

1. INTRODUCCIÓN.

Desde hace muchos años el hombre se ha asentado en áreas próximas a las fuentes de agua dulce para satisfacer sus necesidades, por ello las grandes culturas se desarrollaron en los ríos más importantes del mundo. Así, la cultura de la gran Mesopotamia a orillas de los ríos Tigris y Eufrates ha tenido mucha influencia en la sociedad moderna (Margalef, 1984). La cultura tolteca y teotihuacana en el lago de Texcoco en el centro de México tuvo su influencia en el desarrollo socioeconómico y cultural de la región (Alcocer, *et al.*, 1993). Para asegurar su sobrevivencia, los seres humanos han buscado modificar y mejorar su hábitat y aprovechar todos los recursos que le ofrece el medio que le rodea. Por tal motivo, el hombre ha modificado las corrientes de agua alterando su curso al construir grandes trampas para detener su libre recorrido desde su nacimiento hasta su desembocadura y formar, de esta manera, grandes lagos artificiales.

México cuenta con 13,963 cuerpos de agua continentales que inundan una superficie de 1,165,051 ha, de los cuales, 840 están clasificados como grandes presas de acuerdo con la definición de la *International Commission on Large Dams*. Estos embalses son empleados en la generación de energía hidroeléctrica, control de avenidas y abastecimiento de agua para uso agropecuario, urbano e industrial. Así mismo, la mayoría de estas presas son aprovechadas también para la pesca comercial, deportiva y la recreación. Estas actividades contribuyen en su región, a la generación de empleos, desarrollo económico y la producción de alimentos con alto contenido proteico.

Los estados que poseen el mayor número de embalses son Jalisco y Michoacán, con 115 y 64 respectivamente. Por otra parte los estados de Chiapas, Jalisco, Michoacán y Tamaulipas registran más de 499,400 ha, que representan más del 50% del total a nivel nacional. El estado de Sonora, dispone en su zona interior de 27 presas con una capacidad de almacenamiento total de 9,214.2 millones de metros cúbicos y una extensión de 380,996 hectáreas. La presa Plutarco Elías

Calles “El Novillo” esta contemplada como el segundo embalse en tamaño en el Estado con una capacidad de almacenamiento de 3,028.9 hm³.

Como actividad secundaria, en este embalse se desarrolla la actividad pesquera, sustentada en la explotación de cuatro especies: tilapia (*Oreochromis* spp), bagre (*Ictalurus punctatus*), carpa (*Ciprynus Carpio*), y lobina (*Micropterus salmonides*), estando manejada esta última especie exclusivamente para la pesca deportiva, y las tres primeras en la pesca comercial, donde la más importante es la tilapia. Los registros de captura ascienden a 490 toneladas lo que representa el 27.9% de la producción en el año 2005, de las cuales 325 ton corresponden a las capturas de tilapia (66%) (Tabla1).

En los últimos años, a nivel nacional, las pesquerías de agua dulce han presentando problemas de diversa índole. Entre éstos, resalta la sobreexplotación por el exceso de pescadores que participan en la captura, artes de pesca inadecuados y pérdida en la calidad del agua de algunos embalses, con la consecuente disminución en su productividad biológica. En muchos sitios también han intervenido otros factores, como contaminación, presencia de malezas acuáticas, falta de asistencia técnica, variación en los niveles de agua y carencia de una normatividad que regule su explotación (Olmos, 1991).

El presente estudio biológico-pesquero y socioeconómico de la presa “El Novillo”, representa un primer diagnóstico integral del embalse, en relación con capturas, rendimientos, esfuerzo pesquero, aspectos biológicos, limnológicos y socioeconómicos. Así, los elementos evaluados, contenidos dentro de un plan de manejo, se constituyen como una importante herramienta para la planeación e instrumentación de acciones y medidas para avanzar hacia el mejor aprovechamiento del embalse.

2. ANTECEDENTES.

Los cuerpos de agua dulce formados por la mano del hombre llegan a tener una alta productividad biológica que depende de las características fisiográficas, clima de la región, forma y configuración del vaso del embalse, lo anterior le brinda al sistema acuático un determinado potencial para albergar organismos, que es aprovechado por el hombre para introducir especies que tengan utilidad como alimento, atractivo turístico y por lo tanto un valor comercial.

Los embalses en México requieren de estudios para un ordenamiento ambiental y/o pesquero por la amplia variabilidad en su fisiografía, manejo de la cuenca hidrológica y los usos del agua almacenada, así como a la intensidad de presión de captura pesquera a que se ven sujetos.

Con la intención de contar con información sobre la potencialidad pesquera de las aguas dulces del país, la Dirección General de Acuicultura (DGA) de la Secretaría de Pesca, destinó recursos para el diagnóstico y evaluación pesquera, esfuerzo que culminó con el “Estudio para la Determinación del Potencial Acuícola y Nivel de Aprovechamiento en los Embalses Mayores de 10,000 hectáreas”, realizado en nueve de los grandes embalses mexicanos: Chápala, en Jalisco; Infiernillo, Pátzcuaro y Cuitzeo, en Michoacán; Malpaso y Angostura, en Chiapas; Temascal, en Oaxaca; Catemaco, en Veracruz; y Las Adjuntas, en Tamaulipas (Presa la Boquilla 1998).

En el aspecto pesquero, los estudios de los embalses son recientes, de los que resaltan el estudio realizado por Rojas-Galaviz (1974), quien llevó a cabo un proyecto de investigación limnológica y el establecimiento de una pesquería en la presa Yosocuta, Gro. De igual forma, Cortés-Altamirano y Arredondo-Figueroa (1975), llevaron a cabo los primeros estudios realizados en La Angostura, Chiapas donde evaluaron la producción pesquera.

En Sinaloa, la presa Gustavo Díaz Ordaz ha sido objeto de estudios que abarcan aspectos limnológicos y pesqueros (Beltrán *et al.*, 1998). En cuanto a los aspectos pesqueros que se aportan, resaltan los de edad y crecimiento de la tilapia como el principal recurso explotado en el embalse, su ciclo reproductivo, su talla de primera madurez y de primera captura. Establecido esto último al realizar la selectividad de las redes utilizadas en la pesca comercial. En el caso de la presa Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, se estudiaron aspectos físico químicos del agua así como la estructura poblacional de las especies explotadas comercialmente, épocas de reproducción, edad, crecimiento, fecundidad, así como las características de la infraestructura para la pesca deportiva (Beltrán *et al.*, 2002).

Por otra parte, en la presa Temascal, Ritter-Ortiz *et al.*, (1992) realizaron un estudio sobre los aspectos biológico-pesqueros de la carpa, relativo al crecimiento individual, mortalidad, sobrevivencia y aporte de biomasa poblacional. En la presa Benito Juárez, Ramos-Cruz (1995) desarrolló una investigación sobre reproducción y crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus*, en la cual se encontraron tres periodos de reproducción así como la talla promedio de primera madurez.

En Sonora, son pocos los estudios realizados en la presa “El Novillo”, uno de ellos es la evaluación pesquera que se llevo acabo por un periodo de un año para obtener datos poblacionales tales como: peso, longitud, sexo, y madurez gonadal, en el año de 2004. Esta investigación fue parte de un programa para el desarrollo piscícola en grandes y medianos embalses del Estado de Sonora en un esfuerzo coordinado de la Subsecretaría de Pesca y Acuacultura del Gobierno del Estado de Sonora, y la Dirección General de Pesca y Acuacultura.

Además existe un trabajo titulado Programa de Administración a la Actividad Pesquera en la presa Plutarco Elías Calles “El Novillo”, realizado por la Subsecretaría de Pesca y Acuacultura y la Dirección General de Pesca y Acuacultura del Gobierno del Estado de Sonora.

El Gobierno del Estado de Sonora, conciente de la necesidad de hacer más eficiente el uso y aprovechamiento de los recursos pesqueros de las aguas continentales de la entidad, ha desarrollado acciones tendientes al establecimiento de estrategias y tecnologías que permitan elevar la producción en los cuatro principales embalses del estado, como medio para asegurar el empleo, aumentar los ingresos y propiciar el arraigo de los pescadores en sus comunidades de origen.

Los estudios limnológicos y biológico-pesqueros en los embalses, tienen un gran valor en la instrumentación de un Plan de Manejo, de forma que este, se constituya como un instrumento efectivo para la toma de decisiones en la administración de los recursos. No obstante, este instrumento, llamado plan de manejo, y la información que lo sustenta, no son estáticos en modo alguno, ya que no dejan de tener necesariamente un carácter muy puntual en tiempo.

Lo anterior, resulta comprensible, considerando la intensa dinámica del comportamiento limnológico y biológico de los embalses, así como la significativa influencia antropogénica a que están sometidos, incluyendo las fuertes variaciones en sus niveles de almacenamiento durante y entre años. Tampoco se debe descartar la variación estacional de las precipitaciones pluviales en su cuenca de captación y los constantes cambios de uso del suelo en la misma.

En este sentido, podemos considerar al Plan de Manejo, como un instrumento que debe ir evolucionando a la par de los cambios en las condiciones físicas, biológicas y sociales del embalse. El documento debe de ser periódicamente perfeccionado y adecuado a las nuevas condiciones que vaya mostrando la pesquería. Las instancias de investigación y administración relacionadas con el embalse, deben de estar siempre en constante monitoreo de la producción y de sus cambios.

El ejemplo más gráfico sería el hecho de que se requiere comprobar el efecto que sobre las poblaciones de peces causa la aplicación de las medidas recomendadas en el Plan de Manejo, para así ir realizando los “ajustes” necesarios en beneficio sostenido de las familias que dependen de la pesquería.

Como un primer paso, es indispensable establecer compromisos debidamente concensados con los usuarios, para la aplicación efectiva de las medidas recomendadas en el Plan de Manejo a través de los Consejos de Administración, y observar el grado de su efecto en la pesquería y el entorno social del embalse mediante un programa de aplicación y monitoreo.

Con el presente trabajo, se pretende obtener información básica referente a la situación socioeconómica y biológica pesquera de la presa “El Novillo”, que permita el análisis y la generación de las recomendaciones más favorables para un plan de manejo de esta, que oriente las acciones a seguir por parte de los usuarios y administradores del embalse, hacia una explotación óptima y sustentable de los recursos. El estudio se llevó a cabo en coordinación entre la SAGARPA/CONAPESCA, SAGARHPA del Gobierno del Estado de Sonora, a través de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y el Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora, OPD.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

Realizar el estudio biológico-pesquero y socioeconómico del embalse Plutarco Elías Calles “El Novillo”, incluyendo acciones de ordenamiento para el registro y control de los agentes productivos; así como establecer planes de manejo pesquero-acuícola.

3.2. Objetivos específicos.

- Actualizar la información biológica-pesquera y socioeconómica del embalse en estudio, mediante el diagnóstico de las actividades pesqueras y acuícolas.
- Evaluar las características físicas, químicas y biológicas de la presa en términos del desarrollo acuícola y su proyección a futuro, para la instalación de proyectos productivos de peces.
- Identificar medidas de ordenación, así como de manejo pesquero y acuícola mediante regulaciones pesqueras y medidas de carácter voluntario.
- Elaborar los planes de manejo de la presa Gral. Plutarco Elías Calles.
- Generar un registro actualizado de embarcaciones, motores, artes de pesca y organizaciones productivas dedicadas a la pesca en el embalse de estudio.
- Dar cumplimiento al programa de emplacamiento, matrícula e identificación de unidades de pesca.

4. METODOLOGÍA.

4.1. Muestreo limnológico.

Como primera etapa para dicho estudio se llevo a cabo el reconocimiento del embalse por parte de los técnicos del Instituto de Acuacultura del Estado de Sonora, encargados de la realización del estudio Biológico-Pesquero, con el objeto de conocer el embalse en toda su extensión y planear las actividades relativas a los muestreos tanto biológico-pesqueros como físico-químicos.

Una vez hecho el reconocimiento del embalse, se establecieron los puntos estratégicos para el muestreo (tres), considerando para ello las avenidas de corrientes (entrada) y el punto en donde se concentra (vaso) y desemboca el agua (cortina). La georeferenciación de los tres puntos de muestreo se realizó con receptor de sistema de posicionamiento global (GPS) de la marca GARMIN.

Estaciones de muestreo (coordenadas en unidades UTM):

E 1 X 0644169

Y 3222966

E 2 X 0628736

Y 3223370

E 3 X 0624183

Y 3234540

E 4 X 0632138

Y 3206031

El muestreo se efectuó de manera estacional durante el año 2006, el primer muestreo se realizó durante la estación seca y fría (febrero), el segundo al final de la estación seca (mayo) y el tercero durante el periodo de lluvia en verano (octubre). La toma de muestras de agua se realizó a tres distintas profundidades (superficie, media agua y fondo), en las cuatro estaciones, mediante una botella

Van-Dorn (Figuras 1 y 2) para el análisis de nutrientes, alcalinidad y dureza, coliformes, sólidos suspendidos totales (SST) y clorofilas.

En el caso del fitoplancton y zooplancton se tomó una sola muestra cercana al vaso de la presa.



Figuras 1, 2. Toma de muestras para el análisis de calidad de agua.

Las muestras para zooplancton se fijaron con formol al 8% (proporción 1:1), para fitoplancton con lugol (2 ml de lugol por cada 100 ml de agua). Todas las muestras colectadas se almacenaron en hielo para su transportación al laboratorio de calidad de agua de la Universidad de Sonora, Unidad Kino, para su análisis.

La transparencia se midió con un disco de Secchi, la temperatura y el oxígeno disuelto se determinó con un multisensor Modelo 55/12 FT SN: 05g1836 y el pH con un potenciómetro marca Hanna Modelo HI 98127; estos tres últimos parámetros se midieron a lo largo de la columna de agua a intervalos de dos metros y se realizó al momento de obtener las muestras de agua en cada estación de muestreo (Figuras 3,4).



Figuras 3 y 4. Análisis de la transparencia, medición de pH, temperatura y oxígeno disuelto.

4.2. Calidad del agua.

4.2.1. Análisis de nutrientes.

Los nutrientes más importantes que se deben de conocer son los nitratos, nitritos y fosfatos, ya que de su concentración y variación depende la productividad primaria de los cuerpos de agua, los análisis se realizaron de acuerdo a la siguiente metodología.

4.2.2. Nitrógeno amoniacal total.

$\text{NH}_4^+\text{-N}$: Spotte (1972a, b) y Solórzano (1969), Nitritos $\text{NO}_2\text{-N}$: Spotte (1979a, b) y Strickland y Parsons (1972), Nitratos $\text{NO}_3\text{-N}$: Spotte (1979a, b), Ortofosfato $\text{PO}_4\text{-P}$: Spotte (1972a, b), Murphy y Riley (1962) y Martin (1972).

4.2.3. Nitrógeno orgánico disuelto (NOD) y nitrógeno orgánico total (NOT).

Método de oxidación alcalina con persulfato de Solórzano y Sharp (1980) seguido por cuantificación de nitratos.

4.2.4. Determinación de la alcalinidad y dureza.

Análisis de la calidad de agua, realizados por el método de titulación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-036.

4.2.5. Coliformes totales.

Los análisis microbiológicos del agua, se realizaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana: NMX-AA-042.

4.3. Muestreo biológico pesquero.

Las capturas comerciales de este embalse esta compuesta básicamente por cuatro especies: tilapia (*Oreochromis spp.*), bagre (*Ictalurus punctatus*), carpa (*Carpoides carpio*). y lobina (*Micropterus salmoides*), esta última restringida a la pesca deportiva. En las zonas de arribo se revisaron las capturas comerciales para identificar la composición de las especie por embarcación; así como la toma de datos merísticos (longitud total, peso en gramos) además del sexo y madurez gonadal. La longitud se midió con un ictiómetro (Figuras 5 y 6). El peso se midió con una balanza OHAUS modelo CS2000-OWO), el estadio gonadal se estimo de acuerdo a Nikolski (1963) (Figuras 7 y 8)



Figuras 5 y 6. Medición del peso y longitud de los peces.



Figuras 7 y 8. Gónadas de una hembra madura y un macho maduro de lobina (*Micropterus salmoides*) respectivamente.

5. DIAGNÓSTICO PESQUERO-ACUÍCOLA.

5.1. Área de estudio.



Sistema de coordenadas: UTM
Datum: WGS84
Zona: 12
632292.09 X
3, 260,149.87 Y



5.1.1. Localización.

La presa “El Novillo” se encuentra localizada en el municipio de San Pedro de La Cueva, limitando en su cortina con el municipio de Soyopa. Se ubica en el centro del Estado de Sonora, a una altura de 500 metros sobre el nivel del mar. El actual territorio del municipio de San Pedro de la Cueva incluye las áreas que correspondieron a los municipios de Suaqui, Tepupa y Batuc, que desaparecieron al ser inundados por la presa.

La presa cuenta con una superficie de 10,241 ha, su capacidad de almacenamiento es de 3,026 millones de metros cúbicos y es abastecida principalmente por el Río Yaqui, la altura de la cortina es de 68.5 m.

El objetivo principal del embalse es la generación de energía eléctrica, como actividad secundaria en su vaso se explota la pesca a nivel comercial y para consumo doméstico, en la presa se han realizado repoblamientos con crías de peces como: lobina, bagre y tilapia, eso ha motivado que desde hace más de 25 años se practique también la pesca deportiva.

Las unidades de pesca están integradas por: red agallera, chinchorro, trampa o nasa, curricán, caña de pescar, embarcaciones menores de fibra de vidrio propulsadas con motor fuera de borda, de aluminios propulsados a remo y cayucos.

5.1.2. Clima.

La zona en la que se encuentra la presa, cuenta con un clima seco cálido BS (h') hw (x') (e'), con una temperatura media máxima mensual de 31.7°C en los meses de junio y agosto, y una temperatura media anual de 14.1°C en los meses de diciembre y enero. La temperatura media anual es de 16.9°C. La época de lluvia se presenta en verano, en los meses de julio y agosto con una precipitación media anual de 387.6 milímetros.

5.1.3. Fisiografía.

La presa se encuentra dentro de la demarcación fisiográfica denominada Provincia Sierra Madre Occidental y más específicamente dentro de la Subprovincia Sierra y Valles del Norte. Destaca la presencia de sierras alargadas (con alturas que varían de 300 a 2600 msnm.) y valles intermontanos.

5.2. ASPECTOS SOCIOECÓNICOS GENERALES.

5.2.1. Aspectos sociodemográficos generales.

Este apartado se desarrolló a partir de la encuesta a pescadores. En esta encuesta se capturaron los principales rubros sociodemográficos tales como: edad, sexo, escolaridad, nivel de ingresos, entre otros.

5.2.2. Características sociodemográficas.

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta a pescadores señalan que la participación de hombres dentro de la actividad pesquera es mayor, pues éstos constituyen el 100% del total de trabajadores encuestados. La participación femenina no se pudo apreciar directamente en la pesca, pero se pudieron observar mujeres trabajando en los diferentes procesos (fileteado, pesado, lavado y empacado del filete).

Trabajadores encuestados por sexo

Sexo	Trabajadores	% Part. en total
M	23	100
Total encuestados	23	100.00

5.2.3. Instrucción y escolaridad.

En la muestra se observa que el 96% de los encuestados posee algún tipo de instrucción, sea ésta primaria o secundaria, completa o incompleta, como se muestra en el siguiente cuadro, en donde se observa que el 30% de ellos cuentan con la secundaria completa.

Escolaridad

Nivel de Instrucción	Trabajadores	% Part. en total
Sin instrucción	1	4
Primaria incompleta	4	18
Primaria completa	6	26
Secundaria incompleta	2	9
Secundaria completa	7	30
Preparatoria incompleta	1	4
Preparatoria completa	2	9
Total encuestados	23	100.00

En cuanto a la estructura de edades, en el cuadro siguiente se aprecia que la edad de los pescadores en este embalse va de los 22 a los 57 años, ubicándose la mayoría (52%) en el intervalo de los 31 a 40 años, siguiéndole el de los 41 a 50 años con el 22 %. Ambos rangos representan el 73.91 %.

Estructura de edad de los pescadores

Rangos de edad	Trabajadores	% Part. En total
21-30	4	17
31-40	12	52
41-50	5	22
51-60	2	9
61 ó más	0	0
Total encuestados	23	100.00

Lo anterior implica que los trabajadores pesqueros son personas maduras y seguramente a cargo del sostenimiento de una familia. Esto se corrobora al observar el número de dependientes por trabajador, donde se observa que el 100% de los encuestados tienen al menos un dependiente económico. Este dato es crucial para determinar la importancia de la derrama económica que tiene la actividad.

Dependientes económicos

Núm. Dependientes	Trabajadores	% Part. En total
0	0	0
1	7	30
2	4	17
3	4	18
4	7	30
5 ó más	1	5
Total encuestados	23	100.00

5.2.4. Ingresos y activos.

En referencia al nivel de ingresos de los pescadores, la información muestra que casi la mitad de las personas encuestadas percibe entre cuatro y cinco salarios mínimos (48%), seguidos de aquellos que reciben más de cinco salarios mínimos (26% del total de encuestados). También hay una gran parte de encuestados que perciben entre dos y tres salarios mínimos (22%). Así mismo se observan casos de ingresos por debajo del salario mínimo, observándose una amplia diferencia de ingresos entre los trabajadores. Lo anterior parece obedecer a la diversidad de condiciones y equipamiento de los pescadores, dependiendo de la calidad y cantidad de equipo con el que cuentan así como a las distintas zonas de pesca en las que trabajan.

Nivel de ingresos

Salarios mínimos (SM)	Trabajadores	% Part. En total
Menos de 1	1	4
1	0	0
2-3	5	22
4-5	11	48
Más de 5	6	26
Total encuestados	23	100.00

Relacionado con el nivel de ingresos se preguntó a los pescadores sobre la posesión de bienes y satisfactores básicos: si cuentan con medio de transporte y que tipo; si se cubren las necesidades de vestido, casa y alimentación, entre otros. La mayor parte de los encuestados señaló poseer la mayoría de estos bienes y satisfactores.

Una forma de evaluar la importancia de la actividad pesquera es la dependencia de los trabajadores con los ingresos generados por la actividad y la realización de otras actividades ajenas a la pesca pero complementarias para el sustento familiar. Por lo que respecta a la pesca, se observa que el 70% de los encuestados señala depender en su totalidad de los ingresos por su trabajo en la pesquería, mientras que el 30% de ellos tiene otra forma adicional de ingresos (albañilería, ganadería, agricultura y jornaleros, así como el caso donde el pescador también ocupa el puesto de Comisario).

Fuentes de ingreso adicionales a la pesca

¿Desempeña otra actividad?	Trabajadores	% Part. en total
No	16	70
Si	7	30
Total encuestados	23	100.00

Fuente de ingreso adicional	Trabajadores	% Part. En total
Ganadería	2	29
Albañilería	1	14
Jornalero	2	29
Agricultura	1	14
Otros (Comisario)	1	14
Total encuestados	7	100.00

5.2.5. Educación.

El nivel más alto de educación que se imparten en el municipio es la institución media superior. Se proporciona a través de siete planteles de los cuales dos son jardines de niños, cuatro escuelas primarias, una escuela secundaria y una escuela de nivel medio superior.

5.2.6. Salud.

Los servicios de salud se proporcionan a través de un centro de la Secretaría de Salud que cuenta con ocho camas. Existe una Casa de Salud en San José de

Batuc, Huépari, Nuevo Tepupa y Rancherías; que son atendidas por un médico pasante, una enfermera y 4 promotores de salud, el 95 por ciento de la población cuenta con este servicio.

5.2.7. Agua potable.

Las cinco comunidades más importantes cuentan con el servicio de agua potable, con una cobertura del 89 por ciento de la población total del municipio.

5.2.8. Alcantarillado.

Únicamente la población de la cabecera municipal cuenta con el servicio. A nivel municipal se tiene una cobertura del 34.4 por ciento, beneficiando a 586 habitantes.

5.2.9. Electrificación.

En el Municipio de San Pedro de la Cueva, el 96.3 por ciento de la población cuenta con este importante servicio, beneficiando a 524 de las 543 viviendas existentes.

5.2.10. Vías y medios de comunicación.

El medio de transporte a La ciudad de Hermosillo se realiza por medio de dos camiones de pasaje que brindan un servicio de tercera clase, el cual tiene acceso por la carretera No. 20 a Mazatán y camino pavimentado a Villa Pesqueira y San Pedro de la Cueva en un recorrido total de 147.4 Km. La comunicación terrestre con el municipio se hace a través de carretera pavimentada hasta la cabecera municipal y caminos de terracería que la comunica con los poblados de San José de Batuc, Huépac, Nuevo Tepupa y rancherías. Se tiene servicio telefónico, de correo, radio comunicación de la Asociación Ganadera de repetición televisiva. Además cuenta con una pista de aterrizaje.

5.2.11. Población económicamente activa.

La población económicamente activa del municipio es de 569 habitantes, de los cuales 567 tienen ocupación y dos se encuentran desocupados. De las personas ocupadas el 47.1% se dedican al sector primario, el 26.1% al sector secundario, el 25.2% al terciario y el resto no especifica la actividad. El desarrollo económico del municipio tradicionalmente ha sido sostenido por las actividades agropecuarias, las cuales han experimentado en los últimos años un fuerte estancamiento, debido principalmente a la carencia de tecnología y falta de capacitación de los productores, las condiciones del mercado y la comercialización de productos agropecuarios.

5.2.12. Agricultura.

En este municipio existe una superficie agrícola total de 5,164 hectáreas, de las cuales 93 son de riego, 1,876 de temporal y 3,195 mixtas. Existen alrededor de 250 hectáreas que se siembran en forma eventual. Se cultiva trigo, cebada, avena, hortaliza, maíz, frijol, cacahuete y sorgo.

5.2.13. Ganadería.

Comprende una población de 20,088 cabezas de ganado bovino, 52 caprinos, 1,399 equinos y 7 cajones de abejas. La actividad ganadera se desarrolla en 185,000 hectáreas de agostadero beneficiando a 698 productores. Según cifras de COTECOCA-SAGAR el índice de agostadero recomendado es de 25.0 hectáreas por unidad animal, sin embargo el índice de agostadero actual es 13.30 de hectáreas por unidad animal.

5.2.14. Comercio.

Para atender la demanda de la población se cuenta con 11 establecimientos, de los cuales 10 son negocios dirigidos por particulares y uno es del sistema

CONASUPO. Se comercializan también las especies que son capturadas en la presa Plutarco Elías Calles.

5.2.15. Pesca.

Como ya se mencionó anteriormente, en la presa “El Novillo” se lleva a cabo una importante pesquería comercial con las especies tilapia, bagre y carpa, siendo la primera especie la que soporta mayormente esta pesquería. En el embalse también se realiza la pesca deportiva de la lobina. Ambas modalidades de pesca representan el grueso de la economía del poblado ribereño y cabecera Municipal San Pedro de la Cueva, y de los poblados La Estrella y El Novillo, municipio de Soyopa; La pesquería comercial es importante por su volumen de producción, y la pesca deportiva por los servicios que los pobladores ofrecen a los pescadores deportivos y turísticos.

5.2.16. Turismo.

La región cuenta con bellos parajes naturales así como también es sitio de interés la presa “El Novillo” donde se practica la pesca deportiva y acude turismo extranjero principalmente. Por la parte de la cortina en el poblado “El Novillo” existe un hotel que ofrece hospedaje al turismo nacional y extranjero que visitan el embalse.

5.2.17. Comunidades próximas al embalse.

El vaso está comprendido mayormente en el Municipio de San Pedro de la Cueva, cuyo poblado se localiza en la parte norte del vaso, y una pequeña parte del vaso en su extremo Sur incluyendo la cortina de la presa, se encuentra dentro del municipio de Soyopa. Al oeste se localiza la comunidad de San José de Batuc, Huepari, Nuevo Tepupa, Ranchería y Nuevo Suaqui.

5.3. FUNCIONAMIENTO DEL EMBALSE.

5.3.1. Información técnica de la presa.

La presa se encuentra en el municipio de San Pedro de la Cueva y por el lado de la cortina en el de Soyopa. El uso actual del embalse es la generación hidroeléctrica, el almacenamiento de agua para riego agrícola y control de avenidas, la pesca comercial y la pesca deportiva.

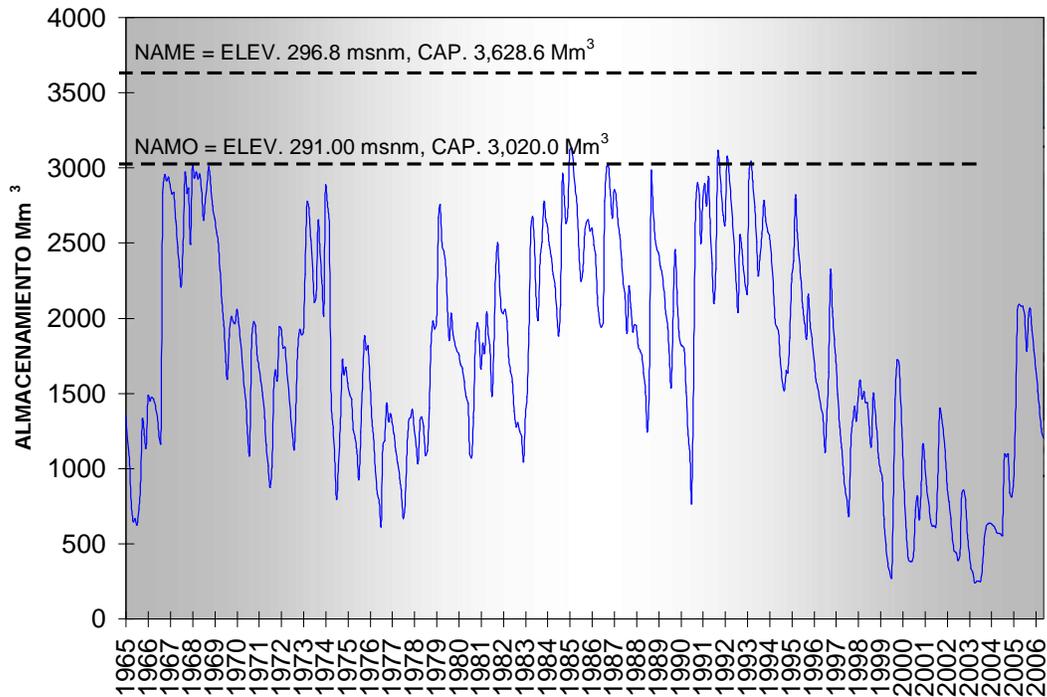
Las características técnicas principales del embalse se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la presa "El Novillo."

AÑO DE CONSTRUCCIÓN	1955
SUPERFICIE DE LA CUENCA	11,130 km ²
NAME	145.47 msnm
CAPAC	$1,872.0 \times 10^6$
NAMO	140.23 msnm
CAPAC	$1,385.0 \times 10^6$
ELEVACIÓN	136.5 msnm
CAP. DE CONSTRUCCIÓN	$1,114.0 \times 10^6$ m ³
TIPO DE LA CORTINA	ENROCAMIENTO CON IMPERMEABLE
ALTURA DE LA CORTINA	68.5 M.
CAPACIDAD ÚTIL	969×10^6 m ³
CAPACIDAD TOTAL	$1,286 \times 10^6$ m ³
CAPACIDAD PARA AZOLVES	100×10^6 m ³
GASTO MÁXIMO OBRA DE TOMA	100×10^6 m ³
VERTEDERO	DE CONTROL CON CRESTA LIBRE
GASTO CONTROLADO MÁXIMO	$2,000$ m ³ / seg.

5.3.2. Comportamiento histórico de la Presa Gral. Plutarco Elías Calles.

Los registros de los volúmenes de almacenamiento del año del 1965 al 2006 de la presa tomados por la CNA, indican que se han registrado grandes fluctuaciones en los volúmenes almacenados (Gráfica 1).



Gráfica 1. Comportamiento histórico del almacenamiento Mm3 en el periodo comprendido del año 1965-2006.

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

5.3.3. Funcionamiento.

En 1985 la presa alcanzó poco mas de 3,101.627 hm³ y en el 2003 se registran los niveles mas bajos ya que se registro un volumen solo de 434.642 m³ que cubría una superficie aproximada de 2,845.8 ha, aunque los registros no reportan las causa de tal variación.

5.3.4. Almacenamiento.

En la Tabla 2 se muestran los volúmenes almacenados y la superficie inundada por año durante el periodo de 1985 al 2005. Se observa que en este periodo de

tiempo, el mayor almacenamiento sucedió en el año 1985 con 3,101.6 hm³ ocupando un espejo de agua total de 10,627.2 ha.

Tabla 2. Relación histórica de los volúmenes de agua y superficie inundada en hectárea

AÑO	EL NOVILLO	
	ALM. (hm ³)	ÁREA (ha)
1985	3101.627	10627.2
1986	2594.270	9300.0
1987	2847.475	9917.8
1988	1946.873	7724.1
1989	2423.390	8899.9
1990	1827.080	7409.9
1991	2814.726	9835.4
1992	2908.294	10084.8
1993	2163.438	8268.6
1994	2539.090	9166.9
1995	2275.520	8546.8
1996	1718.652	7124.1
1997	1708.468	7097.1
1998	1480.749	6471.7
1999	981.554	5065.0
2000	1080.807	5356.5
2001	962.924	5007.0
2002	892.843	4783.8
2003	434.642	2845.8
2004	632.156	3874.8
2005	920.924	4873.6

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

5.4. ASPECTOS BIOLÓGICOS GENERALES.

5.4.1 Comunidades biológicas de la región.

5.4.1.1. Vegetación.

La vegetación de la región circundante de la presa es básicamente matorral xerófilo y bosque espinoso. Bajo la denominación de matorral y bosque espinoso se caracteriza un matorral abierto y bajo, la zona se asocia con *Larrea tridentata* y con eminencias aisladas de *Olneya*, *Cercidium*, *Prosopis* y *Fouquieria*.

En cuanto al bosque espinoso, tal como lo señala Rzedowski (1978), esta denominación acomoda una serie un tanto heterogénea de comunidades vegetales, que tienen en común las características de ser bosques bajos con una gran proporción de árboles espinosos.

Estas comunidades pasan de manera paulatina a otros tipos de vegetación, como el bosque tropical caudicifolio en la región oeste cercana al embalse, así como el matorral xerófilo y el pastizal. Estos dos últimos se presentan en la región del embalse, en donde el bosque espinoso consta de una comunidad abierta, con amplios espacios entre árbol y árbol, aunque en algunas zonas a menudo se presenta como una formación densa a nivel del estrato arbóreo. Cubre las partes inferiores de los valles y las escorrentias, el género dominante es *Prosopis*, así como otros árboles de *Acacia* sp., *Cercidium* sp., *Olneya tesota* y *Lysiloma* spp., además es posible encontrar *Bursera* spp., *Jatropha* sp., *Pitheccellobium* spp. (Shreve 1951, en Rzedowski, 1978).

5.4.1.2. Fauna.

Entre las especies nativas de peces registradas en la cuenca del Río Yaqui, se encuentran:

<i>Dorosoma petenense</i>	sardinita del atlántico
<i>Gila robusta</i>	charal aleta redonda
<i>Rhinichthys chrisogaster</i>	charal aleta larga
<i>Catostamus bernardini</i>	matalote cachita
<i>Poeciliopsis occidentalis</i>	charalito de sonora
<i>Poeciliopsis monacha</i>	charalito

5.4.1.3. Entre las especies introducidas al embalse.

<i>Cyprinus carpio</i>	carpa común
<i>Ictalurus punctatus</i>	bagre de canal
<i>Micropterus salmoides</i>	lobina negra
<i>Oreochromis</i> sp.	tilapia

5.4.2. Aspectos biológicos de las principales especies acuáticas.

5.4.2.1. Tilapia.

De acuerdo con Berg y modificado por Trewavas (1939), las tilapias existentes en México se clasifican de la siguiente forma:

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostamata

Serie: Pisces

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Cichlidae

Genero: *Oreochromis*

Especie: *aureus*, *mossambicus*, *niloticus*, *urolepis hornorum*

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciformes, perteneciente a la familia de los cíclidos. Es originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Su cuerpo es comprimido, a menudo discoidal y raramente alargado,

sus aletas dorsal y anal son cortas, la aleta caudal está redondeada. La piel está cubierta por escamas, su boca es ancha y bordeada de labios gruesos.

Este pez es una especie ovípara, su tipo de reproducción es dioica, y el sistema endocrino juega un importante papel en la regulación de su reproducción. La diferenciación de las gónadas ocurre en etapas tempranas, entre los 16 y 20 días de edad (tomando como referencia el primer día en que deja de ser alevín). Posteriormente las gónadas empiezan a definirse como masculinas o femeninas; éstas últimas se desarrollan entre 7 a 10 días antes que las masculinas. Alcanza la madurez sexual a partir de 2 o 3 meses de edad con una longitud entre los 10 y 18 cm. El fotoperíodo, la temperatura (superior a los 24°C) y la presencia del sexo opuesto son factores que influyen en la maduración sexual.

Tabla 3. Tallas y pesos estimados para cada etapa de vida de la tilapia.

ESTADIO	TALLA (CM)	PESO (G)	TIEMPO (DÍAS)
Huevo	0.2-0.3	0.01	3-5
Alevín	0.7-1.0	0.10-0.12	10-15
Cría	3-5	0.5-4.7	15-30
Juvenil	7-12	10-50	45-60
Adulto	10-18	70-100	70-90

Fuente: SEPESCA, 1993.

5.4.2.2. Carpa.

Carpa común: *Cyprinus carpio*

Taxonomía:

Orden: Cypriniformes

Superfamilia: Cyprinoidea

Familia: Cyprinidae

Genero y especie: *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1958).

Nombre común: Carpa común.

Su historia se remonta a finales del siglo XIX con la introducción de las primeras especies originarias de Asia: *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*. La rápida adaptación de estos peces a las condiciones del país favoreció su dispersión exitosa en los lagos y presas de la meseta central (Arredondo y Juárez, 1986), propiciando la introducción en 1956 de la carpa de Israel o espejo (*C. carpio specularis*) y más tarde en el año de 1965 la carpas herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) y de la barrigona (*C. carpio rubrofruscus*), procedentes también de la República Popular China; posteriormente en 1979 se importaron las carpas cabezona (*Aristichthys nobilis*), negra (*Mylopharyngodon piceus*) y la brema (*Megalobrama amblycephala*) (Arredondo y Juárez, op cit).

Dentro de los ciprínidos autóctonos, existen numerosas especies de tallas pequeñas con crecimiento lento por lo que su importancia en la acuicultura comercial se ha visto disminuida ante las ventajas de las especies introducidas (Álvarez, 1970). Actualmente las especies que se cultivan en sistemas extensivos o intensivos, y en monocultivos o en policultivos son las carpas: barrigona, espejo, herbívora, cabezona, plateada, negra y brema.

Dada la gran capacidad de la carpa para desarrollarse en las condiciones ambientales de los diferentes sistemas acuíferos del país, esta se encuentra presente en el 80% de la superficie de cuerpos de agua de México, siendo los más relevantes: Hidalgo, Michoacán, Guanajuato, Durango y el Estado de México. En estos estados se ha constituido como un recurso de consumo popular cuyo impacto socioeconómico en los últimos años se ha incrementado derivado del aumento en los volúmenes de producción. Existen registros de un crecimiento promedio anual del 41.2% y del 9.2% respectivamente, pasando de 7,335 t de carne en 1983 a 28,106 en 1987; en cuanto a crías la producción fue superior a los 47 millones.

5.4.2.3. Bagre.

Orden: Teleosteos

Suborden: Siluridae

Familia: Ictaluridae

Género: *Ictalurus*

Especie: *punctatus* (Rafinesque, 1818).

En México existen en forma natural tres familias de bagre, siendo la familia Ictaluridae la de mayor importancia comercial. La conforman varias especies de interés en el país por su excelente calidad como: *Ictalurus meridionalis* de las aguas del sureste e *Ictalurus balsanus* del río Balsas, de los cuales sólo se explotan las poblaciones silvestres (Rosas, 1981). El bagre de canal, *I. punctatus* (Rafinesque, 1818), es nativo de la cuenca del Río Grande que comparten los Estados Unidos de Norte América y México (Grover y Phelps, 1985), habitando en aguas de presas, lagos y ríos caudalosos con fondo de grava o arena.

Sin embargo, a pesar de existir en el país, la línea con que se trabaja en los cultivos se introdujo por primera vez a México en 1943, procedente de los Estados Unidos de América (Álvarez, *et al.* 1961; Rosas, 1981). En el país los antecedentes del cultivo se remontan a las experiencias de las granjas de Rosario en Sinaloa, Tancol y Miguel Alemán en Tamaulipas desde la década de los años setentas.

Durante los últimos cinco años la producción de carne de esta especie ha experimentado un crecimiento anual sostenido de 26.6% en promedio, pasando de 1,317 ton. En 1983 a 4051 toneladas en 1987 (Secretaría de Pesca, Dirección General de Informática y Estadística, 1988). El comportamiento registrado en la producción de crías ha sido muy favorable, registrándose un ritmo de crecimiento anual del 90% en promedio, haciendo posible pasar de 1,585,000 crías en 1983 a 13'252,000 en 1987 (Carta Nacional Pesquera 2004).

El Gobierno Mexicano a través de La Secretaría de Pesca ha creado varios centros acuícolas para el cultivo del bagre contando actualmente con nueve; así mismo, se tienen registrados 476 unidades de producción tanto del sector social como del privado, que trabajan en la producción de estos organismos. El sistema de cultivo utilizado es el intensivo, habiéndose adaptado el modelo tecnológico desarrollado en los EE.UU., con las adaptaciones pertinentes a las condiciones que prevalecen en el país.

5.4.2.4. Lobina.

La lobina (*Micropterus salmoides*) se introdujo al embalse con fines de pesca deportiva; la posición taxonómica de la especie es como sigue:

Orden: Perciformes

Suborden: Percoide

Familia: Centrarchidae

Genero: *Micropterus*

Especie: *salmoides* (Lecepede, 1864).

Nombre común: lobina, trucha, robalo, huro, curvina negra, perca americana, black bass.

Este es un pez dulceacuícola de cuerpo robusto, fusiforme y comprimido, normalmente de hasta 60 cm. de longitud. Tiene la boca grande, oblicua y provista de dientes cortos y curvados hacia adentro, la mandíbula inferior ligeramente más larga que la superior, la anchura de la boca alcanza hasta la mitad de los ojos (Álvarez, 1970;). La aleta dorsal presenta dos partes separadas por una profunda escotadura: la anterior compuesta por 10 espinas y la posterior formada por 12 ó 13 radios suaves. La aleta anal lleva tres espinas y 10 a 11 radios, la aleta caudal es biolubada y simétrica, las pélvicas son cortas, al igual que las pectorales, y están colocadas en posición torácica. El cuerpo esta cubierto de escamas suaves al tacto. Es de color gris verdoso, claro en los costados y el vientre, con un

conjunto de manchas de color verde olivo dispuestas en bandas desde el opérculo hasta la cola, presentan de 60 a 68 escamas en línea lateral (Torres, 1988).

La lobina negra o de boca grande *Micropterus salmoides* es una de las especies más importantes en las pesquerías comerciales y deportivas de aguas continentales en los Estados Unidos de América, Canadá y México. Existen dos subespecies de lobina: la variedad "Norteña" *M. salmoides salmoides*, que se distribuye desde el noreste de México y la cuenca del Mississippi hasta los Grandes Lagos canadienses, y la variedad "Florida" *M. floridanus*, originaria de la península de Florida.

Esta especie fue introducida a México en 1898 por *The United States Fish Commission* en una granja privada en Monterrey, N. L. (Robbins y MacCrimmon, 1974). A partir de allí se llevó exitosamente a diversos estados del país como Oaxaca, Michoacán, Coahuila, Jalisco, Guanajuato, Sinaloa, Durango, Sonora, Puebla, entre otros; repoblando ríos, lagos, lagunas, presas y estanques, para su explotación como pesquería o bien en pesca deportiva.

La lobina negra es una especie que desde la etapa juvenil basa su alimentación a partir de organismos acuáticos vivos entre insectos, crustáceos moluscos y peces. Se ha encontrado que su dieta compuesta por insectos sobresalen principalmente los odonatos, coleópteros, dípteros y hemípteros. Los peces que se han encontrado con mayor frecuencia son: *Dorosoma petenenses*, *Lepomis macrochirus* y *Astyanax mexicanus* (Araujo, 1987) y artrópodos como: *Libellidae*, *Palaemonidae*, *coleopteros* y *Collembolos* (Cirilo, 1982).

Su tolerancia a la temperatura es de 13°C hasta 30°C, con una temperatura óptima para su crecimiento entre 24°C y 26°C. Su desarrollo requiere aguas ricas en oxígeno, aunque este intervalo de temperatura óptima puede variar en función

de la subespecie y la región geográfica de donde provenga. Los juveniles toleran mejor las temperaturas altas que los adultos.

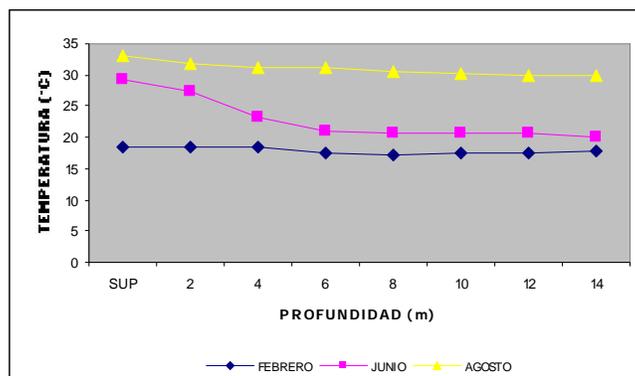
5.5. PROGRAMA DE REPOBLAMIENTO.

Por parte del Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora, a través del Centro Piscícola de Cajeme, se realizo un repoblamiento en este embalse de 511,652 crías de tilapia y 16,250 crías de lobina. Esto se realizo con apoyos recibidos del PRONAR en el año 2004.

5.6. CALIDAD DEL AGUA.

5.6.1. Temperatura.

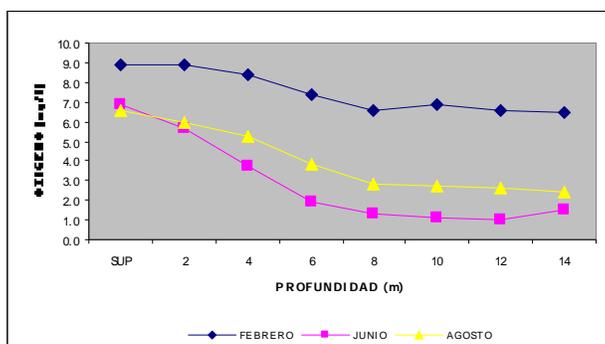
El embalse presenta una considerable variación de temperaturas entre la temporada de frío y la de calor. En el muestreo del mes de febrero la temperatura a lo largo de la columna de agua se mantuvo alrededor de los 18°C, temperatura que se puede considerar como moderada. Para el mes de junio la temperatura en la superficie alcanza los 30°C con una mínima disminución a lo largo de la columna de agua, estas temperaturas se incrementan aún más en el mes de agosto hasta los 35°C y el gradiente térmico es menos evidente (Gráfica 32).



Gráfica 2. Comportamiento de la temperatura de los tres meses de muestreo.

5.6.2. Oxígeno Disuelto (OD).

El embalse presentó concentraciones óptimas de OD en la superficie en los tres meses de muestreo, el valor máximo se obtuvo en el mes de febrero (8.9 mg/l), en donde las concentraciones de OD se presentaron con una ligera disminución a lo largo de la columna de agua. En los meses de junio y agosto la distribución del OD son muy similares entre sí, en donde se puede observar un gradiente con disminución de oxígeno desde la superficie hasta el fondo que va de los 6.8 mg/l hasta los 2.4 mg/l sin alcanzar las concentraciones de hipoxia (Gráfica 3).



Gráfica 3. Comportamiento del oxígeno disuelto de los tres meses de muestreo.

5.6.3. Potencial hidrógeno (pH).

De acuerdo con la variación del pH, el embalse presenta valores ligeramente básicos, que van de los 8.1 a los 8.6 unidades, lo cual es característico en ambientes con aguas duras.

5.6.4. Dureza y alcalinidad.

El agua de la presa es ligeramente dura, de acuerdo con los valores de alcalinidad y dureza que se encontraron (Tabla 4), sin embargo no son tan elevados como para afectar drásticamente la productividad del embalse, éstas concentraciones detectadas podrían estar asociadas a la naturaleza calcárea de la cuenca de captación.

5.6.5. Sólidos suspendidos totales (SST) y transparencia.

Los valores obtenidos de SST indican de manera general que se trata de aguas poco impactadas, sin embargo en la estación E 3 (El Río) se registraron valores cercanos al límite máximo permisible que marca la NOM-001-ECOL-1996, para descargas a cuerpos con uso para protección de la vida acuática (44.9 mg/l), así como niveles mínimos de transparencia; esta estación se encuentra localizada en donde desemboca el Río Yaqui la cual se caracteriza por mantener un gran aporte de sedimentos provocado por esta descarga (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de algunos parámetros fisicoquímicos.

ESTACIÓN	pH	DUREZA (PPM)	ALCALINIDAD (PPM)	SST (mg/l)	TRANSPARENCIA DISCO DE SECCHI (m)
E 1 (El Muelle)	8.14	131.49	141.40	19.47	0.54
E 2 (La Mesa)	8.26	96.62	104.68	6.52	1.59
E 3 (El Río)	8.13	93.19	109.88	44.90	0.67
E 4 (La Cortina)	8.63	102.47	102.58	2.73	2.15

5.6.6. Nutrientes.

El embalse presenta valores de nitrógeno y fósforo muy por de bajo de los límites máximos permisibles para aguas residuales que señala la NOM-001-ECOL-1996, por lo que podemos decir que la influencia de descargas de aguas residuales no es un factor importante o que afecte al embalse (Tabla 5).

Tabla 5. Concentración de nutrientes del embalse.

ESTACIÓN	FOSFATOS PO ₄ -P(mg /l)	AMONIO NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg /l)	NO ₃ -N (mg /l)	NOD (mg/l)	NOT (mg/l)	NITRÓGENO TOTAL INORGANICO (mg/l)
E 1 (El Muelle)	0.019	0.086	0.005	0.030	0.002	0.003	0.121
E 2 (La Mesa)	0.022	0.022	0.003	0.035	0.002	0.003	0.060
E 3 (El Río)	0.023	0.028	0.005	0.104	0.002	0.002	0.137
E 4 (La Cortina)	0.024	0.005	0.005	0.022	0.002	0.002	0.032

5.6.7. Coliformes totales y fecales.

La cantidad de coliformes totales y fecales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles que señala la NOM-001-ECOL-1996 en la mayoría de las estaciones de muestreo, con excepción de la estación E 3 (El Río), en la cual los valores de coliformes totales esta ligeramente por arriba de esos límites.

Tabla 6. Valores de coliformes totales y fecales del embalse.

ESTACIÓN	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	COLIFORMES FECALES (NMP/100ml)
El Muelle	656	639
La Mesa	655	115
El Río	1049	670
La Cortina	567	612
NOM-001-ECOL-1996	-	P.D= 1,000 P.M.= 2,000
GACETA ECOLÓGICA 1990	1,000	-

5.6.8. Fitoplancton.

El estudio cuantitativo de fitoplancton permite obtener información sobre la densidad y la composición de las comunidades microalgales características del embalse.

La densidad microalgal en general para el embalse se sitúa como valores moderados entre la oligotrofia y la mesotrofia, en donde las cianobacterias constituyen el grupo dominante.

Las cianobacterias tienen una serie de características que las hace mas competitivas en medios con baja disponibilidad de nutrientes, algunas especies de cianobacterias presentan estructuras especializadas que tienden a fijar nitrógeno atmosférico por lo que proliferan con mayor facilidad en medios donde la concentración de nitrógeno es muy reducida (Tabla 7).

Tabla 7. Composición y densidad de la comunidad fitoplanctonica.

GRUPO O CLASE	ESPECIES	DENSIDAD (cel./ml)
Cianobacteria	<i>Merismopedia</i> sp	87
	<i>Peridinium</i> sp1	142
	<i>Peridinium</i> sp3	60
	<i>Spirulina</i> sp1	24000
	<i>Spirulina</i> sp2	20
	<i>Anabaena</i> sp	235
	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	190
	<i>Oscillatoria</i> sp	120
	<i>Synechocystis</i> sp	32
	Cloroficeas	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
Diatomea	<i>Coscinodiscus</i> sp2	17
	<i>Synedra acus</i>	73
Dinofalgelado	<i>Gymnodinium</i> sp	19
	<i>Exuviaella compressa</i>	52
Euglenoficeas	<i>Euglena</i> sp	220
	<i>Trachelomonas hispida</i>	60

En la Tabla 8 se observa que existen bajas concentraciones de clorofilas en el embalse, este resultado junto con los obtenidos en el análisis de nutrientes y oxígeno disuelto, nos permite indicar que el embalse presenta características de ambientes oligotróficos. Sin embargo, los niveles de transparencia obtenidos con el disco de Secchi, corresponden a un nivel mesotróficos.

Al respecto, se puede decir que este tipo de aguas presentan características de tipo distrófico, en el que la turbidez obedece más bien a aportaciones externas quizá por erosión de su entorno.

En este caso, es posiblemente que la baja transparencia esté asociada a diversos factores como son los niveles de SST, debido las aportaciones de la cuenca, la erosión principalmente eólica de los alrededores, la resuspensión de sedimentos y presencia permanente de vientos. Todo esto le puede conferir al agua una turbidez que no tiene relación con la productividad interna del cuerpo (Tabla 8).

Tabla 8. Concentración de clorofilas.

ESTACIÓN	CLOROFILAS TOTALES (mg/m ³)
E 1 (El Muelle)	9.86
E 2 (La Mesa)	6.05
E 3 (El Río)	5.37
E 4 (La Cortina)	3.57

5.6.9. Zooplancton.

EL zooplancton en el embalse esta representado principalmente por los rotíferos, que es un grupo de gran importancia para la ictiofauna de los embalses, le sigue los copépodos y por último los cladóceros (Tabla 9).

Tabla 9. Composición y densidad de la comunidad zooplanctonica.

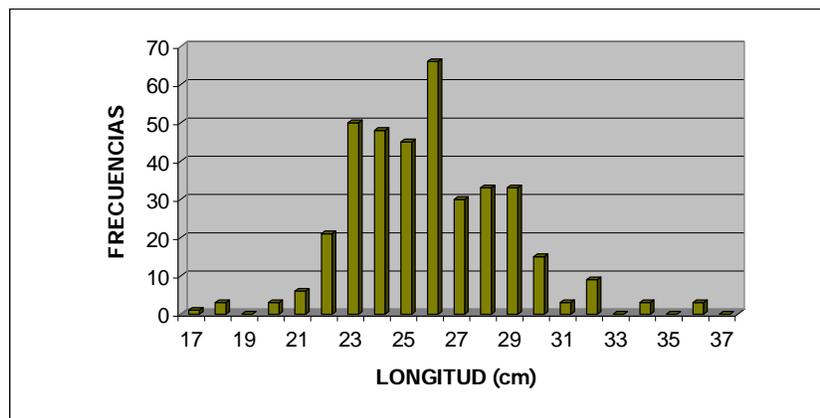
CLASE	ESPECIES	(No. orgs/lt)
Rotíferos	-	11.31
Ostrácodos	-	0.008
Larvas Nauplios	-	0.025
Larvas de Insectos	-	0.075
L. Nauplios de Copépodos	-	2.18
Insectos	-	0.025
Copépodos	-	0.079
Cladóceras	<i>Daphnia</i> sp.	0.85
Amphípodos	-	0.016

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos decir en forma general que la presa presenta una marcada diferencia de temperaturas entre las temporadas de frío y calor, sin observarse fenómenos de estratificación térmica. Los valores de oxígeno están dentro del rango óptimo, observándose la presencia de un gradiente de oxígeno desde la superficie hasta el fondo alcanzando valores cercanos a la hipoxia en los meses de calor. Los indicadores de contaminación se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles. En general los resultados se asocian en su mayoría a un ambiente oligotrófico, con una pobre productividad primaria.

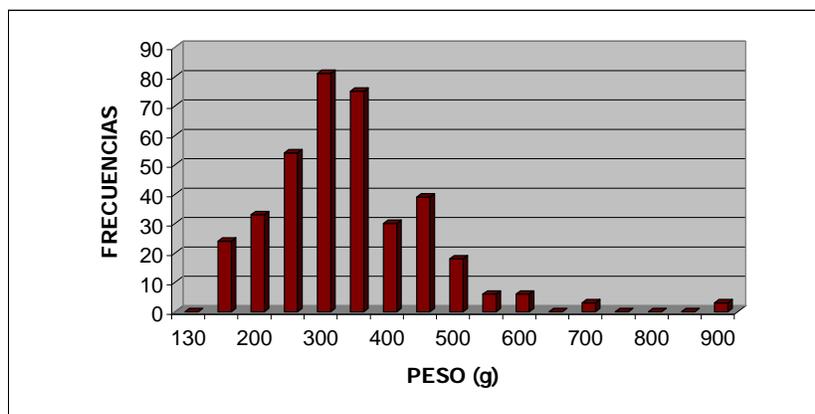
5.7. PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS-PESQUEROS DE LA TILAPIA.

5.7.1. Estructura de la Población de tilapia.

La estructura de la población de la tilapia que compone la captura comercial actualmente en la presa “El Novillo”, oscila entre organismos con una longitud mínima de 17 cm y un peso de 130 gramos con un máximo de 37 cm y un peso de 880 g. El 91% de la explotación de tilapia se ejerce sobre organismos de 22 a 30 cm, con un peso de 180 g a 500 g, respectivamente (ver histogramas de frecuencias en Gráficas 4 y 5).



Gráfica 4. Histograma de frecuencias de la longitud total de tilapia spp.



Gráfica 5. Histograma de frecuencias del peso total de tilapia spp.

5.7.2. Estimación de la edad y crecimiento.

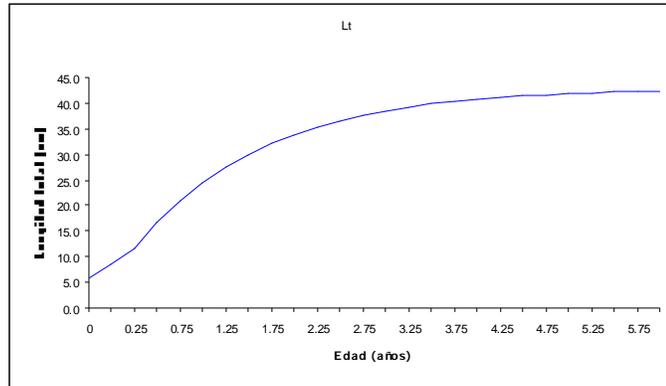
La descripción cuantitativa de ciertas variables poblacionales, referidas con respecto al tiempo, es una parte necesaria en la mayoría de los modelos de explotación pesquera. En muchos casos estas variables se miden sobre el ciclo de vida de los organismos; es por ello que la edad de los peces se utiliza como una medida de tiempo necesaria para la estimación de la mortalidad y el crecimiento. Para este caso, se aplicó el modelo de von Bertalanffy para estimar el crecimiento, el cual esta en función del tiempo de vida del pez:

$$L(t) = L_{\max} (1 - e^{(-k(t-t_0)})}$$

Los parámetros involucrados en esta ecuación exponencial son: $L(t)$ talla en el tiempo, L_{\max} , es la talla máxima permisible en la especie o de otra forma es la talla media de un pez "muy viejo"; k es un "parámetro de curvatura". Finalmente, t_0 es el "parámetro de condición inicial,"

Los valores en este caso fueron: $L_{\max} = 40$ (cm); $k = 0.6$; $t_0 = - 0.243$ (años).

De modo que, para un mismo pez los siguientes datos representan la evolución de su crecimiento a través de los años: Así que un pez de un 1 de vida tendrá una longitud total de 21.3 con un peso de 165 g, un pez de 2 años de vida tendrá una longitud total de 29.6 y un peso de 375 g, a los 3 años una longitud de 34.3 cm y un peso de 595 g (Gráfica 6).



Gráfica 6. Comportamiento del crecimiento en longitud de la tilapia mediante una transformación directa que relaciona la longitud con la edad (Ecuación de von Bertalanffy).

La talla de primera madurez para la tilapia coincide con la talla de primera captura 18.0 cm con un peso aproximado de 123 g y una edad de 7 meses y medio. La mayor tasa de explotación que se está ejerciendo en este embalse es en los organismos de 19 cm con un peso promedio de 130 g y hasta los 28 cm con un peso de 380 g. En las presas de México *O. aureus* se reproduce por primera vez cuando tienen una talla promedio de 19 cm (Ramos-Cruz, 1995; Beltrán *et al*, 1998, Belmont, 2003).

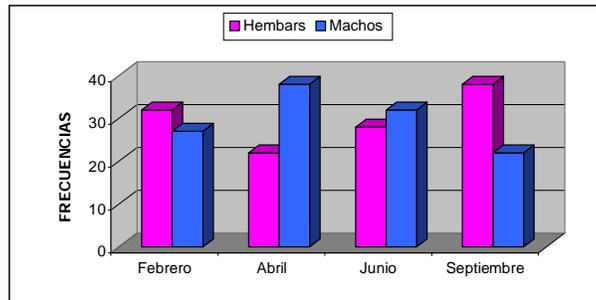
De acuerdo a la primera edad de captura que se registra, los organismos son capturados cuando apenas se empiezan a reproducir y en algunos casos sin reproducirse y sin dejar descendencia, esto debido a la luz de malla inadecuada que se utiliza.

5.7.3. Periodos Reproductivos.

Para el caso de este embalse, la tilapia se reproduce gran parte del año, con una mayor actividad reproductiva en primavera y verano. En el mes de Abril abunda el estadio III. En los meses de mayo, junio, julio se presentan el mayor porcentaje de individuos en estadio IV y V, lo cual significa que estos organismos están próximos a desovar y un porcentaje (bajo) de la población ya ha desovado.

5.7.4. Proporción de sexos.

En el muestreo del mes de febrero la proporción hembra:macho fue de 1.18:1, en abril fue 1:1.7, junio 1:1.72, y en agosto 1.72:1. En general la proporción hembra:macho en el periodo de muestreo fue de 1.008:1, respectivamente (Gráfica 7).



Gráfica 7. Histograma de frecuencia hembras:macho de tilapia en el periodo de muestreo.

5.7.5. Alimentación.

En este trabajo no se realizaron estudios sobre la alimentación de la tilapia, sin embargo, se presenta lo que a este respecto algunos autores reportan. Morales (1991) señala que estudios realizados en 1976 en la presa Miguel Alemán, Oaxaca, se encontró que *O. aureus* se alimenta preferentemente de microalgas de las que sobresalen por su abundancia *Botryococcus* sp., y *Navicula* sp. Guillen *et al.*, (1990) encontraron que en la presa Adolfo López Mateos, Sinaloa la tilapia se alimenta preferentemente de fitoplancton. Por su parte Jiménez-Badillo y Nepita-Villanueva (2000) reportaron que en la presa “El Infiernillo”, Michoacán-Guerrero, la tilapia es de hábitos alimenticios omnívoros pues incluye en su alimentación algas unicelulares, filamentosas, restos de plantas vasculares, cladóceros y ostrácodos. Concluyen que el alimento preferente fue el detritus y restos de plantas vasculares (Beltran, 2006).

5.7.6. Parámetros poblacionales de la pesquería de tilapia.

Para determinar los parámetros de crecimiento Longitud infinita (L) Curvatura de crecimiento (k) y Parámetro de condición inicial (t_0), se llevo a cabo mediante el Programa ELEFAN I (Electronic Length Frecuency Analysis) incluido en el paquete computacional FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (Pauly 1987).

Tabla 10. Parámetros poblacionales de la pesquería de la Tilapia.

Mortalidad Natural	$M = 1.06$
Longitud Infinita	$L = 40$ cm
Parámetro de curvatura	$K = 0.6$
Mortalidad por Pesca	$F = 1.849$
Mortalidad Total	$Z = 2.909$
Tasa de explotación	$E = 0.636$

Los valores de crecimiento (K y L) fueron seleccionados del mejor ajuste de acuerdo a la técnica de superficie de respuesta (ELEFANT, incluida en el programa FISAT).

5.7.7. Mortalidad Natural.

La mortalidad natural de la Tilapia es de $M = 1.06$ (se aplico el modelo Pauly). Para su estimación se utilizaron los siguientes datos: **Longitud infinita** = 40 cm, el **coeficiente metabólico** $K = 0.6$ y la temperatura promedio anual del agua superficial del embalse la cual fue de 22°C. El resultado fue $M = 1.06$ y $Z = 2.909$. **La mortalidad total (Z) y la mortalidad por pesca (F)** se estimó de la relación del modelo predictivo de Thompson y Bell F (**Mortalidad por pesca**) $F = 2.041$. **Tasa de explotación** $E = 0.636$.

Se considera que una tasa de explotación con valor $E = 0.5$ corresponde a una pesquería óptima, un valor por debajo de éste, corresponde a un nivel de subexplotación, mientras que un valor por encima, se refiere a un nivel de sobreexplotación. Entonces podemos observar que la tasa obtenida para éste embalse $E = 0.636$, esta mostrando que sobrepasa el óptimo y por lo tanto la pesquería de tilapia en la presa “El Novillo” se encuentra en los niveles de sobreexplotación.

Para conocer el estado de la pesquería, se aplicó el Modelo Predictivo de Thompson y Bell (1934), el cual toma como base las tallas de los organismos capturados en la pesca comercial. Las características más importantes de este modelo son: que utiliza valores de entrada basado en un análisis de cohortes y que genera resultados o salidas bajo la forma de predicciones de rendimiento futuro. El valor de entrada más importante es el de F , que se refiere, al nivel de los cambios en rendimiento con respecto a la tasa de mortalidad por pesca. Así mismo la estimación de F por clase de tallas, permitió establecer el patrón de pesca del embalse, que denota la fuerte explotación a que son sometidos los organismos con tallas entre 23 a 32 cm con pesos que varían entre 243.54 a 598.50 g, respectivamente.

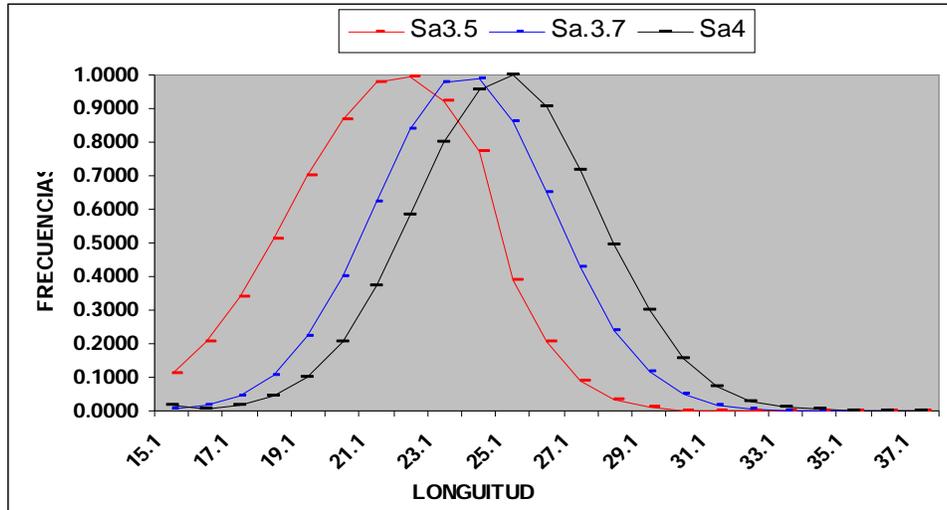
En términos de rendimiento absoluto, de acuerdo al modelo de Thompson y Bell, el rendimiento máximo sostenible (RMS) se ubicó en las 317.72 toneladas y el máximo rendimiento económico (RME) en \$2,319340.81. Este modelo permite tener información sobre los efectos biológicos y/o socioeconómicos de la pesca sobre los recursos pesqueros, información que sirve como base en la toma de decisiones y medidas de administración de los mismos (Sparre y Venema, 1995). Para el caso de este embalse como anteriormente se mencionó el recurso se está en una situación de sobreexplotación.

5.7.8. Selectividad de la malla para la tilapia.

En el embalse se utilizan redes de enmalle (agalleras) construidas de hilo de mono o multifilamento de nylon u otro tipo de poliamida, con diámetro de 0.30 a 0.70 mm, con una luz mínima de 3 pulgadas, una longitud es de 100 metros y una caída o altura máxima de 3 y 4 metros.

En la Gráfica 6, se observa que las curvas de selección tienen forma de campana con su pico en un valor máximo, y pendientes a ambos lados de este valor. Los peces pequeños (pendiente izquierda) pueden pasar a través de las mallas, pero los peces muy grandes (pendiente derecha) también pueden evitar ser capturados por la malla. Esta es la sencilla teoría sobre las que se basa la selección de las redes de enmalle.

Para determinar la selectividad de las artes de pesca mencionadas se aplicó el Modelo de Holt (1963) con el objetivo de obtener la talla óptima de captura para cada luz de malla utilizada por los usuarios del embalse. Las mallas utilizadas en el embalse, son las de 3", 3^{1/2}", 3^{3/4}" y 4", son de confección industrial, construidas de acuerdo a la conveniencia del pescador. Se estimó la selectividad utilizando los datos provenientes de las capturas comerciales. En primer término, se construyó un histograma de frecuencias de longitud de las tres redes mas utilizadas por los pescadores, se analizó la eficiencia de la red de enmalle de 3^{1/2}" donde se observa una $L_{C50\%}$ de 18.1 cm, la $L_{\text{óptima}}$ fué de 21.03 cm y la $L_{C75\%}$ de 25.1cm. La eficiencia de la malla de 3^{3/4}" al 50%, $L_{C50\%}$ fue de 20.1 cm, una $L_{C \text{ óptima}}$ de 22.8 cm y una $L_{C75\%}$ de 26.1. La malla de 4" tiene una $L_{C50\%}$ de 22.1 cm, una $L_{\text{óptima}}$ de 24.03 y una $L_{C75\%}$ de 29.1cm (ver Gráfica 8).



Gráfica 8. Selectividad de las mallas utilizadas en la captura comercial de tilapia en la presa “El Novillo”.

El uso de éstas artes de pesca, en particular la que cuenta con una abertura de malla de 3”, 3.^{1/2}” y 3^{3/4}”, atrapa organismos que inician su reclutamiento a la población reproductora, ya que se ha establecido que en las presas de México *O. aureus* se reproduce por primera vez cuando cuanta con una talla promedio de 18 a 19 cm (Ramos-Cruz, 1995; Beltrán et al, 1998, Belmont, 2003). El estudio biológico refuerza lo anterior. El uso de esta abertura de pesca en las redes de enmalle se debe de eliminar y utilizar la red de 4 pulgadas que permita que los organismos se reproduzcan más de una vez y así poder dejar un mayor número de descendientes.

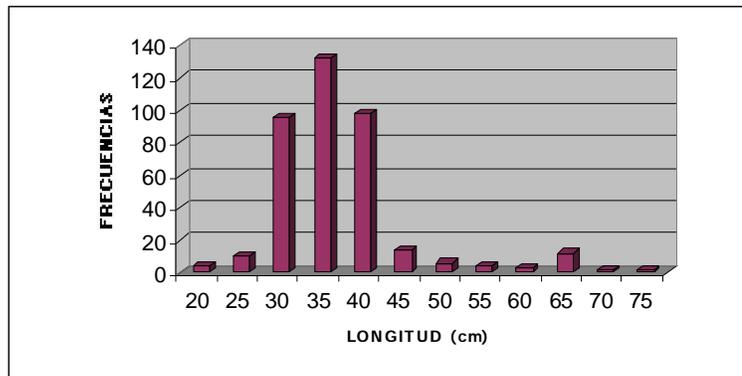
5.7.9. Nasas.

Esta arte de pesca es utilizada para la captura de bagre, en la cual es colocada una carnada debido a los hábitos alimenticios de esta especie, que son preferentemente carnívoros: la carnada que es colocada consiste en sangre de res cocida, la cual atrae a los organismos. Este arte de pesca no tiene selectividad, según los registros de los datos obtenidos en campo, captura organismos de diferentes tallas y diferentes pesos y solo utilizan nasas con una abertura de malla de una pulgada.

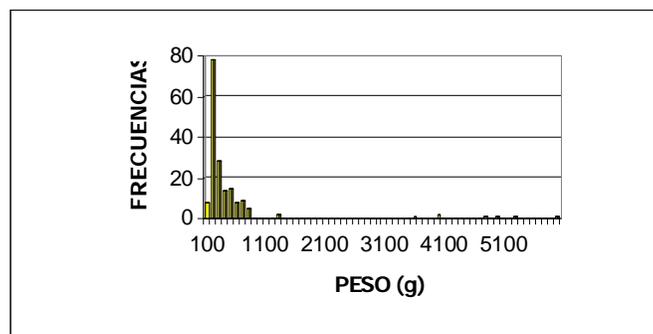
5.8. PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS-PESQUEROS DEL BAGRE.

5.8.1. Estructura de la población.

Los organismos obtenidos para el muestreo fueron los colectados por los pescadores en la pesca comercial, las tallas oscilaron entre los 20 cm con un peso de 100 g, como mínimos y los datos máximos fueron de 75 cm a 5800 g (Gráficas 9 y 10).



Gráfica 9. Histograma de frecuencias de la longitud total (cm) de bagres capturados con nasas y red de enmalle.



Gráfica 10. Histograma de frecuencias del peso total (g) de bagres capturados con nasas y red de enmalle.

En la Gráfica 9 se puede observar que el 95% de la población son ejemplares entre 30 y 40 cm lo que indica que la tasa de explotación más intensa es en la población de organismos pequeños (si tomamos en cuenta que estos organismos pueden crecer hasta 75 cm) esto puede deberse al arte de pesca utilizado (nasa) para la captura de bagre, que no son selectivas.

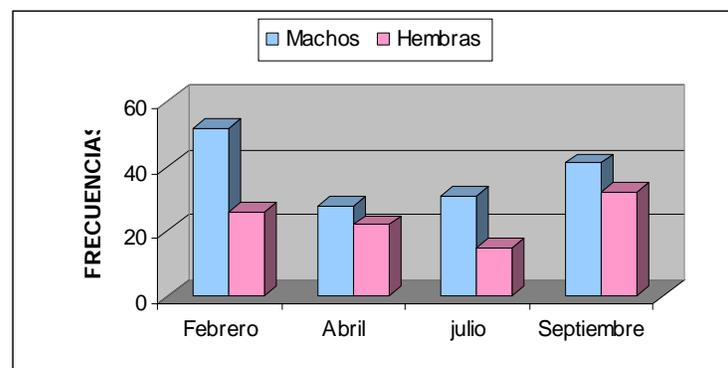
La mortalidad por pesca que genera la pesquería de bagre (F) es de 1.087, la mortalidad total $Z = 2.587$ y la tasa de explotación $E = 0.420$. Si bien es cierto, la pesquería del bagre aún esta sub-explotada, pero es necesario se aumente la luz de malla utilizada en las nasas para evitar que el recurso llegue a un estado de sobreexplotación. Esto debido a la cantidad de organismos pequeños que son capturados; aunque el porcentaje de pescadores que se dedican actualmente a la captura de bagre son pocos, si no existe un manejo adecuado de la pesquería esta puede llegar al deterioro a corto plazo.

5.8.2. Periodos Reproductivos.

Para el caso de este embalse, el bagre se reproduce en primavera y verano, en los meses de mayo, junio, julio se presentan el mayor porcentaje de individuos en estadio de madurez avanzados.

5.8.3. Proporción de sexos.

La proporción de los sexos muestra dominancia de los machos en todo el periodo de muestreo de febrero-septiembre. En el mes de febrero la proporción hembra-macho fue 1:2.01, abril 1:2.1, junio 1:2.06 y septiembre 1:1.28 respectivamente. El análisis de manera global da como resultado que la proporción de sexos en el periodo de muestreo fue de 1:1.6, predominando los machos en todos los meses (Gráfica 11).



Gráfica 11. Histograma de frecuencia de hembras y machos en el periodo de muestreo (febrero-septiembre).

5.8.4. Talla de primera madurez.

La talla de primera reproducción de bagre se estableció en 33 cm de longitud total. Es posible que el valor esté sobreestimada debido al tamaño de muestra, la mayor parte fueron organismos pequeños, sin embargo, el resultado es ligeramente mayor a los 30 cm documentados en que se reproduce esta especie en otros embalses.

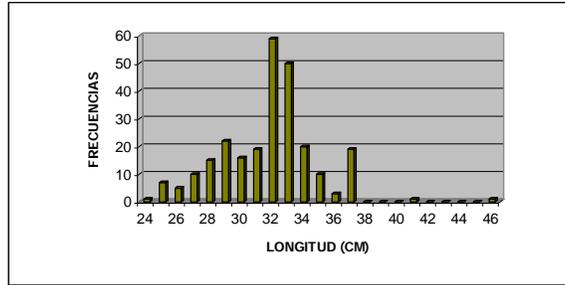
5.8.5. Alimentación.

El bagre es omnívoro; es decir aprovecha todas las fuentes de alimentos que encuentra en el medio acuático. De acuerdo con estudios realizados en la presa Gustavo Díaz Ordaz (López, 2000), se encontró que aprovecha los restos de peces que resultan del eviscerado de los peces que se comercializan. Igualmente en contenido estomacal se encontraron restos de vegetales y materia orgánica no identificada (MONI), así como restos de insectos y gusanos. Estudios realizados en la presa Vicente Guerrero, Tamaulipas (Torres, 1996), encontraron que el bagre tiene preferencias alimenticias por insectos, restos de plantas, algas y restos de peces. El autor señala que el bagre es omnívoro con tendencia a detritívora y con preferencia por el epibentos. Aunque se requiere estudiar con detalle este aspecto, seguramente el bagre aprovecha todas las fuentes de alimentos que el embalse le ofrece (Beltrán, 2006).

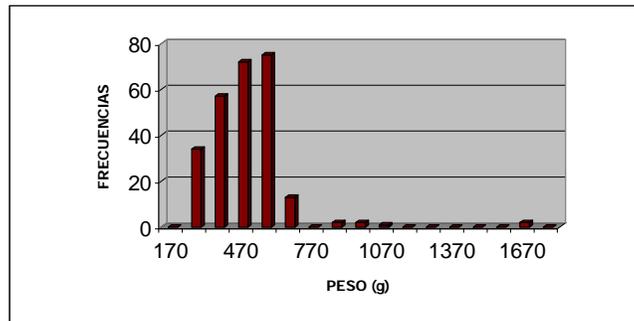
5.9. PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS-PESQUEROS DE LA LOBINA.

5.9.1. Estructura de la Población.

La estructura poblacional de la lobina se muestra en las Gráficas 12 y 13, en donde se observa que las tallas que frecuentemente se capturan son entre los 32 a los 34 cm, con pesos entre los 270 a los 600 g.



Gráfica 12. Histograma de frecuencias de la longitud total (cm) de lobina.



Gráfica 13. Histograma de frecuencias del peso total (g) de lobina.

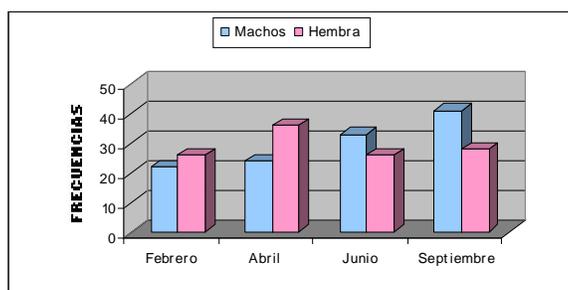
5.9.2. Periodos reproductivos.

En el mes de febrero se presentó un mayor porcentaje del estadio III y en menor cantidad de organismos en estadio IV, lo cual indica que la especie presenta un avanzado desarrollo gonadal. En el muestreo de abril se pudo observar que el 55% de organismos presentaron estadio IV,V y un menor porcentaje de organismos desovados. En los siguientes meses se encontraron organismos maduros o en proceso de maduración, los cuales fueron pocos representativos; lo que hace suponer que esta especie, empieza a desovar en porcentajes bajos desde febrero para en marzo y abril presentar los desoves más importantes.

5.9.3. Proporción de sexos.

La relación entre los sexos se aprecia en la Gráfica 14. Las hembras predominan en febrero-abril. Los machos son numéricamente mayores de junio a septiembre. De manera global la proporción hembra–macho quedo establecida como 0.98:1.

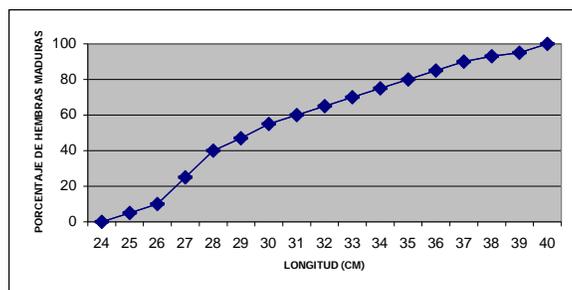
La cantidad disponible de organismos fue poca debido a que en el estudio se dependía de los organismos capturados en la pesca comercial, donde esta especie se captura incidentalmente; y los organismos son pocos y de tallas pequeñas, debido a la luz de malla utilizada por los usuarios del embalse.



Gráfica 14. Proporción sexual en el periodo de muestreo de lobina.

5.9.4. Talla de primera madurez.

La talla de primera madurez gonadal (Gráfica 15) queda establecida según los datos obtenidos en campo, en 30 centímetros de longitud total y un peso promedio de 340 gramos.



Gráfica 15. Talla de primera madurez gonadal.

5.9.5. Alimentación.

En este estudio no se realizó un análisis de contenido estomacal, pero se tomó como base los estudios realizados en varios embalses, los cuales han establecido el espectro trófico de la lobina en diferentes regiones del país. García de León (1985) reporta que en el lago de Pátzcuaro, la lobina de talla pequeña se alimenta preferentemente de insectos (odonatos, efemerópteros y hemípteros) y que la lobina cambió a dieta ictiófaga a la talla de 50 mm de longitud patrón.

Araujo (1987) encontró que en la presa Rodrigo Gómez, Nuevo León, México, las preferencias alimenticias de la lobina son un pequeño pez llamado *Dorosoma petenense* (37.9%), *Lepomis macrochirus* (15.6 %) y otros peces en porcentajes menores. Más recientemente, Domínguez (1994), al estudiar el espectro trófico de la lobina en la laguna Atezca, encontró la presencia de algas, insectos, crustáceos, huevecillos y larvas de peces. Cárdenas, (2003) en la presa Aurelio Benassini Vizcaíno, encontró que la lobina se alimenta de insectos (odonatos, dípteros, Hemípteros y coleópteros), igualmente encontró la presencia del crustáceo del género *Machrobachium* sp. y gasterópodos. Los peces que conformaron la dieta fueron en orden de importancia, la tilapia *O. aureus*, la lobina *M. salmoides* y la sardinita *D. smithi* (Beltrán, 2006).

5.10. REGULACIONES EXISTENTES.

Existe una suspensión administrativa de la pesca la cual es del 15 de abril al 30 de julio.

La abertura de malla permitida es de 4" hasta 4^{1/2"}, lo cual no se respeta.

5.11. PESCA COMERCIAL.

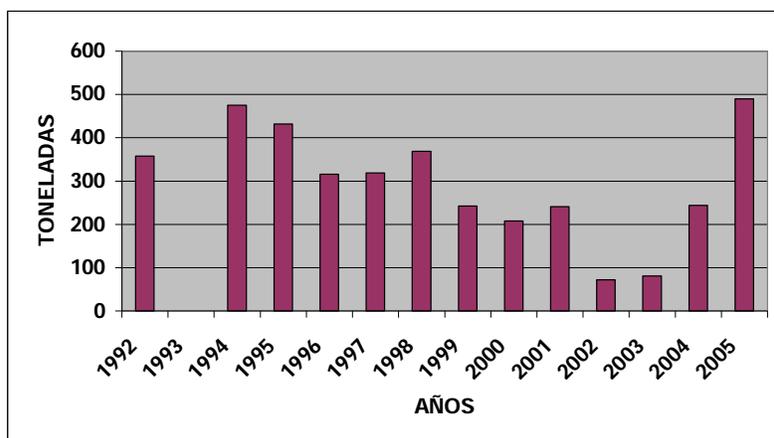
5.11.1. Producción pesquera global.

Las especies objeto de explotación pesquera a nivel comercial en orden de importancia por su volumen de producción son las siguientes: La tilapia

(*Oreochromis* spp.), el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), la lobina negra (*Micropterus salmoides*) y la carpa (*Cyprinus carpio*).

Tabla 11. Comportamiento histórico de la producción total de los años de 1992-2006 en la presa “El Novillo”.

AÑO	PRODUCCIÓN POR ESPECIE (T)				TOTAL (T)
	Tilapia	Bagre	Carpa	Lobina	
1992	280	72	2	4	358
1993					
1994	395	65	4	11	475
1995	342	76	5	9	432
1996	238	24	30	24	316
1997	111	165	8	35	319
1998	100	216	32	21	369
1999	42	181	6	13	242
2000	95	75	30	8	208
2001	19	91	90	41	241
2002	23	33	16		72
2003	29	29	23		81
2004	59	58	127		244
2005	325	114	51		490
2006*	252	53	60		365
Total	2,310	1,252	484	166	4,212



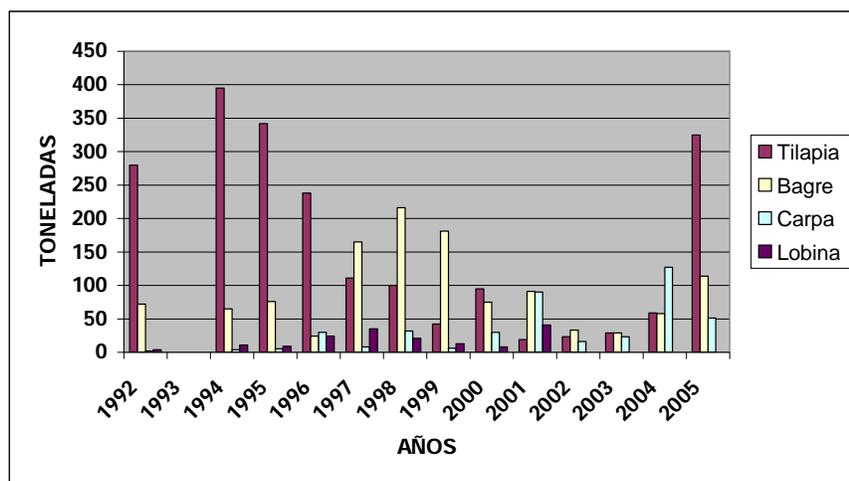
Gráfica 16. Producción pesquera total durante los años 1996-2005 en la presa “El Novillo” (volumen en toneladas).
Fuente: SAGARPA-OEIDRUS.

Los registros existentes de capturas totales en el embalse datan de 1992 hasta el año 2005, el comportamiento de las capturas han variado a lo largo del periodo analizado, el valor mínimo registrado fue en el año 2002 con 71 toneladas en los

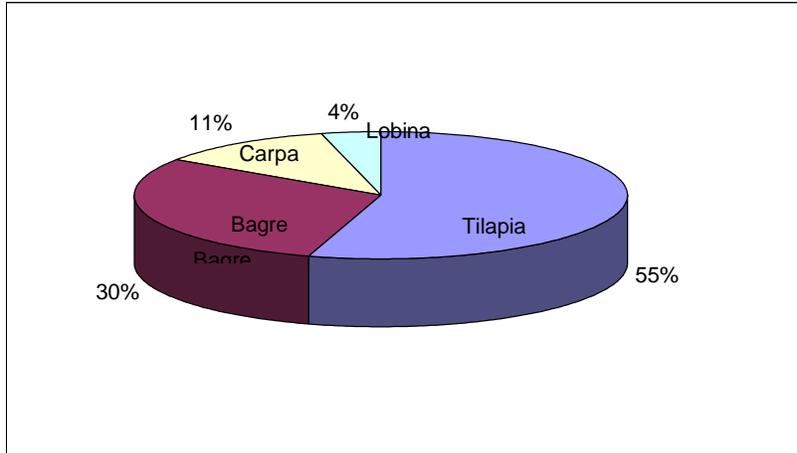
años siguientes se registra un ligero aumento en cada año hasta llegar a registros máximos de 490 toneladas, este aumento en la producción puede deberse a las medidas implementadas en el embalse entre ellas destaca un repoblamiento de crías de tilapia y bagre en el 2004, lo cual impacto favorablemente a la producción en el embalse. (Tabla 10 y Gráfica 16).

5.11.2. Producción pesquera por especies.

La Gráfica 17 resume la producción de las seis agrupaciones pesqueras que operan en “El Novillo”, se presentan los datos por especie y el total para cada año desde 1992 a 2005. Como se observa en la Tabla 17 la mayor producción pesquera corresponde a la tilapia, seguida por el bagre y en menor cantidad la lobina y la carpa.

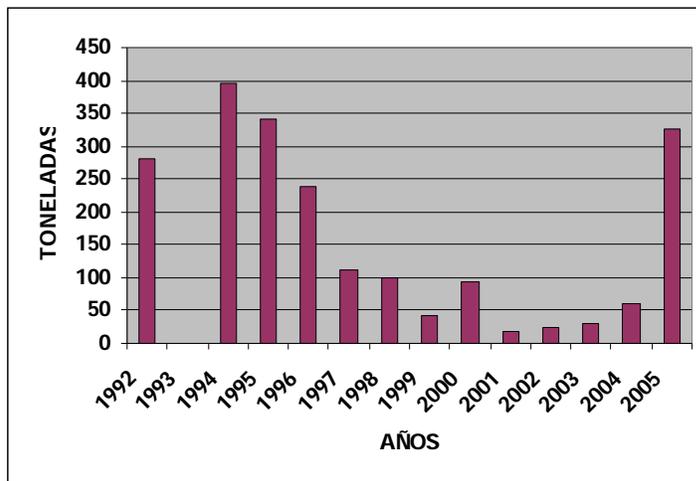


Gráfica 17. Volúmenes de captura por especie en la presa durante los años 1996-2005.
Fuente: SAGARPA-OEIDRUS.



Gráfica 18. Composición por especies de la producción pesquera.
Fuente: SAGARPA-OEIDRUS.

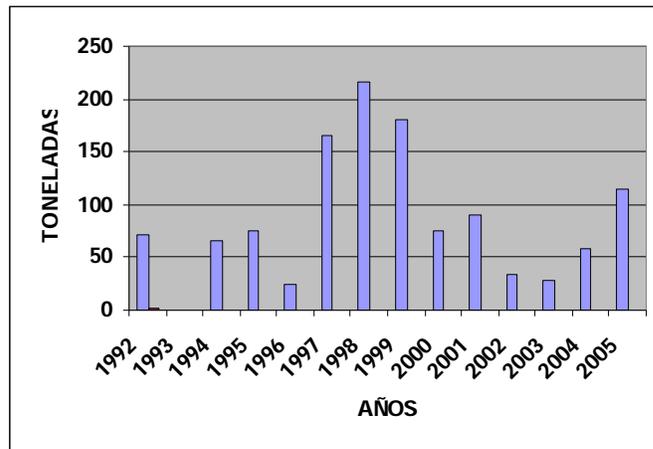
La tilapia es el principal recurso explotado en el embalse, representando el 55% del total de la producción registrada, le sigue el bagre con el 30%, y con menor importancia la carpa (11%) y la lobina (4%) (Gráfica 18).



Gráfica 19. Comportamiento de la producción de tilapia *Oreochromis spp.*

La Gráfica 19 muestra el comportamiento de la producción anual de tilapia, los registros existentes datan de 1992 con 280 toneladas para presentar un marcado ascenso en 1994 con 395 toneladas y disminuir paulatinamente hasta llegar a sus más bajos niveles históricos en el 2001 con un registro de sólo 19 toneladas.

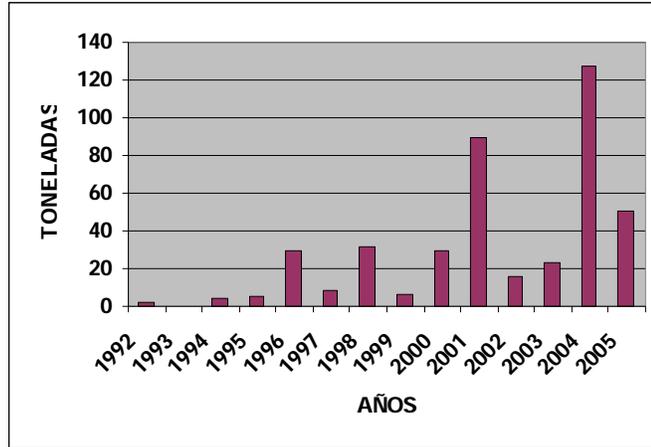
Posteriormente, las capturas han aumentado ligeramente, aunque el registro significativo se observa en el año 2005 con 325 toneladas, esto puede deberse a los repoblamientos realizados por el Instituto de Acuacultura en el año 2004, con apoyos del PRONAR.



Gráfica 20. Comportamiento de la producción de bagre *Ictalurus punctatus*.

La producción de bagre registra valores alrededor de las 70 toneladas en los primeros tres años del periodo analizado. En 1996 se aprecian una producción de 24 t, es decir, la producción disminuye en alrededor del 70%. En 1997, 1998 y 1999 los registros indican un repunte y se alcanzan un promedio de 180 t. En los últimos cuatro años se presenta una marcada tendencia a disminuir para en el 2005 registrar un aumento con 114 toneladas, esto podría atribuirse a un repoblamiento con crías de bagre en el embalse el cual se realizó con apoyos del PRONAR 2004 a través del Instituto de Acuacultura del Estado de Sonora OPD.

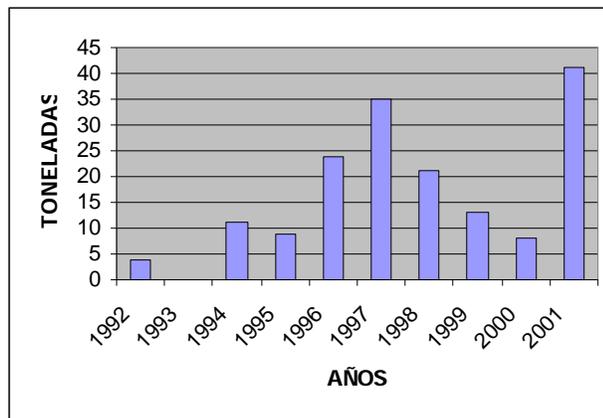
El comportamiento en la producción de carpa se muestra en Gráfica 21, donde se observa que en el periodo 1992 a 1996, la producción de esta especie registra valores tan bajos como tres toneladas promedio, para después acusar un ascenso con 30 toneladas en 1997.



Gráfica 21. Comportamiento de la producción de carpa *Cyprinus Carpio*.

En el periodo de 1998 a 2000, los registros son muy irregulares. Se presenta un repunte en el 2001 con 90 toneladas, para tener otro acenso en el 2004 con 127 toneladas y una disminución de 51 toneladas registradas en el 2005.

La lobina se encuentra sujeta a la captura mediante cañas de pesca y curricán por los pescadores de la pesca deportiva e incidentalmente son atrapadas en las redes de enmalle de los pescadores de pesca comercial (Gráfica 22).

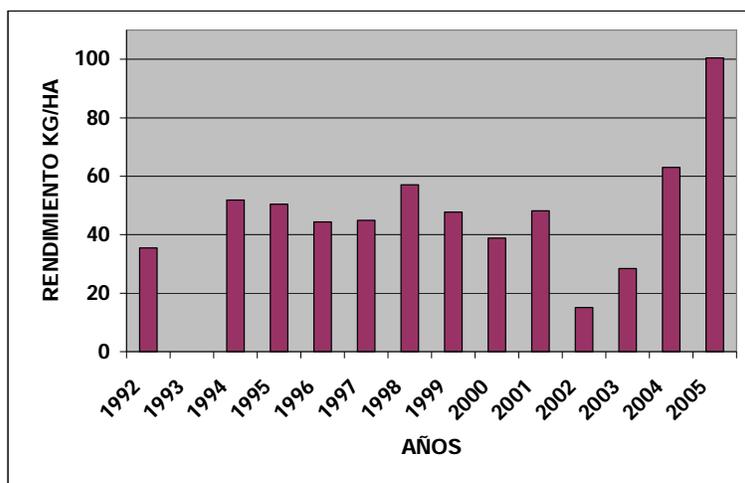


Gráfica 22. Comportamiento de la producción de lobina *Micropterus salmoides*.

Los registros revelan una producción muy irregular con valores altos en 1996, 1997 y 1998 alcanzándose producciones de alrededor de las 27 toneladas en promedio.

El último año de registro aparece con 41 toneladas que es el valor más alto históricamente obtenido.

La captura total de peces por unidad de superficie, se calculó mediante los datos de captura total en kilogramos y los registros de superficie (ha) inundada en el embalse (Gráfica 23).



Gráfica 23. Comportamiento del rendimiento pesquero total en kg/ha en la presa "El Novillo".

En la Gráfica 23, se observa que el rendimiento pesquero obtenido en este embalse en el periodo de 1992 al 2005, los máximos rendimientos por unidad de área, se presentaron del 2004 al 2005 con valores entre 62.98 y 100.5 kg/ha. Los valores mínimos se registraron en el año 2002 con 15.05 kg/ha. En los dos últimos años se aprecia una recuperación.

En esta evaluación de rendimiento pesquero por unidad de superficie, se reflejan las características del embalse, el clima extremoso de la región que influye en el comportamiento térmico del agua, y sobre todo las extremas variaciones de nivel del agua almacenada, que influyen en la reducción de superficie inundada, así como en las variaciones del alimento para los organismos.

El hecho de que la presa tenga poco más de 51 años de su vida útil consumida, seguramente ha sido un factor que ha determinado importantes cambios en sus características morfológicas, condiciones físicas, químicas y biológicas del sistema, lo que ha afectado la abundancia de las poblaciones de peces. Adicionalmente se manifiestan los problemas de mal manejo de los recursos pesqueros.

5.11.3. Destino de la producción.

La mayor parte del producto es entregado a un intermediario que compra la producción en la siguiente forma: La tilapia en presentación de filete fresco se compra con un precio que varía de \$25.00 a \$27.00 el kg. La de mayor talla (450 g) se compra entera desviscerada a \$15.00 kg. El bagre se compra entero entre \$8.00 a \$11.00 el kg. La lobina es entregada entera desviscerada a \$25.00 el kg, y la carpa en filete a \$6.00 el kg.

El producto es de consumo nacional, se vende una parte en las localidades cercanas a congeladoras y pescaderías de Hermosillo y en ocasiones se envía a Guadalajara y Chihuahua.

5.11.4. Productores.

La explotación de los recursos pesqueros en la presa “El Novillo” se lleva a cabo por seis Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera que en total suman 137 pescadores y 101 embarcaciones; (Tabla 12). El material de las embarcaciones es variable desde madera, fibra de vidrio y aluminio. Los motores que utilizan para propulsar las embarcaciones son mayoritariamente de la marca Yamaha con una potencia de 15 caballos de fuerza.

Tabla 12. Grupos pesqueros de la presa “El Novillo”.

Grupo	Socios
SCPP Unión Laboral SCL	28
SCPP Pescador Tilapia SCL	23
SCPP y T Huépari SCL	39
SCPP y A El Novillo SCL	26
SCPP y A Tepupa SCL	12
SCPP El Gandareño SCL	9
Total	137

5.11.5. Densidad de pescadores.

Este indicador resulta importante en términos de esfuerzo pesquero. De acuerdo a la información proporcionada por la Subdelegación de Pesca en Sonora de la SAGARPA/CONAPESCA), en la presa “El Novillo”, existe un número total de 137 pescadores con registro. Este dato se comparó con los distintos valores de superficie de agua embalsada que se obtuvieron de los registros de la Comisión Nacional del Agua (CNA), para estimar el número de hectáreas por pescador en cada nivel.

Como resulta lógico, la mayor área por pescador sucede cuando la superficie del embalse inundada es máxima, y la menor, cuando la superficie inundada es mínima. Así entonces, en la tabla siguiente se observa que la mayor superficie de agua por pescador es de 84.3 ha, y la menor superficie es de 20.1 ha.

Tomando como base el número total de pescadores en el embalse, se estimó el número de hectáreas por pescador a distintos valores de superficie embalsada, los cuales aparecen en la Tabla 13. Como es lógico, se observa que la menor densidad de pescadores (mayor número de hectáreas por pescador) sucede cuando el embalse se inunda hasta su nivel máximo, con valores de 137 ha/pescador, y conforme disminuye la superficie inundada las ha/pescador disminuye.

Tabla 13. Hectáreas de espejo de agua por pescador a diferentes niveles de embalsamiento en la presa “El Novillo”.

DENSIDAD DE PESCADORES		
Superficie (ha)	No. Pesc.	ha/Pesc.
11,000	137	80.21
8,000	137	58.39
6,000	137	43.7
3,500	137	25.54
3,000	137	21.89
2,000	137	14.59
1,000	137	7.29

Tomando en cuenta la superficie promedio de los registros existentes (1964-2005), se estima que en con una superficie embalsada de 8,000 hectáreas; el valor de ha/pescador se ubica en poco mas de 58 ha por cada pescador. Este valor es considerablemente más alto en relación al de otros embalses de México. Beltrán *et al.*, (2000) establecen que en la presa Aurelio Benassini Vizcaíno, Sinaloa, la relación ha/pescador es de 10. Henderson (1974) señala que un valor óptimo de ha/pescador es de 33; es decir que en la presa “El Novillo” aún cuando los niveles de agua solo cubren una superficie de 4,873 ha (registros de superficie promedio del 2005), el valor de ha/pescador se ubica ligeramente por encima del valor próximo al valor recomendado como óptimo.

5.11.6. Régimen de explotación.

La actividad pesquera en el embalse abarca nueve meses del año mediante la captura de tilapia, bagre, cochito y carpa. Las capturas se llevan a cabo mediante diversas artes de pesca como son las redes agalleras y nasas o trampas, además de cañas de pesca para la lobina. Se trabajan 8 horas diarias en promedio y tienen un día de descanso a la semana (domingo).

5.11.7. Regulaciones pesqueras actuales.

Existe un periodo de suspensión administrativa de la pesca en temporada de reproducción, que comprende desde el 15 de abril, hasta el mes de julio.

5.11.7. Infraestructura pesquera existente.

La explotación de los recursos pesqueros en la presa lo realizan seis Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, que de acuerdo con sus permisos suman en total 137 pescadores; con 101 embarcaciones y 196 redes de enmalle autorizadas. Cabe aclarar que estas disposiciones no son respetadas y en realidad se utilizan 2,055 redes en promedio en el embalse; un 1,048.47% más que el autorizado por la CONAPESCA. La mayoría de las agrupaciones pesqueras, no cuentan con el permiso actualizado para ejercer la pesca comercial; sólo la SCPP Unión Laboral tiene el permiso vigente.

5.12. PESCA DE CONSUMO DOMÉSTICO.

Es usual que se simulan actividades de pesca doméstica, cuando en realidad la actividad es pesca comercial. Se abusa de la pesca doméstica con fines comerciales. Por lo cual se debe de establecerse que en esta modalidad sólo se capturen 3 kilos de tilapia por pescador diarios y no más de un sólo ejemplar de lobina mayor de 35 cm. El establecimiento de ésta cuota para esta modalidad de pesca, obedece a que de acuerdo con los estudios socioeconómicos, las familias de los habitantes de las zonas aledañas al embalse, están compuestas en promedio cuatro dependientes, y la cuota establecida es suficiente para alimentar a este número de personas.

5.13. PESCA DEPORTIVA.

Esta modalidad pesquera, tiene por objeto la captura de determinadas especies acuáticas en aguas continentales, sin fines de lucro y con propósito de deporte, recreo, turismo o pasatiempo.