medios mensuales de 19 cm, respaldando además esta práctica los hechos de que los otros parámetros de calidad de agua

permitían estas visibilidades sin problemas y la búsqueda de aumentar la productividad de los estanques.

Los valores promedios totales indicaron que en realidad, la profundidad Secchi se mantuvo en valores medios prácticamente iguales para los tres estanques, especialmente a partir de septiembre, lo cual es una situación muy favorable para los propósitos de este trabajo, porque permitió analizar con menos ruidos la bondad de los tratamientos (tipos de abono), en la producción lograda de "bocachico" (*P. reticulatus magdalenae*), ya que a pesar que las dosificaciones de los abonos fueron muy variables, debido a las diferencias entre los tipos de abonos, no se presentaron sesgos notables que fuesen a estimular notoriamente más o menos a la visibilidad de un estanque que de algún otro, y entonces la calidad del abono se vió mejor reflejada en la forma como favorece o no la producción de carne, pero bajo condiciones similares con los otros abonos en cuanto a dosis y frecuencias de abonamiento. Las siguientes figuras muestran el comportamiento individual de los estanques en cuanto a profundidad Secchi (Figuras 21, 22, 23).

4.5.9. Profundidad del agua.

Se empleó una profundidad media para los tres estanques de

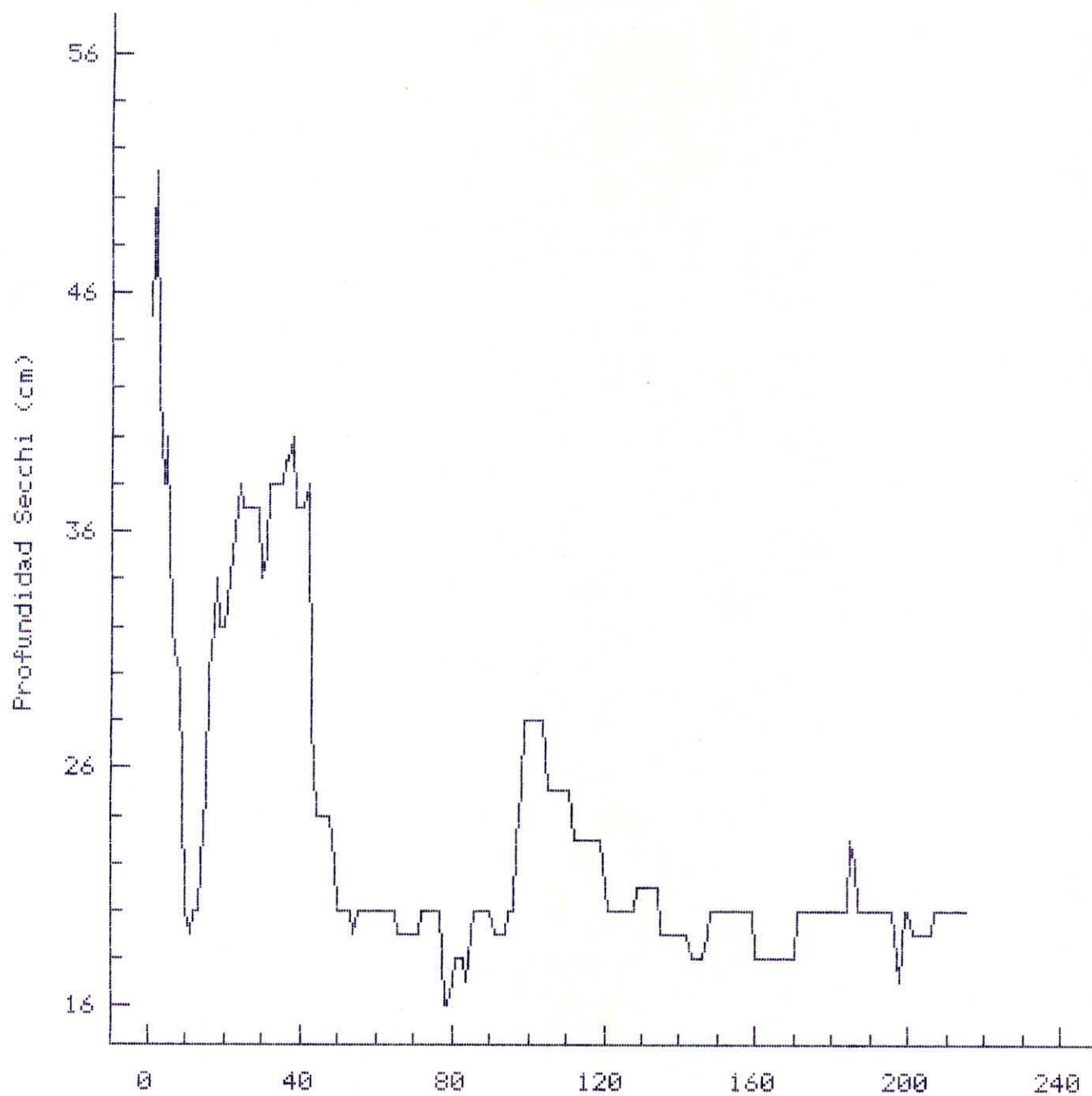


FIGURA 21. Profundidad Secchi Diaria
(8:00 a.m.) Jul.15/91-Feb.15/92 para E1

Tiempo (Dias)

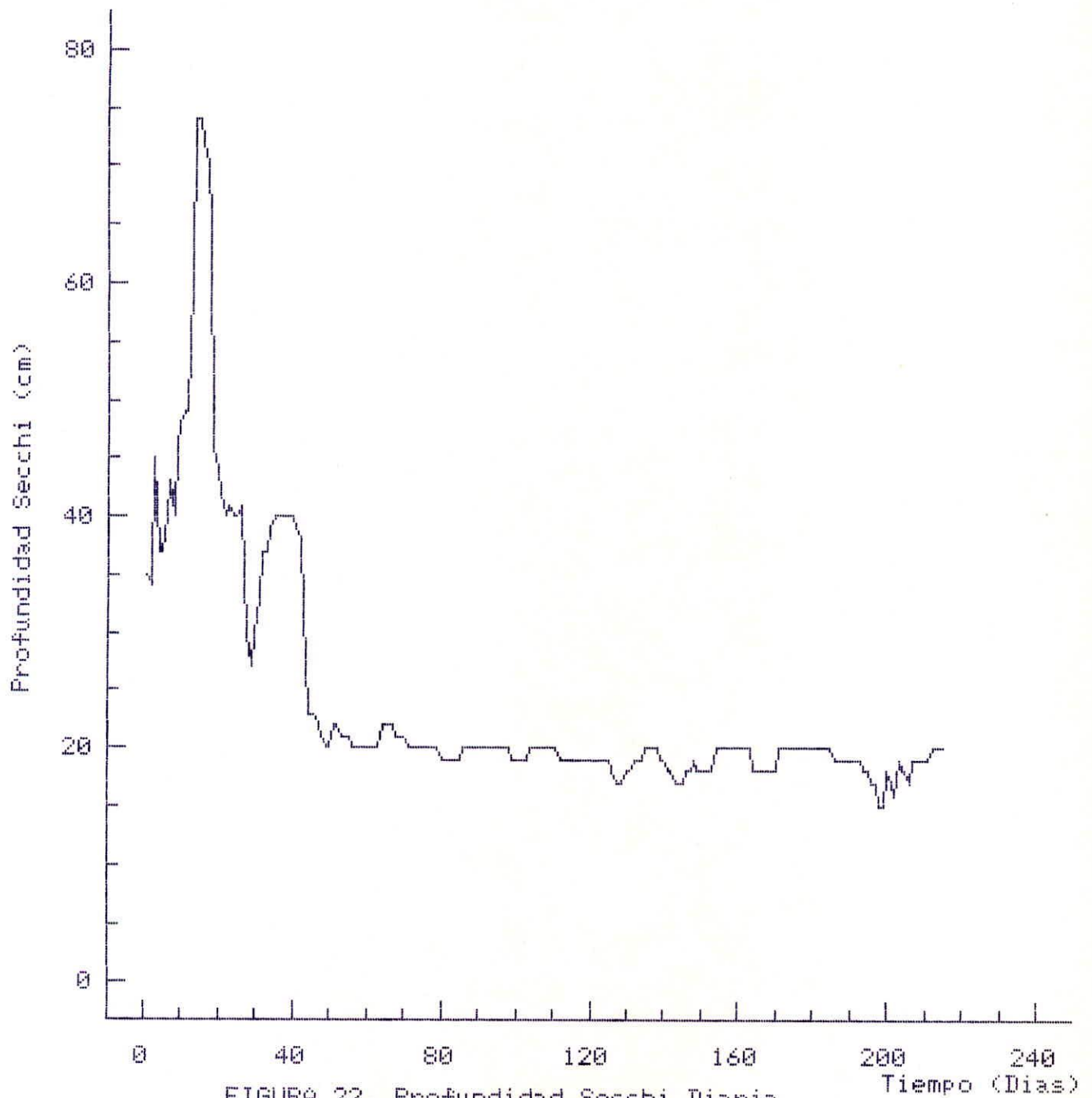


FIGURA 22. Profundidad Secchi Diaria

(8:00 a.m.) Jul.15/91-Feb.15/92 para E2

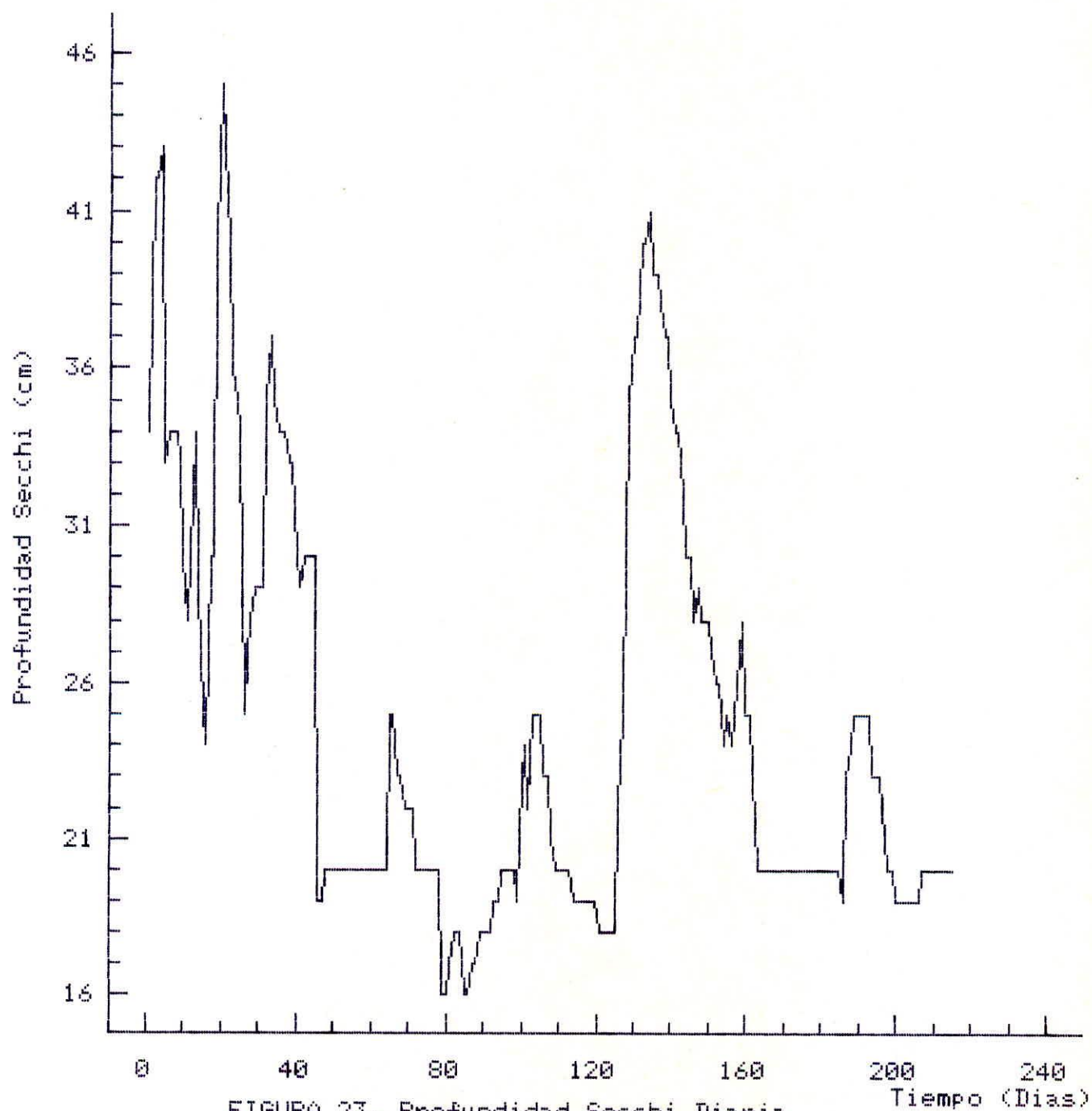


FIGURA 23. Profundidad Secchi Diaria

(8:00 a.m.) Jul.15/91-Jul.15/92 para E3

70 cm. Hopher (31), recomienda profundidad media de (80-100) cm, con el fin de tener una mayor relación superficie/volumen, y evitar fuertes fluctuaciones diarias de temperatura, así como disminuir el efecto de la dilución de metabolitos. Las razones de la baja profundidad empleada en el presente trabajo, fueron las tasas elevadas de infiltración en los estanques al utilizar altos niveles de agua, y por otro lado el incremento de costos de producción por combustible y lubricante para bombeo, que no se justifican ante la baja rentabilidad de este tipo extensivo de piscicultura.

4.6. CALCULOS Y ESTADISTICAS

4.6.1. Longitud total y peso total.

Los valores medios de longitud total (Lt) y peso total (Wt) para la siembra fueron los mismos para los tres tratamientos. Ramos (60), recomienda sembrar "bocachicos" de (8-10) cm de Lt; el mismo Ramos (51), sembró animales de 10 cm de Ls y 20 g de Wt. Solano (73), empleó para siembra 9,4 de Lt y 14,3 g de Wt, mientras para este trabajo se utilizó 11,8 cm de Lt y 11,68 de Wt, lo cual indica la mala condición de los "bocachicos" capturados del medio natural.

De la tabla 15, se puede anotar que los muestreos presentaron poca dispersión en Lt para las tres poblaciones y por ello se pueden asumir como homogéneas en Lt. El Wt presentó mayor dispersión y con desviaciones más variables a través del tiempo, con excepción de E3. En general se puede calificar a las poblaciones como homogéneas, especialmente en cuanto a Lt. Para mayor seguridad acerca de la homogeneidad de las poblaciones se realizaron cálculos del coeficiente de variación (CV) (tabla 16), el cual da una idea del grado de error que no se pudo controlar; cuando el CV es superior al 30%, hay duda en el ensayo. Los CV obtenidos para peso total nos indican que hay confianza en los datos ya que el grado de error es aceptable, especialmente en los últimos muestreos y específicamente mejor para E3, en general para trabajos con animales los CV suelen ser altos.

TABLA 14. Datos medios de Lt (cm) y Wt (g) en "bocachico" Zambrano Bolívar, Colombia.

Fecha	E1		E2		E3	
	Lt	Wt	Lt	Wt	Lt	Wt
Jun 30	11,8	11,6	11,8	11,6	11,8	11,6
Ago 14	14,7	33,7	14,3	31,0	14,8	36,3
Sep 17	15,6	41,3	14,9	34,0	16,4	48,0
Oct 23	16,6	47,9	16,1	42,8	17,0	51,6
Nov 18	17,0	52,2	17,0	52,2	17,3	53,8
Dic 10	17,7	57,6	18,1	59,0	18,5	61,5
Ene 12	18,9	69,5	19,5	71,5	20,3	73,6
Feb 14	20,4	79,1	21,0	81,9	23,0	87,7
Incremento	8,6	67,5	9,2	70,3	11,2	76,1

TABLA 15. Desviación standard (s) durante muestreos de "bocachico". Zambrano Bolívar, Colombia.

Fecha	E1		E2		E3	
	Lt	Wt	Lt	Wt	Lt	Wt
Jun 30	1,0	3,9	1,0	3,9	1,0	3,9
Ago 14	0,9	5,9	1,1	8,6	1,0	6,7
Sep 17	1,3	12,0	1,5	11,8	1,1	9,8
Oct 23	1,1	11,0	1,2	8,2	0,9	7,7
Nov 18	1,5	12,7	1,5	12,3	0,9	7,6
Dic 10	0,7	4,9	0,7	4,0	0,8	6,7
Ene 12	0,9	6,2	1,0	5,6	0,9	3,7
Feb 14	0,9	4,7	1,2	4,2	1,5	5,9
Media:	1.0	7.7	1.2	7.3	1.0	6.5

Las gráficas de crecimiento en longitud y peso (Figuras 24 y 25), permiten conocer como E3 siempre fue superior a E1 y E2 en Lt y Wt. Durante los primeros 142 días de cultivo E1 superó a E2 en cuanto a Lt y Wt. Para los últimos 88 días E2 fue mejor que E1, en crecimiento de Lt y Wt.

4.6.2. Relación longitud-peso.

Las fórmulas de crecimiento alométrico calculadas permitieron diferenciar las tres poblaciones de "bocachico" bajo tratamiento. La característica general en los tres estanques respecto al coeficiente de alometría (b), fue un incremento rápido para el primer muestreo luego de la siembra, el cual se debió a que los animales sacados del medio natural estaban bajo fuertes condiciones de estrés

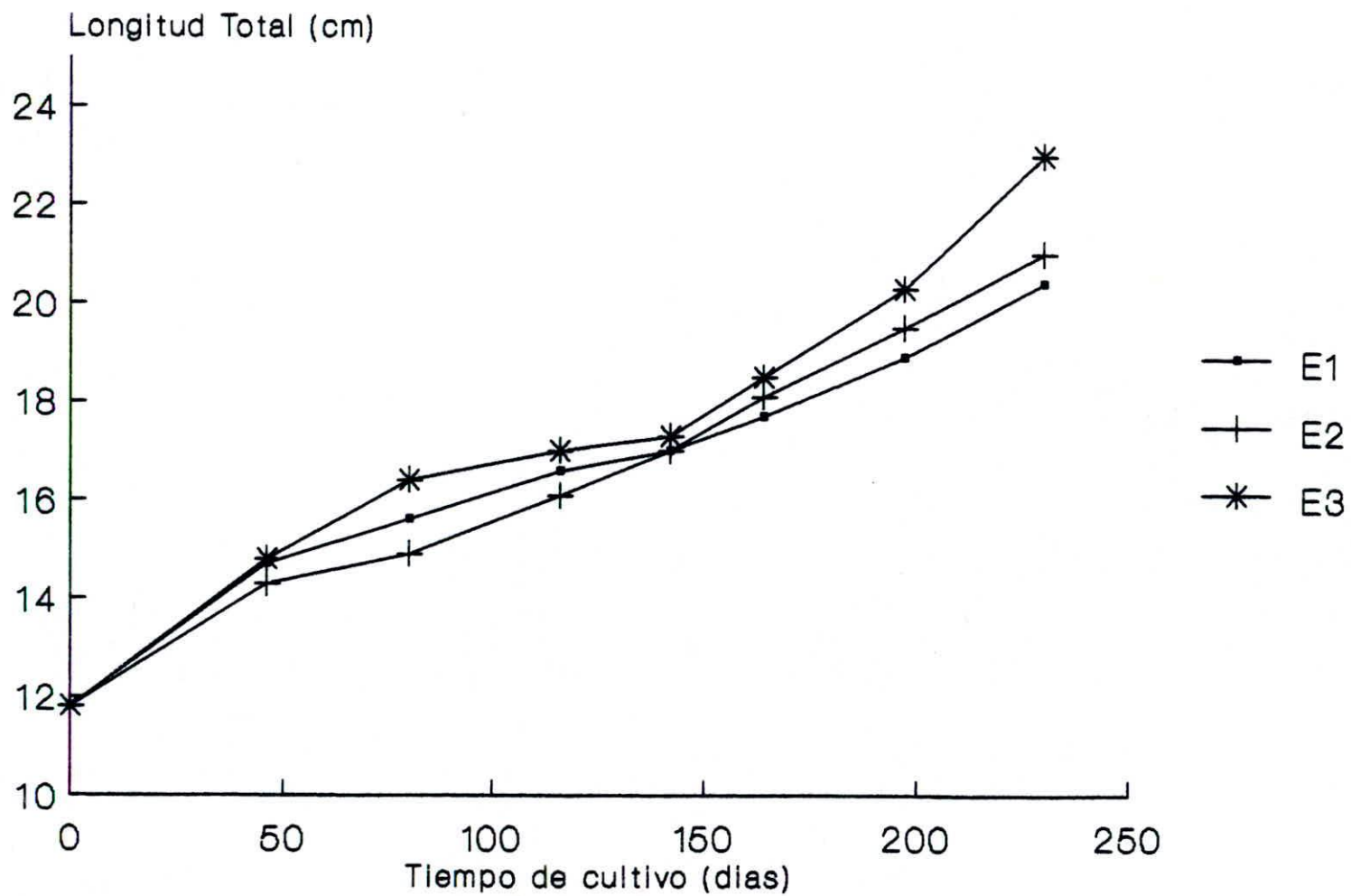


FIGURA 24. Crecimiento real promedio en Longitud Total

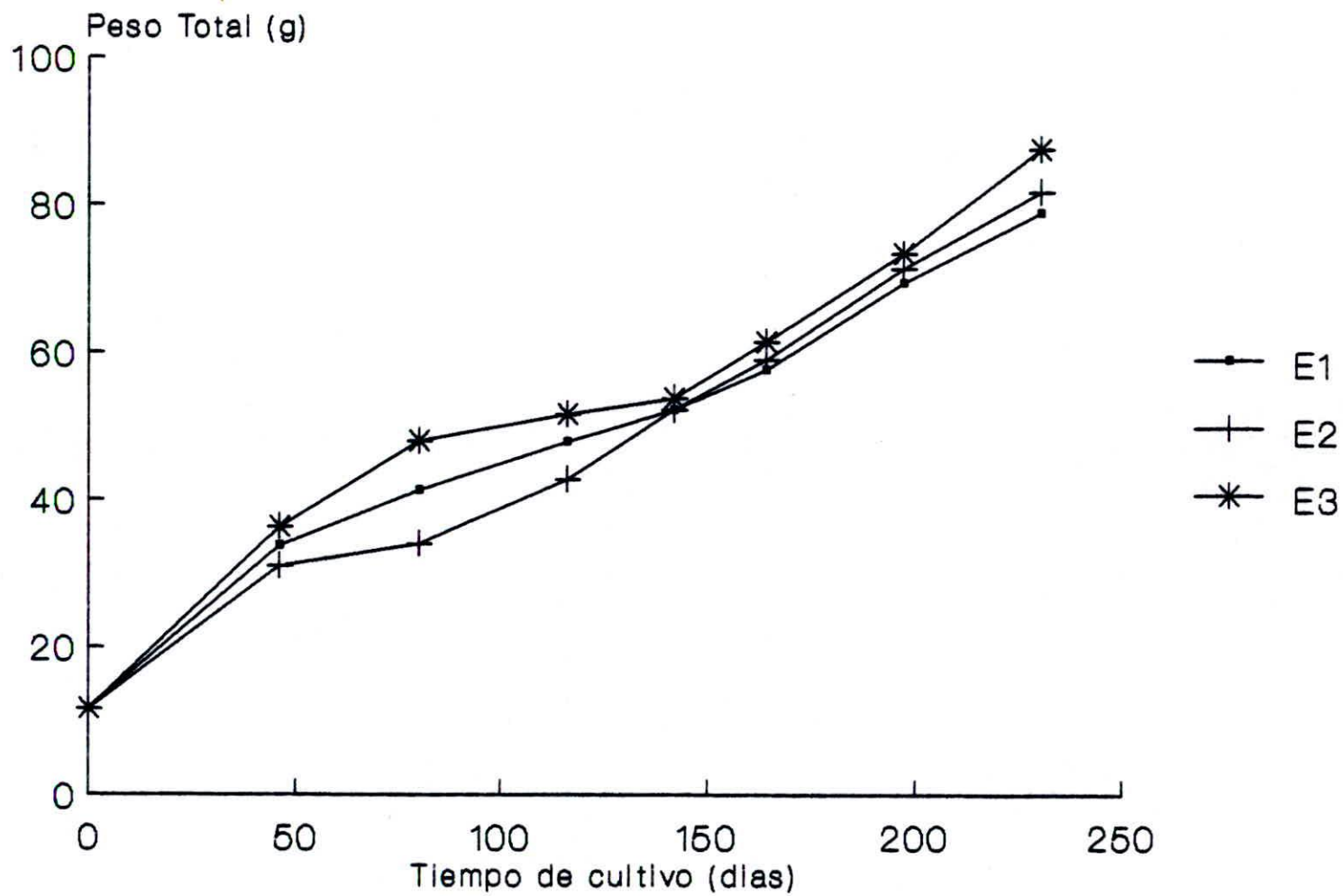


FIGURA 25. Crecimiento real promedio en
Peso Total

que no les permitian tener una buena condición. Luego de este muestreo los siguientes presentan una paulatina caída de b, pero siempre con valores mayores a tres. es decir durante cultivo se presentó crecimiento alométrico mayorante (Tabla 18). Las expresiones calculadas mostraron muy buenos coeficientes de correlación (r) (Tabla 19). La relación longitud-peso final para E1 fue: $W_t = 1,43 \times 10^{-3} L_t^{3,67}$ con peso total en gramos y longitud total en centímetros, la cual expresa un incremento en peso de 3,67 veces por cada cm de Lt que aumenten, el coeficiente de correlación $r = 0,9850$ es altamente significativo ya que además de estar próximo a uno, se le calculó un r "crítico" = 0,127, correspondiente a 411 grados de libertad y probabilidad del 1%, para 413 pares de datos; el coeficiente de determinación $r^2 = 0,9702$ también indica una buena correlación. Para E2 correspondió a: $W_t = 2,59 \times 10^{-3} L_t^{3,45}$, que sugiere un incremento en peso de 3,45 veces por cada cm de Lt que aumenten; los valores para esta correlación fueron adecuados con $n = 470$, $r = 0,9798$, r "crítico" (468 g.l., $p = 1\%$) = 0,119 y $r^2 = 0,9600$. Para E3 se presentó la relación $W_t = 4,88 \times 10^{-3} L_t^{3,20}$, que expresa un aumento en peso de 3,2 veces por cada cm de Lt que aumenten; los valores de la correlación calculada son bastante buenos observándose una estrecha vinculación entre los valores reales y los calculados, lo que demuestra que

la ecuación calculada sirve para describir correctamente la relación longitud-peso de la población bajo el tratamiento tres, los valores hallados son $n = 463$, $r = 0,9700$, r "crítico" (461 g.l. , $p = 1\%$) = $0,120$ y $r^2 = 0,9409$.

TABLA 16. Coeficiente de variación (%) durante muestreos. Zambrano Bolívar, Colombia.

Fecha	E1		E2		E3	
	Lt	Wt	Lt	Wt	Lt	Wt
Jun 30	8	33	8	33	8	33
Ago 14	6	17	8	28	7	18
Sep 17	9	29	10	35	7	20
Oct 23	7	23	7	19	5	15
Nov 18	9	24	9	23	5	14
Dic 10	4	8	4	7	4	11
Ene 12	5	9	5	8	4	5
Feb 14	4	6	6	5	6	7
Media:	7	19	7	20	6	15

TABLA 17. Tamaño de muestras n (% de población). Zambrano Bolívar, Colombia.

Fecha	E1	E2	E3
Jun 30	125 (17,9%)	125 (13,9%)	125 (13,9%)
Ago 14	31 (4,4%)	36 (4,0%)	40 (4,4%)
Sep 17	28 (4,0%)	36 (4,0%)	36 (4,0%)
Oct 23	33 (4,7%)	50 (5,6%)	36 (4,0%)
Nov 18	28 (4,0%)	39 (4,3%)	42 (4,7%)
Dic 10	56 (8,0%)	56 (6,2%)	56 (6,2%)
Ene 12	56 (8,0%)	64 (7,1%)	64 (7,1%)
Feb 14	56 (8,0%)	64 (7,1%)	64 (7,1%)
Media:	52 (7.4%)	59 (6.6%)	58 (6.4%)

En general E1 presentó el mayor coeficiente de alometría y E3 el más bajo, lo cual indica que los animales de E1 fueron los más gordos relativamente; ya que en realidad el mayor peso promedio y la mayor longitud total promedio corresponden a E3, seguido de E2 y en último E1. La explicación a esto es que los peces de E1, aunque son más pequeños y menos pesados, en general tienen mejor condición fisiológica la cual se refleja en sus proporciones corporales y su gravedad específica, es decir son más gordos pero de crecimiento más lento, probablemente presentan más grasas almacenadas que E2 y E3. A su vez E2 supera a E3 en el mismo sentido anterior; estas ideas son confirmadas en los cálculos del factor de condición (K) que se reportan en el numeral correspondiente.

Raul De Fex (18), en su trabajo sobre edad y crecimiento del "bocachico", calculó una relación longitud- peso de $W_t = 5.2 \times 10^{-6} L_t^{3.16}$, para peso total en gramos y longitud total en milímetros, que tiene un coeficiente de alometría (b) semejante al del estanque tres (3,20), ambos cercanos al crecimiento isométrico (b= 3). Sin embargo De Fex, opina que el crecimiento en estanques es demasiado lento, no ajustándose al crecimiento real de la especie en medio natural y mucho menos tratándose de juveniles que deben presentar un ritmo rápido de crecimiento.

TABLA 18. Relación longitud-peso a través de muestreos.
 $Wt = a.Lt^b$. Zambrano Bolívar, Colombia.

Fecha	E1	E2	E3
Jun 30	$3,41 \times 10^{-3} Lt^{3,28}$	$3,41 \times 10^{-3} Lt^{3,28}$	$3,41 \times 10^{-3} Lt^{3,28}$
Ago 14	$3,00 \times 10^{-4} Lt^{4,28}$	$3,01 \times 10^{-4} Lt^{4,29}$	$2,22 \times 10^{-4} Lt^{4,41}$
Sep 17	$2,65 \times 10^{-4} Lt^{4,34}$	$3,13 \times 10^{-4} Lt^{4,27}$	$3,34 \times 10^{-4} Lt^{4,24}$
Oct 23	$3,55 \times 10^{-4} Lt^{4,22}$	$4,13 \times 10^{-4} Lt^{4,16}$	$4,53 \times 10^{-4} Lt^{4,12}$
Nov 18	$4,44 \times 10^{-4} Lt^{4,13}$	$5,35 \times 10^{-4} Lt^{4,06}$	$5,70 \times 10^{-4} Lt^{4,03}$
Dic 10	$6,17 \times 10^{-4} Lt^{4,00}$	$8,52 \times 10^{-4} Lt^{3,88}$	$9,34 \times 10^{-4} Lt^{3,84}$
Ene 12	$8,49 \times 10^{-4} Lt^{3,87}$	$1,48 \times 10^{-3} Lt^{3,67}$	$1,87 \times 10^{-3} Lt^{3,57}$
Feb 14	$1,43 \times 10^{-3} Lt^{3,67}$	$2,59 \times 10^{-3} Lt^{3,45}$	$4,88 \times 10^{-3} Lt^{3,20}$

TABLA 19. Coeficiente de correlación (r) de Lt vs Wt y número de pares de datos (n). Zambrano Bolívar, Colombia.

Fecha	E1	E2	E3
Jun 30	0,9709 (125)	0,9709 (125)	0,9709 (125)
Ago 14	0,9710 (156)	0,9677 (161)	0,9723 (165)
Sep 17	0,9810 (184)	0,9769 (197)	0,9818 (201)
Oct 23	0,9857 (217)	0,9820 (247)	0,9849 (237)
Nov 18	0,9865 (245)	0,9835 (286)	0,9865 (279)
Dic 10	0,9882 (301)	0,9843 (342)	0,9852 (335)
Ene 12	0,9881 (357)	0,9832 (406)	0,9807 (399)
Feb 14	0,9850 (413)	0,9798 (470)	0,9700 (463)

En cuanto a la evaluación de la calidad de ajuste entre las expresiones longitud-peso calculadas y graficadas; con respecto a las trayectorias de datos medios observados, se realizaron pruebas de chi cuadrado al nivel de 1% de probabilidad, para los Wt observados y Wt esperados,

correspondientes a los valores medios de Lt durante muestreos. Para E1 (Figura 26) se encontró $X^2 = 5,96$ y Xo^2 (en tablas para 7 g.l.)= 18,48; lo que indica que no hay diferencia significativa ($P > 0,01$) entre valores observados de la trayectoria real, con los valores esperados de la curva teórica, lo cual quiere decir que hay una estrecha vinculación entre los valores reales y los calculados, demostrándose que la relación longitud-peso calculada se puede describir con la ecuación de regresión hallada, que además se corroborará con el valor del coeficiente de correlación (r) obtenido. En E2 ocurrió la misma situación anterior ya que $X^2 = 5,90$ y Xo^2 (7 g.l.)= 18,48; lo cual indica que no hay diferencia estadística significativa ($P > 0,01$), entre la curva teórica y la trayectoria real (Figura 27). Para E3 se ratificaron los mismos resultados de E1 y E2, encontrándose: $X^2 = 15,7$ y Xo (7 g.l.)= 18,48; indicando esto que no hay diferencia estadística significativa ($P > 0,01$), entre valores observados de peso total y valores esperados de peso total, correspondientes a iguales valores de longitud total (Figura 28).

4.6.3. Dinámica de poblaciones.

Por medio de las gráficas del método integrado de Pauly (1981), que generan curvas de suave pendiente, se sacaron

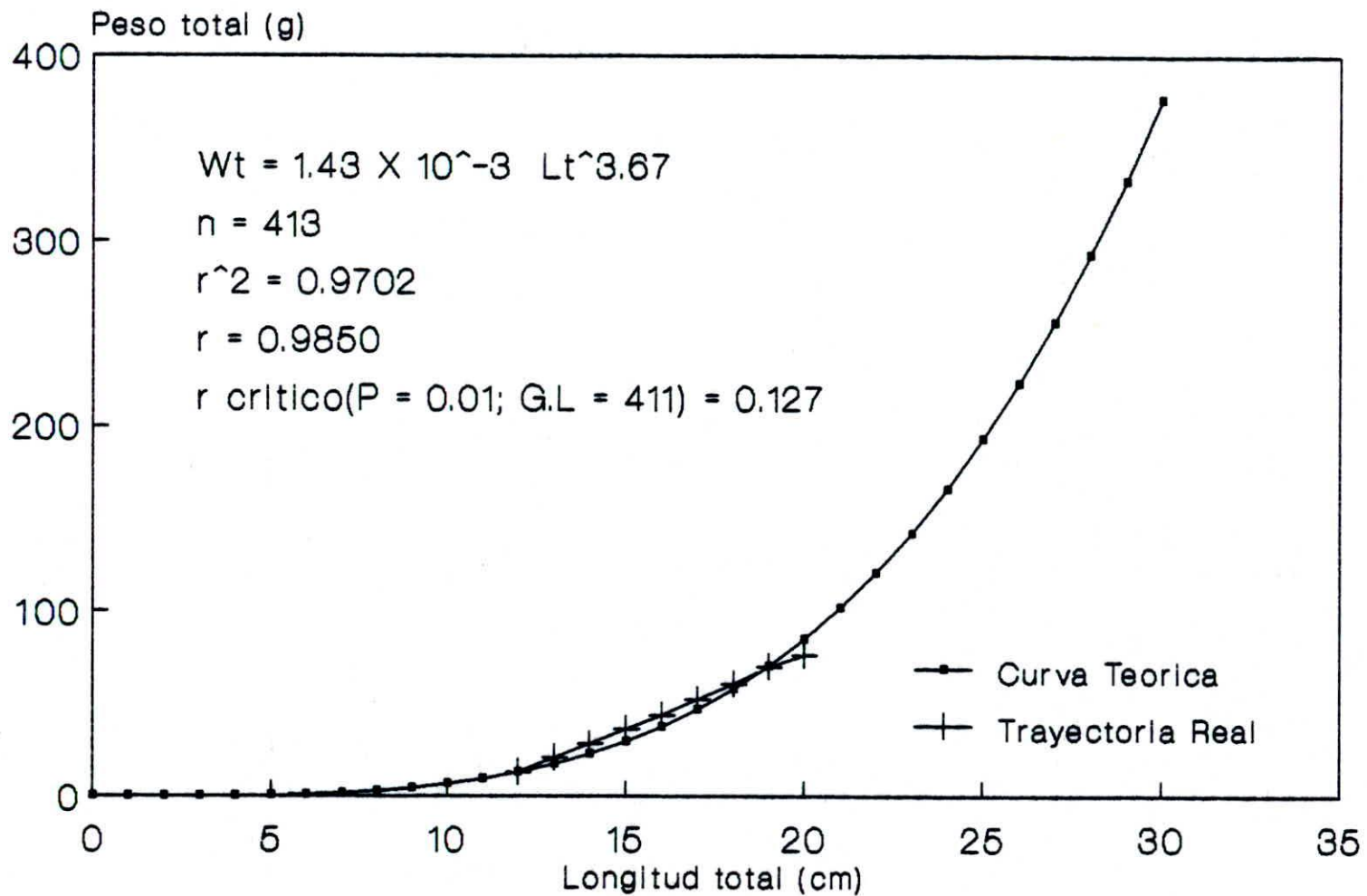


FIGURA 26.
 Relacion Longitud Total - Peso Total
 Para E1

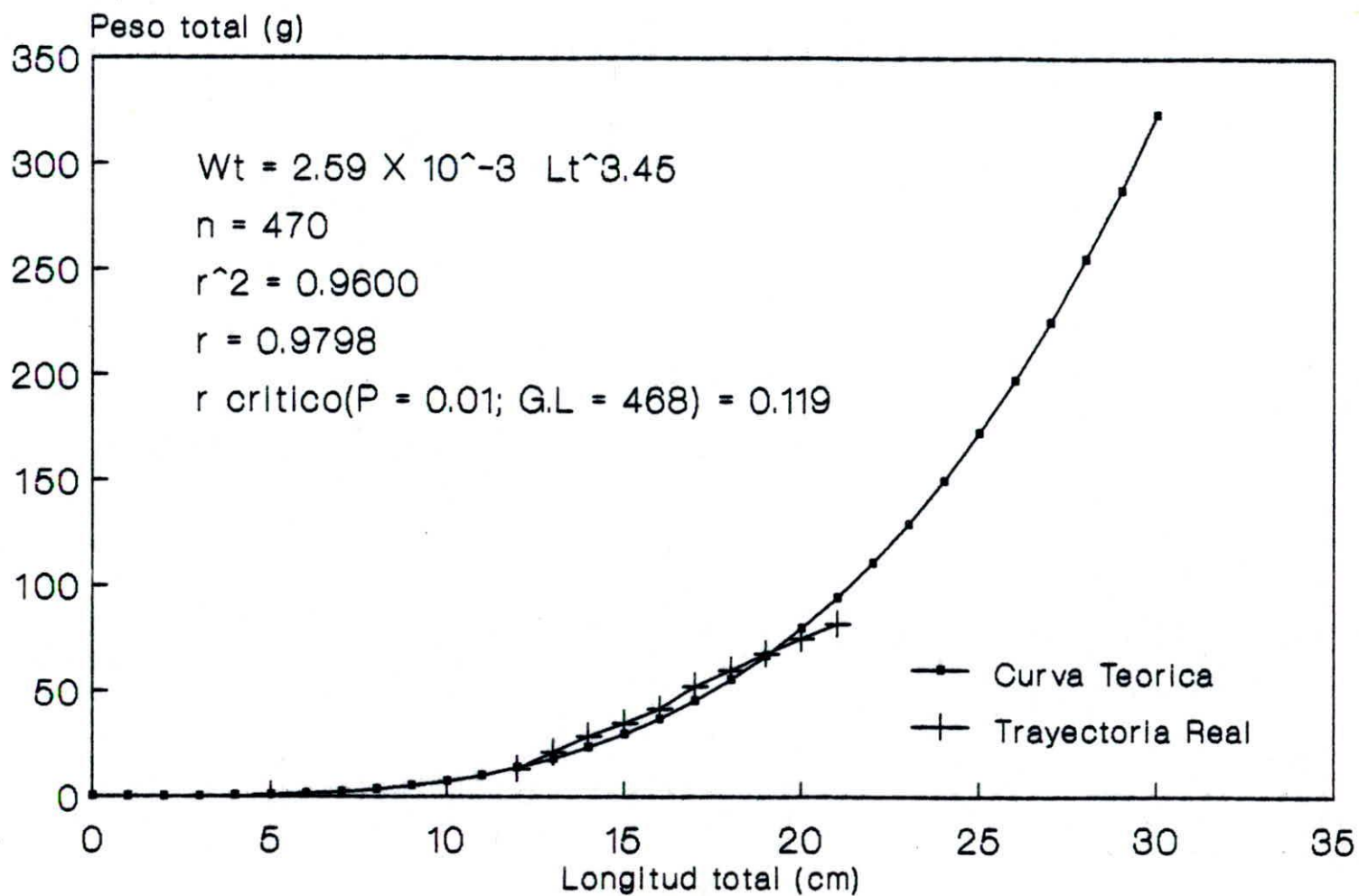


FIGURA 27.
 Relacion Longitud Total - Peso Total
 Para E2

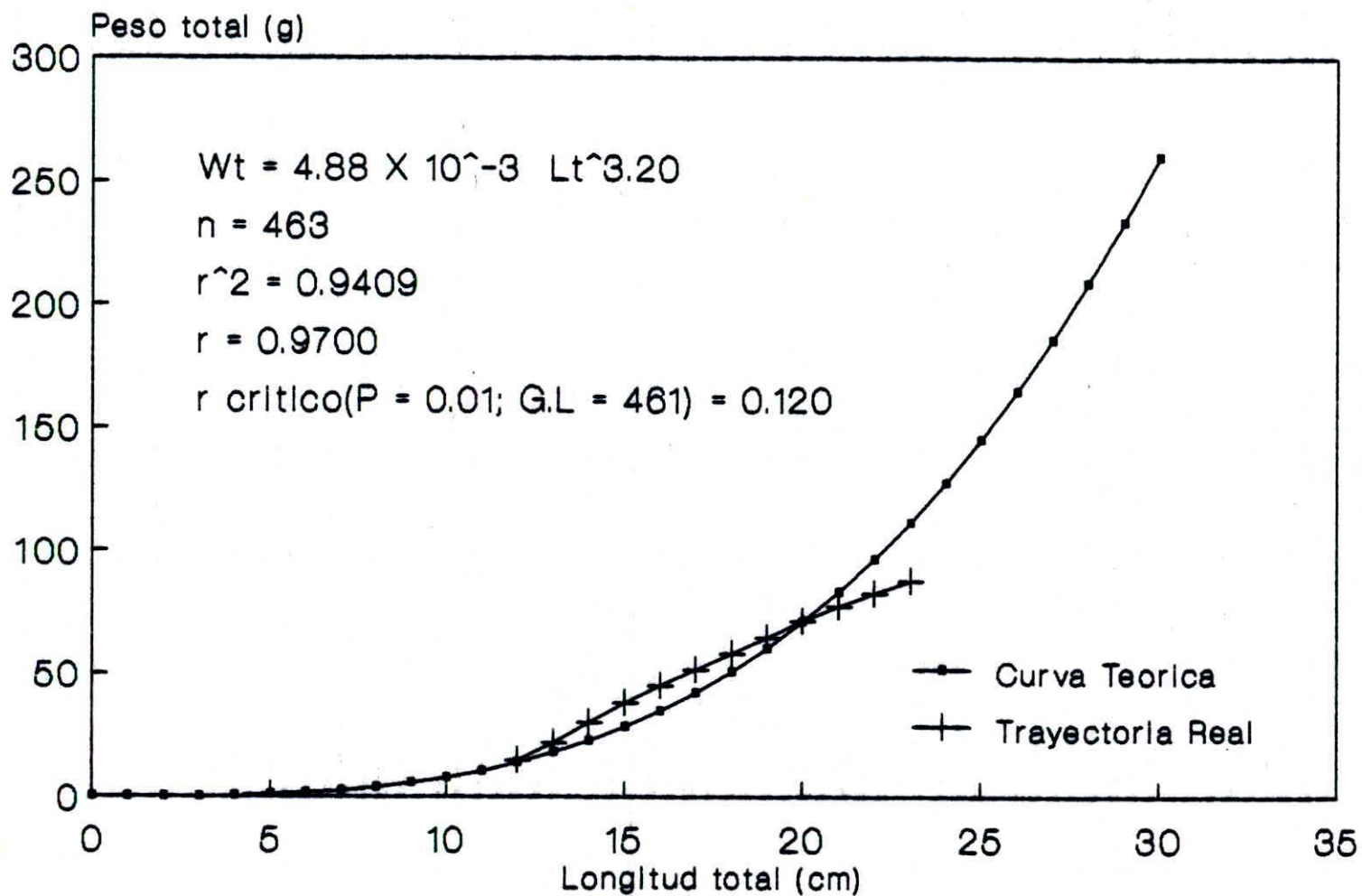


FIGURA 28.
 Relacion Longitud Total - Peso Total
 Para E3

los datos de longitud total que son representativos del crecimiento promedio de los peces; interpolando dentro de la curva a intervalos de 30 días sobre el eje temporal (Figuras 29, 30, 31). La información sacada de Lt, mostró como la mayor talla siempre correspondió a E3, y así mismo la talla de E2 siempre superó a E1 (Tabla 20).

TABLA 20. Lt (cm) según método integrado de Pauly.
Zambrano Bolívar, Colombia.

t (mes)	E1	E2	E3
0	11.8	11.8	11.8
1	13.2	13.4	13.7
2	14.3	14.8	15.2
3	15.4	16.0	16.6
4	16.4	17.0	18.1
5	17.5	18.1	19.6
6	18.6	19.2	21.1
7	19.6	20.3	22.7
8	20.5	21.2	24.0

El método de Ford- Walford permitió calcular los parámetros de crecimiento L_{α} y k para armar la VBGF (fórmula de crecimiento de Von Bertalanffy), los cuales son reportados a continuación. De la tabla 21, se deduce que E2 presentó el mejor coeficiente de catabolismo (k), mientras E3 el más bajo. Así mismo la mayor longitud teórica máxima (L_{α}), pertenece a E3 y la más baja a E2 lo cual corresponde a una situación inversamente proporcional para los parámetros k

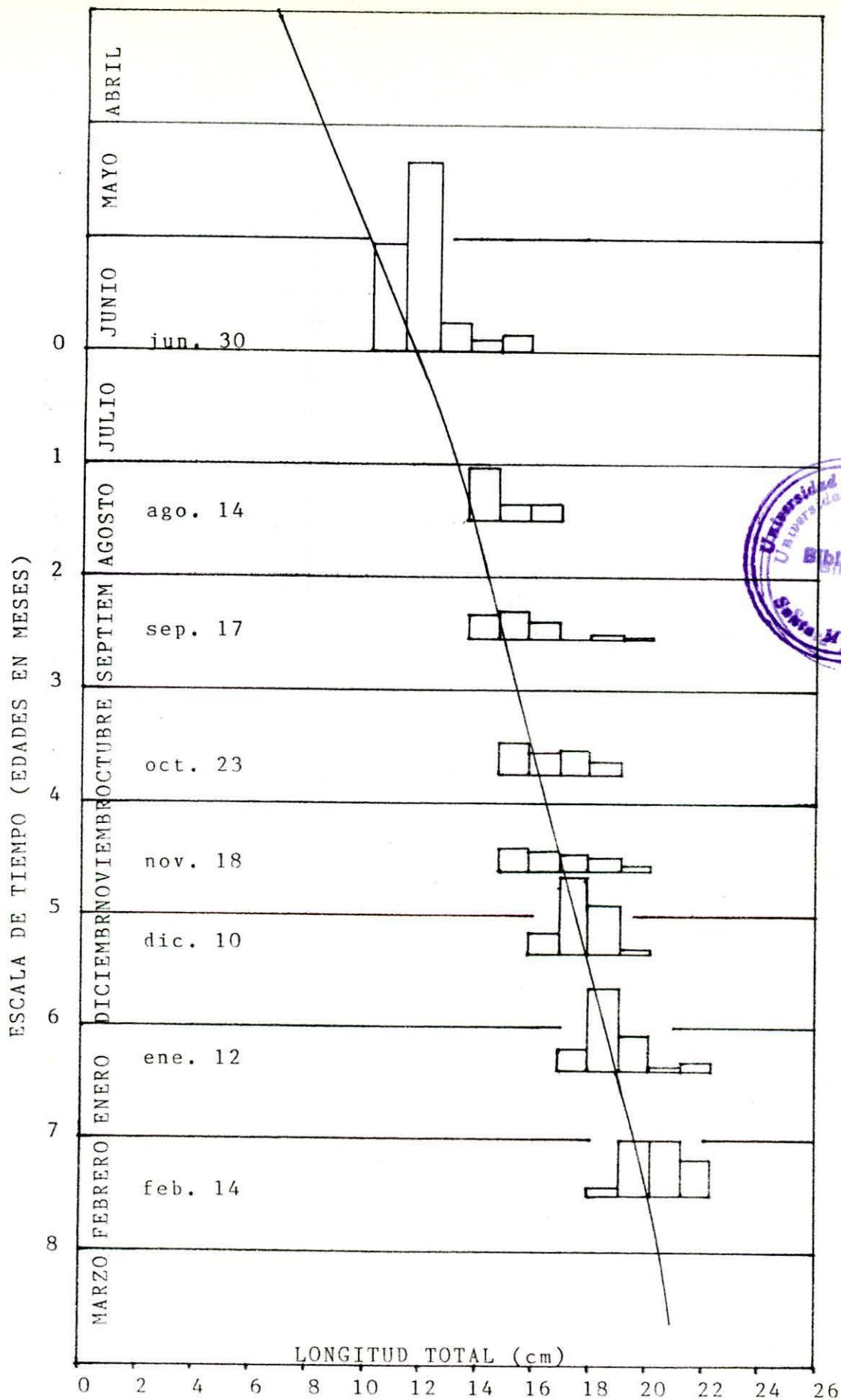


FIGURA 29. Histogramas de frecuencias de Lt según Pauly para El.

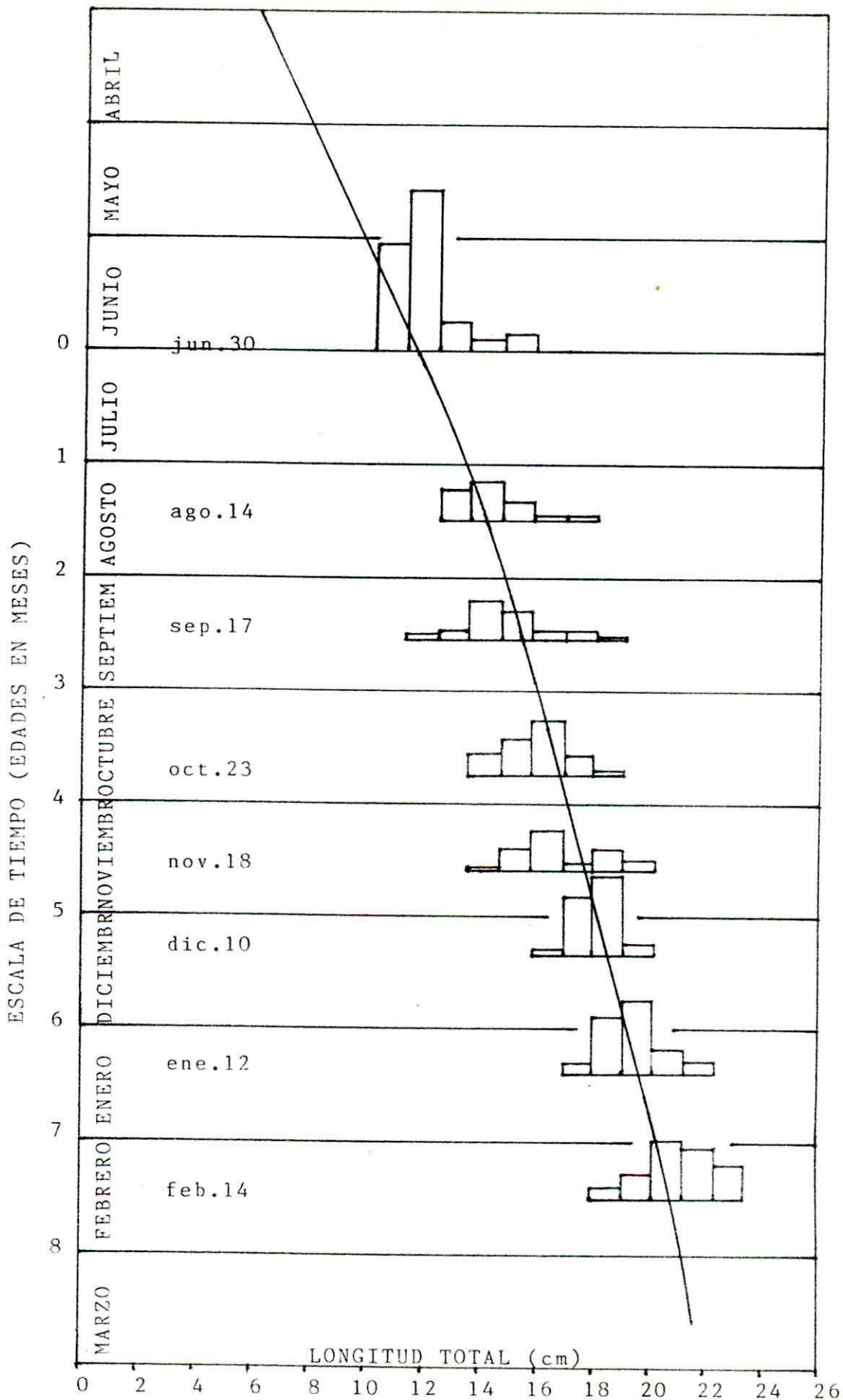


FIGURA 30. Histogramas de frecuencias de Lt según Pauly para E2.

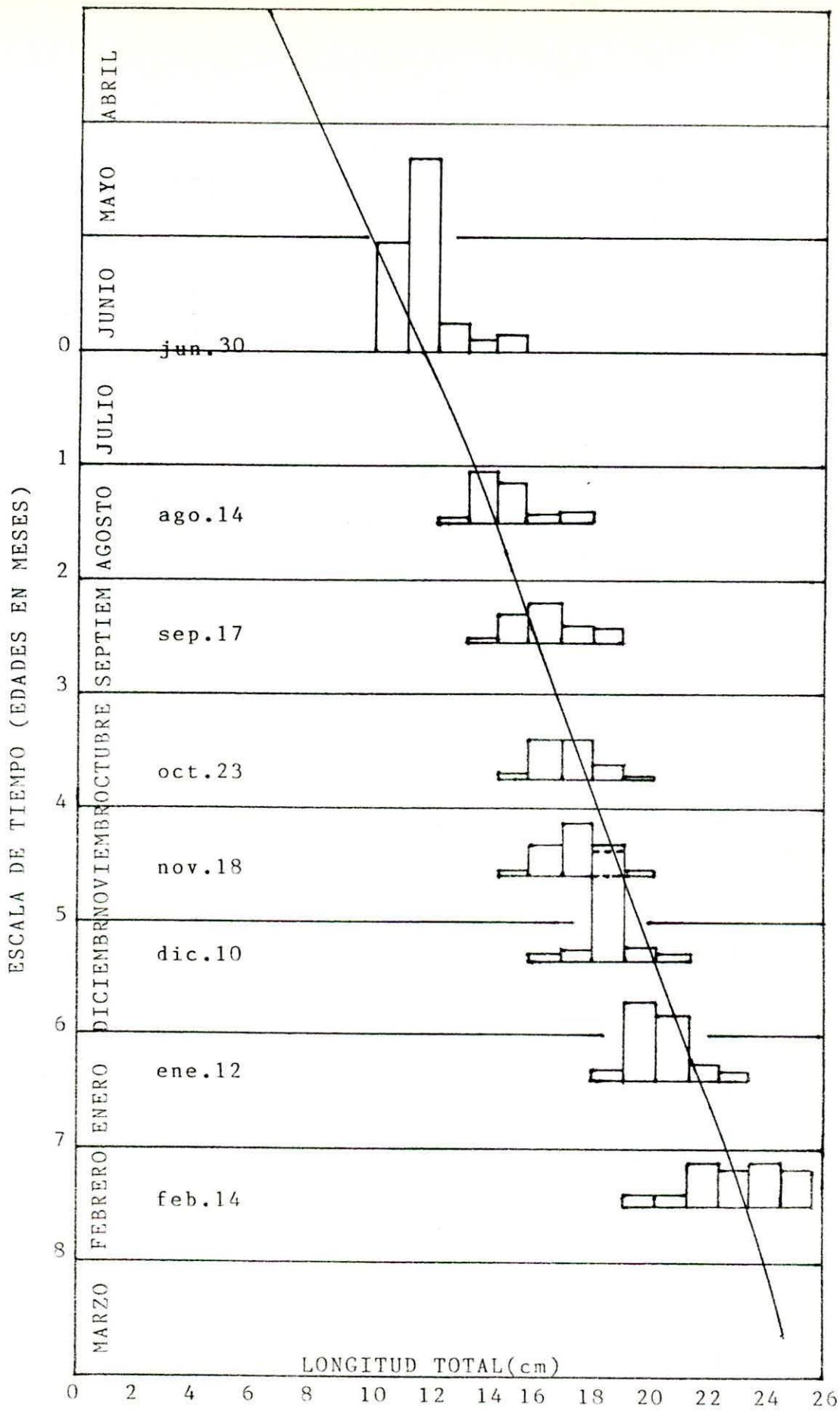


FIGURA 31. Histogramas de frecuencias de Lt según Pauly para E3.

TABLA 21. Parámetros de crecimiento según Ford-Walford.
Zambrano Bolívar, Colombia.

Datos	E1	E2	E3
a	1.774	2.294	2.005
b	0.957	0.931	0.972
n	8	8	8
r	0.999	0.999	0.999
K	0.044	0.071	0.028
L_{α} cm	41.3	33.2	71.6

y L_{α} , entre E2 y E3, que indica que E2 crecerá mejor pero llegando a una longitud asintótica mucho menor y frenando su crecimiento en talla más rápido que E3 que a pesar de crecer más lento, tiene la posibilidad de alcanzar tallas más interesantes. De Fex (18), calculó una longitud infinita de 52,2 cm trabajando el crecimiento por el método de escamas para "bocachicos" del medio natural; que esta cercano al L_{α} promedio entre los tres estanques con un valor de 48,7 cm.

Lo referente al cálculo del t_0 promedio para cada estanque, debe ser entendido como una edad hipotética que el pez debiera haber tenido para que su longitud fuera cero, es decir es algo artificial, porque al momento de nacer ya tiene un largo. Beverton y Holt (1957), dicen que el t_0 no es algo real, porque el patrón de crecimiento de los

adultos no es comparable con el de los estados tempranos. También se debe comprender que el t_0 para los tres estanques es mas o menos similar, pero no iguales, debido a que este se calcula de acuerdo a la tasa de crecimiento y se proyecta hacia atrás (Tabla 22).

TABLA 22. Valores de t_0 medio (mes). Zambrano Bolívar, Colombia.

t (mes)	E1	E2	E3
0	-7.65	-6.19	-6.43
1	-7.75	-6.28	-6.59
2	-7.66	-6.31	-6.52
3	-7.61	-6.26	-6.42
4	-7.50	-6.11	-6.41
5	-7.53	-6.10	-6.42
6	-7.60	-6.16	-6.47
7	-7.63	-6.31	-6.62
8	-7.59	-6.33	-6.58
Media:	-7.61	-6.23	-6.50

Para calcular W_α (peso infinito que corresponde al largo infinito L_α), se emplearon las relaciones L_t vs W_t de cada estanque. El mayor valor se dió en E3, seguido de E1 y en último E2. Esto quiere decir que la tasa de anabolismo que a su vez varía con la tasa de consumo de alimento fue más favorable en E3.

Finalmente se tabulan y grafican las VBGF obtenidas con los parámetros anteriores (Tabla 23) (Figuras 32 y 33). La

mayor utilidad posible de estas fórmulas y gráficas es para realizar proyecciones de lo que pueden ser los crecimientos en Lt y Wt para los tres estanques y/o calcular el tiempo teórico de cosecha en talla comercial. Son también ayuda para aproximarse a los costos de producción y rentabilidad.

TABLA 23. Crecimiento en Lt (cm) y Wt (g) según VEGF Zambrano Bolívar, Colombia.

E	Lt= $L\alpha[1-e^{-k(t-t_0)}]$	Wt= $W\alpha[1-e^{-k(t-t_0)}]^b$
E1	Lt=41,3[1-e ^{-0.044(t+7.6)}]	Wt=1218,6[1-e ^{-0.044(t+7.6)}] ^{3.67}
E2	Lt=33,2[1-e ^{-0.071(t+6.2)}]	Wt=458,4[1-e ^{-0.071(t+6.2)}] ^{3.45}
E3	Lt=71,6[1-e ^{-0.028(t+6.5)}]	Wt= 4208,6[1-e ^{-0.028(t+6.5)}] ^{3.20}

* tiempo en meses

** b= coeficiente de alometría

4.6.4. Factor de condición K.

K permite conocer en forma cuantitativa el estado de bienestar fisiológico del pez ya que en este caso se emplea para comparar la misma especie bajo diferentes tratamientos (Tabla 24). Se observó que los peces capturados del caño presentaron un K muy por debajo de uno, debido a que su grado de condición fue desfavorable. Para el primer muestreo K mejoró notoriamente en los tres tratamientos y especialmente para E3. A partir de aca K empezó a disminuir secuencialmente en el tiempo para los tres tratamientos, y para E3 bajo a niveles inadecuados, presentando al final un

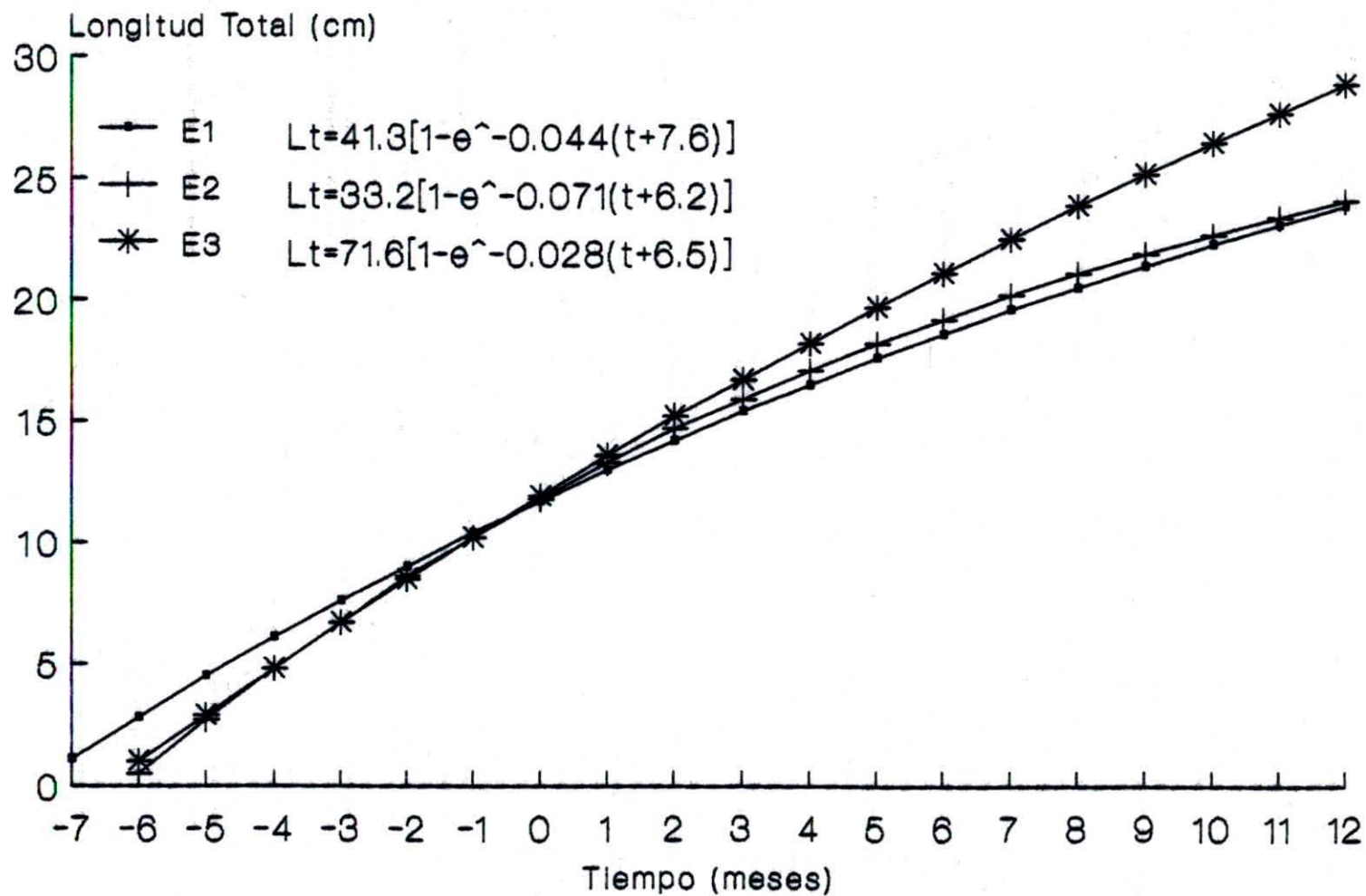


FIGURA 32. Crecimiento en Lt (cm) segun Pauly, Ford-Walford y Von Bertalanffy

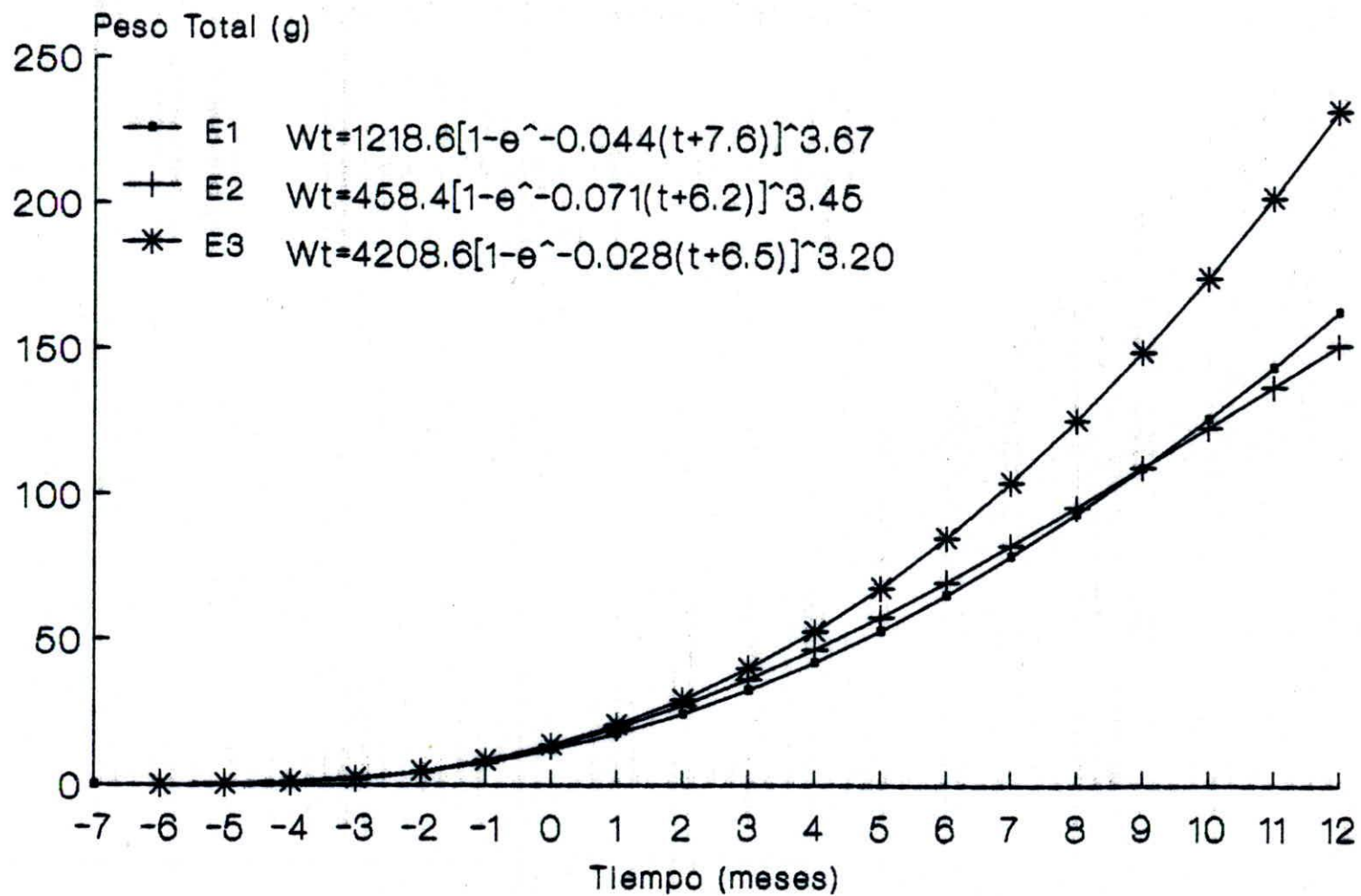


FIGURA 33. Crecimiento en Wt (g) según Pauly, Ford-Walford y Von Bertalanffy

K igual de indeseado al de la siembra. En E2 también se presentó para el final un bajón drástico de K a partir del día 164, aunque menos intenso que E3. E1 registró los mejores datos de K y con valores adecuados mayores a uno, que se conservaron hasta el día del último muestreo en que se notó una disminución del bienestar fisiológico. Posteriormente se demostrará una relación inversamente proporcional entre K y el porcentaje de mortalidad para todos los tratamientos.

TABLA 24. Factor de condición K. Zambrano Bolívar, Colombia.

Días de cultivo	E1	E2	E3
0	0,71	0,71	0,71
46	1,06	1,06	1,12
80	1,09	1,03	1,09
116	1,05	1,03	1,05
142	1,06	1,06	1,04
164	1,04	0,99	0,97
197	1,03	0,96	0,88
230	0,93	0,88	0,72
Media:	1,00	0,97	0,95

A los anteriores valores de K se les realizó un ANOVA, encontrándose que no hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos ($P > 0,05$); el coeficiente de variación calculado ($CV = 14\%$) nos informa que los datos de K son confiables (Tabla 25).

TABLA 25. Anova para factor de condición K. Zambrano
Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	0,01	0,005	0,263 (N.S.)
Error	21	0,39	0,019	
Total	23	0,40		

La información que se presenta graficamente acerca de Lt vs K y Wt vs K (Figuras 34 y 35), permitió observar que en E1 presentó los mejores factores de condición a medida que durante cultivo se incrementaron las tallas y los pesos, este tratamiento mantuvo un K adecuado, el cual solo se bajó a niveles menos deseados para el último muestreo. Para E2 y E3 el descenso de K ocurrió más temprano que en E1, siendo esto contradictorio, debido a que estos estanques por su mejor incremento en talla debieron reportar incrementos de peso mayores a los obtenidos y así no llegar a valores de K preocupantes. Con esto se puede deducir que las formas corporales de E3 y E2 tienden a ser alargadas, mientras las de E1 son cortas, pero relativamente más gordos lo cual se relaciona con un mayor bienestar del pez.

Ante el inconveniente de la baja secuencial de K para los tratamientos, se construyeron gráficas comparativas de

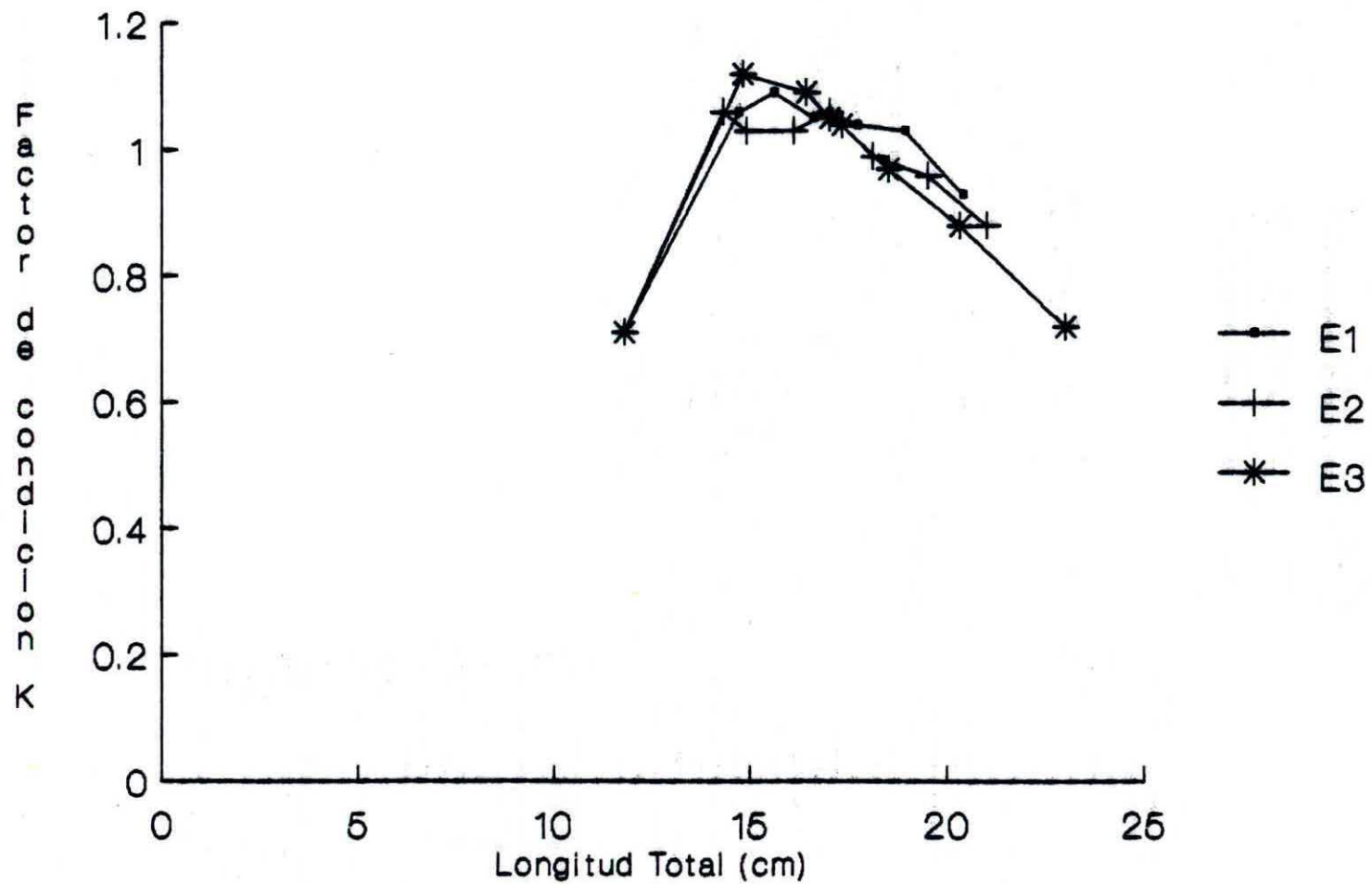


FIGURA 34. Longitud Total vs Factor de condición K

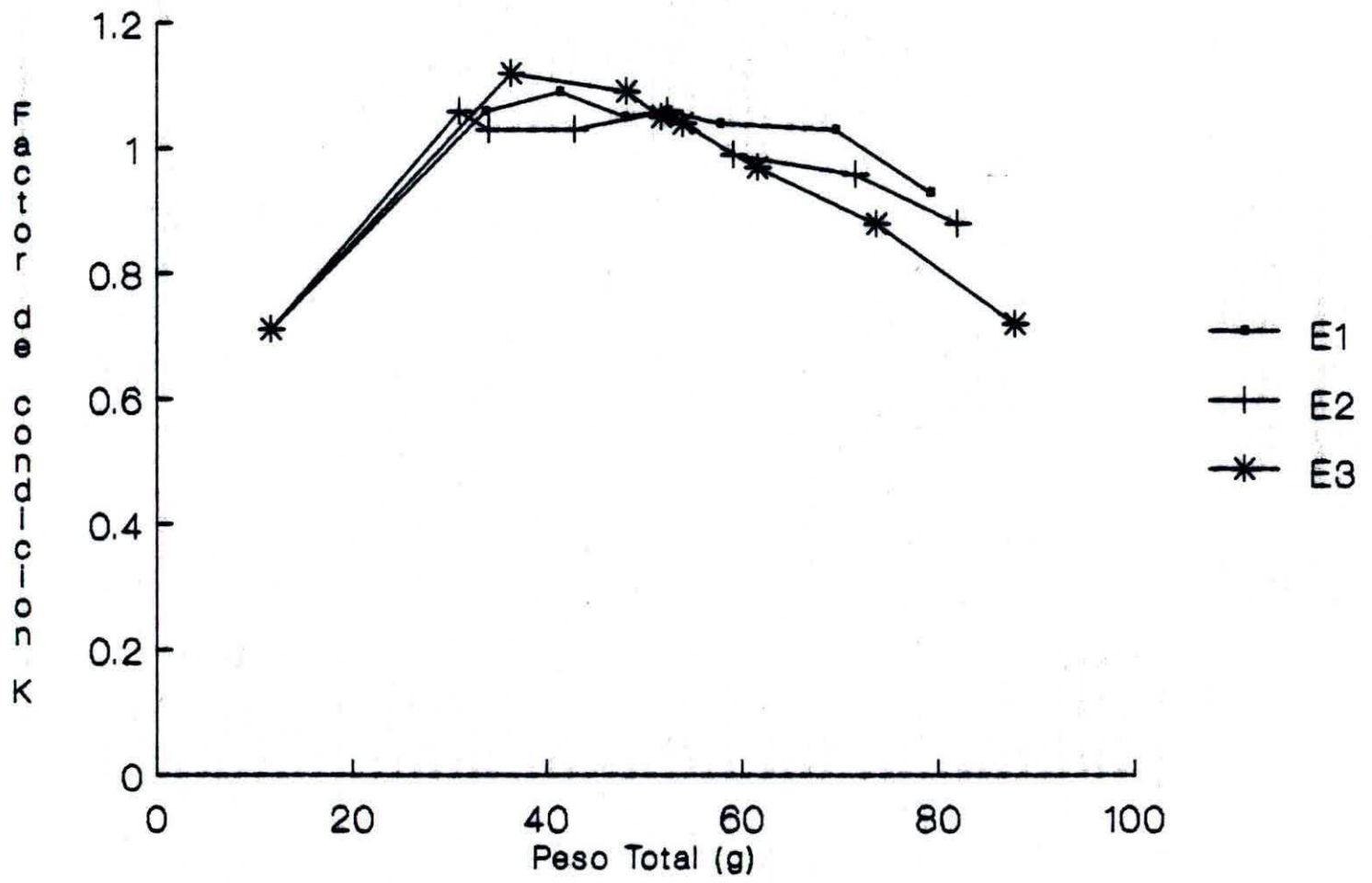


FIGURA 35. Peso Total vs Factor de condicion K

abonado, profundidad Secchi y K para tener luces acerca de las posibles causas del problema (Figuras 36, 37 y 38). De estas figuras se anota que la profundidad Secchi permaneció en niveles adecuados para cultivo de "bocachico" en los tres tratamientos, pero no se puede descartar algún ruido en estos valores por materia inorgánica en suspensión (a pesar que el color de agua se presentó la mayor parte del cultivo adecuado) ya que la acción de las lluvias y el bombeo producen alteración de la transparencia al influenciar el aumento en el seston de material diferente al plancton del estanque.

El problema de la baja de K comenzó a final de noviembre para T2 y T3, sin embargo en este mes las dosis de abonos suministrados no fue la más baja, aunque como la acción de los abonos no es inmediata se podría entrever que noviembre fue el mes que recibió el efecto de no haber abonado en septiembre y las dosis bajas suministradas en octubre; y que posiblemente las lecturas Secchi a pesar de ser adecuadas, fueron afectadas durante esta época por problemas de turbidez con material inorgánico. Otra muy posible causa del bajón de K, que es discutida adelante, es la alta densidad de siembra cuyo efecto fue más notorio para noviembre-diciembre ya que al aumentar los animales de talla aumentó la competencia por alimento, espacio y acción

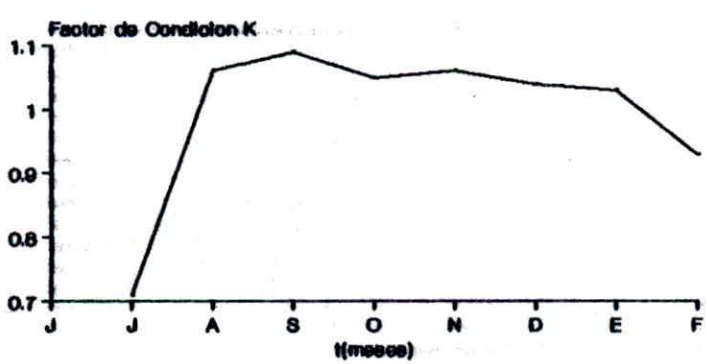
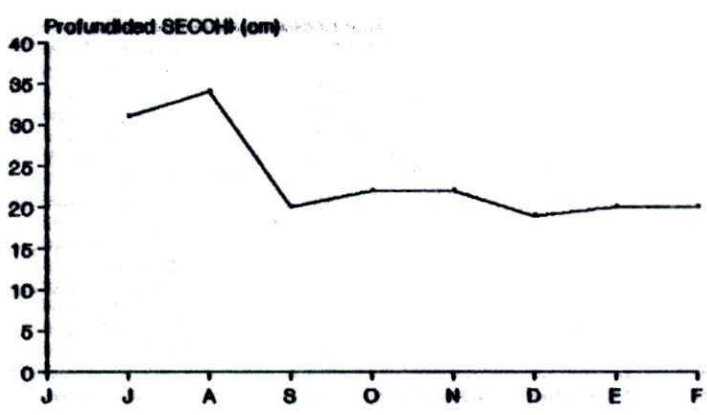
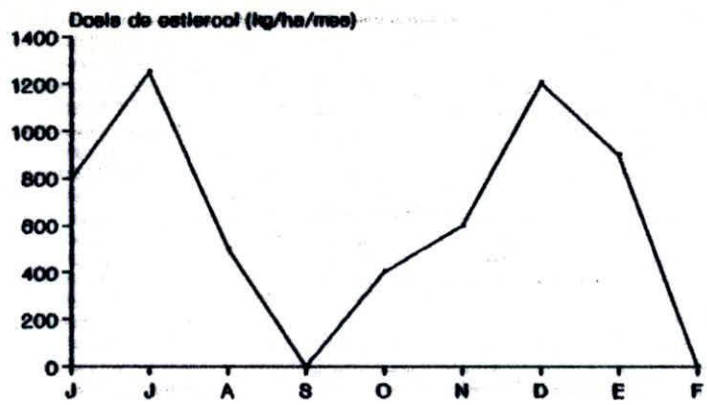


FIGURA 36. Variacion mensual promedio entre dosis de abono, profundidad Secchi y factor de condicon K para E1

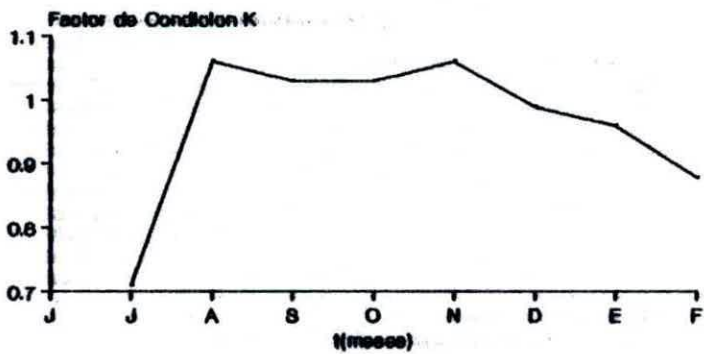
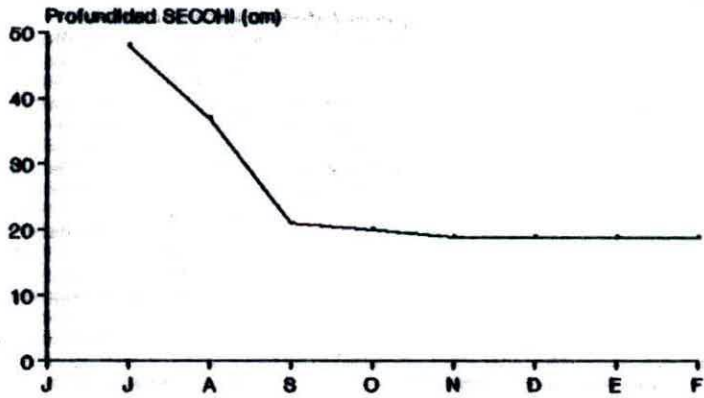
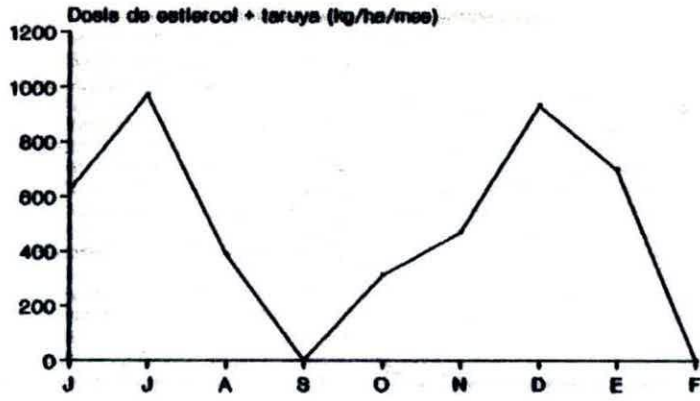


FIGURA 37. Variacion mensual promedio entre dosis de abono, profundidad Secchi y factor de condicion K para E2

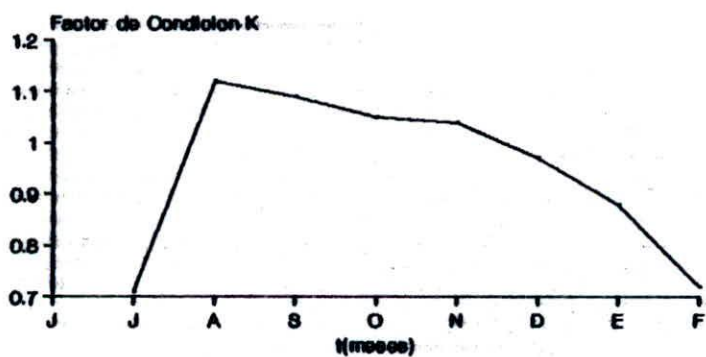
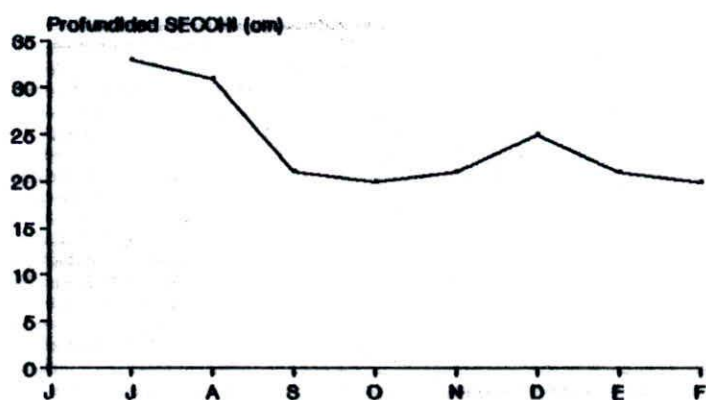
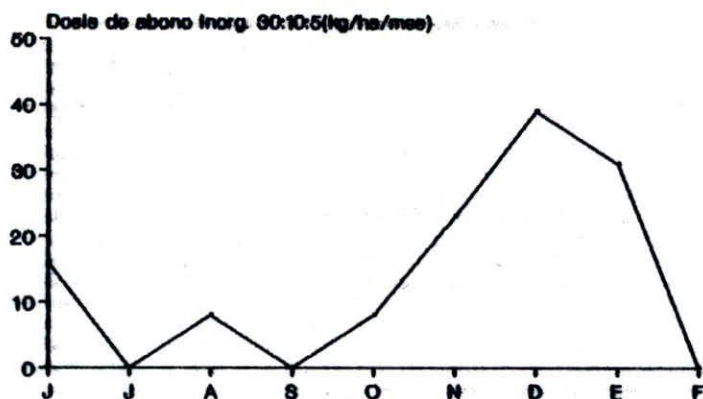


FIGURA 38. Variacion mensual promedio entre doce de abono, profundidad Secchi y factor de condicion K para E3

sobre los sustratos y al disminuir estas condiciones de bienestar se bajo la producción, disminuyendo a su vez el K y aumentando la mortalidad.

4.6.5. Producción.

En primera instancia se reporta información sobre incremento de peso entre los muestreos (Tabla 26), donde se observó que el mayor incremento ocurrió para el primer muestreo después de 46 días de la siembra en los tres tratamientos. Esto debido al hecho que los animales sembrados con baja condición, dispararon su crecimiento al encontrar en los estanques un medio ecológico favorable para su desarrollo. Para los primeros dos muestreos T1 superó a T2, pero del tercer muestreo en adelante T2 fue mejor que T1. Por su parte T3 mostró mejores incrementos que T1 y T2 en los dos primeros muestreos, pero en los dos siguientes reportó bajones drásticos en la producción siendo superado por T1 y T2. Durante los últimos tres muestreos T3 se recuperó y fue superior a T1, al igual que sobre T2 con excepción del penúltimo muestreo donde T2 esta por arriba de T3. Durante los últimos dos muestreos todos los tratamientos produjeron incrementos notoriamente mejores a los cuatro anteriores.

Ahora se presenta graficamente (Figura 39) la información

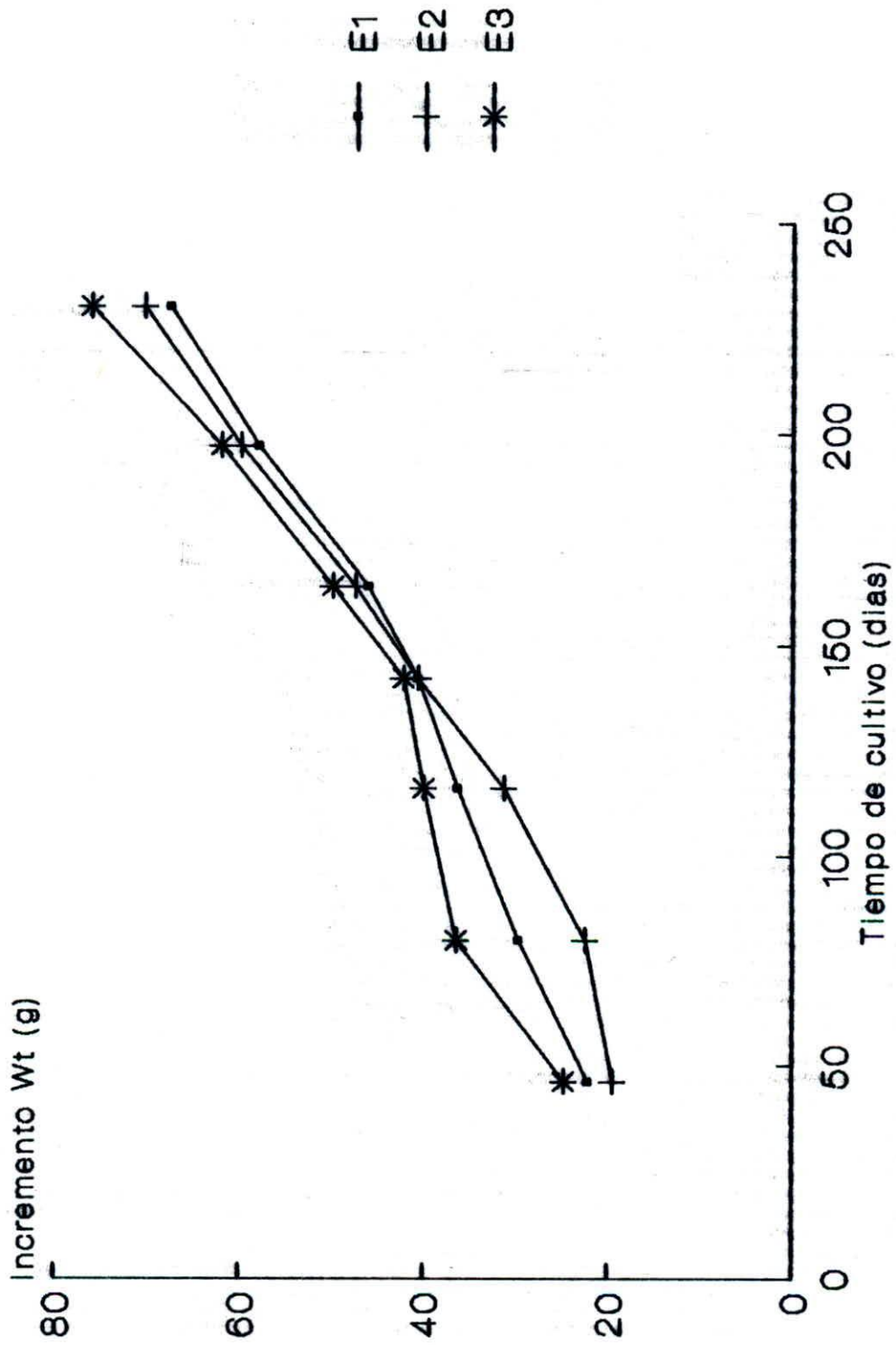


FIGURA 39. Incremento en Peso Total (g) durante muestreos

de producción durante muestreos, en forma acumulativa.

TABLA 26. Incremento de peso (g) entre muestreos. Zambrano Bolívar, Colombia.

Intervalo de días	T1	T2	T3
46	22,1	19,4	24,7
34	7,6	3,0	11,7
36	6,6	8,8	3,6
26	4,3	9,4	2,2
22	5,4	6,8	7,7
33	11,9	12,5	12,1
33	9,6	10,4	14,1

Se observó como T3 siempre fue superior a T1 y T2, reportando al final la mejor producción. T1 superó a T2 hasta el día 142 de cultivo y a partir de aca hasta el final T2 mostró mayor producción que T1. En definitiva para el día 230 de cultivo los incrementos de peso fueron: T3 (76,1g), T2 (70,3g) y T1 (67,5 g).

Se escogió el análisis de varianza para examinar los datos de la variable dependiente (producción entendida como incremento de peso en gramos, con respecto a los pesos totales medios del día de la siembra), ya que este es el método más usado. El diseño DCA permite el máximo número de grados de libertad para el error lo cual es una ventaja al realizar los ANOVA. Los tres tratamientos o factores básicos como ya ha sido explicado corresponden a tres

diferentes tipos de abonos así: T1 (vacaza), T2 (vacaza + taruya en relación de peso 1:1), T3 (30-10-5).

Se realizaron ANOVAS para los diferentes muestreos con los incrementos de peso (g), con el fin de conocer si hay o no diferencias estadísticas significativas (*) o altamente significativas (**) entre las poblaciones bajo tratamientos. Estos se complementaron con la prueba de Duncan que nos indicó la significación de las diferencias entre los tratamientos. Todo lo anterior para probar y responder la hipótesis planteada.

A continuación se presentan los resultados de los ANOVA para todos los muestreos por medio de tablas (Tablas 27 a 33). La información contenida en estas tablas separa de la variación total observada, las diferentes causas de variación que influyen en el experimento y que afectan en distinto grado el efecto de los tratamientos. La técnica consiste de acuerdo con Reyes (62), en separar los grados de libertad (G.L.) para cada causa de variación, calcular la suma de los cuadrados (S.C.) de las desviaciones de las observaciones con respecto a la media para cada causa de variación, calcular las varianzas o cuadrados medios (C.M.) para cada causa de variación, probar hipótesis por medio de la prueba de Fisher (F) y finalmente comparar las medias de los tratamientos (Para este caso se eligió la prueba de

Duncan). Estas tablas tradicionales se complementaron con información acerca de como se compone porcentualmente la varianza (%V), ya que hay variación entre tratamientos y variación dentro de tratamientos atribuible al error experimental; así mismo se presenta el coeficiente de variabilidad (C.V.) calculado con la desviación estándar del error sobre la media general y multiplicado por 100, el cual informa acerca de la confianza que se puede tener en los datos por un buen manejo de las unidades experimentales, donde un alto valor en porcentaje sugiere poca confianza en los datos.

TALBA 27. Anova de incremento de peso para agosto 14 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M. (%V)	F	C.V. (%)
Entre T.	2	546,7	273,4(84)	5,3	
Dentro T.	104	5374,2	51,7(16)	**	
Total	106	5920,9			32,7

TABLA 28. Anova de incremento de peso para Sep 17 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M. (%V)	F	C.V. (%)
Entre T.	2	3214,5	1607,3(93)	12,9	
Dentro T.	97	2054,3	124,3(7)	**	
Total	99	15268,8			37,5

TABLA 29. Anova de incremento de peso para octubre 23 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M. (%V)	F	C.V. (%)
Entre T.	2	1892,0	946,0(92)	11,9	
Dentro T.	116	9228,7	79,6(8)	**	
Total	118	11120,7			25,2

TABLA 30. Anova de incremento de peso para noviembre 18 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M. (%V)	F	C.V. (%)
Entre T.	2	207,0	103,5(46)	0,9	
Dentro T.	106	12852,0	121,2(54)	N.S.	
Total	108	13059,0			27,2

TABLA 31. Anova de incremento de peso para diciembre 10 de 1991. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M. (%V)	F	C.V. (%)
Entre T.	2	426,3	213,2(88)	7,5	
Dentro T.	165	4697,5	28,5(12)	**	
Total	167	5123,8			11,2

TABLA 32. Anova de incremento de peso para enero 12 de 1992. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M. (%V)	F	C.V. (%)
Entre T.	2	510,5	255,3(90)	9,1	
Dentro T.	181	5067,6	28,0(10)	**	
Total	183	5578,1			8,8

TABLA 33. Anova de incremento de peso para febrero 14 de 1992. Zambrano Bolívar, Colombia.

Causas	G.L.	S.C.	C.M.(%V)	F	C.V.(%)
Entre T.	2	2315,6	1157,8(98)	46,3	
DentroT.	181	4524,2	25,0(2)	**	
Total	183	6839,8			7,0

El análisis de los ANOVA mostró que hay diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en todos los muestreos, con excepción de noviembre 18, donde no hay diferencia significativa ($P > 0,05$), entre los tratamientos bajo estudio, con respecto a la producción de "bocachico". Refiriéndose al último muestreo luego de 230 días de cultivo, se da respuesta a la hipótesis de trabajo, diciendo que sí existe una diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,01$) en la producción (aumento de peso), debida a los tres tratamientos (tipos de abono), además se puede ver como el 98% de la varianza es causada por efecto entre los tratamientos y solo el 2% corresponde al error experimental dentro de tratamientos. Igualmente se observa que el valor de F es bastante alto (46,3), indicando que el efecto de los tratamientos es grande, lo cual indica que la varianza puede ser causada por los tratamientos. También el coeficiente de variación (7,0) fue bastante adecuado, permitiendo tener confianza en los datos de incremento de

peso y en los resultados. Los C.V. para los primeros cuatro muestreos fueron altos, incluso algunos mayores al 30%, pero en los últimos tres muestreos donde se aumentó el tamaño de la muestra para las tres poblaciones, se tienen C.V. adecuados.

Luego de comprobar que hay diferencia altamente significativa en la producción debida a los tratamientos, se realizó la prueba de Duncan para hacer las comparaciones entre los valores medios de incremento de peso (producción), para saber cuales tratamientos son iguales, cuales diferentes y cual es el más productivo (Figura 40), en la figura los tratamientos se ordenan de mayor a menor incremento de peso, los tratamientos unidos por una misma línea horizontal son estadísticamente iguales. En definitiva y con base en el último muestreo luego de 230 días de cultivo se afirma que el tratamiento T3 fue mejor que T2 y T1 ($P < 0,01$), y a su vez T2 mejor que T1 ($P < 0,01$); es decir se logró una mayor producción utilizando el abono inorgánico de grado 30-10-5.

El reporte de crecimiento en g/día (Tabla 34), mostró con mejor tasa de crecimiento para el final de 230 días de cultivo a T3 (0,33g/día), seguido de T2 (0,31 g/día) y de T1 (0,29g/día). En cuanto a tasa de crecimiento en longitud

FECHA	PROBABILIDAD = 0,01			PROBABILIDAD = 0,05		
Ago. 14	T3 24,7 19,3	T1 21,8	T2 19,3	T3 24,7	T1 21,8	T2 19,3
Sep. 17	T3 36,4	T1 29,5	T2 23,0	T3 36,4	T1 29,5	T2 23,0
Oct. 23	T3 40,2	T1 36,8	T2 30,9	T3 40,2	T1 36,8	T2 30,9
Nov. 18	T3 42,0	T2 40,3	T1 38,5	T3 42,0	T2 40,3	T1 38,5
Dic. 10	T3 49,9	T2 47,4	T1 46,0	T3 49,9	T2 47,4	T1 46,0
Ene. 12	T3 62,0	T2 59,9	T1 57,9	T3 62,0	T2 59,9	T1 57,9
Feb. 14	T3 76,1	T2 70,3	T1 67,5	T3 76,1	T2 70,3	T1 67,5

FIGURA 40. Prueba de Duncan para valores medios de incremento de peso (g), durante muestreos a los niveles $P= 0,01$ y $P= 0,05$.

total (Tabla 35), también T3 fue el mejor (0,5 mm/día), y para T2 y T1 fue igual (0,4mm/día).

TABLA 34. Tasa de crecimiento (g/día). Zambrano Bolívar Colombia.

Días de cultivo	E1	E2	E3
46	0.48	0.42	0.54
80	0.37	0.28	0.46
116	0.31	0.27	0.34
142	0.29	0.29	0.30
164	0.28	0.29	0.30
197	0.29	0.30	0.31
230	0.29	0.31	0.33

TABLA 35. Tasa de crecimiento (mm/día). Zambrano Bolívar, Colombia.

Días de cultivo	E1	E2	E3
46	0.6	0.5	0.7
80	0.5	0.4	0.6
116	0.4	0.4	0.5
142	0.4	0.4	0.4
164	0.4	0.4	0.4
197	0.4	0.4	0.4
230	0.4	0.4	0.5

Se calculó la producción para los tres tratamientos en unidades estandar ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$), con el fin de realizar una discusión con las producciones halladas por otros autores en trabajos de caracicultura (Tabla 36).

TABLA 36. Producción para los tres tratamientos.
Zambrano Bolívar, Colombia.

T	kg.E ⁻¹ .230 días ⁻¹	kg.ha ⁻¹ .230 días ⁻¹	kg.ha ⁻¹ .año ⁻¹
T1	55,4	473	750
T2	73,3	492	780
T3	78,9	533	845
Σ =	208,0	Media= 499	Media= 792

La mayor producción como ya se dijo correspondió a T3 con 845 kg/ha/año. Comparando con los trabajos de otros autores, más parecidos al presente es decir en monocultivo y abonando (Tabla 37), se anota que fue una producción aceptable, la cual fue superada por Ramos y Corredor (58), abonando con porquinaza fresca en dosis de 4000 kg/ha/mes, con recambio de agua, densidad de 1 pez/m² y baja mortalidad (3,75%). Sin embargo las producciones reportadas en la tabla 37, son logradas con dosis de abonos grandes, ya que se emplea porquinaza y gallinaza entre (2000-4000) kg/ha/mes y boñiga de (2000-10000) kg/ha/mes; mientras en este trabajo se empleó dosis media de 706 kg/ha/mes para T1 y 550 kg/ha/mes para T2, lo cual rebaja bastante los costos de producción. Lo mismo sucede con el fertilizante inorgánico 11-53-0 aplicado en dosis de 27,2 kg P₂O₅/ha/mes, mientras que el 30-10-5 utilizado en el presente trabajo se aplicó a 1,6 kg P₂O₅/ha/mes.

TABLA 37. Producciones reportadas para monocultivo con abonamiento (kg/ha/año).

Autores	Densidad (Pez/m ²)	Abono	Producción
Ramos y Corredor	1,0	Gallinaza	525
Ramos y Corredor	1,0	Porquinaza	1.242
Ramos y Corredor	0,5	Porquinaza	611
Ramos y Corredor	0,1	Gallinaza	689
Ramos y Corredor	0,3	Porquinaza	587
Ramos y Corredor	0,3	Porquinaza	574
Rey	0,3	11- 53- 0	546
Rodríguez	0,3	Vacaza	311
Giraldo	0,5	Vacaza	588
Presente trabajo	0,7	Vacaza	750
		Vacaza+Taruya	780
		30-10-5	845

Otros trabajos de caracicultura con "bocachico", han probado diferentes dietas (Tabla 38), las cuales arrojaron factores de conversión entre (12-15), que hacen completamente antieconómico el cultivo. Los trabajos de policultivo de "bocachico" con diversas especies nativas y foraneas, son los de mayor rentabilidad, sin embargo lo referente a la producción de "bocachico" no es notoria y exige utilizar bajas densidades de siembra (Tabla 39). Finalmente las investigaciones en monocultivo de "bocachico" con productividad natural, arrojan producciones bajas, comparadas con las logradas cuando se aplican abonos (Tabla 40).

TABLA 38. Producción para monocultivo con dietas (kg/ha/año).

Autores	Densidades (Pez/m ²)	Dieta	Producción
Ramos y Corredor	1,0	Ponedora (4% día)	1150
Ramos y Corredor	0,5	Ponedora (4% día)	382
Parkhurst	0,4	mezcla alimenticia	592
Giraldo	0,5	Dieta 23% p.c.+boñiga	1565
Giraldo	0,5	Dieta 25% p.c.+boñiga	1050
Giraldo	0,5	Dieta 27% p.c.+boñiga	900
Solano	0,3	Dieta (5% día)+boñiga	580

TABLA 39. Producción de "bocachico" (kg/ha/año) en policultivo.

Autores	Densidad (bocachico/m ²)	Manejo	Producción
Ramos	0,07	Peces nativos + <u>T. rendalli</u>	292
Ramos	0,2	<u>P. kraussii</u>	388
Ramos	0,2	<u>T. rendalli</u>	801
Ramos y Corredor	0,1	<u>T. rendalli</u>	405
Ramos y Corredor	0,1	<u>T. rendalli</u>	
		+ porquinaza	537
Ramos y Corredor	0,3	<u>T. rendalli</u>	
		+ porquinaza	728
Ramos y Corredor	0,3	<u>T. rendalli</u>	
		+ porquinaza	591
Ramos y Corredor	0,5	<u>T. rendalli</u>	
		+ porquinaza	1138
Rey	0,3	Engordina (3%)	
		+ <u>Q. niloticus</u>	531
De Fex	0,1	<u>C. macropomum</u>	
		+ <u>Q. niloticus</u>	
		+ boñiga o gallinaza	
		+ 10-30-10 + dieta	
		(3%)	0,5 g/día
Solano	0,5	<u>B. moorei</u> + <u>P. umbrifera</u>	-----

TABLA 40. Producción (kg/ha/año) de "bocachico" con productividad natural (sin abonar).

Autores	Densidad (pez/m ²)	Producción
Ramos	0,6	130
Ramos y Popma	0,2	272
Ramos y Popma	0,1	318
Ramos	0,2	402
Ramos y Corredor	0,1	153

Las tasas de crecimiento del presente trabajo son: T1 (8,7 g/mes), T2 (9,3 g/mes) y T3 (9,9 g/mes). Al compararlas con tasas de cultivos a densidades similares y empleando abonos, calculadas por Ramos y Corredor así: 10,8 g/mes (a densidad de 1 pez/m² y porquinaza), 4,4 g/mes (densidad de 1 pez/m² y gallinaza) 10,0 g/mes (densidad 0,5 pez/m² y porquinaza), se observa que las tasas de crecimiento de los tres tratamientos estan dentro de estos rangos; la mejor tasa lograda por Ramos y Corredor, correspondió a 22,5 g/mes, lograda en policultivo con Tilapia rendalli y abonando con porquinaza.

4.6.6. Mortalidad e indeseables.

Se presentó mortalidad para los tres tratamientos, especialmente T3 y T2 (Tabla 41). Las posibles causas de la mortalidad fueron: En primera instancia la alta densidad de siembra, en caso que la competencia por el alimento fuera

mayor que el aportado por el abono, el suelo y los sustratos. Solano (73), opina que en altas densidades el porcentaje de mortalidad es grande. Lo anterior causó un bajón del factor de condición K, a medida que los animales aumentaron de talla. Apareció un relación inversamente proporcional entre el factor de condición K medio de cada tratamiento, con el porcentaje de mortalidad de los estanques; es decir para todos los tratamientos se dió que a mayor factor de condición, menor mortalidad. Otra causa puede ser la invasión de indeseables a los estanques, pero esto no es muy factible ya que en T3, que mostró la menor competencia por indeseables, ocurrió la mayor mortalidad. mientras T1 con más indeseables por unidad de área, registró la menor mortalidad. Además no es posible definir si las especies indeseables favorecieron o fueron perjudiciales para la producción.

Otras causas de mortalidad posibles, incluyen el método de captura, transporte y aclimatación, pero esta no es muy factible debido a que se realizó un ensayo inicial, para corregir todos los errores y no repetirlos en el procedimiento final. En T3 que presentó la mayor mortalidad, es posible que esta sea efecto de la acción predadora de una "dorada" (Brycon moorei) que se infiltró al estanque, sin embargo es más factible que esta eligiera

como presas a las abundantes y más pequeñas "arencas" (Triportheus magdalenae), ya que la "dorada" tenía menor talla que los "bocachicos". Incluso se podría mencionar como posible causa el robo, debido a la falta de vigilancia nocturna. También en la zona se observaron algunos animales predadores como garzas, culebras, martín pescador y otras aves. En cuanto al oxígeno disuelto los monitoreos de este, revelaron un comportamiento adecuado durante el cultivo, por lo cual queda descartado como causa de mortalidad, lo mismo que pasó con los otros factores de calidad de agua determinados. Como discusión se tabuló información sobre mortalidad en algunos trabajos de investigación en cultivos (Tabla 42).

TABLA 41. Mortalidad en 230 días de cultivo. Zambrano Bolívar, Colombia.

T	Mortalidad
T1	10%
T2	17%
T3	20%
Media	15%

TABLA 42. Mortalidad de "Bocachico" en diversos trabajos de investigación.

Autores	Densidad (Pez/m ²)	Manejo	Mortalidad
Ramos	0,5	<u>T. rendalli</u> +	
		Porquinaza	10,0%
Ramos y Corredor	0,3	Porquinaza	5,8%
Ramos y Corredor	0,3	Porquinaza	10,9%
Ramos y Corredor	0,1	<u>T. rendalli</u>	14,0%
Ramos y Corredor	0,1	<u>T. rendalli</u> +	
		gallinaza	8,0%
Ramos y Corredor	1,0	Gallinaza	1,3%
Ramos y Corredor	1,0	Porquinaza	3,8%
Ramos y Corredor	0,3	<u>T. rendalli</u> +	
		Porquinaza	22,2%
Ramos y Corredor	0,3	<u>T. rendalli</u> +	
		Porquinaza	19,2%
Ramos y Corredor	0,5	<u>T. rendalli</u> +	
		Porquinaza	14,3%
Rey	0,3	11-53-0	17,2%
Rey	0,3	<u>Q. niloticus</u> +	
		engordina	11,2%
Solano	0,3	boñiga + dieta	6,0%
Solano	0,5	<u>B. moorei</u> +	
		<u>P. umbrifera</u>	40,0%
De Fex	0,1	<u>C. macropomum</u> +	
		<u>Q. niloticus</u>	2,5%
Presente trabajo	0,7	Boñiga	10,0%
		Boñiga+ Taruya	17,0%
		30-10-5	20,0%

El trabajo presentó el inconveniente de la presencia de abundantes especies de peces indeseables, al igual que camarones y caracoles. Estos ingresaron a los estanques a través del macrofiltro en la succión de la motobomba en formas de larvas, las cuales no fueron detenidas por el filtro de angeo en la cámara de aquietamiento. Luego por reproducción en los estanques algunas especies aumentaron

en cantidad (Tabla 43). E1 se sometió al mayor número de indeseables y E3 arrojó la menor presencia de estos. Los indeseables presentaron poco peso y la mayoría son especies no comerciales (Figura 41).

TABLA 43. Biometría y número de indeseables.

Especie	Lt (cm)	Wt (g)	número de peces		
			E1	E2	E3
<u>Triportheus magdalenae</u>	9,6	6,0	452	399	371
<u>Curimata magdalenae</u>	14,6	26,7	137	53	4
<u>Petenia kraussii</u>	7,8	8,1	211	87	--
<u>Pimelodus clarias</u>	20,5	68,1	5	--	8
<u>Leporinus muyscorum</u>	25,0	123,9	5	9	4
<u>Brycon moorei</u>	18,7	105,3	--	--	1
Total			810	548	388

La presencia de indeseables afectó la densidad de siembra, haciendo que esta aumentara en todos los tratamientos; incluso para T1 la densidad se duplicó (Tabla 44).

TABLA 44. Variación de la densidad (pez/m²).

T	Densidad de siembra	Densidad a los 230 días menos mortalidad	Densidad a los 230 días, menos mortalidad más indeseables.
T1	0,7	0,63	1,4
T2	0,7	0,58	1,0
T3	0,7	0,56	0,9



FIGURA 41. Indeseables encontrados.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P > 0,01$) entre los tres tratamientos (tipos de abono), respecto a la productividad de "bocachico" (*P. reticulatus*), al final de 230 días de cultivo. El tratamiento de abonamiento con fertilizante inorgánico 30-10-5 es el más adecuado para engordar "bocachico" en estanques de tierra con sustratos artificiales (manojos de hierbas) generadores de perifiton; con producción de 845 kg. ha⁻¹.año⁻¹. El segundo tratamiento en cuanto a producción de "bocachico" es el abono orgánico de "taruya" (*E. crassipes*) más estiércol de ganado, mezclados en relación de peso 1:1; con 780 kg.ha⁻¹.año⁻¹. En último lugar está el tratamiento de abonado con estiércol de ganado, el cual produce 750 kg.ha⁻¹.año⁻¹ de "bocachico". Se recomienda emplear el fertilizante 30-10-5 para engorde de "bocachico". Es más recomendable mezclar la boñiga con "taruya" seca, envejecida y picada, que aplicar el estiércol solo, cuando se pretenda engordar "bocachico" con este abono orgánico.

5.2. El empleo de sustratos artificiales como generadores de perifiton es una gran alternativa para aumentar la producción de "bocachico", ya que abonando con bajas dosis (boñiga: 706 kg/ha/mes, boñiga + "taruya": 550 kg/ha/mes, 30-10-5: 16 kg/ha/mes), las cuales son muy inferiores a las tradicionalmente empleadas, se logran producciones superiores a las registradas en otros trabajos de investigación. Se recomienda el uso de sustratos en cultivo de "bocachico", empleando hierbas de tallos huecos, duros y diámetro mayor, con el fin de alargar su duración y aumentar la superficie de fijación, facilitando la acción del "bocachico" sobre estos. Es recomendable lastrar los sustratos para distribución uniforme en el fondo del estanque, así mismo se deben monitorear periódicamente para decidir nuevas aplicaciones, debido a la degradación de los mismos. Se deben ensayar nuevos materiales y formas que sirvan de sustratos para perifiton, aumentando la tasa de fijación y sean más accesibles a la boca especializada del "bocachico".

5.3. El fertilizante 30-10-5, es el tratamiento que mejor influye en la producción y crecimiento del "bocachico". Sin embargo el factor de condición K que genera, no es el más adecuado después de los primeros meses de cultivo, tiempo durante el cual es superado por el factor de condición K de

los otros dos tratamientos. El mejor K corresponde al tratamiento de abonado con boñiga, pero las producciones y crecimientos son los más bajos. Las relaciones longitud-peso y el factor de condición K promedio para los tres tratamientos son:

$$T1: Wt = 1,43 \times 10^{-3} Lt^{3.67}, K=1.00$$

$$T2: Wt = 2,59 \times 10^{-3} Lt^{3.45}, K=0.97$$

$$T3: Wt = 4.88 \times 10^{-3} Lt^{3.20}, K=0.95$$

Se recomienda ensayar abonamiento para "bocachico" mezclando los tratamientos T1 (boñiga) o preferiblemente T2 (boñiga + "taruya"); con T3 (30-10-5), es decir aplicar abonos orgánicos junto al inorgánico, con el fin de mejorar la producción y crecimiento, pero a la vez tener un factor de condición K adecuado.

5.4. La alta densidad de siembra empleada (0,7 pez/m²) en este tipo extensivo de caracicultura, no es adecuado ya que no tiene un efecto positivo en la productividad de "bocachico"; mientras si influye en el aumento de la mortalidad, por ello en el presente trabajo se presenta mortalidad considerable para los tres tratamientos bajo ensayo. El efecto de la alta densidad en el aumento de la mortalidad se refleja más en los últimos meses de cultivo,

cuando los peces alcanzan tallas mayores, aumentando la competencia por el alimento. Se pudo demostrar una relación inversamente proporcional entre K y la mortalidad para los tres tratamientos. Es recomendable no emplear densidades de siembra mayores a las tradicionales (0,3-0,5 pez/m²), con el fin de disminuir la mortalidad y aumentar K, además que altas densidades no aumentan la producción de "bocachico".

5.5. El seguimiento realizado a los parámetros físico-químicos de calidad de agua, mostró que estos siempre estuvieron dentro de rangos adecuados y con tendencia a ser muy similares para los tres tratamientos, lo cual facilitó evaluar mejor el efecto de los tratamientos en la producción de "bocachico", al reducirse el número de variables.

5.6. El criterio de dosificación mediante la lectura de la profundidad Secchi y el color del agua, así como la forma de aplicación de abonos, presentan un balance general adecuado; sin embargo se presentó un bajón notable del incremento en peso a mitad de cultivo, relacionado con las épocas durante las cuales el intervalo de tiempo sin fertilizar fue largo. Debido a esto se suministraron dosis más regulares, lo cual condujo a aumentar los incrementos

de peso. De aca se recomienda que es más conveniente aplicar el abono en varias dosis pequeñas, que aplicarlo en una sola gran dosis, especialmente en estanques nuevos donde la capa de fango coloidal se está empezando a formar. La profundidad Secchi se mantuvo constante y adecuada para los tres tratamientos, con valores medios de (24-25) cm, y su monitoreo diario a las 8:00 a.m. permite tener un buen control en la aplicación de abonos. Se recomienda utilizar la profundidad Secchi y el color del agua, como método de control de aplicación de abonos y calidad de agua en caracicultura extensiva, pero teniendo en cuenta el sesgo que producen las partículas inorgánicas del seston en la lectura de la transparencia.

5.7. La introducción de los conceptos de dinámica de poblaciones a la piscicultura es una valiosa herramienta para un mejor control de ciclos de producción, ya que permite evaluar el crecimiento durante todo el tiempo de cultivo y hacer proyecciones respecto a las producciones esperadas y por ende a los costos de producción requeridos. En el presente trabajo la dinámica de población permitió comprobar el efecto de los tratamientos en el crecimiento en longitud y peso, para corroborar que el tratamiento tres es el más ventajoso en la producción de "bocachico". Se recomienda emplear la dinámica de poblaciones en empresas

dedicadas a la acuicultura, ya que es una valiosa ayuda en la toma de decisiones por parte de las personas encargadas tanto de la producción como de la administración. Las VBGF calculadas son:

$$T1: Lt = 41,3 [1 - e^{-0.044 (t + 7.6)}]$$

$$Wt = 1218,6 [1 - e^{-0.044 (t + 7.6)}]^{3.67}$$

$$T2: Lt = 33,2 [1 - e^{-0.071 (t + 6.2)}]$$

$$Wt = 458,4 [1 - e^{-0.071 (t + 6.2)}]^{3.45}$$

$$T3: Lt = 71,6 [1 - e^{-0.028 (t + 6.5)}]$$

$$Wt = 4208,6 [1 - e^{-0.028 (t + 6.5)}]^{3.20}$$

BIBLIOGRAFIA

1. AQUAMERCK. Manual del equipo de laboratorio para análisis del agua en acuariología. Referencia 11102. 1987.
2. ARIAS, P. Evaluación limnológica de las planicies inundables de la cuenca norte del río Magdalena. Cartagena: INDERENA-FAO, 1977.
3. ARIZA, J. y NEGRETE, R. Manejo de un criadero comercial de bocachicos en el valle del Sinú. Montería, 1976. Trabajo de tesis para optar al título de veterinario. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de medicina veterinaria. 102p.
4. ARJONA, F. y SALAZAR, C. Contribución al conocimiento de la ecología de Prochilodus reticulatus magdalенаe, en sus estados juveniles en la cuenca del Sinú. Montería: C.V.S, 1981. 62 p.
5. BAZIGOS, G.; KAPETSKY, J. y GRANADOS, J. Integrated designs for the complex fishery of the Magdalena river basin. Roma: FAO, 1975. 50 p. (Working Paper, No. 4).
6. BONETTO, Argentino y CASTELLO, Hugo. Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. Washington, D. C. : OEA, 1985. 118p. : il. (series de biología; monografía No. 31).
7. BOYD, C. E. Water quality in warmwater fish ponds. Alabama: Auburn Univ., 1979. 139 p.: il.

8. BRETT, J. R. et al. Informe de la conferencia técnica de la FAO sobre acuicultura. In FAO, Informe de pesca No.188. Kyoto, Japón. (may. 26-Jun 2, 1976).
9. CASTILLO, Luis. La Tilapia roja: Aspectos clásicos iniciales sobre el cultivo del híbrido. p. 109-130. In: COLOMBIA. CORNARE - INDERENA. Memorias del Segundo Seminario Nacional, Presente y Futuro de la Acuicultura en Colombia. Medellín: Politécnico Colombiano. (ago. 1990).
10. CERVIGON, Fernando. La acuicultura en Venezuela: Estado actual y perspectivas. Caracas, Venezuela: 1983.
11. CIARDELLI, F.; DIAZ, W. y MERCADO, S. Reconocimiento preliminar de la pesca en la ciénaga del Silencio: complejo de ciénagas de Plato, Magdalena, Colombia. En: Revista Divulgación Pesquera: organo de difusión del INDERENA. vol. 7, No. 3/4 (1976).
12. COLOMBIA. INSTITUTO DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Fundamentos básicos de piscicultura para especies de clima templado. Bogotá: INDERENA, 197?: il.
13. CONTRERAS, Pedro. Técnicas para la reproducción artificial del "bocachico". In: Memorias de la primera Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Bogotá: COLCIENCIAS- INDERENA, 1987.
14. CORDOBA. CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINU y DEL SAN JORGE (C.V.S.). Investigación, fomento y desarrollo de la piscicultura en el bajo Sinú: Informe preliminar final. Lorica Córdoba: COLCIENCIAS, 1991. 34P. : il.
15. CHAPARRO MUÑOZ, Nicolas. Reproducción artificial del bocachico: Acción de las glándulas endocrinas. In: Revista Ingeniería Pesquera: Organo divulgativo de la facultad. Vol. 8, No. 1/2 (ene./ dic. 1988); p. 26-32, 123-127. ISSN-0120-1883.

16. DAHL, George. El bocachico (Prochilodus reticulatus magdalenae STEINDACHNER) y su ambiente. Bogotá: Banco de la República, 1965. pp. 1-144: il.
17. ----- . Los peces del norte de Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables, 1971. p. 100-111 :il.
18. DE FEX, Raul. Edad y crecimiento del bocachico en la parte baja del río Magdalena. Cartagena, 1982. Tesis (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar.
19. ----- . Policultivo de cachama negra, mojarra plateada y bocachico bajo tres densidades de siembra. In: Memorias de la Segunda Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Neiva. (sep. 1988).
20. ----- . Supervivencia del bocachico durante la fase reproductiva: CVS. estación Lórica. En: Boletín Red Nacional de Acuicultura: Bogotá. Vol. 1, No. 1 (dic. 1988).
21. DE FEX, Raúl y GIRALDO, Mauricio. Cultivo de larvas de bocachico (Prochilodus reticulatus) en estanques en tierra fertilizados. p. 77-83. In: Memorias de la Tercera reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Calí. (Nov. 1989).
22. DE LA LANZA, G. y ARREDONDO, J. La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1990. p. 179-245: il. (capítulo 5).
23. ESTEVEZ, Mario. Manual de piscicultura. 1 ed. Bogotá: Universidad Santo Tomás de Aquino, 1990. p. 59-65: il.
24. FAO. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. Roma: 1982. (Circular de pesca No. 736).

25. GIMENEZ, C. y de ESPINOSA, V. Estudio sobre la biología y pesca del bocachico (prochilodus reticulatus reticulatus) en el lago de Maracaibo. En: Informe técnico de la Oficina Nacional de Pesca de Caracas, Venezuela. No 63 (1974).
26. GIRALDO, Mauricio. Conocimiento de las necesidades nutricionales de bocachico en cautiverio. p.70-74. In COLOMBIA. INDERENA-COLCIENCIAS. Memorias de la Primera Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Bogotá: El Instituto, 1987.
27. ----- . Producción Masiva de larvas de "bocachico" (Prochilodus reticulatus). p. 68-69. En: Memorias de la Primera Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Bogotá: COLCIENCIAS-INDERENA, 1987.
28. GOMEZ, G. y USME, R. Pescado de río: Manipulación y conservación. 1979. (Temas de Orientación Agropecuaria. No. 138).
29. GONZALEZ, Leo. Relación longitud-peso y factor de condición de la caítipa del sur-oeste de la isla de Margarita, Venezuela. Isla Margarita: Universidad de Oriente, 1980. 19p. :il.
30. GULLAND, J. Métodos de análisis de poblaciones de peces. Cuba: Centro de Investigaciones pesqueras. Instituto Nacional de la Pesca, 1966. p. 18-29.
31. HEPHER, Balfour, y PRUCININ, Joel. Cultivo de peces comerciales: basado en las experiencias de las granjas piscícolas de Israel. México: Limusa, 1989. 316 p.: il.
32. HERNANDEZ, Armando et al. Estudio socioeconómico de la acuicultura en seis regiones de Colombia. Bogotá: COLCIENCIAS- CIID, 1988.
33. HUET, Marcel. Tratado de piscicultura. 3 ed. Madrid: ediciones Mundi- Prensa, 1983. 753 p.

34. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas colombianas para la presentación de Tesis de Grado. Bogotá: ICFES-ICONTEC, 1987. 131 P.
35. JIMENEZ, H. y SOTO, E. Diagnóstico del subsector pesquero del municipio de Zambrano. Santa Marta: COORFAS (Cooperación Fondo de Apoyo de Empresas Asociativas), 1988.
36. LAZCANO, Joaquín. et al. Comercialización de bagre, bocachico y otras especies en la región del Banco. Santa Marta, 1988. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.
37. LEWIS, Alvin. Bioestadística. 3 ed. México: Compañía Editorial Continental, 1975. 279 p. :il.
38. MACIAS, Daniel. Piscicultura y Pesca. Bogotá: Dosmil, 1976. p. 78-83. : il. (Biblioteca del Campesino No. 64).
39. MARGALEF, Ramón. Ecología. Barcelona: Omega, 1986. 951 p. :il.
40. MENDO, J. y WOSNITZA, C. Utilidad de la distribución de frecuencia de longitudes en la dinámica de poblaciones de peces. Perú: Proyecto Cooperativo Peruano-Alemán de Investigaciones Pesqueras (PROCOPA), 1985.
41. MILES, Cecil. Los peces del río Magdalena. Ibagué: Universidad del Tolima, 1971. 214p.
42. NANNE, Herbert. Integración de doble vía porcino-piscícola en Costa Rica. In: Revista Latinoamericana de Acuicultura: Ministerio de Agricultura y Ganadería San Jose, Costa Rica. No. 15 (mar. 1983); p. 5. ISSN-0250-2135.

43. ODUM, Eugene. Ecología. 3 ed. México: Interamericana, 1983. 639p. :il.
44. OTERO, Rafael et al. Migración de peces del río Sinú. Montería: Universidad de Córdoba- CORELCA, 1986. 106 p.: il.
45. PADILLA, G. et al. Evaluación de infiltración en estanques para cultivo de camarón a cielo abierto construidos sobre suelos arenosos en el área de Puerto Chale, México. En: Revista Latinoamericana de Acuicultura: Lima- Perú. No 38 (dic. 1988); p. 102-109. ISSN-0250-2135.
46. PAULY, Daniel. Une selection de methodes simples pour L' estimation des stocks de poissons tropicaux. Roma: FAO, 1982. p. 7-18. (Circulaire sur les peches, No. 179).
47. PERDOMO, José. Productos pesqueros exportables de Colombia: Programa Regional de Cooperación Técnica para la Pesca CEE/PEC. Bogotá: Instituto Nacional de la Pesca y Acuicultura. (INPA), 1991. (Informe técnico No. 1).
48. POPMA, Thomas y RAMOS, Alonso. Crecimiento ponderal del bocachico en estanques a dos densidades. In: Informe Técnico del Centro de experimentación piscícola de la Universidad de Caldas. No. 2 (abr. 1978).
49. PORRAS, Demetrio. Estrategias y alternativas de integración a utilizar con los fertilizantes orgánicos en acuicultura. In: Revista Latinoamericana de acuicultura. No. 20 (jun. 1984); p. 22-31. ISSN-0250-2135.
50. ----- . Sobre la utilización en acuicultura de fertilizantes orgánicos: (desechos y excretas). In: Revista Latinoamericana de cuicultura. No. 9 (sep. 1981); p. 6-10. ISSN-0250-2135.

51. RAMOS, Alonso. Crecimiento del bocachico en estanques con productividad natural. In: Informe Técnico del Centro de Experimentación Piscícola de la Universidad de Caldas. No. 1 (Sep. 1973).
52. ----- . Cultivo de bocachico. In: Simposio sobre sistemas de acuicultura para Colombia. Manizales: ICFES- Universidad de Caldas, 1984.
53. ----- . Efecto de la mojarra amarilla y Tilapia rendalli sobre el crecimiento del bocachico en estanques. In: Informe Técnico del centro de experimentación piscícola de la Universidad de Caldas. No. 2 (abr. 1978).
54. ----- . Investigación preliminar sobre la biología del bocachico (Prochilodus reticulatus magdalenae \\STEINDACHNER) de los ríos San Jorge y Uré y los sistemas de Ciénagas de Ayapel y San Marcos. Bogotá: Banco de la República, 1965. p. 57-91 : il.
55. RAMOS, Alonso y CORREDOR, Germán. Bocachico en alta densidad y tres variantes de manejo. In: Informe Técnico del Centro de Experimentación Piscícola de la Universidad de Caldas. No. 3 (Oct. 1982).
56. ----- . Bocachico en estanque con porquinaza. In: Informe Técnico del Centro de Experimentación Piscícola de la Universidad de Caldas. No.3 (Oct. 1982).
57. ----- . Ensayos en cultivo de bocachico más Tilapia rendalli en estanques. In: Informe Técnico del Centro de experimentación Piscícola de la Universidad de Caldas. No. 2 (abr. 1978).
58. ----- . Respuesta del bocachico al abonamiento orgánico y a la alimentación con concentrado comercial para gallinas. In: Informe Técnico del Centro de Experimentación Piscícola de la Universidad de Caldas. No. 1 (sep. 1973).

59. REICHENBACH, H. y KLINKE. Enfermedades de los peces. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1982. 507 p.
60. REY, Fernando. Cultivo de bocachico con abono inorgánico. In: Simposio sobre sistemas de acuicultura para Colombia. Manizales: ICFES-Universidad de Caldas, 1984.
61. ----- . Policultivo con alimentación extensiva de mojarra lora más bocachico. In: Simposio sobre sistemas de acuicultura para Colombia. Manizales: ICFES- Universidad de Caldas, 1984.
62. REYES, Pedro. Diseño de Experimentos Aplicados. 2 ed. México: Trillas, 1980. 331 p.
63. RIVERA, Abel et al. Observaciones generales de las actividades pesqueras en la costa norte de Colombia. In: Revista Ingeniería Pesquera: Organo divulgativo de la facultad. Vol. 1, No. 2 (Jul./sep. 1980); p. 36-64. ISSN-0120-1883.
64. RODRIGUEZ, B. y RODRIGUEZ, G. Estudio ecológico pesquero de la laguna el Jobo (Bolívar). En: Divulgación pesquera: INDERENA. vol. 7, No.5 (1976).
65. RODRIGUEZ, Horacio. Análisis sobre los efectos de la producción de especies exóticas al medio acuático continental de Colombia. In: Memorias Taller sobre introducción de especies hidrobiológicas a la acuicultura. Bogotá. (Oct. 1989).
66. ROMERO, Rafael. Plantas del Magdalena, II. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1971. Parte II.
67. RUBIN, Ramon. Manual práctico de piscicultura rural. 2da ed. México D.F.: Editores Mexicanos Unidos, 1979. 160 p.: il. ISBN 968-15-0214-0.
68. RUSSELL, W. y HUNTER. Productividad acuática.

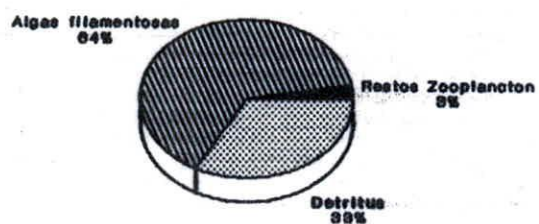
- Zaragoza: Acribia, 1973. 273 p. :il.
69. SANTOS, S; LOVSHIN, L. y PRETTO, R. Acuicultura asociada a proyectos agropecuarios en Panamá. In: Revista Latinoamericana de Acuicultura. No. 19 (mar. 1984); p. 8-11. ISSN-0250-2135.
70. SCHEFLER, William. Bioestadística México: Fondo Educativo Interamericano, 1981. 267. :il.
71. SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE ACUICULTURA (6: 1988: Florianapolis, Brasil). Resúmenes del VI simposio Latinoamericano de acuicultura. Florianapolis: Associação Brasileira de Aquicultura, 1988. p. 89,116,122,125,126,186.
72. SOLANO, Jose. Reproducción inducida del bocachico. En: Revista Divulgación Pesquera: INDERENA Bogotá. vol. 4, No. 3/4 (1974).
73. SOLANO, José; GONZALEZ, Aquiles y OTERO, Rafael. In: Acuicultura III: Informe provisional No. 10. International Foundation for Science (IFS de Estocolmo)- Universidad de Córdoba.
74. SPARRE, Per. Introduction to tropical fish stock assessment: parte 1, manual. Roma: FAO, 1989. P. 67-74. (Fisheries technical paper, No. 30611).
75. SPIEGEL, Murray. Probabilidad y Estadística. México: Schaum- McGraw- Hill, 1988. 349 p.
76. VEGA, Mauricio. La muerte del río. In: Revista Credencial. Edición 57 (ago. 1991); p. 50.
77. VIANA, Rodolfo y REVOLLO, Andrés. Cultivo intensivo de la cachama Colossoma macropomum (CUVIER 1818) en estanques tipo campesino en Gaira-Magdalena. Santa Marta, 1988. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.

78. WOYNAROVICH, Elek. Cartilla del Piscicultor. Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cría, 1976. p. 72, 88-89: il.
79. ----- . La propagación de los peces. Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cría, 1977. 45 p. :il. (Informe técnico; No. 72).
80. YEPES, Juan; GIRALDO, Mauricio y DE FEX, Raul. Reproducción artificial de alevinos de bocachico (Prochilodus reticulatus). p. 193-196. In: Memorias de la Segunda Reunión de la Red Nacional de Acuicultura. Neiva. (Sep. 1988).

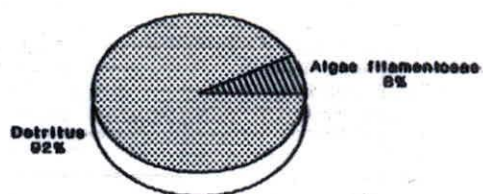


A
13 días después de la eclosion

B
17 días después de la eclosion

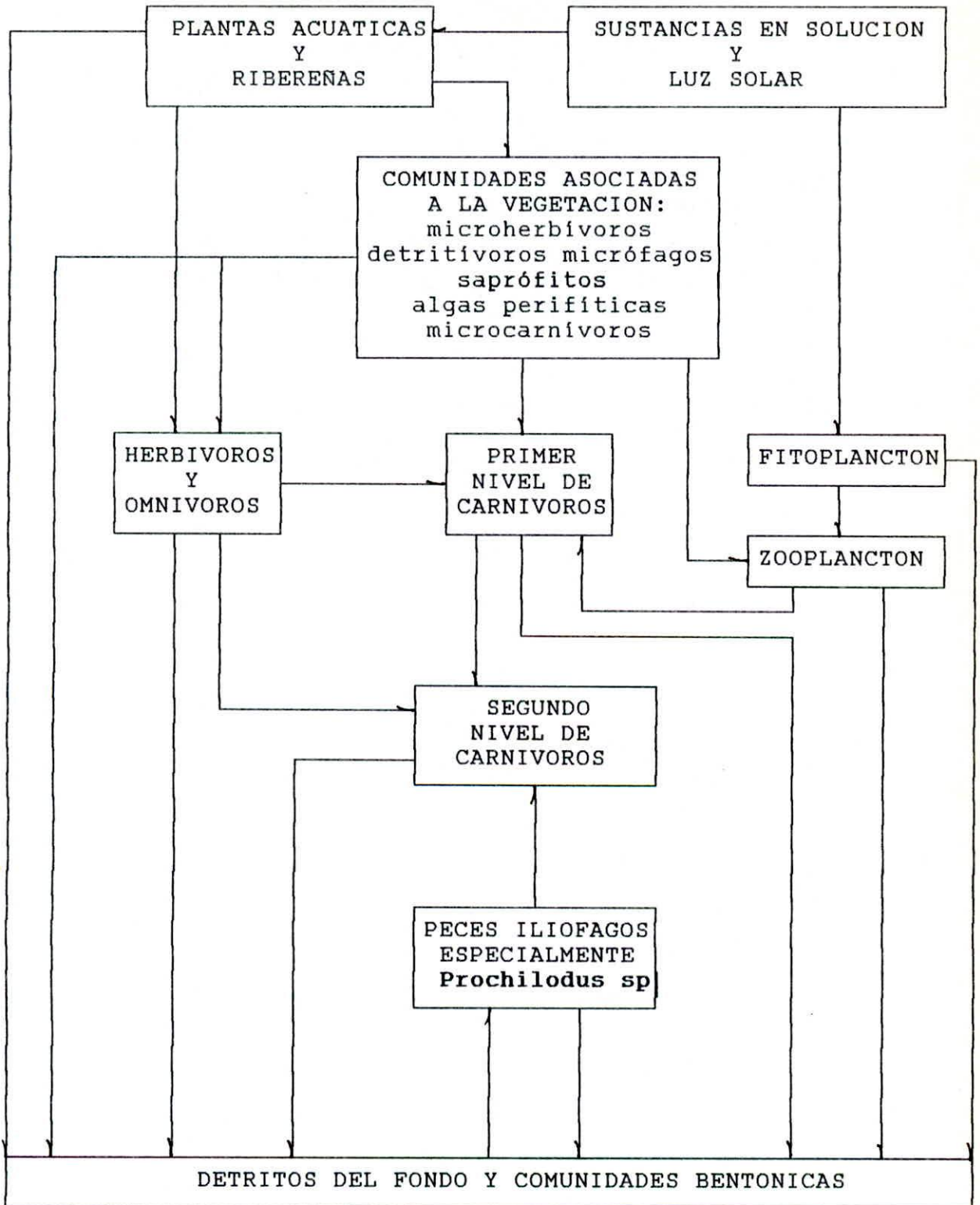


C
30 días después de la eclosion

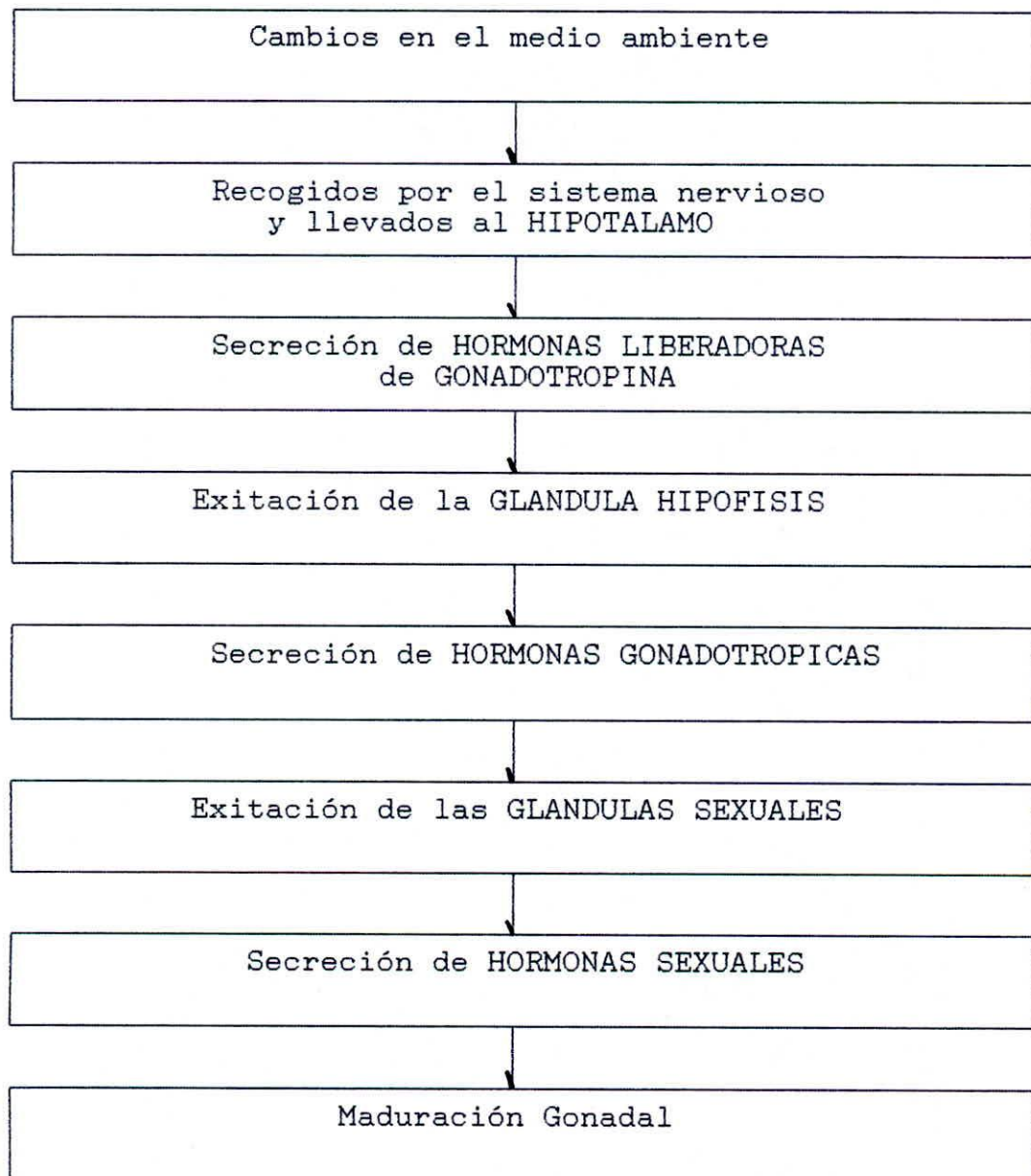


D
45 días después de la eclosion

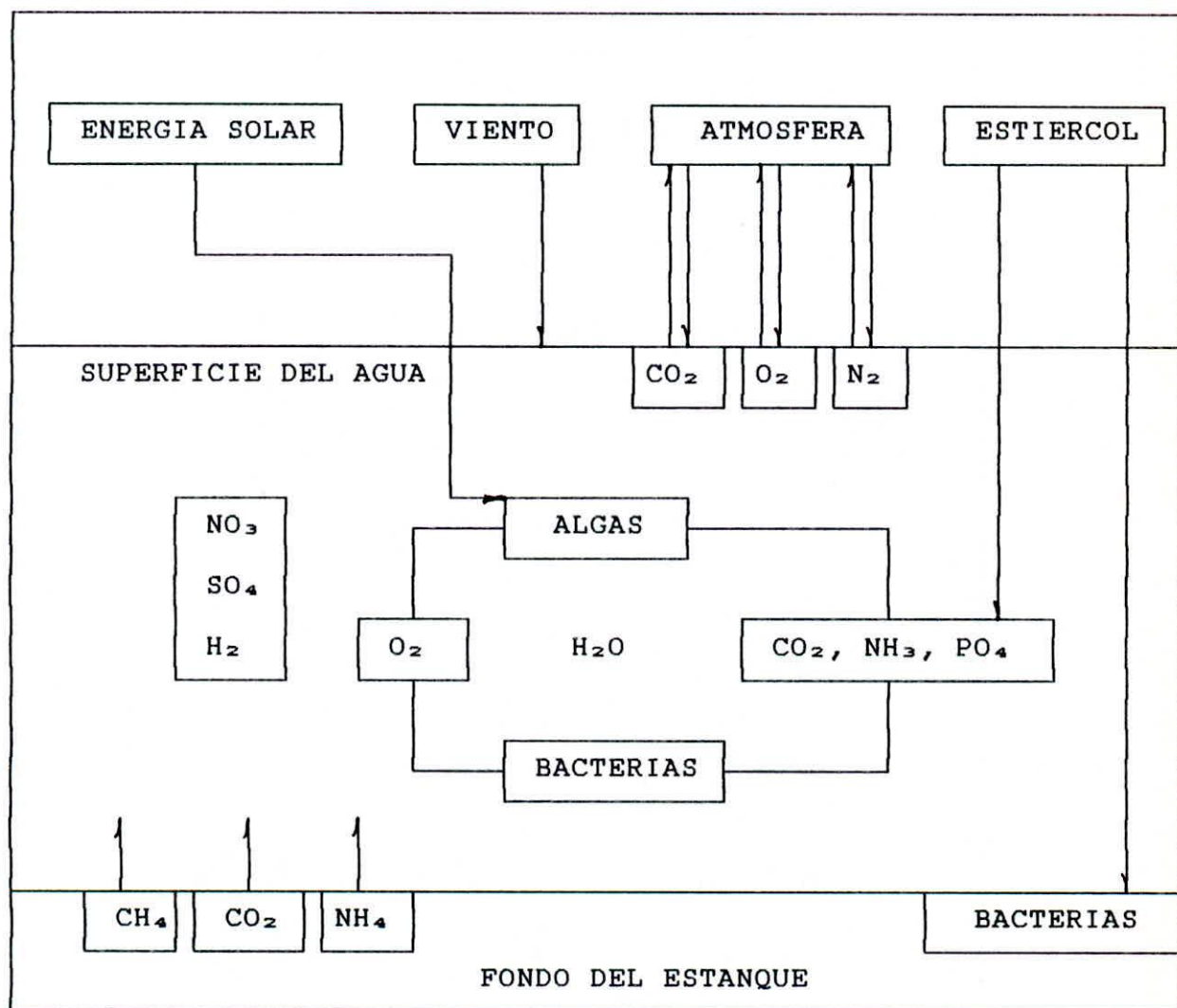
ANEXO 1. Composición del contenido estomacal de los primeros estados del "bocachico" (De Fex *et al.*, 1991)



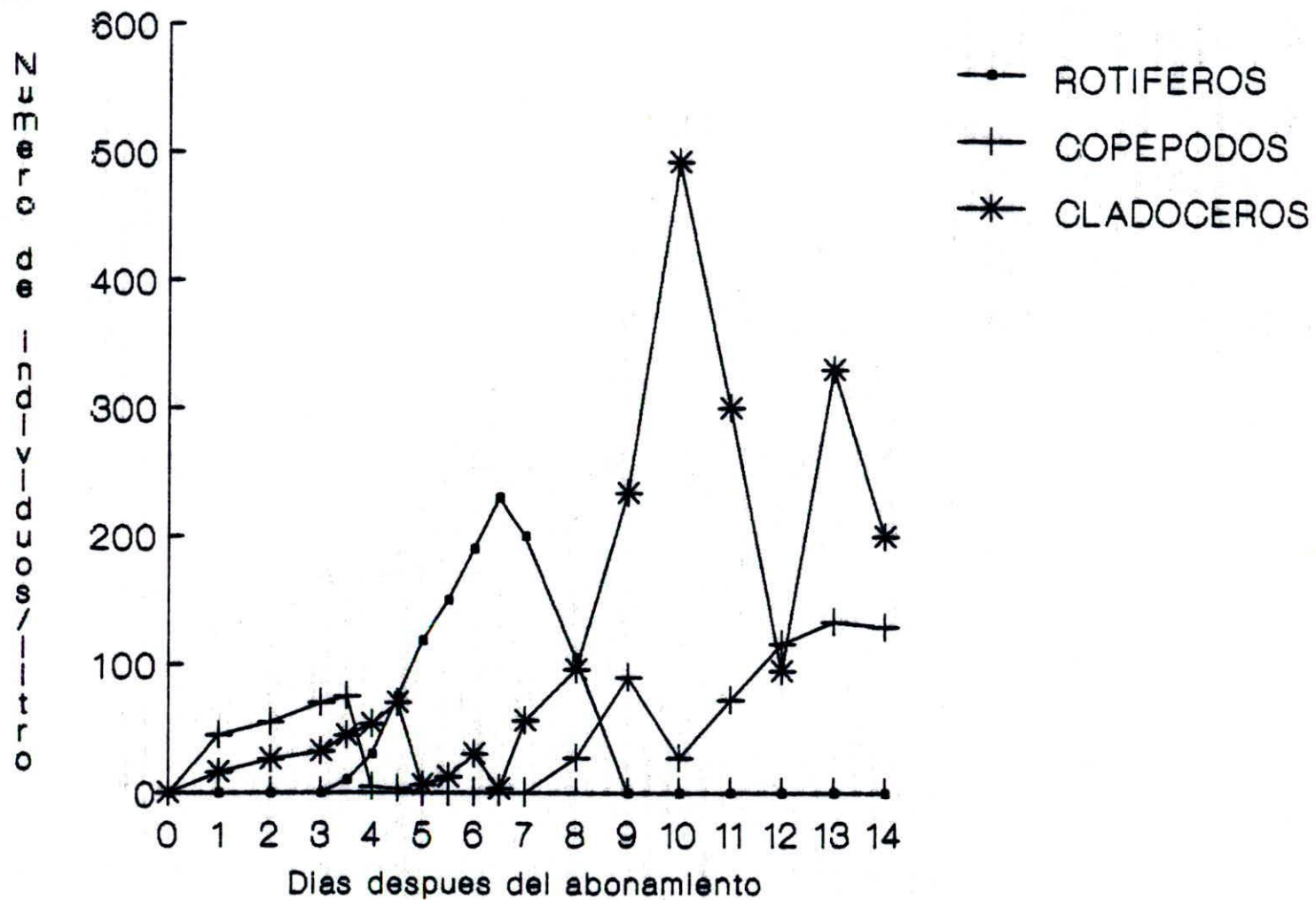
ANEXO 2. Representación del circuito trófico en ríos y ciénagas continentales (Bonetto y Castello, 1985).



ANEXO 3. Diagrama de flujo de la acción de las glándulas endocrinas (Chaparro, 1988).



ANEXO 4. Proceso de oxidación en estanques (Porrás, 1981).



ANEXO 5. Sucesión del zooplancton en un estanque (400 m²) fertilizado con 400kg de vacaza (De Fex *et al.*, 1991)

Composición porcentual de estiércoles. Fuente: FAO (1977).

Estiércol	Agua	N	P	K	Materia orgánica	C:	N:	P
Cerdaza	74	0,5	0,2	0,4	15	13:	1:	0.3
Gallinaza	76	1,1	0,4	0,4	17	9:	1:	0.4
Vacaza	64	0,7	0,3	0,3	17	17:	1:	0.2
Borrego	79	0,5	0,1	0,1	17	17:	1:	2

Aplicación de abono orgánico. Estevez (23).

Clase	Dosis Kg/ 100 m ² / 15 días	
	Fresco	Seco
Gallinaza	10-20	5-10
Porcinaza	10-20	5-10
Boñiga	15-25	8-15

Constituyentes del estiércol fresco en (%) Boyd (7).

Estiércol	Humedad	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ganado lechero	85	0,5	0,2	0,5
Ganado levante	85	0,7	0,5	0,5
Gallinaza	72	1,2	1,3	0,6
Cerdo	82	0,5	0,3	0,4

ANEXO 6. Composición y dosis de abonos orgánicos.

Composición de algunos materiales comunes para fertilizantes inorgánicos. Boyd (7)

Material	Contenido en (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nitrato de amonio	33-35		
Sulfato de amonio	20-21		
Metafosfato de calcio		62-64	
Nitrato de calcio	15,5		
Fosfato de amonio	11-16	20-48	
Cloruro de potasio(*)			50-62
Nitrato de potasio	13		44
Sulfato de potasio			50
Nitrato de sodio	16		
Superfosfato (ordinario)		18-20	
Superfosfato (doble o triple)		32-54	
Urea	45		

*. Cloruro de potasio= muriato de potasa.

Dosis abonos inorgánicos comerciales. Inderena (12)

Fertilizante	Dosis kg/ha	Observaciones
Triple superfosfato	15-40	Si falta P
Superfosfato	20-60	Tiene S
10-30-10	20-40	Más común
13-26-6	20-40	-----
15-15-15	20-40	Agua sin plancton

Autor	Densidad (pez/m ²)	Manejo
Popma y Ramos	0,1	Productividad natural
Ramos	0,1	Gallinaza
Rey	0,3	11-53-0
Solano <i>et al.</i>	0,3	Vacaza y dieta
Parkhurst	0,4	Productividad natural
Ramos y Corredor	0,5	Dieta o porquinaza
Giraldo	0,5	Abono y dieta
Ramos	0,6	Productividad natural
Ramos y Corredor	1,0	Porquinaza o dieta
Ariza y Negrete	1,1	Estiércol de pato, cerdo y res.
Presente trabajo	0,7	Comparación entre: vacaza, vacaza + taruya, y 30-10-5

ANEXO 8. Densidad de siembra en monocultivo de "bocachico".

Este trabajo se complementa con 65 diapositivas. En caso de
interés consultar con los autores.