

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE POSTGRADO



EVALUACION HEMATOLOGICA DE TRES
ESPECIES DE PECES *Ictalurus punctatus*, *Morone
saxatilis* y *Micropterus salmoides*, EN CONDICIONES
DE DESNUTRICION.

TESIS

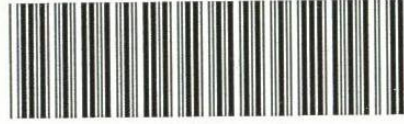
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON LA ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA
ACUATICA Y PESCA

PRESENTA:

BIOL. FRANCISCO JAVIER ALVAREZ MENDOZA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.
SEPTIEMBRE DE 1997

TM
Z5320
FCB
1997
A4



1020119175

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE POSTGRADO



**EVALUACION HEMATOLOGICA DE TRES
ESPECIES DE PECES *Ictalurus punctatus*, *Morone
saxatilis* y *Mic opterus salmoides*. EN CONDICIONES
DE DESNUTRICION**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON LA ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA
ACUATICA Y PESCA**

PRESENTA:

BIOL. FRANCISCO JAVIER ALVAREZ MENDOZA

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.
SEPTIEMBRE DE 1997**

TM
25320
FCB
1997
A4

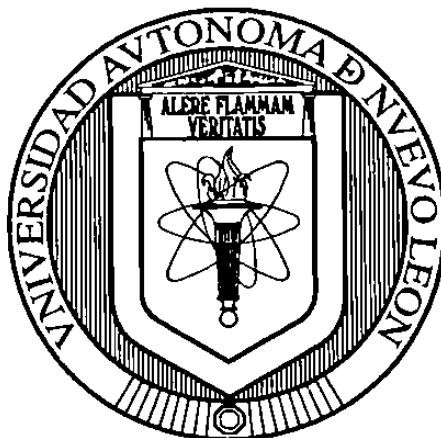
0116-32760



FONDO TESIS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

DIVISION DE POSTGRADO



**Evaluación hematológica de tres especies de peces *Ictalurus punctatus*,
Morone saxatilis y *Micropterus salmoides*, en condiciones de desnutrición.**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON LA ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA:**

PRESENTA

Biol. Francisco Javier Alvarez Mendoza

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. MEXICO.

SEPTIEMBRE de 1997

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

DIVISION DE POSTGRADO

**Evaluación hematológica de tres especies de peces *Ictalurus punctatus*,
Morone saxatilis y *Micropterus salmoides*, en condiciones de desnutrición.**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON LA ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA:**

PRESENTA

Biol. Francisco Javier Alvarez Mendoza

COMITE DE TESIS



M. Sc. ARCADIO VALDEZ GONZALES

PRESIDENTE



M. C. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ

VOCAL



DR. RICARDO FUENTES PENSAMIENTO

SECRETARIO

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. MEXICO.

SEPTIEMBRE de 1997

DEDICATORIA

A MI ESPOSA

ELSA MARIA

**Por su amor, apoyo y cariño mostrado
en cada instante de nuestra vida y quién me ha
dado la dicha de formar una familia.**

A MIS HIJOS

ELSA MARIA

LAURA VANESA

FRANCISCO JAVIER

Por su cariño, luz y esperanza en mi vida

AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar mi mas sincero y profundo agradecimiento al M. Sc. Arcadio Valdez Gonzalez director del presente trabajo, por sus acertadas observaciones y comentarios; así como por su amistad brindada durante estos años.

Al amigo y Maestro M. C. Roberto Mercado Hernandez, por su amplia asesoría en el presente estudio, además quién con sus consejos, observaciones y enseñanza, ha hecho de mi un mejor profesionista.

Al Dr. Ricardo Fuentes Pensamiento, ejemplo de catedrático universitario y profesionista de la medicina, por su valiosa asesoría brindada durante la realización del presente trabajo.

A la Q. B. P. Elsa Ma. Tamez Cantú, por sus valiosas observaciones y comentarios para el presente estudio, y quién con su trabajo en Hematología Piscícola me oriento a incursionar en este campo de la ciencia.

A Ubalde National Fish Hatching, U. S. Fish and Wildlife Service, Uv. Tx. Por las facilidades prestadas en la realización del presente estudio, especialmente al Dr. Manuel Ulbarri y al Dr. David Oviedo, quienes me apoyaron desinteresadamente y me brindaron su amistad.

A los maestros que estuvieron presentes a lo largo de mis estudios de Postgrado.

Al Sr. Luis Omar Peña Ortega, por la dedicación prestada a la edición del presente trabajo.

A todos y cada uno que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta Tesis.

Muchas Gracias.

INDICE

INTRODUCCION.- -----	1
HIPOTESIS GENERAL -----	2
OBJETIVOS GENERALES -----	3
ANTECEDENTES -----	4
MATERIAL Y METODO -----	17
RESULTADOS -----	23
DISCUSION -----	50
CONCLUSIONES -----	57
RESUMEN -----	60
LITERATURA CITADA -----	63
APENDICE DE GRAFICAS -----	69

INTRODUCCION

Un estatus nutricional adecuado es esencial para todos los animales incluyendo a los peces. Las fuentes de nutrientes pueden ser el alimento natural disponible, y en el caso de la Acuicultura se dispone de dietas complementarias o dietas completas que coadyuvan en mantener dicho estatus. A falta de una o porque las dietas sean de mala calidad, por envejecimiento de las mismas perdiendo sus propiedades nutricionales, o la incapacidad de los peces para la absorción de los nutrientes, lo mismo que por un mal procedimiento acuicultural se establecerá un cuadro de desnutrición., que puede reflejarse a nivel hematológico y detectarse con procedimientos accesibles y confiables.

Por otra parte la desnutrición en peces es un factor determinante en el crecimiento y reproducción además juega un papel importante en enfermedades epizooticas, que involucran a patógenos oportunistas.

Por lo anterior se considera importante tener una serie de análisis rápidos y fáciles de interpretar susceptibles de detectar la desnutrición desde sus períodos incipientes o el grado en el que se ha producido, para que el acuicultor tome las decisiones conducentes en el programa acuicultural, y así evitar pérdidas en la Piscifactoría optimizando su productividad.

HIPOTESIS GENERAL

La desnutrición desde períodos incipientes es capaz de desencadenar alteraciones detectables en el tejido sanguíneo de peces, principalmente en los parámetros de Hematocrito, Hemoglobina y Proteína Total del Plasma.

OBJETIVOS GENERALES

- a) Evaluar tres especies de peces de agua dulce bajo condiciones de desnutrición moderada y severa, a través del análisis hematológico.

- b) Fundamentar el empleo del análisis hematológico para medir el grado de desnutrición.

OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Diseñar una serie de pruebas hematológicas capaces de evaluar el síndrome anémico en peces causado por desnutrición.

- b) Analizar a través del análisis estadístico el tamaño de los eritrocitos provenientes de peces bajo desnutrición moderada y severa.

- c) Analizar el recuento diferencial de leucocitos para reconocer células indicadoras de desnutrición temprana y profunda.

- d) Clasificar los parámetros hematológicos que reflejen el grado de desnutrición moderada y severa.

- e) Establecer el comportamiento de los parámetros hematológicos en peces que presentan estado anémico por falta de alimento.

- f) Validar el empleo de parámetros hemáticos como indicadores de desnutrición.

ANTECEDENTES

El Bagre de Canal (*Ictalurus punctatus*) vive en ríos y lagos de aguas turbias y claras, con un rango de temperatura de 15°C hasta 30°C y un pH de 6.5 a 9.0. El desove se efectúa a finales de la primavera, cuando la temperatura de agua alcanza de 15 a 18°C. Los huevecillos eclosionan al cabo de unos 10 días, las larvas adquieren pronto movimiento natatorio, alimentándose de plancton y posteriormente alimento mayor, que puede ser indistintamente de origen animal o vegetal, siendo una especie omnívora (Reyes-Garza, 1974; Rubin, 1981).

La Lobina Negra (*Micropterus salmoides*), se encuentra en lagos y presas cuya temperatura del agua se encuentra entre 16 y 25°C, y un pH óptimo entre 6.5 -8.5. Aunque puede soportar temperaturas desde 5 a 32°C, si bien en aguas muy frías la incubación y el desarrollo se retardan y en aguas que exceden a los 25°C pierde sus facultades reproductoras. Es una especie carnívora, las larvas se alimentan de las reservas del saco vitelino durante los primeros días, su alimentación independiente la inicia con el zooplancton y al entrar al régimen alimenticio juvenil depredan insectos, sanguijuelas, microcrustáceos y larvas de pececillos, pasando a consumir posteriormente peces forrajeros (Rubin, 1981).

El Robalo Rayado (*Morone saxatilis*), se localiza en aguas claras, con un rango de temperatura de 14 a 25°C y un pH de 6.8 a menos de 10.0 (Mc Craren, 1984).

Los tipos más comunes de índices de condición son rangos entre características morfológicas y anatómicas, como sería el factor de condición K dado por la siguiente ecuación $K = W \times 10^5 / L^3$, y un deterioro en este factor es usualmente interpretado como depletación de reservas de energía, ejemplo: el glucógeno almacenado en el hígado o la grasa del cuerpo, esto necesariamente no será debido a estrés o estrictamente a desnutrición (Goede y Barton, 1990).

Para el diagnóstico de peces enfermos es necesario conocer la anatomía e histología de peces normales para la confrontación de resultados. La necesidad de obtener sangre para realizar análisis hematológicos y química sanguínea deberá de tomarse de peces vivos, por diferentes métodos como: punción cardíaca, punción de la vena caudal o seccionando el pedúnculo caudal, y usar alguno de los métodos de preservación (Post. 1987).

Hesser (1960), revisó y evaluó técnicas adaptadas a la hematología de peces, como son: conteo de eritrocitos usando el diluyente de Hendricks, para el conteo diferencial de leucocitos sugiere la coloración Hemal, encontrando que la heparina es el anticoagulante más eficaz, el microhematocrito presenta resultados muy satisfactorios, para la determinación de Hemoglobina el método de Shali-Hellige usando Ac. Clorhídrico 0.1 N. La muestra de sangre se obtiene en peces menores de 6 pulgadas de longitud seccionando el pedúnculo caudal y mayores de esta longitud por punción cardíaca, indicando que se deberán establecer los valores normales en hematología de peces para interpretar los resultados de las técnicas aplicadas.

Lucky (1971), mencionó que se deben desarrollar métodos hematológicos para ayudar al diagnóstico de enfermedades en peces, la muestra de sangre deberá tomarse de peces vivos o recién muertos, usando en los primeros para inmovilizarlo, electronarcosis o narcosis química. La muestra sanguínea será tomada del corazón, aorta descendente o arteria caudal con jeringa limpia y seca o con anticoagulante. Las pruebas hematológicas indicadas son: El recuento por dilución de eritrocitos, rango de sedimentación de eritrocitos, recuento por dilución de leucocitos, recuento diferencial de leucocitos y determinación de hemoglobina por el método de Shali. Indicando el método para la separación del suero.

Wedemeyer (1977), citó una serie de métodos analíticos, junto con guías para colección de muestras y para la interpretación de resultados, indicando pruebas para sangre (conteo de eritrocitos, conteo de leucocitos, conteo diferencial de leucocitos, cloro, colesterol, tiempo de coagulación, cortisol, glucosa, hematocrito, hemoglobina, ácido láctico, metahemoglobina, osmolalidad y proteína total del plasma): agua (amonio y contenido de nitritos); hígado y músculo (contenido de glicógeno), sugiriendo un mínimo de 10 peces para tomar muestras sanguíneas o de tejidos debido al gran coeficiente de variación que presenta el muestreo, para el monitoreo biológico de peces cultivados así como poblaciones de peces nativos para evaluar el efecto del estrés provocado por el medio ambiente en peces sanos.

Conroy (1987), mencionó los siguientes exámenes hematológicos en peces: Obtención de la muestra, hemoglobina, recuento por dilución de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina corpuscular media, concentración corpuscular media de hemoglobina, volumen corpuscular medio así como la

preparación y coloración de frotis sanguíneo para efectuar el recuento diferencial de leucocitos, para complementar el diagnóstico de enfermedades infecto-contagiosas en operaciones de trucha- y salmonicultura, además para controlar el estado fisiológico y nutricional de los peces, enfatizando el valor de estas pruebas en la práctica.

Reichenbach-Klinke y cols. (1977), analizaron la curva de Price-Jones, utilizando sangre de truchas enfermas con septicemia hemorrágica viral, encontrando que en estadios iniciales y medios, pasan a la sangre más eritrocitos juveniles de lo normal desplazando la curva hacia la izquierda y durante la última fase de la enfermedad donde ya no se producen eritrocitos, los que se encuentran circulando envejecen lo que hace que la curva se deslice hacia la derecha de la normal, recomendando que no es un carácter diagnóstico.

Campbell (1988), mencionó a la Citología y Hematología como herramientas que pueden proveer valiosa información para la evaluación de peces enfermos, menciona como pruebas de rutina el hematocrito, conteo total de eritrocitos, concentración de hemoglobina, examen morfológico de los eritrocitos, recuento diferencial de leucocitos, morfología leucocitaria, conteo de trombocitos y su morfología, indicando que los eosinofilos, basófilos y monocitos son raramente vistos en sangre periférica de peces no así linfocitos, neutrófilos y trombocitos.

Joshi (1987), describió las células de sangre circulante atendiendo su morfología y reacción tintoreal, para eritrocitos describe formas anormales, como poiquiliocitos, macrocitos, cariorreris, punteado basofílico, formas anucleadas, formas en división celular, microcitos e hiperbasofilia.

Para leucocitos y otras células relacionadas enfatizó en su morfología y menos en su comportamiento de tinción, encontrando linfocitos pequeños y grandes, monocitos, macrófagos, neutrófilos, eosinófilos, basófilos, hemocitoblastos, progranulocitos, y célula plasmática.

Joshi (1980), reportó para 33 especies de peces de agua dulce los siguientes valores hematológicos; para hemoglobina una media menor de 3.6 ± 0.9 y una mayor de 16.2 ± 4.6 gr/100 ml. (*Amblypharyngodon* y *Heteropneustes*); hematocrito 25.3 ± 3.8 y $40.4 \pm 3.5\%$ (*Ompok* y *Anabas*) y rango de sedimentación de eritrocitos 1.3 ± 0.02 y 2.6 ± 0.09 mm/hr (*Cirrhina* y *Xenentodon*) respectivamente, encontrando que la hemoglobina y hematocrito son usualmente alto en peces de talla grande, activos, respiración aérea y preferentemente viviendo en hábitats lenticos, en cambio peces pequeños, menos activos, sin aireación aérea y viviendo en hábitats preferentemente loticos los valores son menores.

Tamez-Cantú (1981), reportó el conteo diferencial de leucocitos y dimensiones de los eritrocitos en 10 especies de peces de agua dulce, encontrando en *Ictalurus punctatus* 20% de células reticulares, mielocitos 12%, eosinófilos 28%, linfocitos 20%, trombocitos 20%, y eritrocitos de forma redondeada de 9 a 13 micras y núcleo de 3 a 4 micras; en *Micropterus salmoides* observó: células plasmáticas 19%, células reticulares 15%, mielocitos 12%, eosinófilos 16%, linfocitos 9%, monocitos 10%, trombocitos 19%, los eritrocitos son de forma elíptica, midiendo de 9 a 13 micras y núcleos de 3 a 5 micras.

Scott (1981), evaluó la hipoxia subletal prolongada en subadultos de Bagre de Canal (*Ictalurus punctatus* R.), usando parámetros hematológicos para la evaluación del estado fisiológico, encontrando que la hemoglobina corpuscular media, ácido láctico en plasma y glucosa plasmática difieren significativamente de los controles en los periodos de 24, 48 y 72 hrs., en cambio el hematocrito, proteína total del plasma, conteo total de eritrocitos, conteo total de leucocitos, volumen corpuscular medio y recuento diferencial de leucocitos no son indicadores sensibles para evaluar el estado fisiológico bajo esta condición.

Braham, et al. (1979), determinaron el efecto de la concentración de la heparina sobre el pH sanguíneo, presión parcial de O₂, hematocrito y la concentración de cloro en el plasma, en Trucha Arco Iris (*Salmo gairdneri* R.), obteniendo que 4 mg. de heparina/ml. de sangre tiene el menor efecto sobre la mayoría de los parámetros, a excepción del cloro del plasma que es menos afectado a 3 mg. de heparina/ml., recomendando que sea evaluada la concentración para otros parámetros hematológicos, como ajustar el pH de la heparina al pH de la sangre bajo estudio.

Blaxhall (1973) publicó algunos métodos hematológicos de rutina, los cuales aplicó en la sangre de Trucha café (*Salmo trutta* L.) reportando los siguientes valores: hemoglobina \bar{x} = 6.83 gr/100 ml., (1.48), rango = 4.1 - 10.3; hematocrito \bar{x} = 34% (4.88), rango 20 - 43; conteo de eritrocitos \bar{x} = 0.995 mill/mm³ (0.16), rango = 0.606 - 1.320; sedimentación eritrocítica \bar{x} = 2.6 mm/h (0.7), rango = 1 - 5; conteo total de leucocitos \bar{x} = 11536/mm³ (9061), rango = 2000 - 63000; conteo diferencial de leucocitos, linfocitos \bar{x} = 90% (8.9), rango = 56 - 100; neutrófilos \bar{x} = 6.6%

(6.5), rango = 0 - 25; metamielocitos \bar{x} = 1.6% (1.9), rango = 0 - 8, blastos \bar{x} = 0.3% (0.7), rango = 0 - 4, encontrando que los rangos de estas pruebas son muy amplios, mostrando la necesidad de establecer valores para peces sanos, enfermos y varias condiciones de estrés en ese orden, para ayudar en la evaluación diagnóstica.

Kawatsu (1966), determinó las características hematológicas de la anemia causada por desnutrición en la Trucha Arco Iris por un período de doce semanas, como son la presencia de eritrocitos microcíticos y desaparición de célula inmadura. El recuento por dilución de eritrocitos así como los valores de hemoglobina se incrementaron en los estadios tempranos de la desnutrición (2a. semana), pero decrecieron al final de la 12a. semana con la aparición de anemia.

Kawatsu (1974), estudió los cambios hematológicos en trucha arco iris durante un período de desnutrición de 110 días, examinándolos a los 2, 25, 80 y 110 días después de su último alimento, sufriendo un decrecimiento el conteo por dilución de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito, caracterizándose esta anemia por eritrocíticos microcíticos hipocromicos, sin cambio en la hemoglobina corpuscular media, acompañándose por ausencia de eritrocitos inmaduros y una baja concentración de proteína del plasma, los neutrófilos y las célula alargada (spindle) decrecen en número durante el desarrollo de la investigación pero sin cambio significativo en los linfocitos, determinando que estos cambios hematológicos se comportan igual en trucha café de 2 años de edad y peces pequeños.

Tisa (1983), determinó los valores de ocho características hematológicas en 40 ejemplares adultos de *Morone saxatilis*, capturados en reservorios de agua dulce, los rangos de los medios de los parámetros hematológicos son los siguientes: hematocrito 31 - 38%; hemoglobina 7 - 11 gr/100 ml; osmolalidad del plasma 321 - 381 mOs; cloro del plasma 129 - 156 meq/L; glucosa del plasma 77 - 118 mg/100 ml, cortisol plasmático 0.77 - 6.33 mgr/100 ml., proteína total del plasma 4.3 - 4.9 gr/100 ml y colesterol total del plasma 322 - 499 mg/100 ml, cuyos valores generalmente coinciden con robalos rayados aparentemente sanos de reservorios de agua salada.

Grizzle (1976), citó para el bagre de canal los siguientes valores hematológicos: hematocrito 29 - 47%; conteo total de eritrocitos 2.44×10^6 ; conteo total de leucocitos 164.0×10^3 ; linfocitos 89.9×10^3 ; trombocitos 68.4×10^3 ; neutrofilos 5.2×10^3 ; hemocitoblastos 0.5×10^3 ; no encontrándose eosinofilos y macrofagos, indicando la ausencia de monocitos. Breazile (1982) determinó los valores para los siguientes parámetros hematológicos en el bagre de canal, proteína del plasma 3.98 gr/dl (1.34), una media para hemoglobina de 3.96 gr/dl (1.85), microhematocrito 22.7% (7.2), recuento por dilución de glóbulos rojos $1.61 \times 10^6/\text{mm}^3$ (5.8×10^5), VGM 138.8m^3 (53.7), HGM 21.5 mgr (12.9), CHGM 16.5% (8.8) recuento por dilución de glóbulos blancos $2.81 \times 10^5/\text{mm}^3$ (1.4×10^5). Para el recuento diferencial de glóbulos blancos, neutrófilos 7% (5), trombocitos 54.9% (17.2) y linfocitos 37.5% (15.6).

Cannon (1980), determinó con microscopio de campo claro, contraste de fase y microscopio electrónico los siguientes tipos de leucocitos para bagre de canal: trombocitos (54%) con un tamaño de 6 a 13 micras, forma de la célula ovoide o redondeada, pocos gránulos azurófilos inespecificos,

núcleo ovoide, redondo o bilobulado; linfocitos pequeños (20%) con un diámetro de 5 micras, células redondas, citoplasma azul cielo, gránulos azurófilos inespecíficos, núcleo redondo, ocasionalmente de 1 a 2 nucleolos; heterófilos maduros (1.5 %) talla de 7 - 13 micras, forma redonda u ovoide, citoplasma azul grisáceo, abundantes gránulos (60-200) específicos, núcleo excéntrico redondo, ovoide o bilobulado, ausencia de nucleolo; monocitos (8%) con un diámetro entre 7-17 micras, célula redonda ocasionalmente con pseudopodia, citoplasma azul-verdosa, pocos gránulos azurófilos, núcleo de forma de cerebro, reniforme o doblado en si mismo, nucleolos de 1 a 2; célula no identificada (3%) con un diámetro de 5-16 micras, redondas, gránulos azurófilos, núcleo usualmente redondo con nucleolos de 0-5, no encontrando eosinofilos ni basófilos.

Banerjee (1987), analizó las dimensiones de los eritrocitos y parámetros relacionados en *Hepteronetes fossilis* con respecto a la longitud del cuerpo, sexo y estación del año, encontrando lo siguiente: las dimensiones de los eritrocitos no está determinada por la longitud del cuerpo en ninguna estación del año; el conteo total de eritrocitos decrece en hembras durante verano y otoño, en machos durante el invierno; la hemoglobina decrece durante el verano y otoño e machos, y en hembras durante invierno; el hematocrito decrece y la velocidad de sedimentación se incrementa en ambos sexos durante todo el año. Encontrando una correlación negativa para conteo de eritrocitos total, hemoglobina y microhematocrito, y positiva para velocidad de sedimentación globular. El sexo no influye en el conteo total de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, velocidad de sedimentación, volumen corpuscular medio y concentración media de hemoglobina corpuscular durante el verano e invierno.

Lim (1978), evaluó diferentes niveles de vitamina C y ausencia de esta en la dieta para el Bagre de Canal encontrando que entre 8 y 12 semanas los peces presentan reducción en el crecimiento, escoliosis, lordosis, hemorragias internas y externas, erosión en las espinas, color obscuro en la piel y reducción de colagena en el hueso, cuando son alimentados, con dieta libre de vitamina C. Para los peces con una dieta de vitamina C de 30 mg/kg. de peso se encontraron alteraciones en la columna vertebral, pero hasta cerca de las 22 semanas. Arriba de 60 mg/kg. de peso es suficiente para un buen desarrollo de los peces. La deficiencia de vitamina C se hizo evidente en menor tiempo probablemente por la temperatura del agua la cual se mantuvo a 29°C. Los niveles de ac. ascorbico disminuyen en el hígado después de 10 semanas de ausencia de vitamina C en la dieta.

Tomasso (1983), reportó un decrecimiento en el leucocrito y un incremento en la concentración de corticosteroides en el plasma en Bagres de canal estresados por confinamiento. El hematocrito no varía significativamente durante períodos de 24 horas, y el decrecimiento del leucocrito está dado por la disminución del número de linfocitos.

Klar (1986), determinó anemia severa para bagre de canal y bagre azul en 39 de 166 granjas del oeste-central de Alabama en 1983, asociándola con la dieta, pero no con bacterias, parásitos o química del agua. La inducción de anemia en bagres de canal con dieta alimenticia de dichas granjas sugieren como el agente causal y no el medio ambiente del estanque. El valor del hematocrito en peces moribundos fue de 0 a 5 %, branquias pálidas o blancas, exoftalmia, abdomen

extendido, hígado grisáceo, riñón y bazo de rojo ladrillo a rosa, aumentando la mortalidad de los peces y alcanzando hasta 5% por estanque.

Plumb (1986), reporta 70 casos de anemia severa y muerte en Bagre de Canal cultivados durante 1983 en los estados de Alabama y Georgia atribuidos al alimento, los cuales presentaban un hematocrito de 1-9 %, otros peces aparentemente sanos de los mismo estanques presentaban un hematocrito menor al 20%. Al realizar un bioensayo con el alimento de prueba encontró que a los 14, 21 y 28 días los hematocritos disminuían entre 1-9%, así como la concentración de hemoglobina y el conteo de eritrocitos por dilución $1.36 \times 10^6/\text{mm}^3$, en cambio el conteo de leucocitos por dilución como el tiempo de sangrado no se veían afectados significativamente.

Butterworth (1986), analizó el metabolismo del folato en Bagres de Canal anémicos por la alimentación, encontrando en estos un hematocrito de $11.2\% \pm 12.7$ y albúmina de $0.79 \text{ gr/dl} \pm 0.59$, los núcleos de los hemocitoblastos son más grandes y cromatina más fina, no variando los niveles de Vit. B₁₂ entre peces anémicos y sanos, pero si entre un pez y otro, determinando que microorganismos contaminantes del alimento producen ácido pteróico a partir de folatos, el cual desplaza al ácido fólico tisular, más no lo sustituye metabólicamente, inhibiendo a la dihidrofolato reductasa, causando el estado anémico.

Noyes, et al. (1991), reportan siete casos de anemias ideopática severa en Bagre de Canal, encontrando los valore hematológicos siguientes: Hematocrito de 1 y 10%, recuento por dilución de eritrocitos en un rango de 12300 a 995000 cels/ml. leucocitos en un rango de 9200 a 133500

cels/ml. En el estudio histopatológico se encontró tejido hematopoyético del Bazo, Cabeza del Riñón y Tronco del Riñón necrosado; Esteatosis en Hígado y descamación, edema y necrosis en intestino. Sugiriendo la causa de mala absorción principalmente de Vit. B₁₂ y Ac. Fólico.

Kawatsu (1988), determinó la dosis del Menadion Dimetilpirimidol Bisulfato (MPB) como agente antianémico en carpa común por efecto del molinato el cual es un herbicida de uso común, indicando los datos de mortalidad y niveles de hemoglobina. El MPB es efectivo a una estimación de 3.6 ppm en agua con una concentración de 0.10 ppm de molinato y 32.4 ppb en agua cuando el molinato se presenta a 0.32 ppm. Para el grupo control se obtuvo un rango de nivel de hemoglobina de 7.0 a 113.0 gr/100 ml.

Esch y Hazen (1980), analizan el efecto prolongado del agua caliente producida por un reactor nuclear sobre la Lobina Negra y la frecuencia de la enfermedad ulcera-roja producida por *Aeromonas hydrofila*. La población muestreada la dividieron en dos grupos, uno con coeficiente de condición $K < 2.0$ y otro con $K > 2.0$, determinando algunos parámetros hematológicos. Para el grupo con $K < 2.0$ encontraron un hematocrito de 34.8% (0.7), una hemoglobina de 7.6 gr/dl (0.2), cortisol 14.9 mg/dl (0.8), recuento por dilución de eritrocitos de $5.6 \times 10^6/\text{mm}^3$ (0.3), recuento por dilución de leucocitos de $22.0 \times 10^3/\text{mm}^3$ (1.1), granulocitos 7.1% (3.1), linfocitos 52.8% (43.2) monocitos 3.3% (1.0), trombocitos 1.9% (0.4); para el grupo con $K > 2.0$, un hematocrito de 42.0% (0.03), hemoglobina 9.2 gr/dl (0.01), cortisol 12.4 mg/dl (0.4), recuento por dilución de eritrocitos $6.8 \times 10^6/\text{mm}^3$ (0.2), recuento por dilución de leucocitos $28.7 \times 10^3/\text{mm}^3$ (0.9), granulocitos 4.6% (0.9), linfocitos 57.5% (30.0), monocitos 2.6% (0.5), trombocitos 37.8% (16.5) y reticulocitos 2.5%

(0.3). Encontrando que la alta temperatura del agua reduce la condición de los peces, aumentando la prevalencia de la enfermedad ulcera-roja debido a la estimulación de la actividad metabólica, decreciendo las fuentes de energía y reflejándose en los parámetros sanguíneos estudiados.

MATERIAL Y METODO

MATERIAL BIOLÓGICO.

El presente estudio se realizó con ejemplares de las siguientes especies: Bagre de Canal (*Ictalurus punctatus* Rafinesque, 1818) Lobina Negra (*Micropterus salmoide* Lacépède 1802) y Robalo Rayado (*Morone saxatilis* Walbaum, 1792). Proporcionados por Uvalde National Fish Hatchery, U.S. Fish and Wildlife Service. Uv. Tx.

El número de ejemplares muestreados en el Bagre de Canal y Lobina Negra fueron de 45 para cada especie y para el Robalo Rayado fue de 42 únicamente. Teniendo un total de 132 peces sujetos a estudio.

Para las determinaciones hematológicas se empleó el siguiente equipo: Hemoglobímetro (BMS, modelo AO), Refractómetro (modelo 100/B, National Instrument Company, Inc.), Centrifuga (Clay Adams, Div. of Beckton, Dickenson and Company, modelo 0200, No. 113038), Microscopio Binocular (Carl Zeiss Standard K-4), Balanza (Sartorius GMBH, Güttenham, tipo B-410-OUR), Micrómetro (CPL W 10X/18, Carl Zeiss) e Ictiómetro.

Se utilizó además portaobjetos, capilares heparinizados (75 mm/1.5-1.6 mm, marca Red Tip, Oxford), Jeringas hipodérmicas con agujas de 22 x 32 mm (Plastipak), jarras de Coplin, cajas y canastillas para coloración, placas de Critoseal y lápiz diamante.

Reactivos y colorantes: Metanol, Giemsa (solución madres y solución de trabajo), MS-222 (tricain-metanosulfonato), Hemolizadores (Cristales con saponina, 200 mg aprox. c/u), Aceite de inmersión y agua destilada.

Material misceláneo: Cubetas de 18 litros de plástico, red de cuchara, papel estraza, gasa y pizetas de 500 ml.

METODOLOGIA.

Se inició el presente trabajo, sacando los peces de estanques de engorda y colocándose en piletas (8 X 1 X 1 mts.) o tinacos (1000 litros), para su confinamiento durante el estudio.

Para cada una de las especies ya mencionadas se formaron 3 lotes bajo las siguientes condiciones:

- a) Lote con peces sin desnutrición o control.
- b) Lote con peces bajo desnutrición moderada.
- c) Lote con peces bajo desnutrición severa.

Para establecer el síndrome anémico causado por desnutrición en los peces, se les retiro por completo el alimento desde su confinamiento hasta el día que se obtuvo la muestra sanguínea para su análisis.

En la tabla 1 se indica la relación completa de las especies estudiadas, el tiempo de desnutrición y el número de peces sujetos a análisis hematológicos.

Tabla No. 1 .- Relación del tiempo de desnutrición y numero de ejemplares por lote analizado para cada especie

ESPECIE	CONTROL		DESNUTRICION MODERADA		DESNUTRICION SEVERA	
	TIEMPO (DIAS)	Nº. DE EJEMPLARES	TIEMPO (DIAS)	Nº. DE EJEMPLARES	TIEMPO (DIAS)	Nº. DE EJEMPLARES
<i>Ictalurus punctatus</i>	0	15	18	15	101	15
<i>Micropterus salmoides</i>	0	15	18	15	110	15
<i>Morone saxatilis</i>	0	15	12	15	70	12

El agua suministrada fue de pozo profundo por lo que la temperatura se mantuvo aproximadamente constante durante todo el experimento, así como el resto de los factores fisicoquímicos del agua.

Además el flujo de agua se sometió a rompimiento en cascada para liberar el máximo de anhídrido carbónico e incrementar el oxígeno disuelto.

Antes de proceder a extraer la sangre de los peces para su análisis, se determinó la longitud total por medio de un Ictiómetro y su peso en balanza digital para cada uno de los ejemplares, con estos valores se determinó el coeficiente de condición K de los organismos.

HEMATOLOGIA.

Sangría del Pez. Se puncionó la vena caudal del pez para obtener la muestra de sangre, con jeringa desechable y aguja de 22 x 32 mm., previamente humedecidas las paredes internas de ambas con heparina (10,000 U.I.). El volumen de sangre colectado fue de 0.3 ml. a 1 ml.

Los parámetros hematológicos de microhematocrito (Ht %), proteína total del plasma (PTP gr/dl) y hemoglobina (Hb gr/100 ml.), fueron determinados por triplicado para cada muestra.

El microhematocrito se realizó llenando capilares heparinizados de la mitad a 3/4 partes, la sangre se tomó directamente de la jeringa con la que se había hecho la colecta, sellándose con Critoseal por el extremo donde se realizó el llenado. Los capilares fueron centrifugados a 11000 r.p.m., por espacio de 5 minutos. Utilizando un lector para Microhematocrito se realizó la determinación correspondiente.(Blaxhall y Daisley, 1973).

Para determinar la proteína total del plasma, se utilizaron los capilares centrifugados para la prueba del microhematocrito, los cuales fueron seccionados, tomando solamente la porción del

plasma, el cual se colocó en un refractómetro, para determinar por gravimetría la proteína del plasma, haciendo la lectura en la escala con unidades gr/dl. (Ikeda y Ozaki, 1982).

Para medir la cantidad de Hemoglobina se utilizó un Hemoglobímetro cuyo instructivo indica el siguiente método: colocar una gota de sangre (0.1 ml.) en la cámara, hemolizar la sangre con un aplicador que contiene saponina (200 mg. aprox.), colocar la cámara en su compartimento, observar por el ocular, deslizando el indicador de la escala hasta igualar los colores de la pantalla, se toma la lectura en la escala exterior donde se estaciona el indicador.

El recuento diferencial se realizó en frotis de sangre teñidos con Giemsa. En portaobjetos limpios y secos, se colocó una gota de sangre en uno de los extremos y con otro portaobjetos se antepuso a la muestra de sangre, formando un ángulo agudo se deslizó al extremo opuesto del portaobjetos que inicialmente tenía la sangre, se seco al aire y se procedió a fijarlo en metanol por espacio mínimo de 5 minutos, de ahí se coloreo con Giemsa solución de trabajo. Teñido el frotis se observó bajo el microscopio con objetivo de inmersión (100X), deslizando el frotis para revisar diferentes campos, hasta contar cien células blancas incluyendo trombocitos, para determinar la proporción de cada una de ellas (Blaxhall y Daisley, 1973).

Para determinar el polígono de frecuencia de la longitud mayor de los eritrocitos se utilizó un micrometro ocular (10X) y bajo objetivo de inmersión (100X), se midió en micras la longitud mayor de 100 eritrocitos para cada uno de los peces muestreados. Se utilizaron para dichas

observaciones los mismos frotis teñidos previamente para el recuento diferencial (citado por Reichenbach-Klinke, 1977).

El análisis fisicoquímico del agua fue realizado por Pollution Control Services.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se analizaron para determinar la posible asociación entre el coeficiente de condición K y los parámetros hematológicos determinados (Microhematocrito, Proteína Total del Plasma y Hemoglobina).

El tamaño de la muestra, para cada tratamiento se calculó con la fórmula:

$$n = \frac{z^2 S^2}{E^2}$$

donde S^2 es la varianza de K para una muestra preliminar y E es el error de estimación (Cochran, 1976).

Para comparar los tratamientos (Testigo, Desnutrición Moderada y Desnutrición Severa): Primero se determinó la normalidad de las variables por medio de la prueba Kolmogorov-Smirnov, para la homogeneidad de varianzas se utilizó la prueba de Bartlett. Hecho lo anterior a los datos obtenidos se le aplicó un análisis de varianza completamente aleatorio (Zar, 1974).

RESULTADOS

La calidad de agua fue monitoreada durante el desarrollo de la investigación, en campo como en el laboratorio. El agua suministrada a las piletas y tinacos que se utilizaron para el confinamiento de los peces se le determinaron el pH, temperatura, conductividad y alcalinidad directamente, además se tomaron muestras de su análisis fisicoquímico por el laboratorio Pollution Control Services, Isun Road, Suite 228, San Antonio, Tx. 78216, cuyos datos se reportan en la tabla No.2 y No. 3.

Tabla No. 2.- Parámetros físico-químicos determinados en campo.

PARAMETROS FISICO-QUÍMICOS	VALORES
PH	6.8 S. U.
TEMPERATURA	23 °C
CONDUCTIVIDAD	1250 µmhos/cm
ALCALINIDAD	210 mg/l

Tabla No. 3.- Análisis físico-químico del agua determinado en laboratorio.

PARAMETROS FISICO-QUÍMICOS	VALORES
pH	7.0 S. U.
CONDUCTIVIDAD	1120.0 µmhos/cm
DUREZA como CaCO ₃	46.0 mg/l
ALCALINIDAD	234 mg/l
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	988 mg/l
CALCIO	164.0 mg/l
MAGNESIO	16.6 mg/l
SODIO	71 mg/l
SULFATO	80 mg/l
CLORO	205 mg/l
FLUOR	0.16 mg/l
POTASIO	2.5 mg/l
SILICIO	5.1 mg/l
NITRATOS	7.6 mg/l
NITRITOS	< 0.005 mg/l
FOSFOROS TOTALES	< 0.02 mg/l

El tamaño de muestra se determinó con una muestra preliminar que arrojó una varianza del coeficiente de condición K igual a 7.52 y considerando un error de estimación de 1.4, el tamaño de la muestra (n), dada por $n=225^2/E^2$, dio una n=15 para cada tratamiento. Se consideró de la muestra, ya que resultó con asociación no significativa (coeficiente de correlación de Pearson) con las variables hematológicas.

Para determinar la normalidad de las variables hematológicas en estudio, se analizaron por medio de la prueba de Kolgomorov-Smirnov, como se indica en la tabla No. 4; y e4n la tabla No. 5 nos indica que no hay correlación entre el coeficiente de condición K y los parámetros hematológicos.

Tabla No. 4. Determinación de la normalidad de las variables.

VARIABLE HEMATOLOGICA	MUESTRA SELECCIONADA	Z _{KS}	SIGNIFICANCIA
MICROHEMATOCRITO	Ht 2	1.4327	0.0330
HEMOGLOBINA	Hb 3	3.7686	0.0001
P. T. P.	PTP 1	1.4458	0.0306

Tabla No.5. Coeficiente de correlación entre K y las variables hematológicas para cada lote.

TRATAMIENTO	r	SIGNIFICANCIA
TESTIGO	0.278	0.469
ESTARVACION MODERADA	0.655	0.056
ESTARVACION SEVERA	0.157	0.687

Los peces antes de someterlos al análisis hematológico fueron pesados y medidos, con estos valores se determinaron el coeficiente de condición K, para el lote testigo, lote con desnutrición moderada y lote de desnutrición severa para cada una de las especies estudiadas.

El lote control del Bagre de Canal presentó un peso de 341.3 grs. y 219.2 mm. de talla en promedio. El factor de condición K para este lote fue de 3.2.

El lote de desnutrición moderada se prolongo por 18 días para el Bagre de Canal, al termino de este período el peso de los ejemplares fue de 293 grs. y 323.6 mm. de talla, en promedio. Se determinó factor de condición K para este lote que fue de 0.9

Los bagres de canal que integraron el lote de desnutrición severa se aislaron por 101 días, al finalizar este, los peces presentaron un peso de 20.87 grs. y una longitud total de 196.6 mm. en promedio. El factor de condición K que presentó este lote fue de 0.4.

Las estadística descriptiva para los parámetros de peso, talla y coeficiente de condición K para Bagre de Canal (*Ictalurus punctatus* R.) de los diferentes lotes estudiados se resumen en la tabla No. 6.

Tabla No. 6 Estadística descriptiva de los parámetros de peso, talla y coeficiente de condición K para *Ictalurus punctatus* R.

LOTE	Peso (grs)				Talla (mm)				K
	Min	Max.	\bar{x}	D. E.	Min	Max.	\bar{x}	D. E.	
CONTROL	110	640	341.3	16.30	175	260	219.2	0.78	3.2
DESN. 18 DIAS	182	428	293.0	75.57	230	390	323.6	4.77	0.9
DESN. 101 DIAS	7	38	20.87	10.01	157	250	196.6	2.64	0.4

En la Lobina Negra el lote control presentó un peso de 21.37 grs. y una talla de 130.1 mm, en promedio, obteniendo un coeficiente de condición K de 1 para este lote.

Para el lote de desnutrición moderada en la Lobina Negra se extendió por espacio de 18 días, al final el peso y talla promedio fueron de 27.27 grs. y 231.2 mm respectivamente, calculándose un factor de condición K de 0.2.

El lote de desnutrición severa se prolongo 110 días para la Lobina Negra, encontrando un promedio de 27.93 grs. y 190.3 mm. de peso y longitud total respectivamente, estableciendo un factor de condición K de 0.4.

En la tabla No.-7 se presentan el resumen de la estadística descriptiva del peso, talla y coeficiente de condición K para *Micropterus salmoides*

Tabla No.7. Estadística descriptiva de los parámetros de peso, talla y coeficiente de condición K para *Micropterus salmoides*.

LOTE	Peso (grs)				Talla (mm)				K
	Min	Max.	\bar{x}	D. E.	Min	Max.	\bar{x}	D. E.	
CONTROL	14.4	42	21.37	6.46	97	410	13.01	7.60	1
DESN. 18 DIAS	9	40	27.27	7.88	167	780	231.2	14.83	0.2
DESN. 110 DIAS	11	55	27.93	13.86	160	240	190.3	1.80	0.4

Para el lote control del Robalo Rayado se obtuvo 303.3 grs. y 206.0 mm en peso y talla promedio respectivamente, encontrando un coeficiente de condición K de 3.5 para dicho lote.

El lote de desnutrición moderada para el Robalo Rayado se prolongó 12 días, encontrando un peso de 24.01 gr. y una longitud total de 124.1 mm. en promedio, determinando un coeficiente de condición K de 1.3 .

Especímenes de Robalo Rayado se sometieron a desnutrición durante 70 días, integrando el lote de desnutrición severa, del cual se obtuvieron los siguientes datos en promedio 8.24 grs. de peso y 273 mm. de talla. El coeficiente de condición K calculado para este lote fue de 0.04.

En la tabla No.8. Se resume la estadística descriptiva para los parámetros de peso, talla y coeficiente de condición K para los lotes sujetos a estudio del Robalo Rayado.

Tabla No 8 Estadística descriptiva de los parámetros de peso, talla y coeficiente de condición K

para *Morone saxatilis*

LOTE	Peso (grs)				Talla (mm)				K
	Min	Max.	\bar{x}	D. E.	Min	Max.	\bar{x}	D. E.	
CONTROL	21	38	30.33	4.94	191	220	206	0.77	3.5
DESN. 12 DIAS	11	34	24.01	5.29	98	140	124.1	0.88	1.3
DESN. 70 DIAS	7	34	8.24	0.13	123	370	273	1.66	0.04

HEMATOLOGIA.

Los parámetros hematológicos analizados en el presente trabajo fueron: Microhematocrito (Ht %), Hemoglobina (Hb gr/100 ml. de sangre) y Proteína Total de Plasma (P. T. P. gr/dl) los cuales se determinaron por triplicado. El recuento diferencial de Leucocitos incluyendo a los trombocitos cuyos resultados se dan en tipos de célula expresado en por ciento. Se determinó el polígono de frecuencia de la longitud máxima de los eritrocitos para cada uno de los lotes de las especies estudiadas los cuales se presentarán respectivamente.

Ictalurus punctatus.

MICROHEMATOCRITO

LOTE CONTROL. Para este lote se determinó un Microhematocrito promedio de 30.64% con un error estándar de 0.25, presentando un mínimo de 25% y un máximo de 39 %, y una desviación estándar de 0.44. Presentando una media menor que los lotes bajo desnutrición moderada y severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. El microhematocrito presentó una \bar{x} = 37.36% y un error estándar 0.08, teniendo un mínimo de 33% y un máximo de 43%, una desviación estándar de 0.14. La media de este lote alcanzo su nivel máximo con respecto al lote control y al lote de desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Se determinó una media de 31.04% para este parámetro con un error estándar de 0.06, presentando un mínimo de 25% y un máximo de 38%, y una desviación estándar de 0.10. La media es ligeramente mayor que la del lote control en 1% en promedio.

Análisis estadístico.- El análisis de varianza mostró una diferencia altamente significativa (F= 5574.94, p < 0.05). Se aplicó la prueba de Tukey con un α = 0.05 encontrando que el lote de

desnutrición moderada es diferente al lote control y al lote de desnutrición severa, estos últimos no presentaron diferencia significativa entre sí.

HEMOGLOBINA.

LOTE CONTROL. En este lote se determinó una $\bar{x} = 7.08$ gr/100 ml. para este parámetro, y un error estándar de 0.05, una desviación estándar de 0.09, un mínimo de 5 gr/100 ml. y un máximo de 9gr/100ml. La media de este lote es menor que la del lote con desnutrición moderada, pero superior a la media del lote bajo desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. En este lote se encontró una $\bar{x} = 9.78$ gr/100 ml., con un error estándar de 0.15, una desviación estándar de 0.26, teniendo un mínimo de 5.5 gr/100 ml. y un máximo de 13 gr/100 ml. La media es mayor a la del lote control y lote de desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Presenta una $\bar{x} = 6.64$ gr/100ml. con un error estándar de 0.04, una desviación estándar de 0.06, con un mínimo de 5 gr/100ml. y un máximo de 8 gr/100 ml. El valor medio de Hemoglobina de este lote es menor que la media de los lotes testigo y desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- Se realizó el análisis de varianza para los tres lotes donde se evaluó la hemoglobina en el Bagre de Canal encontrando una alta diferencia significativa ($F= 330.92$, $p < 0.01$). Para comprar las medias se utilizó la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$ encontrando que los tres lotes son diferentes entre sí.

PROTEINA TOTAL DEL PLASMA (PTP).

LOTE CONTROL. En este lote se determinó para PTP una $\bar{x} = 4.14$ gr/dl, un error estándar de 0.05, la desviación estándar fue de 0.08, el mínimo de 3.0 gr/dl y un máximo de 5 gr/dl. La media de este lote fue mayor que el lote de desnutrición moderada y desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. Para este grupo se encontró una $\bar{x} = 3.35$ gr/dl, con un error estándar de 0.05, una desviación estándar de 0.1, un mínimo de 2 gr/dl y un máximo de 5 gr/dl. La media de este lote es menor que los encontrados en el lote control y la del lote de desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. La media para este lote fue de 3.62 gr/dl, con un error estándar de 0.02 y una desviación estándar de 0.03, el mínimo fue de 3.2 gr/dl y el máximo de 4.0 gr/dl. La media de este lote fue menor que el control pero mayor que el lote sometido a desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- Al realizar el análisis de varianza se encontró una diferencia altamente significativa($F= 88.51$, $p< 0.01$) . Al aplicar la prueba de Tukey con una $\alpha= 0.05$ se observó que los tres lotes son diferentes entre sí.

RECUESTO DIFERENCIAL.

Las células que se investigaron para determinar el recuento diferencial en el Bagre de Canal fueron las siguientes: Trombocitos, Eosinofilos, Linfocitos, Células Reticulares, Promielocitos y Mielocitos.

LOTE CONTROL. En este lote los Trombocitos alcanzaron una $\bar{x} = 61.6\%$, los Eosinofilos $\bar{x} = 4.43 \%$, los Linfocitos una $\bar{x} = 16.87 \%$, Células Reticulares una $\bar{x} = 5\%$, los Promielocitos $\bar{x} = 1.25\%$ y los Mielocitos $\bar{x} = 7.29 \%$. Se encontraron todos los tipos celulares reportadas para esta especie siendo los más abundantes: Trombocitos, Linfocitos, Mielocitos y Eosinofilos en ese orden.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. Se reporto para trombocitos una $\bar{x} = 90.4 \%$, los Eosinofilos una $\bar{x} = 5.25\%$, Linfocitos una $\bar{x} = 7.15\%$, y los Mielocitos una $\bar{x} = 1.8\%$. Las células más abundantes para este lote fueron: Trombocitos, Linfocitos y Eosinofilos yendo de mayor a menor.

No se reportaron Células Reticulares y Promielocitos para este lote.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. El análisis nos reporta para Trombocitos una \bar{x} = 69.8%, Eosinofilos una \bar{x} = 2.0%, Linfocitos una \bar{x} = 18.23, Células Reticulares una \bar{x} = 1.5 %. Promielocitos una \bar{x} = 5.54% y una \bar{x} = 26.64 para Mielocitos. En este lote las células más abundantes fueron: Trombocitos , Mielocitos y Linfocitos.

En el presente lote se reportaron todos los tipos celulares para esta especie.

Análisis estadístico.- El análisis de varianza mostró en Trombocitos y Linfocitos diferencia significativa ($F= 7.80$, $p < 0.01$; $F= 4.09$, $p < 0.01$), entre los grupos, el resto de la célula del recuento diferencial no presentó diferencia significativa. Aplicando la prueba de Tukey con una $\alpha= 0.05$, encontramos que la media de Linfocitos y Trombocitos del lote de desnutrición moderada es diferente al lote control y lote de desnutrición severa, estos últimos no presentaron diferencia significativa entre si.

En la gráfica No. 1 se reportan los recuentos diferenciales de los tres lotes estudiados.

POLIGONO DE FRECUENCIA DE LONGITUD DE ERITROCITOS.

LOTE DE CONTROL. Se realizaron 1500 determinaciones para este lote, se midió la longitud mayor de los eritrocitos encontrando una media = 14.73μ , una mediana = 15μ , una moda = 15μ , un error estándar = 0.45 , la varianza = 3.088 una desviación estándar de 1.757 , encontrando un mínimo de 7μ y un máximo de 20μ .

En la gráfica No.2 se reporta el histograma y en la Figura No.3 se presenta el polígono de frecuencia.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. Se analizaron 1500 observaciones encontrando una media = 12.761μ , una mediana = 13μ , una moda = 13μ , un error estándar de 0.038, una desviación estándar = 1.487, la varianza = 2.21, y un mínimo de 9μ y un máximo de 17μ .

En la gráfica No.4 se presenta el Histograma y en la gráfica No.5 el polígono de frecuencia para este lote.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Se reportaron 1400 observaciones obteniendo una media = 14.084μ , una mediana = 14.5μ una moda = 15μ , un error estándar de 0.047, una desviación estándar de 1.777 y una varianza de 3.157 con un mínimo de 7μ y un máximo de 19μ . El Histograma se reporta en la gráfica No.6 y el Polígono de frecuencia en la gráfica No.7

Al comparar los polígonos de frecuencia de los lotes control, desnutrición moderada y desnutrición severa para el Bagre de Canal se encontró que los dos últimos se desplazan hacia la izquierda. El polígono del lote de desnutrición moderada se desplazó más hacia la izquierda que el de desnutrición severa, pero este último fue más heterogéneo, como se indica en la gráfica No.8.

Micropterus salmoides.

MICROHEMATOCRITO.

LOTE CONTROL. En este lote se encontró para este parámetro una $\bar{x} = 28.26\%$, un error estándar de 0.32, una desviación estándar de 0.56, con un mínimo de 15% y un máximo de 37%. La media es menor que el lote con desnutrición moderada, pero mayor con respecto al lote bajo desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. La media de microhematocrito para este lote se presentó con un valor de 33.99%, un error estándar de 0.45, una desviación estándar de 0.79, encontrando un valor mínimo de 26% y un máximo de 45%. La media de este lote fue mayor, comparado con el lote control, así como del lote con desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Para este lote se determinó una $\bar{x} = 22\%$, un error estándar de 0.36, con una desviación estándar de 0.62, presentando valor mínimo para esta prueba de 17% y un máximo de 26%. La media de este lote fue menor a las medias del lote control y del lote de desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- Al aplicar el análisis de varianza para el parámetro de microhematocrito en la Lobina Negra se encontró una alta diferencia significativa ($F= 246.20$, $p <$

0.01). Aplicando la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$ a los lotes control, desnutrición moderada y desnutrición severa se encontró diferencia entre ellos.

HEMOGLOBINA.

LOTE CONTROL. La Lobina Negra presentó una hemoglobina promedio de 5.10 gr/100ml. para este lote, con un error estándar de 0.12, una desviación estándar de 0.20, una observación mínima de 4 gr/100ml. y un máxima de 8 gr/100ml. La media de este lote es menor con respecto al lote de desnutrición moderada pero mayor a la media del lote sujeto a desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. La hemoglobina para este lote presentó una $\bar{x} = 7.76$ gr/100 ml., con un error estándar de 0.14, una desviación estándar de 0.25, con una determinación mínima de 5.5 gr/100ml. y una máxima de 10 gr/100ml. La media de este lote es mayor, que la del lote control y lote bajo desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. El lote de Lobina Negra bajo esta condición mostró una hemoglobina $\bar{x} = 4.35$ gr/100ml. un error estándar de 0.06, una desviación estándar de 0.10, con un mínimo de 3.5 gr/100 ml. y máximo de 6 gr/100 ml. La media de este lote fue menor, tanto para el lote control así como para el lote con desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- Al realizar el análisis de varianza se encontró que existe alta diferencia significativa entre las medias ($F= 256.79$, $p < 0.01$). Las medias del lote control, lote con desnutrición moderada y lote con desnutrición severa se sujetaron a la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$ encontrando diferencia entre ellos.

PROTEINA TOTAL DEL PLASMA.

LOTE CONTROL. En esta prueba se determinó una $\bar{x}=4.31$ gr/dl para este lote, con un error estándar de 0.05, una desviación estándar de 0.08, un valor mínimo de 3 gr/dl y un máximo de 6 gr/dl. La media de este lote es ligeramente menor que la del lote en condiciones de desnutrición moderada pero mayor que la media del lote con desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. La proteína total del plasma presentó una $\bar{x} = 4.56$ gr/dl, con error estándar de 0.04, una desviación estándar de 0.07, un determinación mínima de 3.6 gr/dl y una máxima de 5 gr/dl. La media de este lote es mayor que las media del lote control así como del lote bajo desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Este lote presentó una $\bar{x} = 3.72$ gr/dl para la proteína total del plasma, un error estándar de 0.20, una desviación estándar de 0.34 con un

valor mínimo de 3 gr/dl y un máximo de 4 gr/dl. La media de este lote fue menor, a la media de los lotes control y en condición de desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- El análisis de varianza aplicado a los lotes de *Micropterus salmoides* donde se evaluó la proteína total del plasma se encontró que existe una alta diferencia significativa ($F=13.20$, $p < 0.01$). Las media de estos lotes se sujetaron a la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$ encontrando que el lote bajo desnutrición severa es diferente al lote control y lote bajo desnutrición moderada, y estos no presentaron diferencia significativa entre sí.

RECUESTO DIFERENCIAL.

Las células que se reportaron para Lobina Negra en el presente trabajo fueron: Trombocitos, Eosinofilos, Linfocitos, Monocitos, Células Plasmáticas, Células Reticulares, Promielocitos y Mielocitos .

LOTE CONTROL. El recuento diferencial para este lote presentó las siguientes medias: Trombocitos 43.87%, Eosinofilos 29.6%, Linfocitos 6.27 %, Monocitos 2.2%, Células Plasmáticas 4.6 %, Células Reticulares 5.5% y Mielocitos 12.8 %. No se observaron promielocitos en este lote. Las células más abundantes fueron, de mayor a menor: Trombocitos, Eosinofilos, Mielocitos y Linfocitos.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. En este lote se obtuvieron las siguientes medias en el recuento diferencial : Trombocitos 31.53%, Eosinofilos 3.36%, Linfocitos 17.93%, Monocitos 1%, Células Plasmáticas 3.57%, Células Reticulares 26.2%, Promielocitos 2% y Mielocitos 16.73%. Se presentaron todos los tipos celulares descritos para esta especie y los más abundantes fueron: Trombocitos, Células Reticulares, Linfocitos y Mielocitos, de mayor a menor respectivamente.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Los valores medios encontrados para el recuento diferencial se reportan enseguida: Trombocitos 22.4%, Eosinofilos 15.6%, Linfocitos 23,67%, Monocitos 4.92%, Células Plasmáticas 6.15%, Células Reticulares 9.73%, Promielocitos 4% y Mielocitos 17.73%. Todos los tipos celulares estimados para el recuento diferencial se encontraron los más abundantes: Linfocitos, Trombocitos, Mielocitos y Eosinofilos.

Análisis estadístico.- Al realizar el análisis de varianza para cada tipo celular encontrado en el recuento diferencial se observó alta diferencia significativa de los Trombocitos ($F= 9.69$, $p < 0.01$). Al aplicar la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$ se encontró que el lote control era diferente al lote de desnutrición moderada y severa, estos últimos no presentaron diferencia significativa entre sí.

Los eosinófilos mostraron alta diferencia significativa ($F= 35.15$, $p < 0.01$), y la prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$ indica que los lotes control, desnutrición moderada y desnutrición severa son diferentes entre sí.

El análisis de varianza para Linfocitos determinó alta diferencia significativa ($F= 26.81$, $p < 0.01$), se aplicó la prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, encontrándose diferencia significativa entre los lotes.

En las células reticulares al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa ($F= 19.63$, $p < 0.01$). La prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$ indica que el lote con desnutrición moderada es diferente al lote control y al lote con desnutrición severa.

El resto de las células no presentaron diferencia significativa. Se observa además que el valor de los trombocitos decrece y los linfocitos se incrementan conforme aumenta el tiempo de desnutrición. Los eosinófilos de un valor máximo al principio del experimento sufre una caída en desnutrición moderada, repuntando hasta un valor del 50% del lote control. Las células reticulares alcanzan un valor máximo en el lote bajo desnutrición moderada, mientras que el lote control y el lote con desnutrición severa sus valores se encuentran cercanos .

La gráfica No. 9 muestra el comportamiento de los recuentos diferenciales de los lotes bajo estudio.

POLIGONO DE FRECUENCIA DE LONGITUD DE ERITROCITOS

LOTE CONTROL. En este lote se trabajaron 1500 datos para la estadística descriptiva, encontrando una $\bar{x} = 12.475\mu$, un error estándar de 0.041, una mediana de 12μ , una moda de 12μ , desviación estándar de 1.603, con una varianza de 2.57, un mínimo de 9μ y un máximo de 16μ .

En las gráficas No.10 y No. 11 se reportan el histograma y el polígono de frecuencia respectivamente.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. Se trabajaron 1500 datos para la estadística descriptiva de este lote, encontrando una $\bar{x} = 14.783\mu$, con un error estándar de 0.034, una mediana de 15μ y una moda de 15μ , desviación estándar de 1.319, una varianza de 1.74, con un mínimo de 7μ y un máximo de 19μ .

La gráfica No.12 y No.13 muestran el histograma y polígono de frecuencia respectivamente.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. En este lote se determinaron 1500 datos que se analizaron para la estadística descriptiva, reportando una $\bar{x} = 14.623\mu$, error estándar de 0.047, una mediana de 15μ , una moda de 15μ , una desviación estándar de 1.802 con una varianza de 3.249, el mínimo fue 8μ y el máximo 19μ .

El histograma y el polígono de frecuencia se reportan en las gráficas No.14 y No.15 respectivamente.

Se compararon los polígonos de frecuencia del lote control, lote con desnutrición moderada y lote con desnutrición severa, encontrando que el polígono de los últimos dos se desplazan hacia la derecha del control. El lote con desnutrición severa presenta un polígono de frecuencia que evidencia mayor heterogeneidad de tamaño que el lote bajo desnutrición moderada, aunque aproximadamente presenta la misma media, como se ilustra en la gráfica No.16.

Morone saxatilis.

MICROHEMATOCRITO.

LOTE CONTROL. Para este lote se determinó un microhematocrito promedio de 31.19 %, un error estándar de 0.38, con una desviación estándar de 0.67, con un valor mínimo de 28% y un máximo de 36%. La media de este lote es mayor que del lote con desnutrición moderada, pero muy cercana a la media del lote bajo desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. El microhematocrito en este lote dio una $\bar{x} = 26.47\%$, un error estándar de 0.28, una desviación estándar de 0.48 con un mínimo de 11% y un máximo de 50%. La media de este lote es menor que las medias de los lotes control y desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Este lote presento una $\bar{x} = 31.72\%$ de microhematocrito, con un error estándar de 0.27, una desviación estándar de 0.48 con un valor mínimo de 20% y un máximo de 50% . La media de microhematocrito de este lote es mayor tanto del lote control así como del lote bajo desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- Al realizar el análisis de varianza para el parámetro de microhematocrito del Robalo Rayado se encontró diferencia altamente significativa ($F= 83.59$, $p < 0.05$). Al aplicar la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$, indicó que el lote con desnutrición moderada

es diferente que el lote control y del lote bajo desnutrición severa, no encontrándose diferencia significativa entre ellos.

HEMOGLOBINA.

LOTE CONTROL. En este lote la hemoglobina presentó una $\bar{x} = 7.6$ gr/100 ml, con un error estándar de 0.17, una desviación estándar de 0.29 con un mínimo de 6 gr/100 ml y un máximo de 9 gr/100 ml. La media de este lote fue mayor que el lote de desnutrición moderada y desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. La hemoglobina en este lote presentó una $\bar{x} = 6.74$, con un error estándar de 0.03, con una desviación estándar de 0.05, un valor mínimo de 4.5 gr/100 ml. y un máximo de 10 gr/100 ml. La media de este lote es inferior, comparada con el lote control, así como del lote bajo desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Se obtuvo una $\bar{x} = 7.21$ gr/100 ml. para hemoglobina en este lote, con un error estándar de 0.06, una desviación estándar de 0.11, con un mínimo de 6 gr/100 ml. y un máximo de 10 gr/100 ml.

Análisis estadístico.- El análisis varianza aplicado a los lotes anteriormente descritos para el parámetro de hemoglobina, indicó que existe una alta diferencia significativa ($F= 17.29$, $p < 0.01$),

Al comparar las medias por medio de la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$, se encontró que el lote bajo desnutrición moderada es diferente al lote control y lote bajo desnutrición severa, no habiendo diferencia significativa entre estos últimos.

PROTEINA TOTAL DEL PLASMA.

LOTE CONTROL. Para esta prueba, en este lote se obtuvo una $\bar{x} = 3.07$ gr/dl, con un error estándar de 0.04, con una desviación estándar de 0.08 con un valor mínimo de 2.2 gr/dl y un máximo de 4 gr/dl. La media de este lote es menor, comparada con el lote bajo desnutrición moderada y del lote de desnutrición severa.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. La proteína total del plasma presentó para este lote una $\bar{x} = 4.61$ gr/dl, con un error estándar de 0.003 y una desviación estándar de 0.006, con un mínimo de 2.2 gr/dl y un máximo de 7 gr/dl. La media de este lote es mayor que la del lote bajo desnutrición severa, y el lote control.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Este lote presentó una media de 3.56 gr/dl, un error estándar de 0.01, una desviación estándar de 0.02, con un valor mínimo de 3 gr/dl y un máximo de 4 gr/dl. La media de este lote fue mayor que el control, pero menor que la media del lote bajo desnutrición moderada.

Análisis estadístico.- El análisis de varianza aplicado a este parámetro nos determinó una alta diferencia significativa ($F= 902.58, p < 0.01$). La prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$, aplicada a las medias de estos lotes nos indica que, existe diferencia significativa entre el lote control, lote bajo desnutrición moderada y lote bajo desnutrición severa.

RECUENTO DIFERENCIAL.

Las células consideradas para el recuento diferencial en el Robalo Rayado son las siguientes: Trombocitos, Eosinofilos, Linfocitos, Células Plasmáticas, Células Reticulares, Promielocitos y Mielocitos.

—

LOTE CONTROL. Los trombocitos presentaron una $\bar{x} = 20.07\%$, los eosinofilos una $\bar{x} = 23.33\%$, los linfocitos una $\bar{x} = 40.27\%$, Células Plasmáticas una $\bar{x} = 1.63$, Células Reticulares $\bar{x} = 3.25\%$, Promielocitos $\bar{x} = 25\%$ y los Mielocitos una $\bar{x} = 12.93\%$. Las células que se encontraron en mayor abundancia son: Linfocitos, Promielocitos, Eosinofilos, Trombocitos y Mielocitos.

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. Para el recuento diferencial se obtuvieron las siguientes medias, Trombocitos 34.73%, Eosinofilos 49.8%, Linfocitos 12.29%, Células Plasmáticas 1.67% Células Reticulares 5%, Promielocitos 4% y Mielocitos 3%. Las células más abundantes de mayor a menor fueron: Eosinofilos, Trombocitos y Linfocitos.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Este lote presenta los siguientes resultados:

Trombocitos $\bar{x} = 64.58\%$, Eosinófilos $\bar{x} = 18.36\%$, Linfocitos $\bar{x} = 14.17\%$, Células Plasmáticas $\bar{x} = 1\%$ y Mielocitos $\bar{x} = 7.45$. Las células más abundantes son: Trombocitos, Eosinófilos, Linfocitos y Mielocitos. En este lote no se reportaron Células Reticulares y Promielocitos.

Análisis estadístico.- Al realizar el análisis de varianza para cada una de las células implicadas en el recuento diferencial se observó diferencia altamente significativa para trombocitos ($F= 22.02$, $p < 0.01$), Eosinófilos ($F= 19.41$, $p < 0.01$), Linfocitos ($F=43.06$, $p < 0.01$) y Mielocitos ($F= 6.78$, $p < 0.01$). En Células Plasmáticas, Células Reticulares y Promielocitos no se observó diferencia significativa.

A las células que mostraron diferencia significativa se les aplicó la prueba de Tukey con una $\alpha=0.05$ cuyos resultados se reportan enseguida.

La media de los trombocitos presentó diferencia significativa entre los lotes control, desnutrición moderada y bajo desnutrición severa. Los valores medio de estas células fue directamente proporcional al tiempo de desnutrición.

Se encontró que la media de los Eosinófilos del lote bajo desnutrición moderada, del lote control y con desnutrición severa presenta diferencia significativa. Estas células sufren un incremento en el lote con desnutrición moderada, decreciendo en la desnutrición severa.

Los Linfocitos marcaron diferencia significativa entre el grupo control con respecto al lote con desnutrición moderada y lote con desnutrición severa.

La comparación de las medias de los mielocitos se encontró que el grupo control presentaba diferencia significativa del lote bajo desnutrición moderada y desnutrición severa.

En el lote con desnutrición severa no se localizaron Células Reticulares ni Promielocitos.

La gráfica No. 17 nos muestra el comportamiento del recuento diferencial en los tres lotes analizados.

POLIGONO DE FRECUENCIA DE LA LONGITUD DE ERITROCITOS.

LOTE CONTROL. Para este lote se hicieron 1500 determinaciones encontrando una $\bar{x} = 13.8\mu$, un error estándar de 0.04 y una mediana de 14μ , una moda de 15μ , una desviación estándar de 1.54, una varianza de 2.371, un mínimo de 7μ y un máximo de 19μ . El histograma se reporta en la gráfica No. 18 y el polígono de frecuencia en la gráfica No. 19 .

LOTE CON DESNUTRICION MODERADA. En este lote se revisaron 1500 observaciones, determinándose una $\bar{x} = 13.311\mu$, un error estándar de 0.045, una mediana de 13μ , una moda de 15μ , con una desviación estándar de 1.744 y una varianza de 3.042, el

valor mínimo encontrado fue de 6μ y el máximo de 20μ . En la gráfica No.20 y 21 se reportan el histograma y el polígono de frecuencia respectivamente.

LOTE CON DESNUTRICION SEVERA. Se revisaron 1200 datos para este lote, encontrando una $\bar{x} = 13.111\mu$, un error estándar de 0.049, una mediana de 13μ y una moda de 15μ , una desviación estándar de 1.701 y una varianza de 2.894, el valor mínimo reportado fue de 9μ y el máximo de 17μ . El histograma y el polígono de frecuencia para estas observaciones, se reportan en las gráficas No.22 y 23 respectivamente.

Al comparar los polígonos de frecuencia, el de los lotes con desnutrición moderada y con desnutrición severa se desplazan hacia la izquierda del control. El polígono del lote de desnutrición moderada se aproxima al de grupo control. El polígono de desnutrición severa nos indica un grupo más heterogéneo de eritrocitos. La comparación de polígonos de Frecuencia se indican en la gráfica No. 24.

DISCUSION

Ictalurus punctatus

En el bagre de canal la media obtenida para el Microhematocrito de los lotes control (30.64) desnutrición moderada (37.36) desnutrición severa (31.04) son mayores que el reportado por Brazile (1982), cuyo valor lo establece en 22.7% (7.2), en cambio están dentro del rango 29-47% establecido por Grizzle (1976). En bagres con anemia causada por el alimento, se reporta un microhematocrito 0-5%, Klar (1986), y Plum (1986) de 1-9% indicando que el resto de la población presenta microhematocritos menores de 20%, en nuestro estudio encontramos para esta especie, una media de 31.04% con un mínimo de 25% en peces bajo desnutrición severa (110 días).

La media obtenida para hemoglobina del lote control (7.08), lote bajo desnutrición moderada (9.78) y lote bajo desnutrición severa (6.64) son altos comparados con lo reportado por Breazile y cols. (1982) que es de 3.96 gr/dl (1.85).

La hemoglobina y el microhematocrito se incrementan bajo desnutrición moderada pero decrecen en la desnutrición severa coincidiendo con lo determinado por Kawatsu (1966), en la Trucha Arcoiris.

La proteína total del plasma presenta diferencia significativa entre el control (4.14), desnutrición moderada (3.35) y desnutrición severa (3.62), pero los valores se encuentran dentro del rango normal reportado por Brazile (1982) que es de 3.98 g/dl (1.34). El descenso de la proteína total del plasma no es tan marcada como lo reporta Kawatsu (1974) de 5.0-0.9 gr/dl a 110 días de desnutrición para la Trucha Arcoiris.

En el presente trabajo la media de linfocitos del control (16.87), desnutrición moderada (7.15) y desnutrición severa (18.23) son menores que el reportado por Tamez (1981) de 20% y Breazile y col. (1982) de 37.5% (15.6). El valor medio reportado para los trombocitos se encuentra dentro del rango establecido por Breazile y cols. (1982) que es de 54.9 (17.2) a excepción del lote bajo desnutrición moderada que es de 90.4% y comparado con lo reportado por Tamez (1981), que es de 20% el valor de los tres lotes es mayor.

Los polígonos de frecuencia de los lotes bajo desnutrición moderada y severa se desplazan hacia la izquierda del control indicando que son estadíos iniciales y medios del proceso, observándose similitud con lo reportado por Reichenback-Klink (1977) en Trucha Arcoiris.

Morone saxatilis

La media de microhematocrito del control (31.19) y del lote bajo desnutrición severa (31.72) están dentro del rango reportado por Tisa (1983) que es de 31-38%, pero la media de lote bajo desnutrición moderada es menor (26.47).

La hemoglobina del lote control (7.6) y del lote bajo desnutrición severa (7.21) están dentro de lo reportado por Tisa (1983) que es de 7-11 gr/100 ml., pero el lote bajo desnutrición moderada es menor (6.74).

El microhematocrito y la hemoglobina decrecen bajo desnutrición moderada pero se incrementa en la desnutrición severa comportándose en forma inversa a lo reportado por Kawatsu (1966).

La proteína total del plasma del lote bajo desnutrición moderada (4.61) esta dentro del rango establecido por Tisa (1983), que es de 4.3-4.9 gr/100 ml., pero el lote control (3.07) y el lote bajo desnutrición severa (3.56) son menores.

Este parámetro se comporto con un incremento en la desnutrición moderada, decreciendo en condiciones severas, siendo diferente a lo reportado por Kawatsu (1974) que indica un decremento directo al tiempo de desnutrición en la trucha arcoiris.

Los trombocitos se incrementan conforme se prolonga el tiempo de desnutrición, empezando con una media de 20.07, 34.73 y 64.58. Los eosinofilos presentaron un máximo (49.8) durante la desnutrición moderada, los linfocitos (40.27) y los mielocitos (12.93) en el lote control, el resto de las células blancas no reportan diferencias significativas y sus valores son bajos.

Los polígonos de frecuencia del lote bajo desnutrición moderada y desnutrición severa se desplazan hacia la izquierda del control además de encontrarse una población de eritrocitos más heterogénea.

Micropterus salmoides

Los valores medios de microhematocrito para la Lobina Negra del lote control (28.26), lote bajo desnutrición moderada (33.99) y desnutrición severa (22.0), son inferiores a los reportados por Esch y Hazen (1980) tanto para ejemplares con coeficiente de condición $K < 2.0$ que es de 34.8 (0.7), así como ejemplares con coeficiente de condición $K > 2.0$ con un valor de 42 (0.03). Esto debido a que los ejemplares muestreados en el presente trabajo presentaban un coeficiente de condición $K = 1$ ó menor. El valor medio de hemoglobina para el lote control (5.10), el lote bajo desnutrición moderada (7.76) y el lote bajo desnutrición severa (4.35) se encuentran por abajo de los valores reportados por Esch y Hazen (1980) para ejemplares con coeficiente de condición $K > 2.0$ cuyo valor es de 9.2 (0.01), pero para ejemplares con coeficiente de condición $K < 2.0$, cuyo valor es de 7.6 (0.2), el lote bajo desnutrición moderada logra estar dentro del rango, y los lotes control y lote bajo desnutrición severa presentan valores inferiores.

El microhematocrito y la hemoglobina se incrementan bajo desnutrición moderada, decreciendo en la desnutrición severa comportándose ambos parámetros como lo reportado por Kawatsu (1966).

La proteína total del plasma se incrementa ligeramente en el lote bajo desnutrición moderada (4.56), decreciendo en el lote bajo desnutrición severa (3.76). El decrecimiento de la

proteína total del plasma no es tan pronunciado como lo reporta Kawatsu (1974) para la Trucha Arcoiris.

El valor medio de los trombocitos del lote control (43.87), el lote bajo desnutrición moderada (31.53) y del lote bajo desnutrición severa (22.4) son mayores que los reportados por Tamez-Cantú (1981), pero menores a lo marcado por Esch y Hazen (1980) a excepción del lote control que presenta un valor mayor.

Los linfocitos se encuentran con valores inferiores a los reportados por Esch y Hazen, 1980 (52.8; 57.5), a los del lote control (6.27), el lote bajo desnutrición moderada (17.93) y el lote bajo desnutrición severa (23.67), estos dos últimos siendo mayores a lo reportado por Tamez-Cantú, 1981 (6-12).

El valor medio de los monocitos del lote control (2.2), lote bajo desnutrición moderada (1.0) y el lote bajo desnutrición severa (4.92) son inferiores a lo reportado por Tamez-Cantú, 1981 (5-15) pero se encuentran dentro de lo reportado por Esch y Hazen, 1980 (3.3; 2.6), encontrando que cuando disminuye el coeficiente de condición K tiende a incrementarse este tipo celular.

Los mielocitos aumentan conforme se prolonga el tiempo de desnutrición pero los valores están cerca de lo reportado por Tamez-Cantú, 1981 (10-14).

Las células plasmáticas en el presente estudio se encuentra solo bajo condición de desnutrición moderada (3.57) y severa (6.15), pero no en el lote control, siendo valores inferiores a los reportados por Tamez-Cantú, 1981 (10-28).

Los granulocitos reportados en ese trabajo son: eosinófilos, promielocitos y mielocitos, los cuales se encuentran en mayor número que lo reportado por Esch y Hazen, 1980 (7-1; 4-6).

Las células reticulares son reportadas por Tamez-Cantú, 1981 (13-17), en el presente trabajo el lote control presenta una media de 4.6, el lote bajo desnutrición moderada de 26.2 y el lote bajo desnutrición severa de 9.73, observándose que el valor mayor se encuentra durante la desnutrición moderada.

El polígono de frecuencia de los lotes bajo desnutrición moderada, así como la desnutrición severa se desplazan hacia la derecha del control, indicando esto estadíos avanzados de desnutrición, coincidiendo con lo observado por Reichenback-Klinke (1977), en Trucha Arcoiris.

CONCLUSIONES

La desnutrición es un factor que causa síndrome anémico en peces, el cual altera algunos parámetros hematológicos desde estadios incipientes.- Estos parámetros son la Hemoglobina, Microhematocrito y Proteína Total del Plasma.

El tiempo bajo condición de desnutrición en que permanecen los peces es determinante en el comportamiento de los parámetros hematológicos , encontrando que, se presenta Policitemia, y la Proteína Total del Plasma disminuye en estadios tempranos.- Conforme se prolonga el período de desnutrición, la Proteína Total del Plasma se incrementa, la Hemoglobina y el Microhematocrito disminuyen, presentando en este estadio un síndrome anémico definido.

Otro factor que influye en el comportamiento de los parámetros hematológicos es la especie bajo estudio, así tenemos que el Bagre de Canal es omnívoro y tiende a buscar fuentes alimenticias alternas. cuando la fuente principal es deficiente, consiguiéndola más fácil por su característica antes mencionada, además disminuye su actividad para economizar gasto de energía, posponiendo el efecto de una desnutrición severa. La Lobina Negra y el Robalo Rayado son especies carnívoras, por lo que encontrar fuentes alternas de nutrientes es más difícil y su actividad no disminuye lo suficiente, debido a la búsqueda de alimento vivo y por consiguiente tienen un mayor gasto de energía, estableciéndose cuadros hematológicos de desnutrición severa en un tiempo menor.

Los peces como otros organismos ectotermos están directamente influenciados por la temperatura del medio, este efecto lo refleja en forma drástica el Robalo Rayado , ya que es un pez de aguas templadas, y en el presente estudio se trabajo a un temperatura de 23 °C, encontrándose en el límite superior del rango óptimo de temperatura, por lo que en un tiempo menor se reflejó la desnutrición moderada y severa en los parámetros hemáticos estudiados. El Bagre de Canal y la Lobina Negra son especies de aguas cálidas, por lo que se encontraban dentro del rango óptimo de temperatura, y los parámetros hemáticos se comportaron en una forma mas definida tanto en estadios tempranos, así como en estadios severos, los cuales se diagnosticaron en tiempos mas prolongados que el Robalo Rayado.

El polígono de frecuencia de la longitud máxima de los eritrocitos al deslizarse hacia la izquierda o derecha, y de sus heterogeneidad nos confirman estadios moderados o severos de desnutrición.

La combinación del análisis de los parámetros hematológicos como la Hemoglobina, Microhematocrito y Proteína Total del Plasma, nos pueden precisar una condición de desnutrición moderada o desnutrición severa. Además al comparar el polígono de frecuencia, nos indica el tamaño y heterogeneidad de la población de los eritrocitos confirmandonos el estadio de desnutrición en que se encuentran los peces analizados.

El recuento diferencial por su propia variabilidad en los tipos celulares, dificulta su interpretación, y la necesidad de tener un entrenamiento más específico, lo hace de difícil aplicación en el diagnóstico del grado de desnutrición provocado por falta de alimento.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la desnutrición en tres especies de peces, *Ictalurus punctatus*, *Micropterus salmoides* y *Morone saxatilis* a través del análisis hematológico. Esta investigación se desarrollo en Uvalde National Fish Hatchery, U.S. Fish and Wildlife Service, Uv. Tx., quienes proporcionaron los peces para el desarrollo de la misma. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Morfología y Laboratorio de Acuicultura, F.C.B, U.A.N.L.

Los parámetros hemáticos analizados fueron: Microhematocrito, Hemoglobina, Proteína Total del Plasma y Recuento Diferencial de Leucocitos. Además se analizó el comportamiento del polígono de frecuencia, de la longitud mayor de los eritrocitos.

En el Bagre de Canal, durante la desnutrición moderada (18 días). la Hemoglobina y el Microhematocrito se incrementan y la Proteína Total del Plasma decrece, el polígono de frecuencia se desliza hacia la izquierda del control indicando un estadio temprano de desnutrición y el recuento diferencial nos reporta un incremento en los Trombocitos pero ausencia de Células Reticulares y Promielocitos. En la desnutrición severa (101 días), los valores de Hemoglobina y Microhematocrito desciende, presentando un estado anémico, la Proteína Total del Plasma se incrementa, el Polígono de Frecuencia empieza ha deslizarse hacia la derecha del control sin rebasarlo, indicándonos que está entrando en un estadio profundo de inanición, el recuento

diferencial se observa la presencia de Células Reticulares y Promielocitos, decreciendo los Trombocitos.

La Lobina Negra durante la desnutrición moderada (18 días), se reporta una policitemia y la Proteína Total del Plasma decrece, el polígono de frecuencia se desliza hacia la derecha, indicando un proceso avanzado de desnutrición, el recuento diferencial nos reporta un incremento en Trombocitos, Eosinofilos y Células Reticulares, con una disminución de Linfocitos. En estado de desnutrición severa (110 días), se marca anemia con un incremento de la Proteína Total del Plasma, el polígono de frecuencia se mantiene hacia la derecha pero con una población de eritrocitos más heterogénea, el recuento diferencial nos indica incremento de Trombocitos y decremento en Mielocitos y Linfocitos.

Los parámetros hemáticos en el Robalo Rayado se comportan durante la desnutrición moderada (12 días), con una ligera anemia e incremento de la Proteína Total del Plasma, el polígono de frecuencia se desliza hacia la izquierda y una pequeña parte hacia la derecha del control indicando un estadio medio de desnutrición, el recuento diferencial nos determina un incremento en los Trombocitos y Eosinofilos, decreciendo los Linfocitos, Promielocitos y Mielocitos. Durante la desnutrición severa (70 días) la Hemoglobina, el Microhematocrito y la Proteína Total del Plasma presenta valores cercanos al control, el polígono de frecuencia se desliza ligeramente hacia la izquierda, siendo muy heterogénea la población de eritrocitos, indicando que un estadio de desnutrición avanzado, el recuento diferencial reporta incremento de Trombocitos; las Células Reticulares y Promielocitos no se localizaron.

Los parámetros hematológicos más sensibles son: la Hemoglobina, Microhematocrito, Proteína Total del Plasma y el Polígono de frecuencia, no así el recuento diferencial, que por su propia variabilidad dificulta su análisis e interpretación.

El análisis hematológico con la metodología aquí desarrollada es una herramienta que precisa el grado de desnutrición, además que es de bajo costo y de fácil interpretación, por lo que es factible su aplicación en la Acuicultura. Concluyendo, los parámetros sanguíneos son alterados desde estadios tempranos por la inanición, y dichos cambios están influenciados además por el tiempo, la especie bajo estudio y la temperatura del agua.

LITERATURA CITADA

- Banerjee, S. and Banerjee, V. (1987) Erythrocytes and related parameters in *Heteropneustes fossilis* (Bloch) with special reference to body length, sex and season. J. Adv. Zool. 8 (2): 67-72.
- Blaxhall, P.C. and Daisley (1973) Routine haematological methods for use with fish blood. J. Fish. Biol. Vol. 5. pp: 771-781.
- Brahom, W. T.; Smit, G.L. and Schoonbee, H.J. (1979) The effect of heparin concentration on certain blood parameters of the rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 63 pp: 369-371.
- Breazile, J.E.; Zinn, L.L.; Yauk J.C.; Mass, H.J. and Wollscheid, J. (1982). A study of hematological profiles of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (R.). J. Fish. Biol. Vol. 21. pp: 305-309.
- Butterworth, C. E. Jr.; Plumb, J. A. and Grizzle, J. M. (1986) Abnormal folate metabolism in feed-related anemia of cultured Channel catfish (42223). Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 181. pp: 49-58.
- Campbell, T.W. (1988) Fish Cytology and Hematology. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice Vol. 18 (2). pp: 349-364.

- Cannon, M.S. y et. al. (1980). An Ultrastructural Study of the Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of Morphology. 164. pp: 1-23.
- Cochram, William G. (1976) Técnicas de Muestreo. (Sexta Edición). Ed. C.E.C.S.A., Compañía Editorial Continental, S.A. México. pp: 109-112.
- Conroy, D.A. y Armas G. (1987). Manual de métodos de diagnóstico en Ictiopatología, con especial referencia en los Salmonidos. FAO/Programa Cooperativo Gubernamental, Brasilia, Brasil. FI: GCP/RLA/075/ITA, Documento de campo 4 (Es). pp: 26-34.
- Esch, G. W. y Hazen, T.C. (1980) Stress and Body Condition in a Populotion of Largemouth Bass: Implications for Red-Sore Diseases. Transactions of the American Fisheries Society 109: 532-536.
- Ferrán -Aranaz , Magdalena (1996) SPSS para Windows, Programación y Análisis Estadístico. Ed. Mc Graw Hill / Interamericana de España, S. A.
- Goede, R.W. y Barton, B. A. (1990). Organismic Indices and a Autopsy-Based Assessment as Indicators of Health and condition of Fish. American fisheries Society Symposium 8:93-108.

Grizzle, J.M. and Rogers, W.A. (1976) *Anatomy & Histology of the Channel Catfish*. Auburn University. Agricultural Experiment Station. 1a. Edición. pp 15-18.

Hesser, E.F. (1960) *Methods for Routine Fish Hematology*. The Progressive Fish-Culturist. pp: 164-171.

Ikeda and Ozaki. (1982) *Application of a Protein Refractometer on Fish Blood*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 48(9), pp:41-44.

Joshi, B.D. (1980) *On some normal hematological values of some freshwater teleosts*. Nat. Acad. Sci. Letters, Vol. 3, No. 8. pp: 251-254.

Joshi, B.D. (1987) *Cyto-morphological Classification and key to the Identification of Normal Circulating Blood Corpuscles of freshwater Teleosts*. Him J. Env. Zool. Vol. 1. pp: 98-113.

Kawatsu, H. (1966). *Studies on the anemia of fish-I. Anemia of Rainbow Trout caused by starvation*. Bull. of Freshwater Fisheries Research Laboratory. Vol. 15, No. 2. pp: 167-173.

----- (1974) *Studies of the anemia of fish VI. Further note on the anemia caused by starvation in Rainbow trout*. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. Vol. 24, No. 2 pp: 89-94.

- Kawatsu, H. and Ikeda, T. (1988) Anti-anemic effect of Menadione Dimethylpyrimidinol Bisulfite against Molinate-induced anemia in Common Carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54 (10). pp: 1731-1736.
- Klar, G.T.; Hanson, L.A. and Brown, S.W. (1986) Diet Related Anemia in Channel Catfish: Case History and Laboratory Induction. *The Progressive Fish-Culturist* 48. pp: 60-64.
- Lim, Ch. and Lowell, R. (1978) Pathology of the Vit. C. deficiency syndrome in Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *The Journal of Nutrition* Vol. 108, No. 7 pp: 1137-1146.
- Lucky, Z. (1971) *Methods for the Diagnosis of Fish Diseases*. U.S. Fish and Wildlife Service. pp. 129-137.
- Mc Craren, N.C. (1984). *The Aquaculture of Stripped Bass: a proceeding*. Maryland Sea Grant Program. Univ. of Maryland, College Park, Maryland. pp: 29-43.
- Noyes A.D., Grizzle J. M. y Plumb J.A. (1991) Hematology and Histopathology of an Idiopathic Anemia of Channel Catfish. *Journal of Aquatic Animal Health* 3. pp: 161-167.
- Plumb, J.A.; Horowitz, S.A. and Rogers. W.A. (1986). Feed-Related anemia in cultured Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) *Aquaculture*, 51. pp: 175-179.

Post, G. (1987) Textbook of fish Health. 1a. Ed., Revised and Expander. Ed. T.F.H. Publications, Inc., N.Y. pp: 11-14, 225-240.

Reyes-Garza, C. (1974). Introducción al Cultivo del Bagre. (1a. Edición). Ed. Dirección General de Extensión Agrícola, SAG, Chapingo, Méx. pp: 3-19.

Ribin, R.R. (1981). La Piscifactoría. Cría Industrial de los Peces de Agua Dulce. (4a. Edición). Compañía Editorial Continental, S.A., México. pp: 63-73.

Reichenbach-Klinke, H. H. (1977). Trabajos sobre Histopatología de los peces. (1a. Edición). Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp: 25-35.

Scott, A.L. and Rogers, W.A. (1981) Hematological effects of prolonged sublethal hypoxia on Channel catfish. (*Ictalurus punctatus*) (R). J. Fish. Biol. pp: 591-601.

Tamez-Cantú, E.M. (1981) Datos sobre la morfología de las células sanguíneas en 10 especies de peces de agua dulce. Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. Tesis.

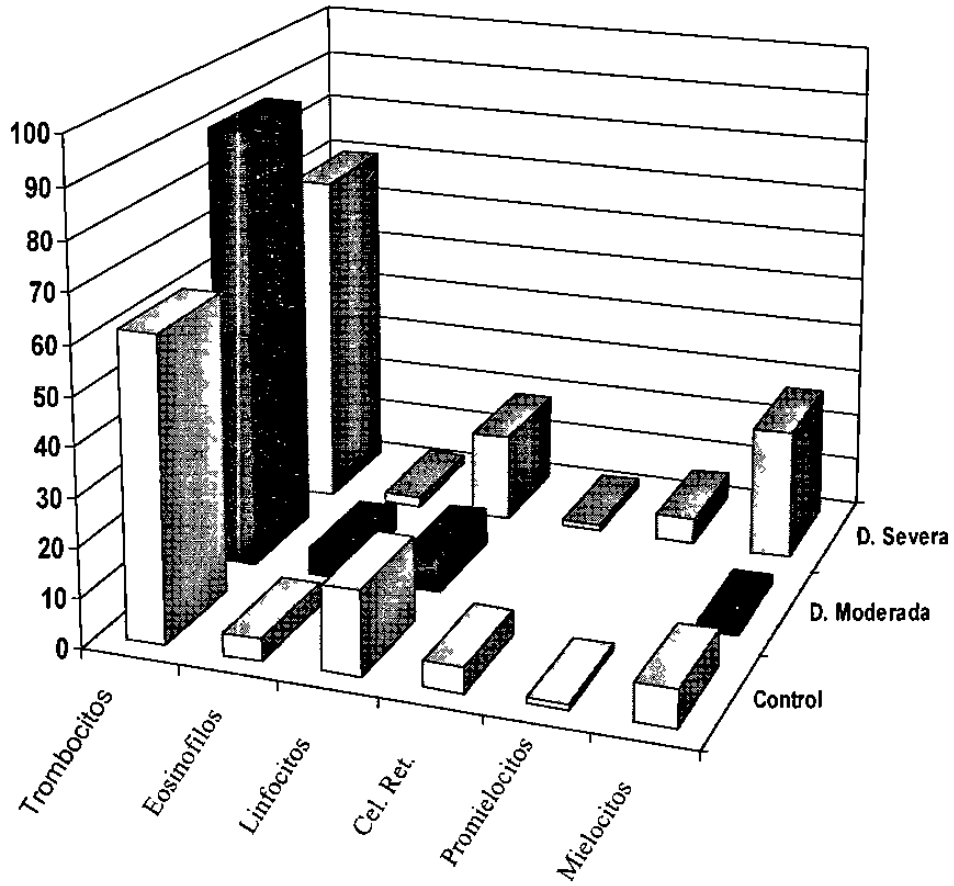
Tisa, M.S. and Strange, R.J. (1983) Hematology of Striped Bass in Fres Water. Prog. Fish-Cult. 45 (1). pp: 41-44.

Tomasso, J.R.; Simco, B.A. and Davis, K.B. (1983). Circulating corticosteroid and leucocyte dynamics in Channel Catfish during net confinement. The Texas Journal of Science, Vol. XXXV, No. 1. pp: 83-88.

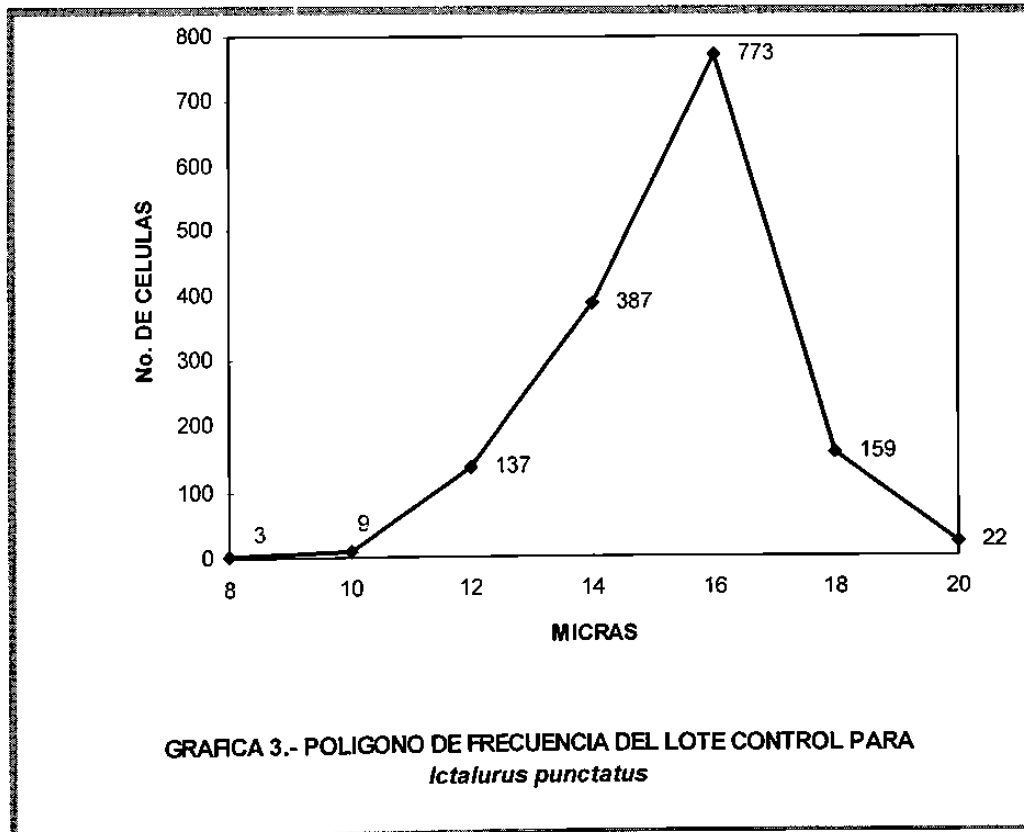
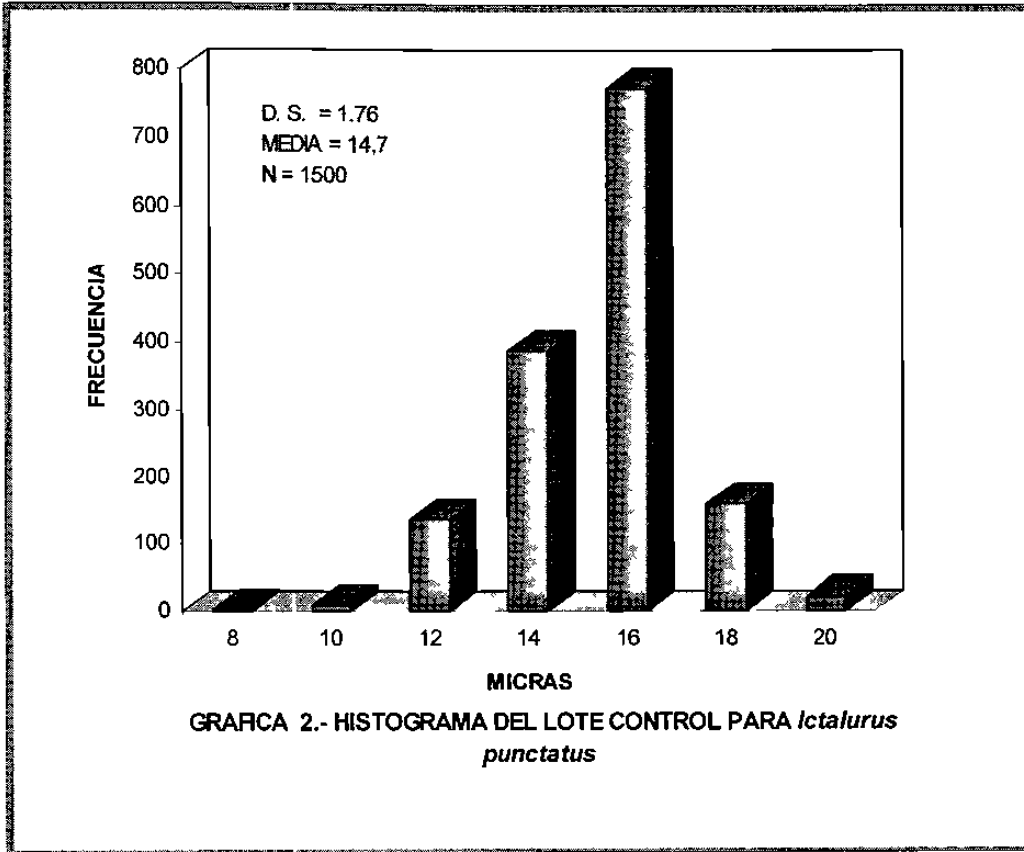
Wedemeyer, G.A. and Yasutake, W.T. (1977) Clinical Methods for the Assessment of the effects of environmental stress on fish health. U.S. Fish and Wildlife service, Technical Papers 89. pp: 1-18.

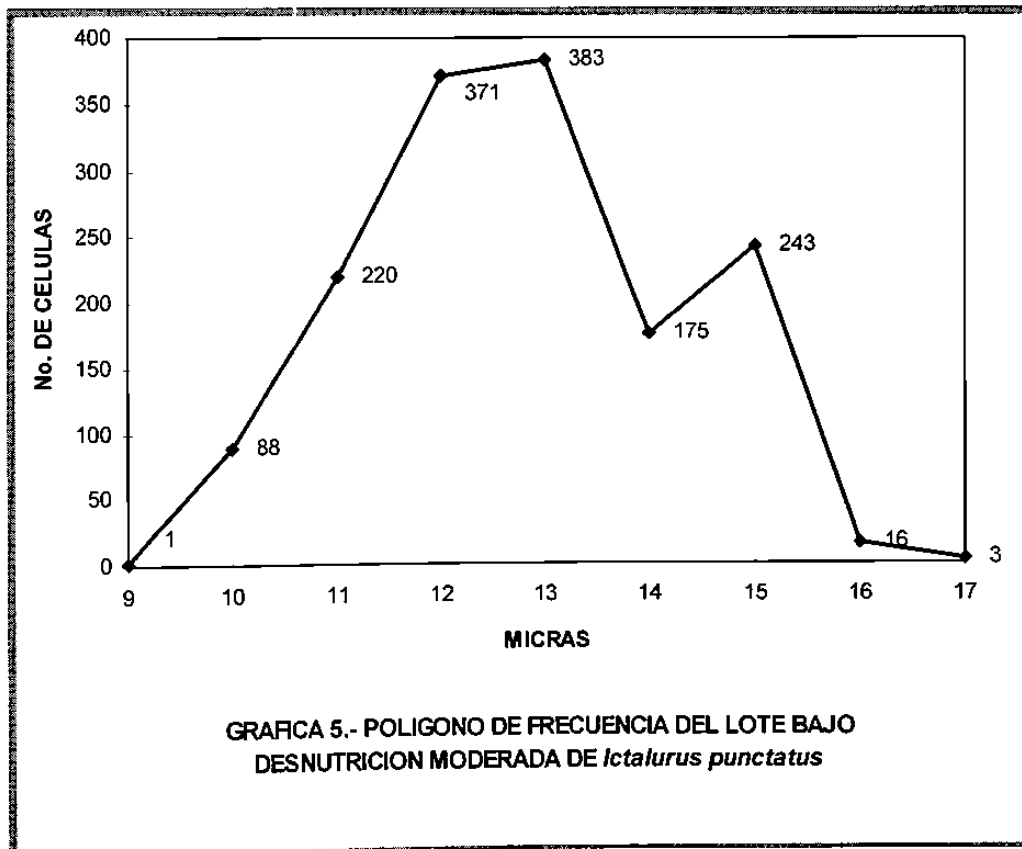
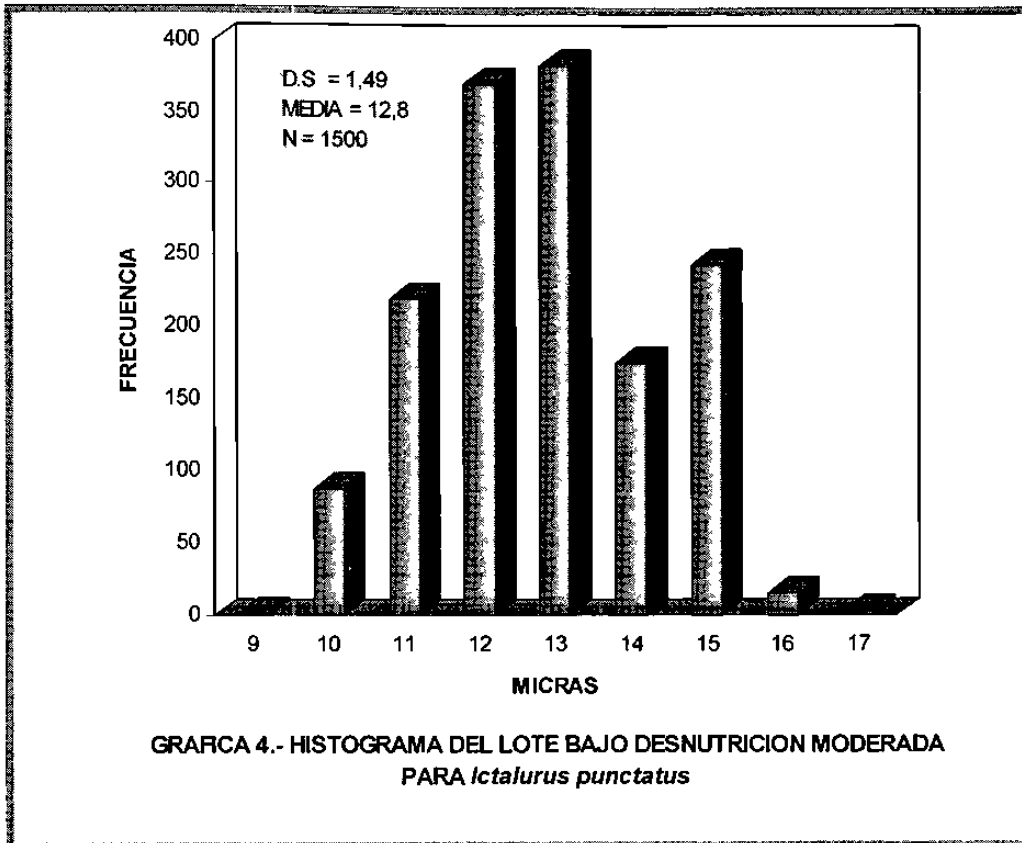
Zar, Jerrold H. (1974). Biostatistical Analysis. (Primera Edición). Ed. Prentice-Hall International Englewood Cliffs, N. J.

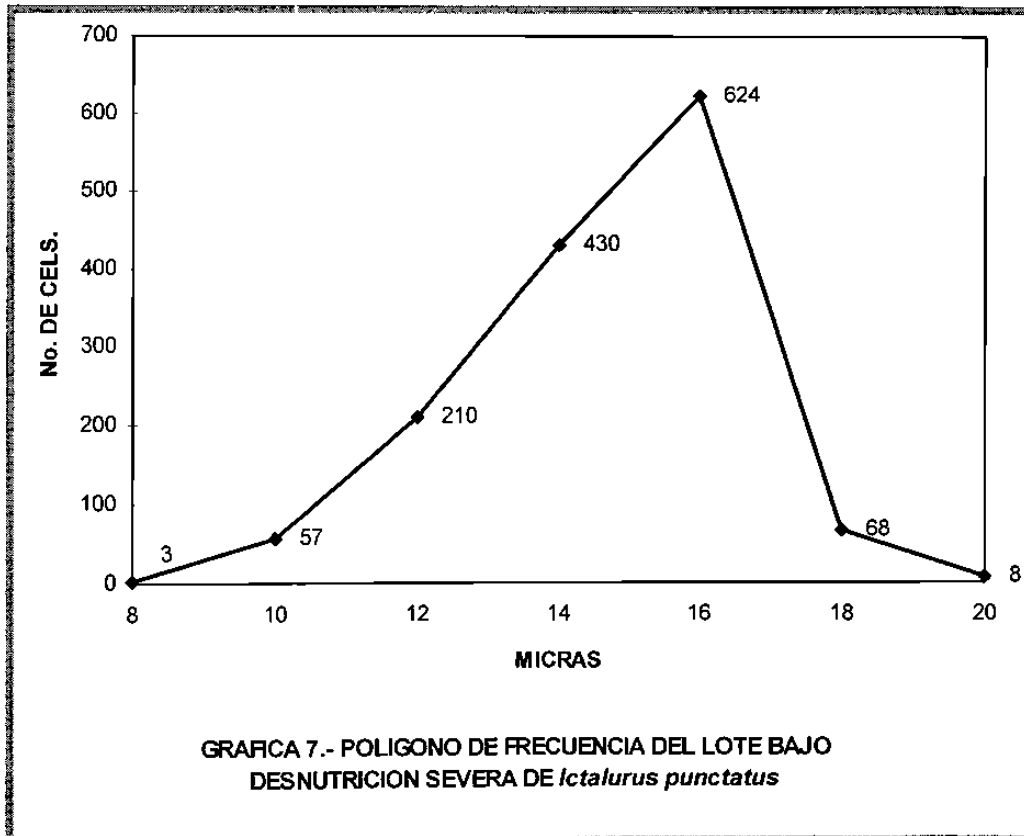
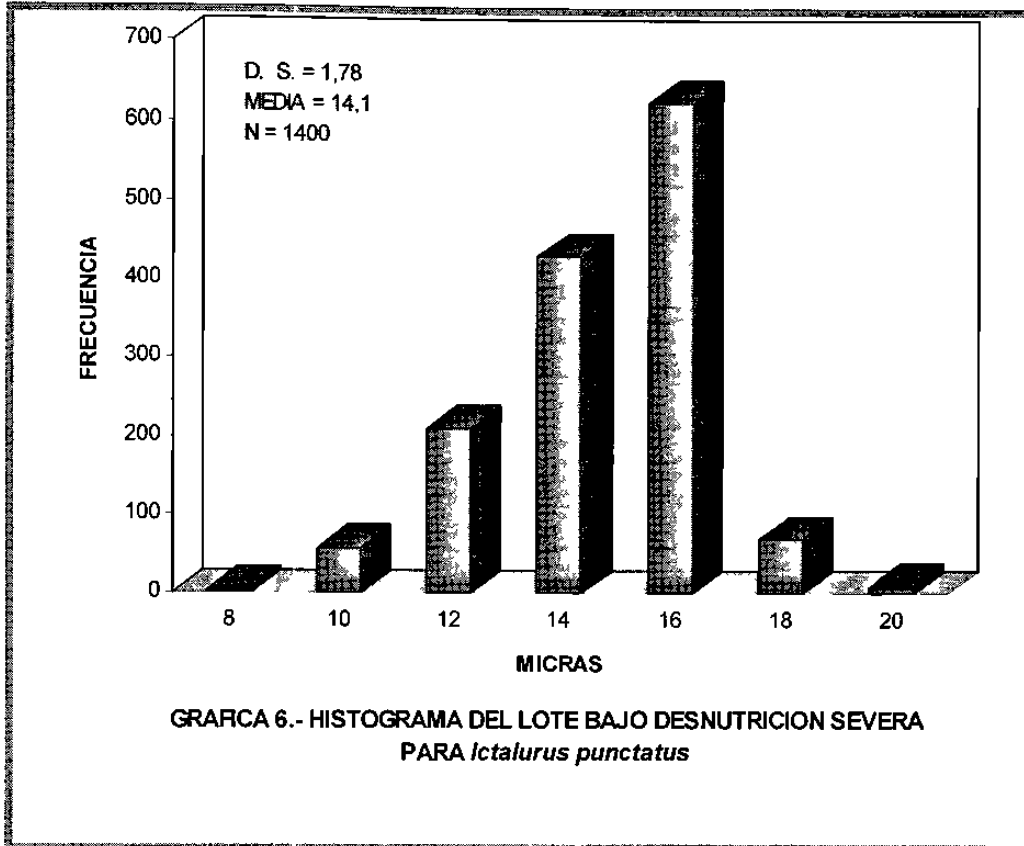
APENDICE DE GRAFICAS

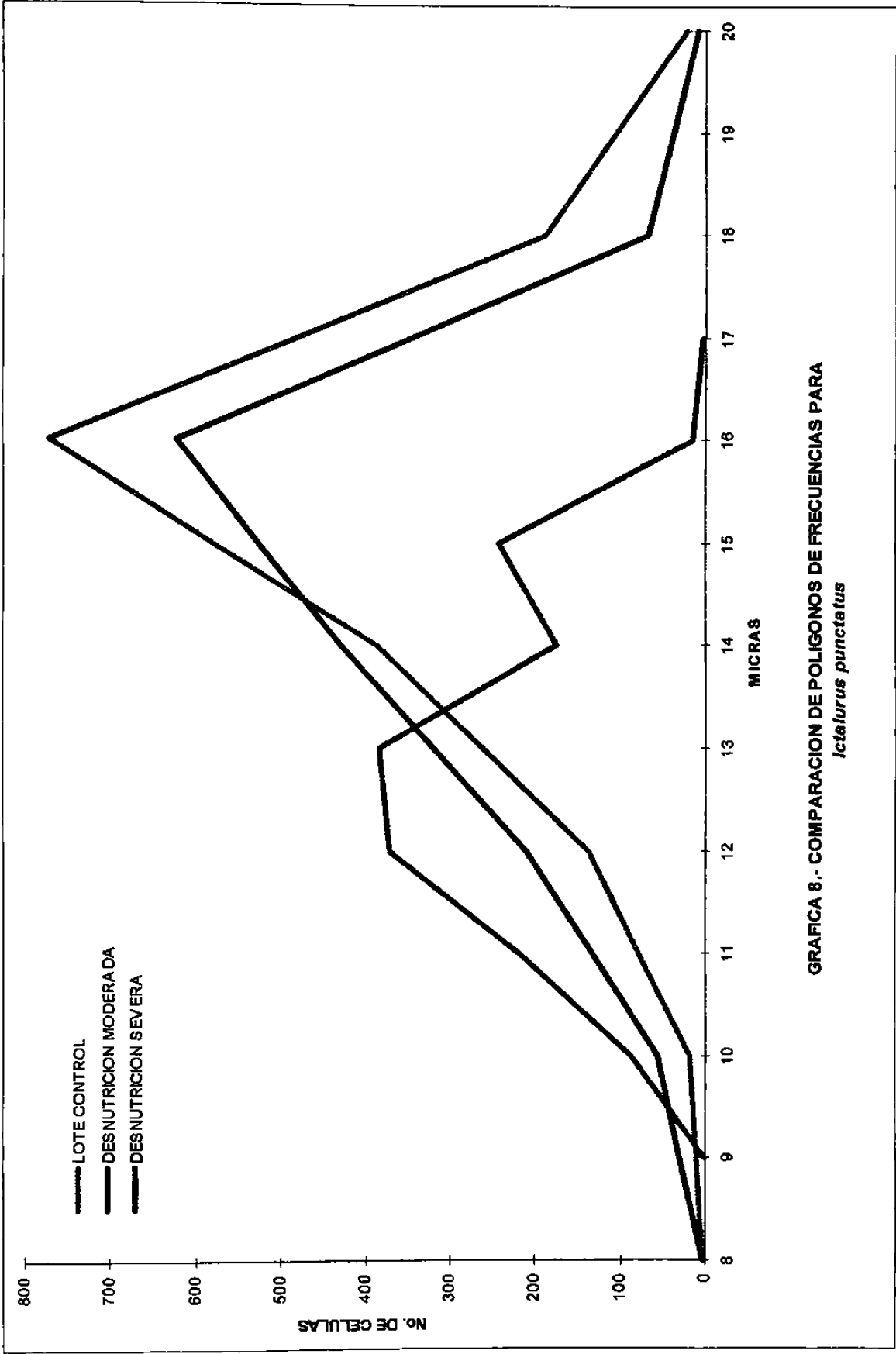


GRAFICA No. 1.- RECUENTO DIFERENCIAL DEE LEUCOCITOS DE LOS LOTES ESTUDIADOS PARA *Ictalurus punctatus*

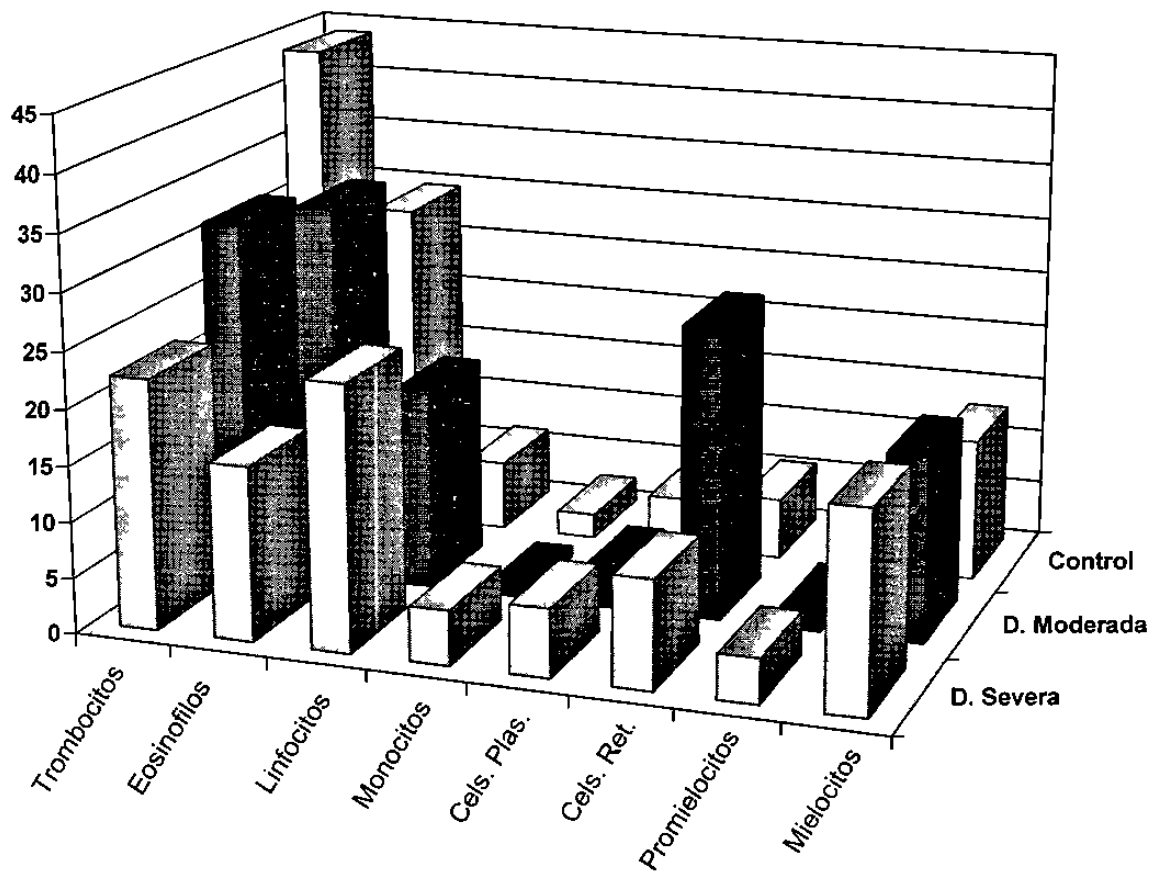




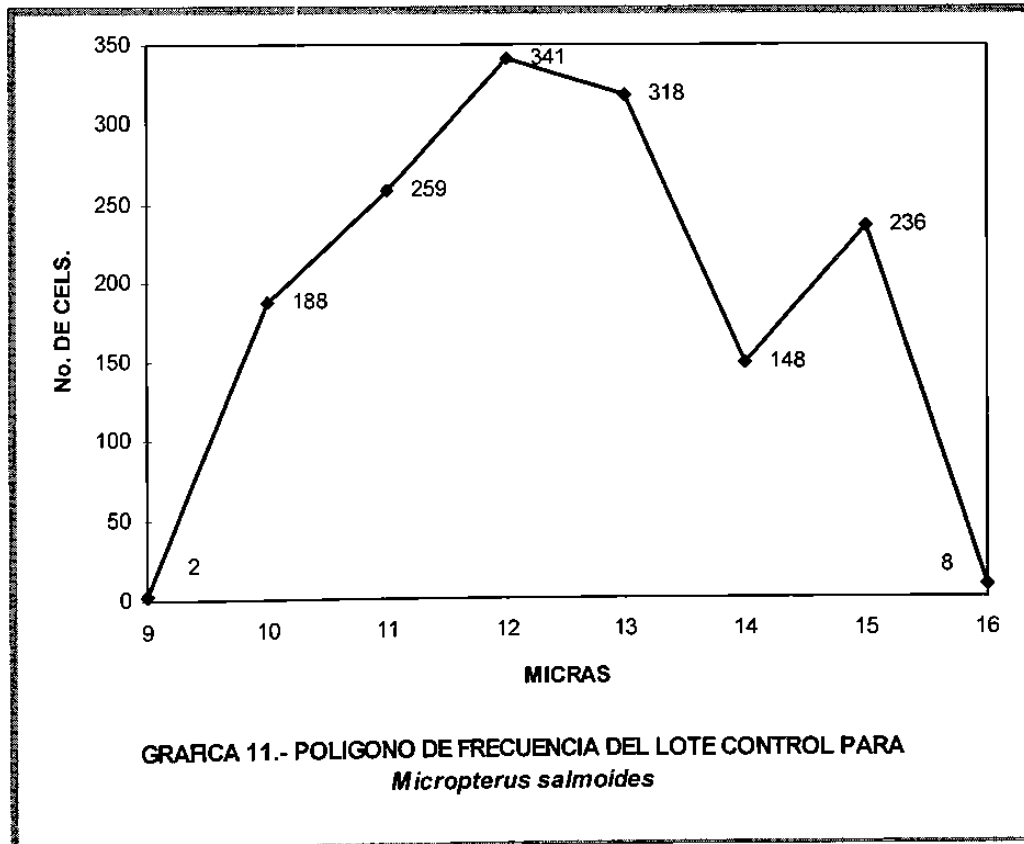
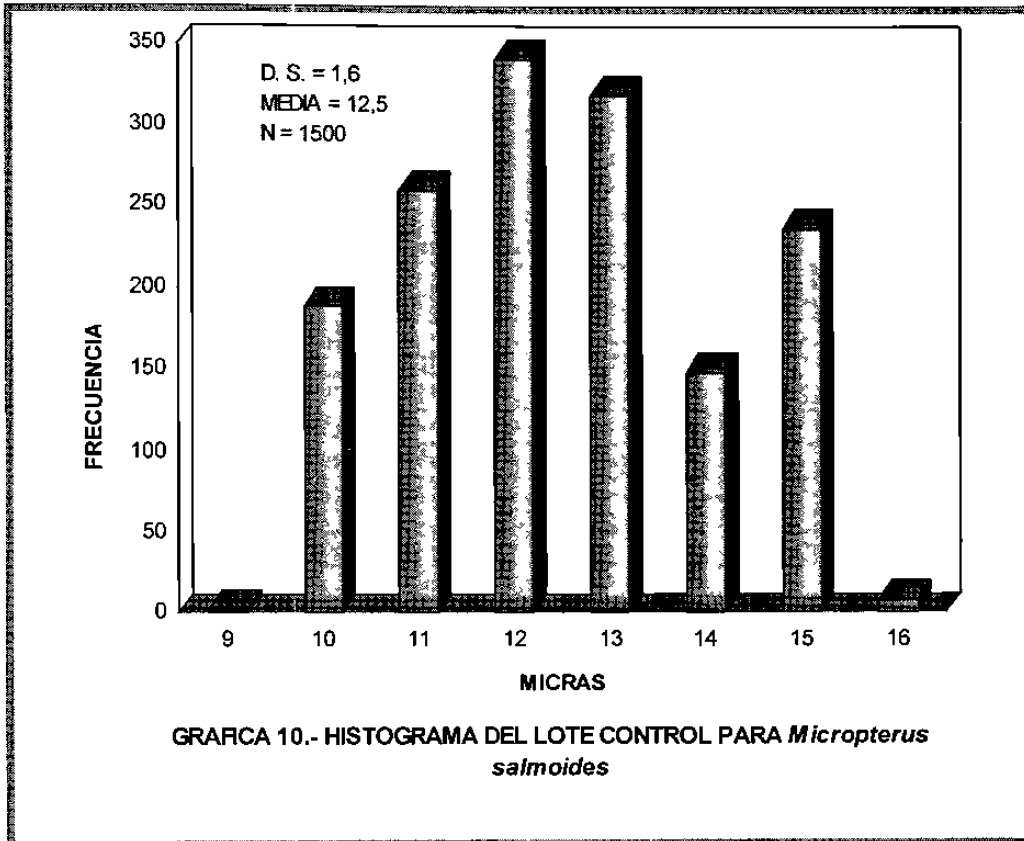


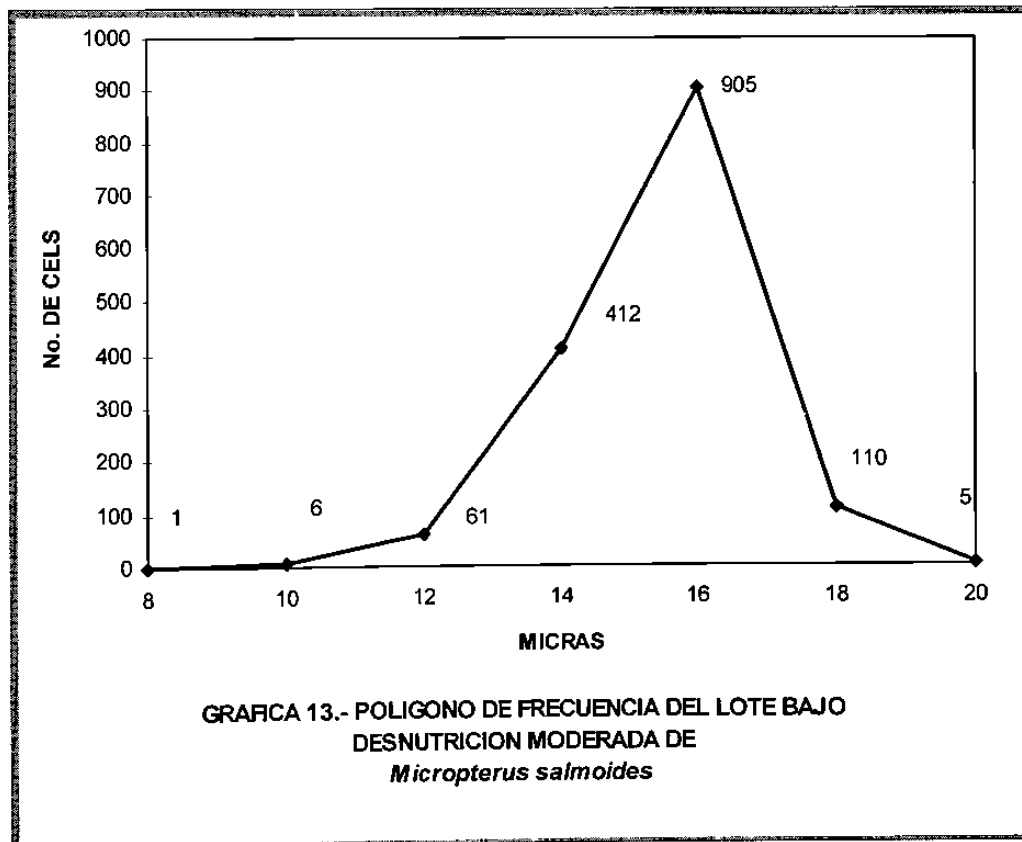
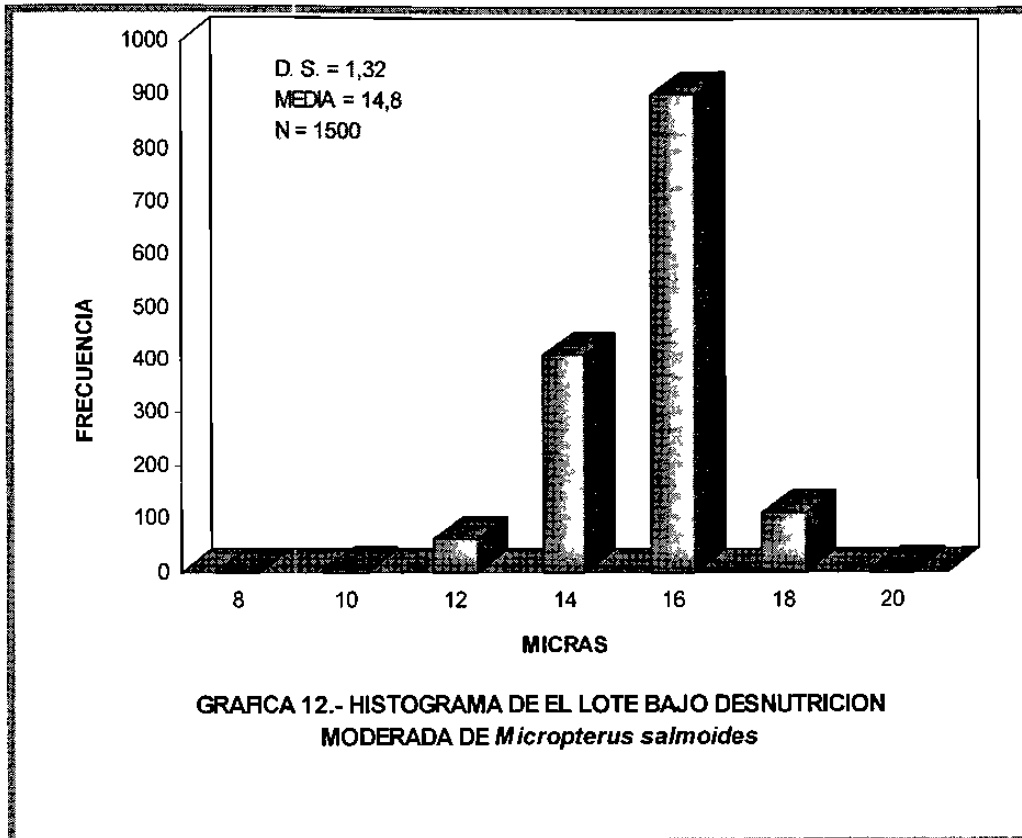


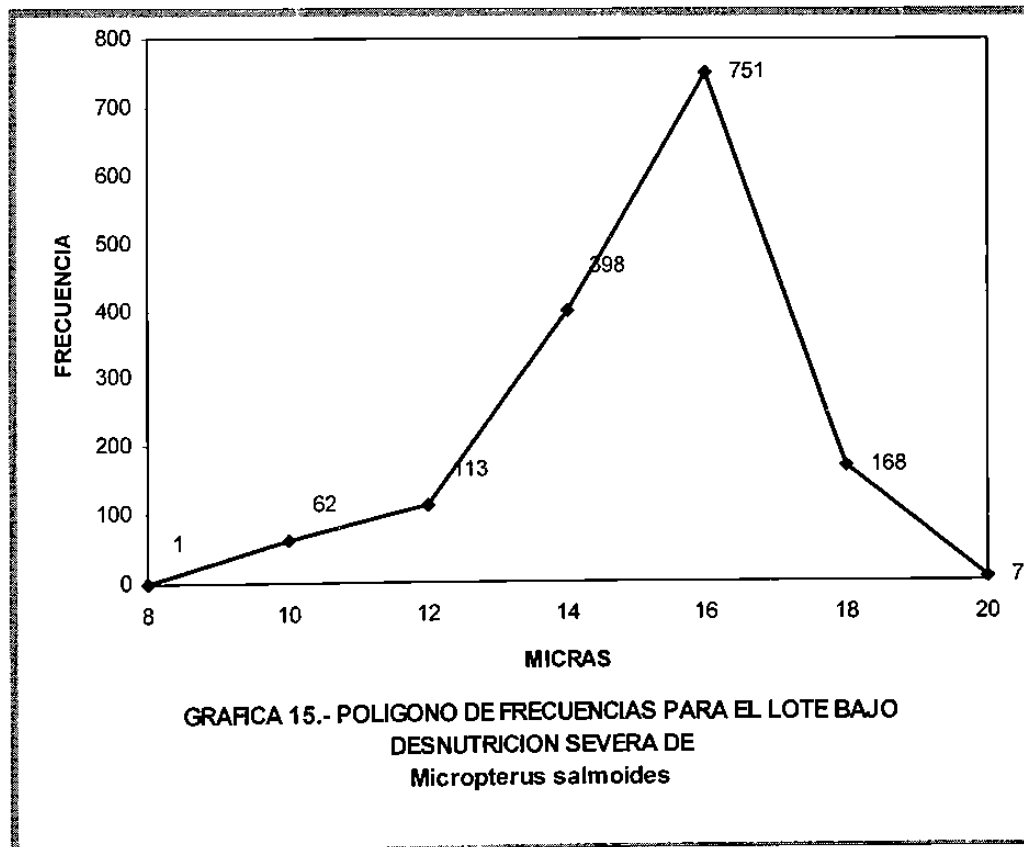
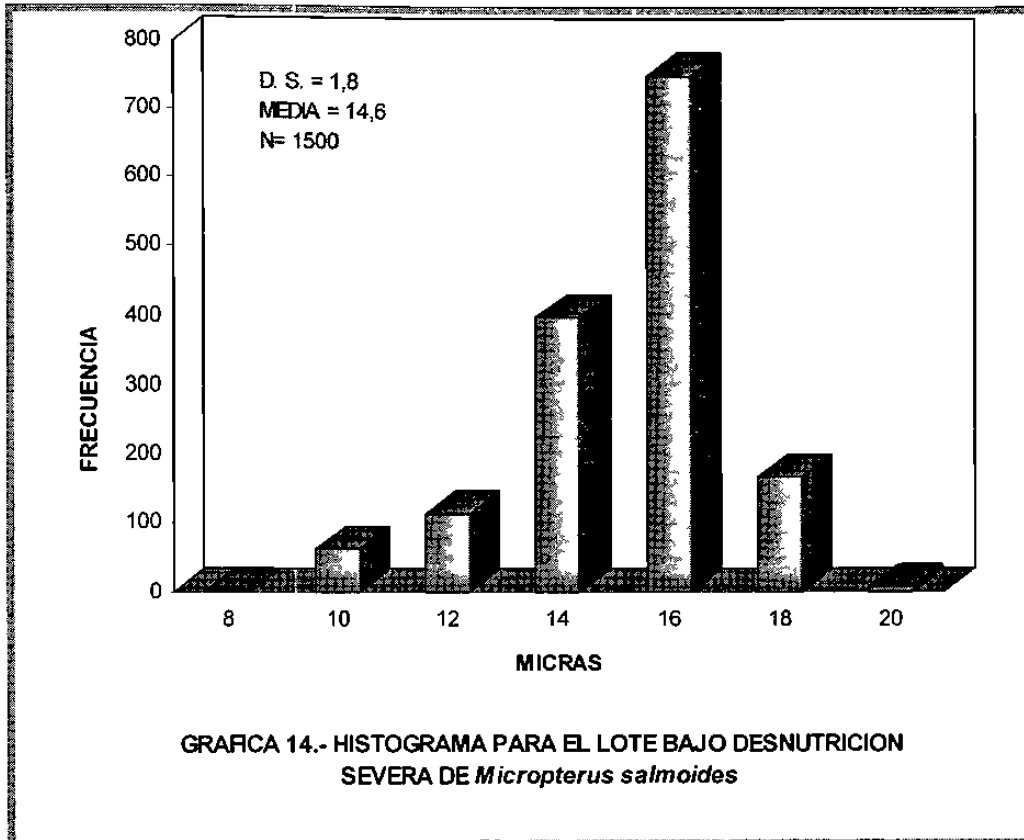
GRAFICA 8.- COMPARACION DE POLIGONOS DE FRECUENCIAS PARA *Ictalurus punctatus*

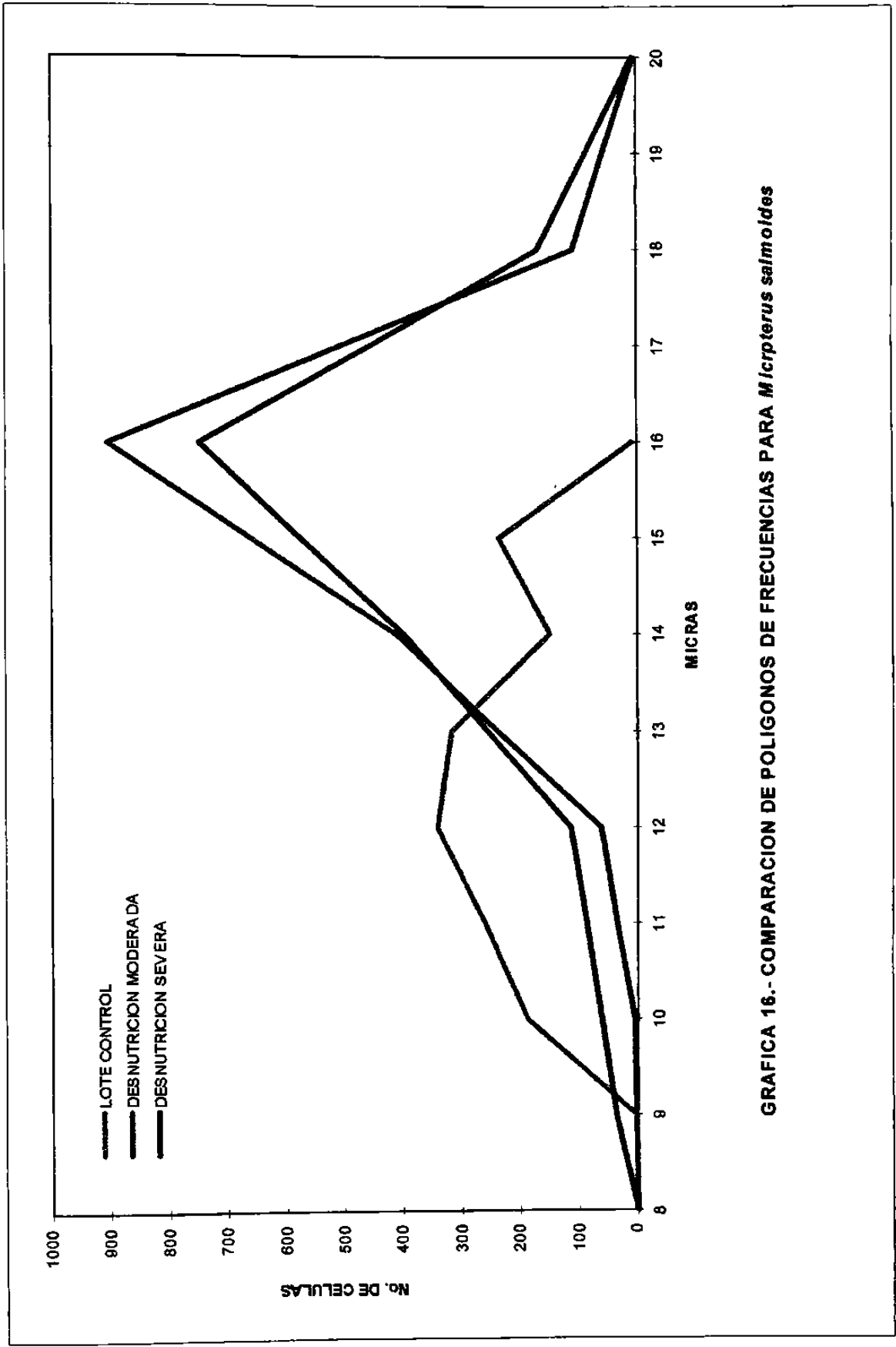


GRAFICA 9.- RECUENTO DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS PARA LOS LOTES ESTUDIADOS DE *Micropterus salmoides*

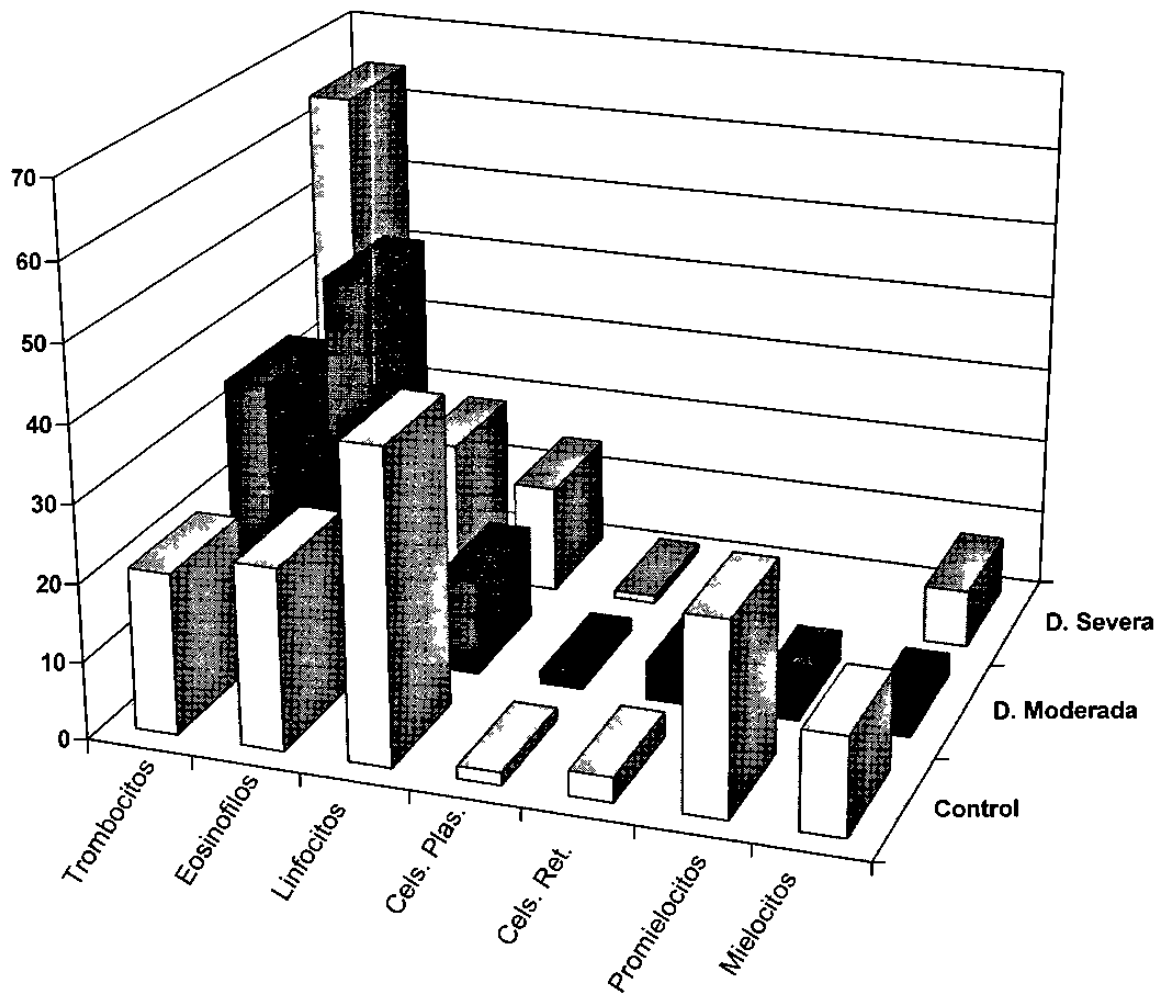




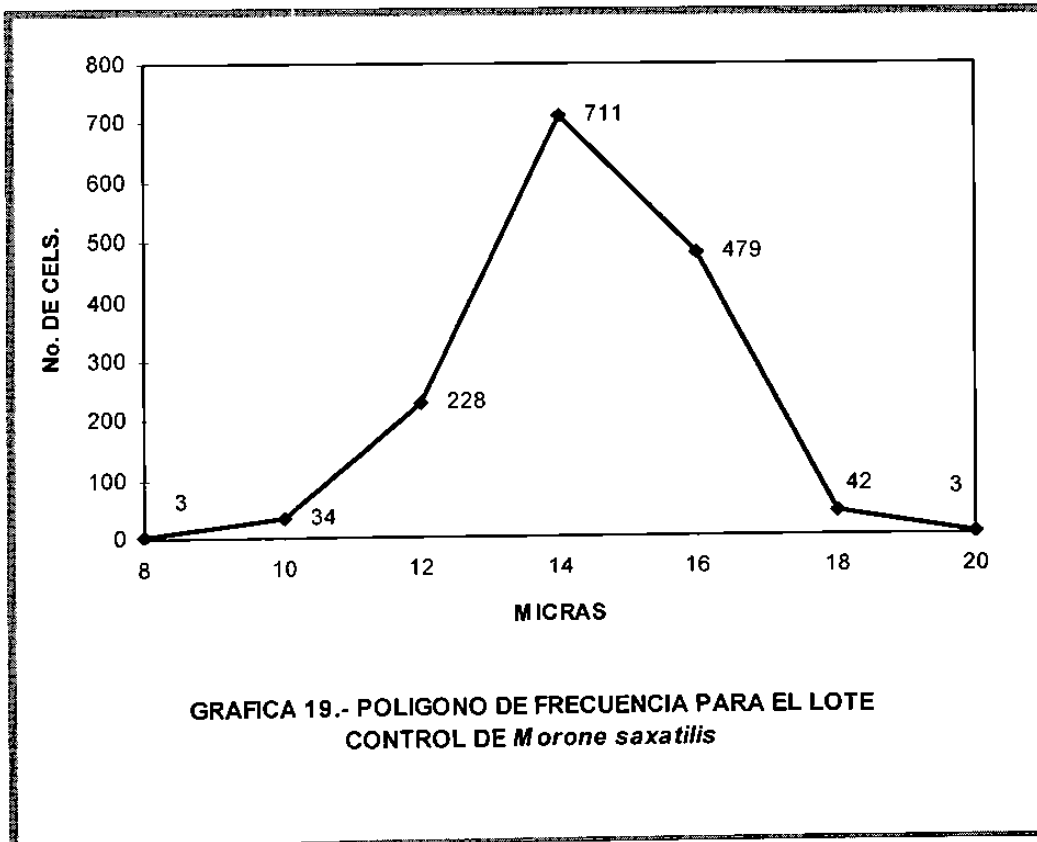
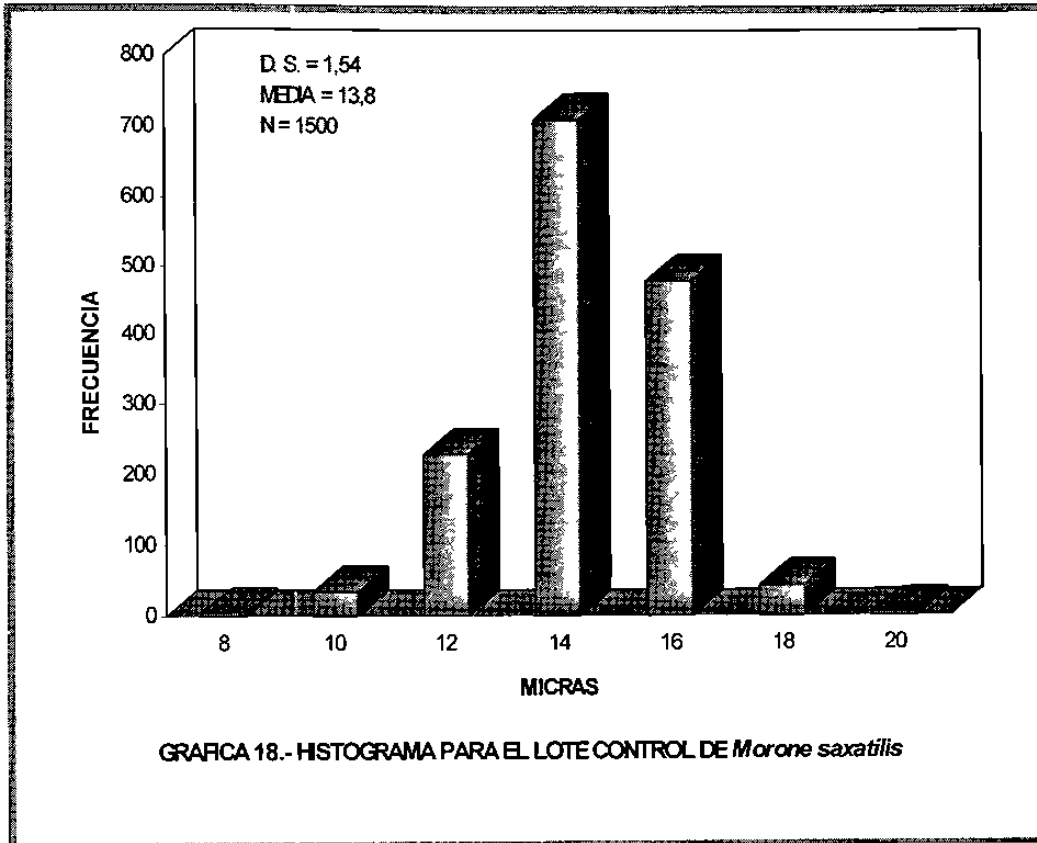


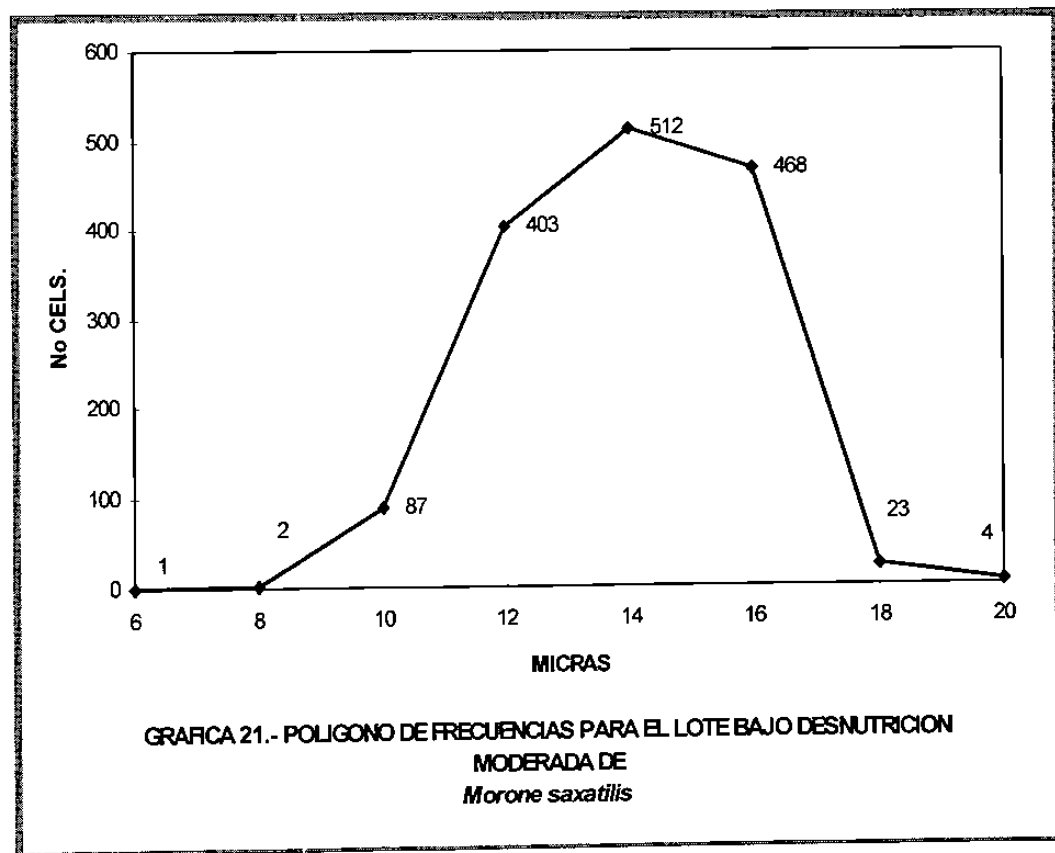
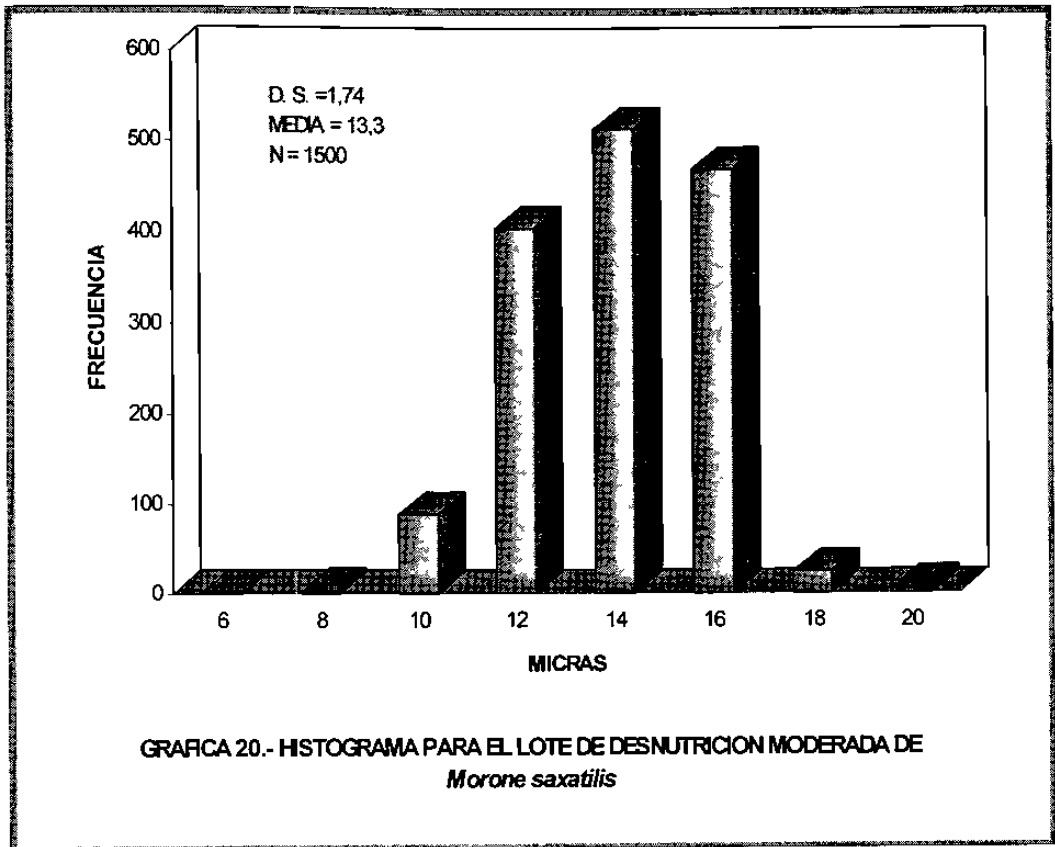


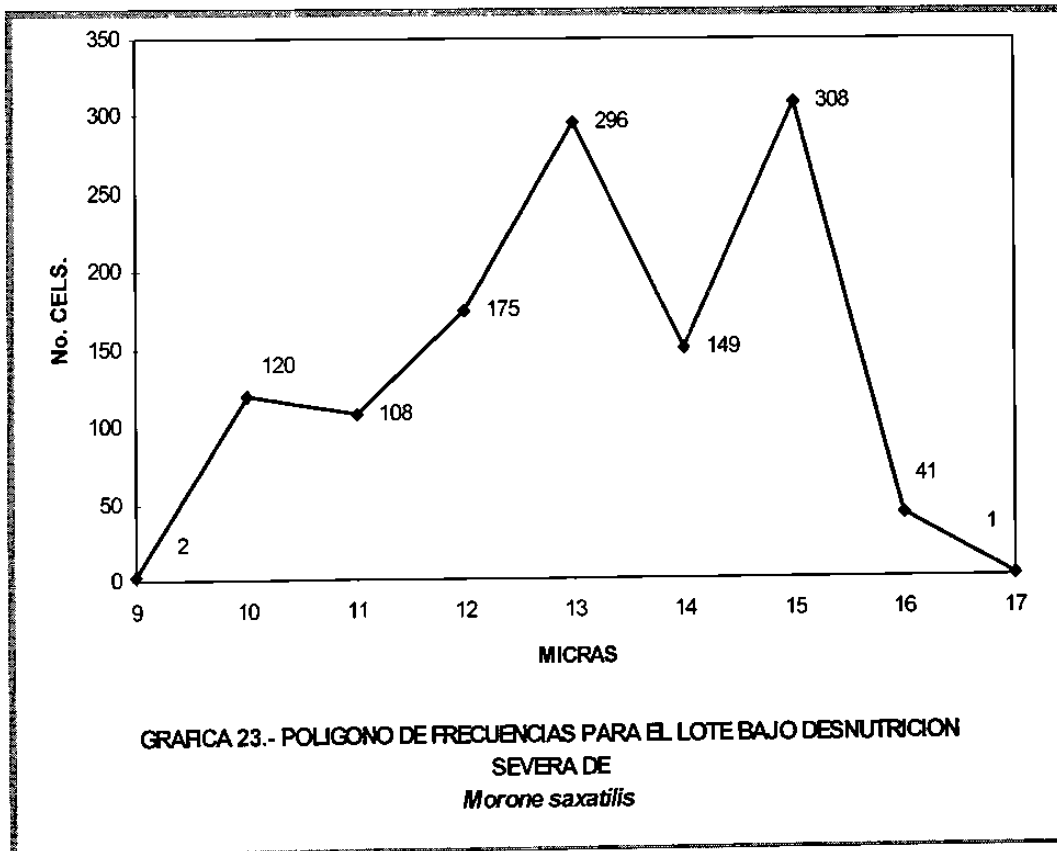
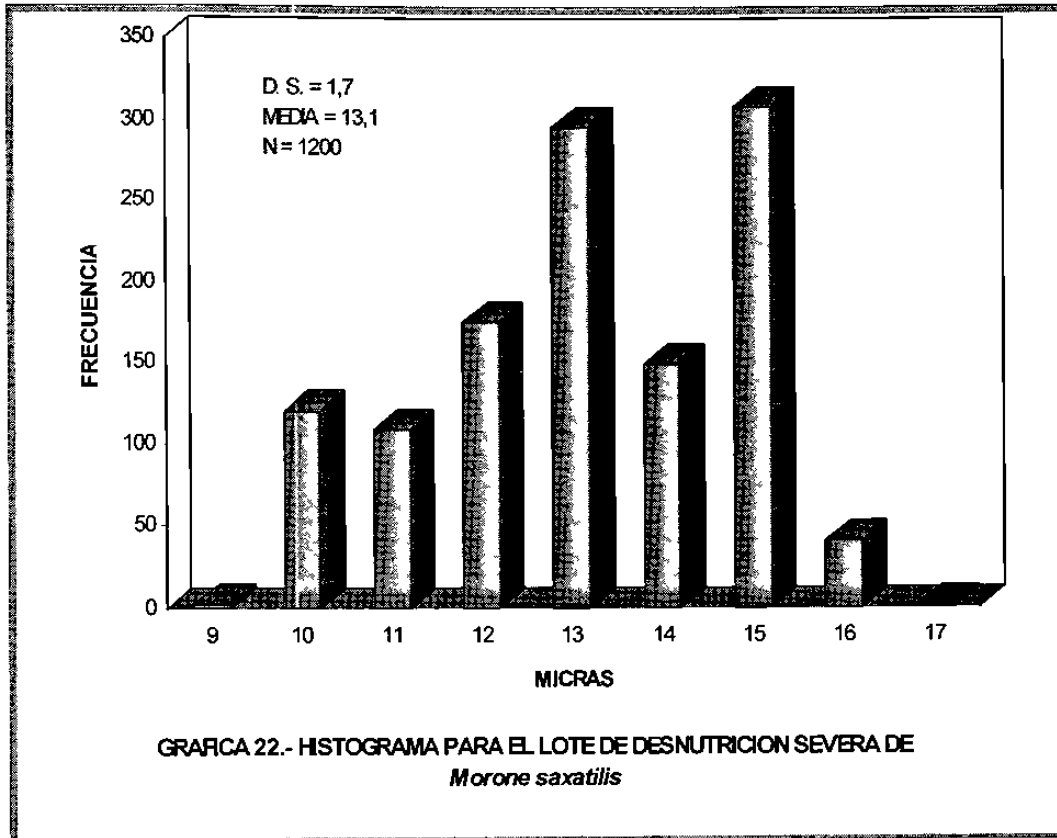
GRAFICA 16.- COMPARACION DE POLIGONOS DE FRECUENCIAS PARA *Micrpterus salmoides*

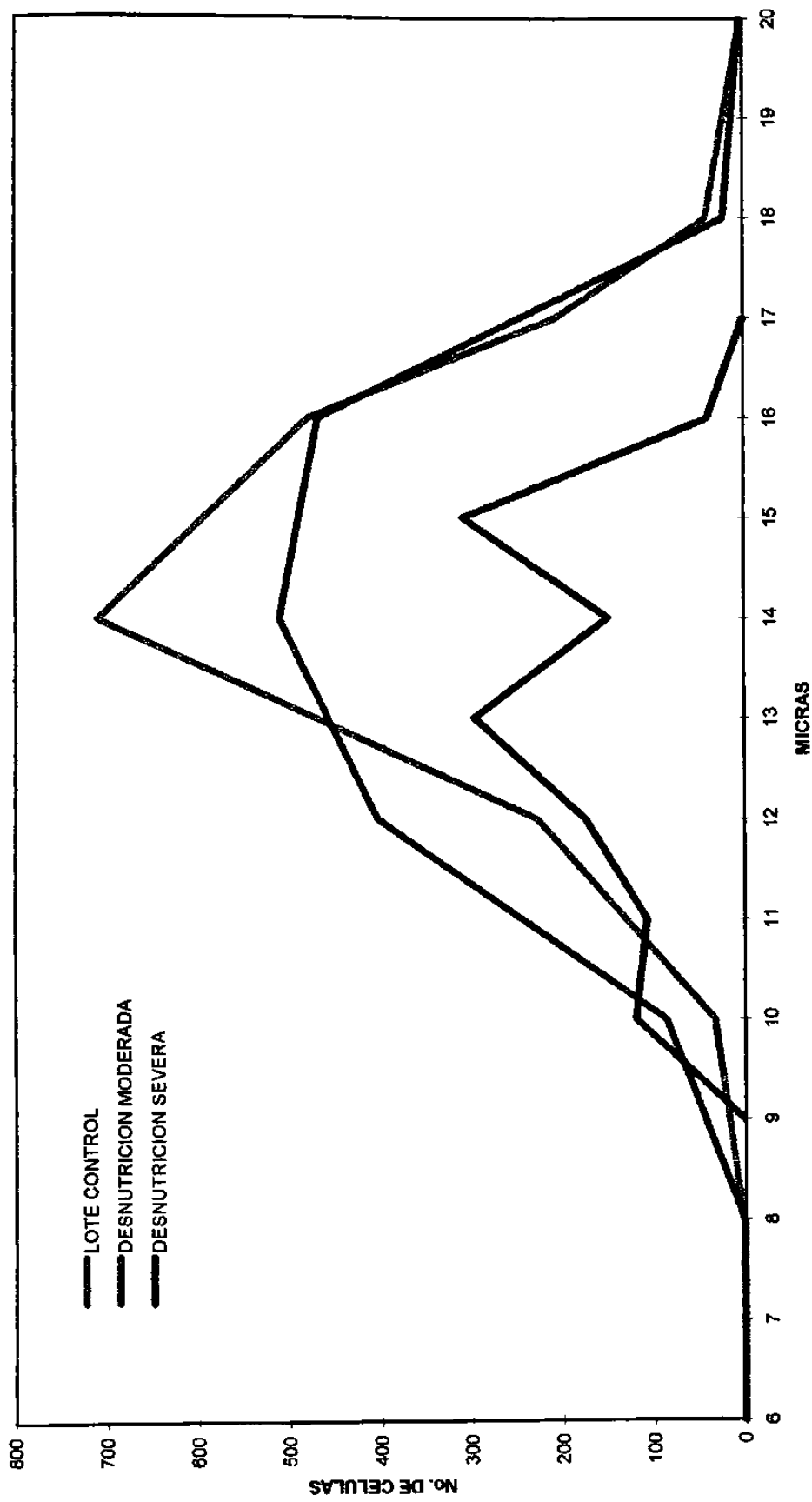


GRAFICA 17.- RECUENTO DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS PARA LOS LOTES ESTUDIADOS DE *Morone saxatilis*.









GRAFICA 24.- COMPARACION DE POLIGONOS DE FRECUENCIAS PARA *Morone saxatilis*

