

Leji 78

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE DIFERENTES AMBIENTES SOBRE LA HIBERNACION DE  
RANA MUGIDORA, *Rana catesbeiana* Shaw, EN UNA ZONA  
TEMPLADA DEL ESTADO DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGO

PRESENTA

HILDA HERNANDEZ GARCIA

MEXICO, D.F., 1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
RESUMEN . . . . .	1
I. INTRODUCCION. . . . .	2
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
1. Clasificación. . . . .	4
2. Principales especies de <i>Rana</i> en México y origen. . . . .	5
3. Distribución geográfica de la rana mugidora en México. . . . .	5
4. Importancia Económica. . . . .	6
5. Morfología de la rana mugidora . . . . .	7
6. Ciclo de vida. . . . .	8
7. Requerimientos ambientales . . . . .	11
8. Hibernación. . . . .	11
III. DESARROLLO EXPERIMENTAL . . . . .	15
1. Lugar donde se hizo el experimento . . . . .	15
2. Ranas utilizadas . . . . .	15
3. Características de los estanques . . . . .	16
4. Tratamientos . . . . .	17
5. Distribución de ranas y tratamientos . . . . .	17
6. Diseño experimental y análisis estadístico . . . . .	19
IV. EL CLIMA EN LA ZONA DE ESTUDIO. . . . .	24
1. Características generales. . . . .	24
2. Temperatura atmosférica durante el experimento . . . . .	25
3. Temperatura del agua de los estanques durante el experimento. . . . .	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	31
INCREMENTO DE PESO. . . . .	31
REDUCCION DE PESO . . . . .	36
INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO . . . . .	39
INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO. . . . .	42

	<u>Página</u>
INCREMENTO EN LONGITUD DE PANTORRILLA . . . . .	46
ANALISIS CONJUNTO DE LAS VARIABLES CUYOS TRATAMIENTOS DIERON EFECTO SIGNIFICATIVO . . . . .	50
EJEMPLARES QUE PERMANECIERON EN SUS TRATAMIENTOS. . . . .	52
VI. CONCLUSIONES. . . . .	55
VII. BIBLIOGRAFIA. . . . .	57

#### INDICE DE TABLAS

TABLA V.1. INCREMENTO, REDUCCION DE PESO Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS . . . . .	33
TABLA V.2. INCREMENTO EN LONGITUD HOCICO-ANO Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIA- DOS . . . . .	40
TABLA V.3. INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRATAMIENTOS ESTU- DIADOS. . . . .	43
TABLA V.4. INCREMENTO EN LONGITUD DE PANTORRILLA Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRA- TAMIENTOS ESTUDIADOS. . . . .	47

#### INDICE DE CUADROS

CUADRO III.1. RANGOS DE PESO DE LOS EJEMPLARES ESTUDIADOS. . . . .	15
CUADRO III.2. NUMERO, SEXO Y PESO EN GRAMOS DE LAS RANAS EN LOS TRATAMIENTOS. . . . .	18
CUADRO IV.1. TEMPERATURAS PROMEDIO SEMANALES MAXIMAS, MEDIAS Y MINIMAS EN °C DEL AGUA DE LOS ESTANQUES DURANTE EL EXPERIMENTO . . . . .	28
CUADRO V.1. INCREMENTO DE PESO. EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA . . . . .	34
CUADRO V.2. ANALISIS DE VARIANZA. INCREMENTO DE PESO POR EJEMPLAR . . . . .	34

	<u>Página</u>
CUADRO V.3. REDUCCION DE PESO. EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA . . . . .	37
CUADRO V.4. ANALISIS DE VARIANZA. REDUCCION DE PESO POR EJEMPLAR . . . . .	37
CUADRO V.5. INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO. EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA. . .	41
CUADRO V.6. ANALISIS DE VARIANZA. INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO . . . . .	41
CUADRO V.7. INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO. EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA. . .	44
CUADRO V.8. ANALISIS DE VARIANZA. INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO. . . . .	44
CUADRO V.9. INCREMENTO EN LONGITUD DE LA PANTORRILLA. EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA. . . . .	48
CUADRO V.10. ANALISIS DE VARIANZA. INCREMENTO EN LONGITUD DE PANTORRILLA . . . . .	48

#### INDICE DE FIGURAS

FIGURA III.1. Determinación del peso de los ejemplares de rana. . . . .	20
FIGURA III.2. Toma de datos de grosor y longitud . . . . .	20
FIGURA III.3. Marcado de los ejemplares. . . . .	20
FIGURA III.4. Arreglo y disposición de los tratamientos del experimento sobre hibernación en rana. .	20A
FIGURA III.5. Aspecto de la estación piscícola donde se realizó el experimento . . . . .	21
FIGURA III.6. Tratamiento con tule donde se aprecian las plantas ya establecidas en la mitad del estanque . . . . .	21
FIGURA III.7. Acercamiento que muestra las plantas de tule .	22
FIGURA III.8. Estanque destinado al tratamiento de plástico.	22

	<u>Página</u>
FIGURA III.9. Tratamiento testigo . . . . .	23
FIGURA III.10. Tratamiento con lirio . . . . .	23
FIGURA IV.1. Variación mensual de temperatura y precipitación de la Estación Meteorológica de Chapingo, México . . . . .	29
FIGURA IV.2. Temperaturas diarias máximas, medias y mínimas en °C durante el experimento. . .	30
FIGURA V.1. Incremento de peso y porcentaje de ejemplares sin alteración . . . . .	35
FIGURA V.2. Reducción de peso y porcentaje de ejemplares sin alteración . . . . .	38
FIGURA V.3. Incremento de longitud hocico-ano y porcentaje de ejemplares sin alteración . .	41A
FIGURA V.4. Incremento en grosor del muslo y porcentaje de ejemplares sin alteración . .	45
FIGURA V.5. Incremento en longitud de pantorrilla y porcentaje de ejemplares sin alteración .	49
FIGURA V.6. Reducción de peso, incremento en grosor del muslo y longitud de pantorrilla . . . . .	51
FIGURA V.7. Porcentaje de ejemplares que permanecieron en sus tratamientos. . . . .	54

## RESUMEN

Se realizó un estudio sobre hibernación en rana mugidora en la entonces estación piscícola\* de Chapingo, México. Se probaron cuatro ambientes diferentes: tule, plástico, lirio y testigo en un período de tres meses, para evaluar el efecto de los mismos en el crecimiento de rana mugidora durante el período de hibernación y determinar el ambiente más propicio; asimismo, plantear algunos lineamientos derivados de esta experiencia.

Se utilizó un diseño experimental simple con distribución completamente al azar. Los resultados se evaluaron en función de las variables de estudio que fueron: incremento de peso, reducción de peso, longitud hocico-ano, grosor del muslo, longitud de pantorrilla y permanencia de los ejemplares en los tratamientos estudiados. A los datos resultantes se les practicó análisis de varianza para detectar efecto significativo de tratamientos; en aquellos casos afirmativos se utilizó la prueba de "t", siguiendo el método de DMS común, para establecer diferencias entre tratamientos.

Con base en los resultados obtenidos, las principales conclusiones señalan lo siguiente: se manifestó efecto significativo de tratamientos en reducción de peso, grosor del muslo y longitud de pantorrilla; los mejores tratamientos fueron el plástico y el lirio; por último, se señalan algunos planteamientos experimentales tendientes a incrementar la productividad del recurso rana en zonas templadas.

\* Esta estación piscícola se clausuró en 1978.

## I. INTRODUCCION

Es del conocimiento general, la necesidad de incrementar la producción de alimentos vegetales a nivel nacional y mundial, principalmente de aquellos considerados como básicos, donde la naturaleza de su contenido, hidratos de carbono, son la fuente de energía para la mayor parte de los organismos vivos. Cuando se trata de alimentos ricos en proteínas de origen animal el problema es mayor, dado que están involucrados más factores en su producción, lo cual repercute finalmente, en la escasez y alto costo de los mismos.

Los alimentos terrestres de origen animal, provienen de diferentes especies en explotación, entre las que domina, en el grupo de las llamadas especies mayores, el ganado bovino. En las especies menores la variabilidad es mayor, pero el nivel de explotación y/o aprovechamiento es menor, principalmente porque no están en capacidad de competir con dichas especies mayores en los volúmenes de producción y en parte, en algunas de ellas, porque las técnicas de explotación no han sido debidamente estudiadas para cada zona o región de producción.

En el caso de la rana mugidora, *Rana catesbeiana* Shaw, en nuestro país prácticamente no hay empresas dedicadas a la explotación tecnificada de este recurso, ya que en la mayoría de los casos, solamente existe un aprovechamiento del mismo, con base en la propagación que hacen algunas dependencias oficiales en cuerpos de agua y distritos de riego en ciertas zonas que ecológicamente consideran más favorables para el desarrollo de esta especie.

Es indudable que de tal nivel de utilización del recurso no se pueden esperar producciones altas; sin embargo, basta señalar que en el período de 1960-1967, se obtuvo una producción de 2,933, 107 kg de ancas de rana, con un valor comercial de \$17,400,037.00 M.N. (Mayés, 1968), lo cual incluyó exportaciones al vecino país del norte. Tales datos nos muestran que, sin tecnificación, con esta especie es posible obtener producción de proteína para consumo nacional y divisas.



Generalmente se ha propagado a la rana mugidora, con fines de su aprovechamiento, en lugares tropicales secos o subhúmedos con buenos resultados y sólo ocasionalmente en zonas templadas; tal es el caso de la estación piscícola de Chapingo, México, donde también ha mostrado buen desarrollo; sin embargo, en esta zona existe, durante tres o cuatro meses al año, la presencia de factores meteorológicos desfavorables, como bajas temperaturas y escasez de precipitación, que se considera afectan el crecimiento de dicha especie y motivan la hibernación; pero, desgraciadamente, no se han realizado cuantificaciones al respecto en esta zona, que permitiera determinar el nivel de dicha afectación.

Tales aspectos motivaron la realización del presente trabajo. Por tal motivo, se probaron tres ambientes diferentes y un testigo, con el fin de detectar y seleccionar aquel que redujera el efecto de la hibernación. Con base en lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de cuatro ambientes en el crecimiento de rana mugidora durante el período de hibernación.
- Determinar el ambiente más propicio para reducir los efectos de la hibernación.
- Plantear algunos lineamientos, a nivel experimental, sobre el tratamiento a la rana mugidora durante la hibernación en zonas templadas de nuestro país.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 1. Clasificación

La rana "toro" o rana "mugidora", *Rana catesbeiana* Shaw, pertenece a la Clase Amphibia, subclase Lissamphibia, superorden Salientia, orden Anura, familia Ranidae, género *Rana*, especie *Rana catesbeiana* Shaw.

Las principales características que la ubican en tales grupos taxonómicos son las siguientes: centro vertebral reducido o ausente, fusionalmente reemplazado por el crecimiento envolvente de los arcos neurales; cráneo con número reducido de huesos; tronco corto y porción ilíaca de la cintura pélvica alargada; cola ausente en los adultos, vértebras postsacras fusionadas para formar el coxis; 5 a 9 vértebras presacras presentes; radio fusionado a la ulna; tibia fusionada a la fíbula; no se distingue región del cuello; extremidades posteriores adaptadas para el salto y la natación, considerablemente más largas que las anteriores; tímpano bien formado; voz como resultado de la presencia de la laringe; ojos bien desarrollados con párpados movibles, el inferior más movible; fecundación generalmente externa, reproducción ovípara.

En particular, el género *Rana* presenta la pupila del ojo horizontal; lengua bífida con muesca profunda, libre hacia atrás; dientes en la mandíbula superior y sobre vómeres entre los orificios nasales internos o por detrás de ellos; los dedos de los miembros anteriores son libres y los posteriores tienen membranas interdigitales; los metatarsianos cuarto y quinto de la parte central de la pata son divergentes, pero están unidos por la membrana; las falanges terminales pueden ser simples y puntiagudas o en forma de "T", a veces con discos; los machos poseen excrescencias, espinas o ganchos en los miembros anteriores, como carácter sexual secundario; el tímpano es muy notorio; en la mayoría de las especies los machos tienen sacos vocales internos o externos; todas las especies del género *Rana* se reproducen en el agua.

## 2. Principales especies de *Rana* en México y origen.

Diversos autores, Smith y Taylor (1948), Ramírez (1962), Guzmán del Proo (1962), Mayés (1968), Alvarez del Villar (1973), Juárez (1976) y Piña (1977), consideran que las principales especies de *Rana* en México son:

*Rana catesbeiana*

*R. pipiens*

*R. pustulosa*

*R. palmipes*

*R. tarahumarae*

*R. montezumae*

*R. helecina*

*R. megapoda*

En relación con su origen, puede decirse que la mayor parte de dichas especies son nativas de México, aunque algunas como *R. catesbeiana* es nativa de Carolina del Sur, EUA. Stebbins (1966).

## 3. Distribución geográfica de la rana mugidora en México.

La distribución de esta especie en la República Mexicana se ha registrado en pocas entidades federativas. La mayor parte de los autores coinciden en que la principal área de distribución se encuentra al norte del país, principalmente al noreste y noroeste. Así tenemos que los estados en donde principalmente se ha señalado su presencia son: Tamaulipas (Smith y Taylor, 1948; Ramírez, 1962; Stebbins, 1966; Smith y Taylor, 1966; Mayés, 1968 y Juárez, 1976); Coahuila (Smith y Taylor, 1948; Ramírez, 1962 y Mayés, 1968); Nuevo León (Smith y Taylor, 1948 y 1966 y Mayés, 1968); Sinaloa (Smith y Taylor, 1966 y Mayés, 1968); Chihuahua (Mayés, 1968). Otros estados son: San Luis Potosí (Taylor, 1952; Juárez, 1976); México, Michoacán, Morelos, Veracruz y Tabasco (Mayés, 1968).

#### 4. Importancia Económica

La rana mugidora es una de las de mayor talla, por lo que se considera como la especie básica en la industria ranera, ya que su carne (ancas) tiene gran aceptación comercial por su excelente sabor, su bajo contenido en grasas, carbohidratos y por su mayor contenido en agua (84%), que la hace más jugosa y de bajo grado de acidez, lo cual a su vez la convierte en un alimento de fácil digestión; además de su gran valor alimenticio comparado con otras carnes como pollo, aves, pescado, ostras, cerdo y ternera. Zertuche (1966), Mayés (1968) y Piña (1977). También se le suponen cualidades medicinales, pues se tienen noticias de personas enfermas que han estado bajo tratamiento a base de piel de rana frita y han notado que su vista mejora. Zertuche (1966). Por otra parte, es reconocida su importancia como material básico en la enseñanza y la investigación.

Otro hecho conocido sobre el aprovechamiento de la rana es que, en algunos países como Alemania, Cuba y E.U.A., con la carne que no se aprovecha, se producen harinas para piensos y caldos para sazonar alimentos humanos. Asimismo, la piel de la rana se aprovecha para la fabricación de zapatos para dama (Zertuche, 1966).

Con relación a la explotación de la rana en México, considerando las especies de interés comercial en el país, Juárez (1976) hace notar que tal actividad estuvo circunscrita a las regiones lacustres de los Estados de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Distrito Federal, con centros productores respectivos de importancia en Zumpango, Yuriria, Chapala, Uruapan, Pátzcuaro, Tláhuac, Xochimilco e Iztapalapa.

El mismo autor presenta un cuadro donde recopila la información de Aguilar (1962), Mayés (1968) y S.I.C. (1965-1967) en relación con la producción nacional de rana por año, de 1953 a 1974, por entidades federativas productoras, volúmenes y valores de exportación y el valor de la producción nacional.

## 5. Morfología de la rana mugidora.

La rana mugidora es una de las más grandes. Los machos miden de 85 mm a 180 mm y las hembras de 89 mm a 184 mm, posiblemente hasta 200 mm (Wright y Wright, 1965). Según Stebbins (1966), miden de 87 mm a 200 mm.

Ningún pliegue al lado del dorso, excepto un corto pliegue sobre y atrás del tímpano. El macho con sacos vocales internos, los cuales al inflarse forman una especie de bolsa, aplanada bajo el mentón; los machos con el tímpano más grande que el ojo; la cabeza es estrecha (Wright y Wright, 1965).

Otros aspectos morfológicos de la rana mugidora son: cuerpo ancho, muy amplio en la región ventral, cabeza amplia y aplanada, piel lisa, desnuda y carente de rugosidades; ojos saltones característicos que pueden ocultar dentro del cráneo; los miembros anteriores son robustos y cortos, con cuatro dedos libres, sin callosidades y sin almohadillas digitales; los miembros posteriores son largos y robustos (ancas), con 5 dedos fuertemente callosos; excepto la última falange del dedo mayor, todos los dedos están unidos por una membrana; dientecillos córneos sólo en la mandíbula superior; la lengua es bífida, libre hacia atrás y presenta la hendidura profunda; la rana macho tiene un par de testículos localizados en la cavidad del cuerpo, cerca del extremo posterior y superior del riñón, en donde están sostenidos a la pared dorsal del cuerpo, a ambos lados de la columna vertebral, por una doble capa de mesenterio peritoneal, llamado mesorquio, que los envuelve; los dos ovarios en la hembra, están adheridos al lado dorsal de la cavidad del cuerpo en su porción anterior, por el mismo tipo de mesenterio descrito para el testículo.

El color usualmente es verdusco sobre el dorso y blanco amarillento en la porción ventral. La cabeza y el área del ángulo de la boca al tímpano son verdes; el resto de las partes superiores del mismo color u olivo amarillento, o amarillo aceite inconspicuamente moteado; la orilla de las partes más externas del tímpano del

mismo color. Las extremidades anteriores y posteriores del mismo color casi negro u olivo ocre con olivo amarillento; las bandas transversales del fémur y la tibia, olivo verdosas oscuras y el mismo color en las manchas sobre las extremidades anteriores; el frente y el fémur reticulado de olivo grisáceo; también la ingle y abajo y a los lados de las extremidades traseras, parcialmente reticuladas o moteadas con olivo grisáceo e intersticios blancos. Las partes ventrales blancas u olivo pálido. El iris negro moteado con bermejo o naranja. Margen de la pupila amarillo limón pálido (Wright y Wright, 1965).

#### 6. Ciclo de vida.

Nacimiento. Mayés (1968), en relación al nacimiento de los renacuajos de rana mugidora, considera que, después de ser fecundados los huevecillos, las capas envolventes absorben agua y aumentan de tamaño, son de consistencia firme, como gelatina dura, y tienen un sabor bastante desagradable, lo que les evita ser atacados por depredadores, y al iniciarse el proceso de incubación, el huevecillo aumenta de densidad y empieza a hundirse, alojándose en el fango, donde realiza su desarrollo hasta el nacimiento del renacuajo, dentro de 3-20 días, dependiendo de la temperatura. La duración de la incubación, si la temperatura del aire (24-27°C) y la humedad ambiente son óptimos, será de 3 a 4 días, pero si es fría y seca, tomará más de 10 días. Al cabo de este tiempo el huevecillo se abre y sale una larva de 4.5 mm aproximadamente, de color negrusco; nadadora, aunque lo hace por pequeños tramos y luego cae al fondo, o se adhiere por medio de las ventosas orales a la vegetación y luego vuelve a nadar hasta encontrar otro lugar donde fijarse; al irse desarrollando se vuelve más activa.

Wright y Wright (1965) mencionan que los huevos se encuentran formando parte de una masa gelatinosa con una película superficial grande; dicha masa mide aproximadamente 60 cm de diámetro; los huevos negros y blancos son de 1.2 a 1.7 mm de diámetro; no hay envoltura interna y la externa emerge dentro de la pelícugelatinosa; el renacuajo es grande, de 100 a 165 mm, de color olivo con manchas fi-

nas de negro.

Zertuche (1966) dice que las huevas de la rana mugidora tienen un diámetro de 15 a 20 cm inicialmente, pero van creciendo hasta alcanzar unos 40 cm; a los 10 días comienzan a nacer las larvas, las cuales se alimentan de una clara, parecida a la de huevo de gallina, que es la substancia que amalgama a la hueva; continúan alimentándose de este producto hasta que se lo acaban y entonces empiezan estas larvas a desplazarse en busca de otros alimentos. Cada rana ovula de 5 a 8 mil huevos en promedio.

Metamorfosis. Al hablar sobre la metamorfosis, Mayés (1968) menciona que al aparecer las branquias, la cola aumenta de tamaño, la boca termina de formarse y se abre, cuando la larva mide 9 mm, para buscar alimento, que principalmente es de origen vegetal. El renacuajo tiene el cuerpo cubierto por una mucosidad que lo hace ser muy resbaloso, cubre su cuerpo completamente y lo protege de heridas. Los miembros posteriores aparecen después a los 60 días; para entonces mide de 15 a 17 cm, del extremo anterior del hocico hasta la punta de la cola; aparecen también los pulmones (70 días) y el intestino se acorta, la dieta alimenticia se vuelve abundantemente carnívora, poco después la metamorfosis se completa, se transforma en ranita, apareciendo los miembros anteriores y perdiendo la cola por reabsorción, llegando a ser una rana a los 4, 6, 12 o más meses, dependiendo de la temperatura ambiental.

Alimentación. Cuando el renacuajo nace, se nutre del vitelo o yema proporcionada por el huevo, y 24 horas después de que ésta se ha terminado, empieza a buscar otro tipo de alimento; al aparecer la boca y crecerle la cola se alimenta de materias vegetales y detritus orgánicos del fondo, come cualquier alimento vegetal y animal suaves. En esta fase de su vida, el intestino es largo, delgado y enrollado en espiral, lo que nos indica que el tipo de alimentación que realiza es herbívora. Cuando aparecen las patas posteriores y hace repetidas salidas a la superficie a respirar con los pulmones, la alimentación es omnívora y puede capturar pequeños insectos vivos en movimiento.

Cuando completa la metamorfosis se hace predominantemente carnívora, por lo que rechaza el alimento de origen vegetal. El joven y el adulto se ocultan entre la maleza, permaneciendo quietos durante mucho tiempo para esperar la presa. El adulto puede comer alimento muerto; captura insectos con la lengua bífida, que es proyectable y pegajosa, llevándolos a la boca; los individuos mayores llegan a alimentarse de pequeños mamíferos, aves y reptiles. Esta especie tiene la particularidad de que puede llevar el estómago a la boca y expulsar sustancias no gratas que hubiera ingerido. Las ranas regulan su vida de acuerdo con la cantidad de alimento disponible; si hay abundancia, se muestran activas, con inquietud y su croar fuerte; si hay escasez, se ven pasivas y su croar es débil. Cuando hay abundancia de alimento, consumen más de lo que digieren, ya que en sus excrementos se encuentra comida sin digerir (Mayés, 1968).

Reproducción. Según el mismo autor, la época de reproducción se inicia en la temporada de lluvias, cuando aumenta la temperatura, llegando a ser de 25°C y la del agua de 20°C. Generalmente es en primavera o a principio del verano y se prolonga hasta agosto, acompañada del reclamo nupcial del macho. Wright y Wright (1965) mencionan que la rana mugidora, en el norte de E.U.A., se reproduce a finales de junio o en julio, cuando la temperatura del aire es aproximadamente de 27°C, y el agua llega a 21°C; en el sur se reproducen más temprano.

Emlen (1968), en su trabajo sobre territorialidad en rana mugidora, afirma que durante la época de reproducción, los machos adultos establecen territorios; de los machos, los mejor dotados son los agresivos. Las posturas erguidas y estereotipadas, aproximaciones y encuentros físicos son debidos a la defensa de tales áreas. Propone dicho autor que tal sistema social altamente polígamo en esta especie, crea una intensa competencia entre machos por hembras y que la posesión de un territorio favorece una oportunidad de éxito para los machos en el apareamiento.

Cuando la hembra está lista para desovar, se congrega alrededor de los machos cantores y el apareamiento se realiza por un abrazo



dorsal que el macho hace a la hembra (amplexo). El macho mantiene abrazada a la hembra durante varios días antes de que ocurra el desove; cuando ésta empieza a depositar los óvulos en el agua, el macho los fecunda a medida que van saliendo, por lo que la fecundación es completamente externa. Después de desovar las ranas se mantienen quietas durante varios días. El número de óvulos depositados es de 10,000 a 25,000, presentando una mortalidad de 20% aproximadamente.

#### 7. Requerimientos ambientales.

El desarrollo de las ranas está relacionado con la presencia de agua o ambiente húmedo durante todo su ciclo. Se le encuentra en aquellos sitios donde el agua es abundante, estancada, con playas someras extensas donde la especie pueda desarrollarse, y la vegetación acuática circundante sea arbolada, de follaje colgante, abundantes troncos y ramas flotantes, orillas con bastante matorral y con vegetación acuática emergente y sumergida, la cual es propicia a la presencia de organismos de los cuales se alimenta. Son abundantes en especial en zonas de clima semitropical o tropical, ya que el crecimiento, la madurez sexual y el tiempo de gestación están en relación directa con la temperatura (Wright y Wright, 1965; Smith y Taylor, 1966; Stebbins, 1966; Mayés, 1968).

#### 8. Hibernación.

Con base en Oliver (1962), se define la hibernación como la inactividad prolongada durante el invierno; mientras que aquella motivada durante el verano, es la estivación. La primera es una reacción adversa a las bajas temperaturas; la segunda a la deficiencia de humedad o daño de las altas temperaturas.

La hibernación, en la mayor parte de Norteamérica es más regular y un fenómeno más distintivo que la inactividad del verano. En la hibernación y la estivación, el animal debe buscar un lugar que lo provea no solamente de protección adecuada de temperaturas extremas, sino también de suficiente humedad. Usualmente estas condiciones se ob-

tienen enterrándose en el suelo, ocultándose bajo las rocas o en el lodo de los estanques y corrientes. Ya que la hibernación proporciona protección contra el daño de las bajas temperaturas, la duración de la hibernación se incrementa hacia el norte del continente y hacia los lugares altos.

Dentro de una especie, los adultos usualmente hibernan más pronto que los juveniles.

Los sitios de hibernación varían considerablemente de especie a especie y de una localidad a otra. Algunos anfibios hibernan sobre la tierra en agujeros profundos, bajo troncos rotos o bajo capas profundas de humus.

La estivación en los anfibios de Norteamérica no parece ser un fenómeno muy claro y hay algunas dudas sobre si ocurre la verdadera estivación en todas las especies.

Cochram (1961) menciona que la hibernación de las ranas entre el barro durante el invierno, era un hecho misterioso para el hombre inculto de hace mil años, hasta el punto de que la gente creía que la desaparición de las ranas durante los meses invernales y su reaparición en primavera eran obra de algún poder mágico.

Noble (1954) señala que las ranas hibernan en el lodo del fondo de los estanques. Algunas solamente se protegen bajo la vegetación o por otros medios en sus habitats normales. Una simple especie puede hibernar en diferentes situaciones en diferentes partes de su habitat. Mc Atee (1921) encontró que *Eurycea bislineata* en Indiana, se mete al agua en noviembre y pasa el invierno bajo ramas y piedras cerca de la corriente. En la región de Nueva York, a la misma especie nunca se le encuentra sobre la tierra a la mitad del invierno, pero puede ser colectada bajo las piedras en partes más profundas de las corrientes.

Brooks (1918), encontró que entre temperaturas de 5 a 20°C *Rana pipiens* pasó todo el tiempo en la superficie. Sin duda otras ranas serían afectadas de la misma manera, aunque cada especie tendría su propio rango de respuesta. La temperatura parece actuar directamente

sobre la sinapsis entre las neuronas en los arcos reflejos. Los reflejos normales a los estímulos ambientales son incapaces de aparecer a bajas temperaturas. Puede notarse también que los órganos de los sentidos tegumentarios de las ranas requieren una temperatura alta para inducir una respuesta si la temperatura incrementada es gradual, no así cuando es brusca (Morgan, 1922).

La utilidad de la hibernación es obvia; Levy (1900) encuentra que las ranas pudieron vivir bajo el agua sin daño por largos períodos a temperaturas de 0 a 90°C, mientras que seguramente mueren si se les deja expuestas en invierno en sus habitats naturales. Cameron (1914) menciona que *Rana pipiens* muere a temperaturas un poco más bajas de la congelación; encontró que la muerte fue debida al efecto de una temperatura específica sobre los centros de coordinación del sistema nervioso central. Cameron y Brownlee (1913) dicen que el tejido del corazón y el muscular del cuerpo sobreviven a temperaturas cercanas a 30°C abajo de congelación.

Barthélémy (1926) encontró a su vez que la hibernación fue necesaria para la maduración de los huevos de *Rana fusca*. La hibernación no es esencial, sin embargo, para la salud de varias ranas de California, *Rana aurora draytonii*, por ejemplo, hiberna en algunas localidades de California, pero no en otras. Las ranas en el laboratorio no hibernan a menos que se les baje la temperatura.

Savage (1961) dice que las ranas están bien adaptadas para la hibernación, ya que tienen buena circulación cutánea y a bajas temperaturas no tienen necesidad de pulmones.

El mismo autor considera que la duración de la hibernación debe variar mucho en diferentes partes. En los alpes, la nieve se retira de sus habitats a principios de junio; la temperatura puede descender otra vez en septiembre, así que las ranas hibernan por nueve meses. En el sureste de Inglaterra e Irlanda, las ranas pueden desovar en diciembre. Si estas ranas hibernan al mismo tiempo que las otras ranas, o sea a finales de octubre o en noviembre, entonces parece que no pueden hibernar por más de uno o dos meses. En otras áreas, la hibernación puede iniciarse más tarde que en el resto del país, así que

el período puede ser aún más corto.

Se considera generalmente que en algunas especies, la hibernación es necesaria para la reproducción normal. Si esto sucede en la naturaleza, entonces puede ser otro factor limitante para la distribución de este animal a países suficientemente fríos donde pueda ocurrir la hibernación.

A pesar de que el estado de la información sobre hibernación es, por supuesto, incompleto y cualitativo, Dolk y Postna (1927) mostraron que las ranas usan grasa en lugar de carbohidratos durante la hibernación, pero aparte de esto, no parece haber ningunas medidas cuantitativas ecológicas, tales como temperaturas de los hibernáculos, pérdidas o ganancias de agua, velocidad de digestión y frecuencia de alimentación.

Willis y colaboradores (1956), en su trabajo sobre la fisiología de la rana mugidora y en particular sobre la hibernación, mencionan que las ranas pequeñas fueron vistas en abundancia hasta que se presentaron las temperaturas de helada. No había evidencia de prehibernación en los adultos, encontrándose sobre las bardas de los estanques y en aguas someras. Durante este período, las ranas mugidoras pequeñas pueden ser susceptibles a altas mortalidades cuando las heladas se presentan súbitamente. La mortalidad diferencial de ranas mugidora pequeñas durante el período otoño-primavera, sugirió estudios de marcado. De 32 ranas de aproximadamente 75 mm de longitud, marcadas en el otoño de 1950, solamente un 3% fue recapturada. Pero 89 ranas de 100 mm o más grandes marcadas al mismo tiempo y en el mismo lugar, fueron recapturadas 43 (48%).

### III. DESARROLLO EXPERIMENTAL

#### 1. Lugar donde se hizo el experimento

El presente trabajo se realizó en la entonces estación piscícola de Chapingo, México, durante el lapso comprendido del 12 de noviembre de 1970 al 12 de febrero de 1971. Dicha estación estaba ubicada en terrenos de la Universidad Agrícola Chapingo, que se encuentra a 38 km al noreste de la ciudad de México, latitud 19°30' N, longitud 98°51' WG y 2,241 msnm.

#### 2. Ranas utilizadas

Se utilizaron ejemplares de rana mugidora que habían sido traídas de Los Mochis, Sinaloa en 1967; por lo que tenían 3 años de aclimatación en la zona. Dado que los ejemplares se encontraban diseminados tanto en un ranario construido *ex profeso* como en estanques piscícolas y canales, fue necesario capturarlos, lo cual se hizo durante la noche, utilizándose una lámpara de pilas y una red, enfocándolas primero y sujetándolas posteriormente.

Con fines del experimento se utilizaron los ejemplares más uniformes en peso, habiéndose obtenido los siguientes valores y número de ejemplares:

Cuadro III.1. Rangos de peso de los ejemplares utilizados.

Rango de peso en gramos	Número de ejemplares	Rango de peso en gramos	Número de ejemplares
30 - 40	20	170 - 180	3
50 - 60	30	190 - 200	4
70 - 80	19	210 - 220	3
90 - 100	32	230 - 240	3
110 - 120	22	250 - 260	1
130 - 140	10	270 - 280	1
150 - 160	12		

Con base en lo anterior, la distribución de los ejemplares por tratamiento fue de la siguiente manera:

Rango de peso en gramos	Número de ejemplares	Porcentaje %
50 - 150	30	75.0
30 - 40	5	12.5
160 - 280	5	12.5
Total:	40	100.0%

El peso promedio por rana fue de 102.6 gramos.

Con el fin de tener el control de cada una de las ranas, se les marcó con un número progresivo en la cara interna del muslo izquierdo, utilizándose para tal efecto tinta china negra y una plumilla metálica "de manguillo", efectuándose el marcado con punciones de la plumilla humedecida en tinta china hasta formar el número (Figuras III.1 - III.3).

### 3. Características de los estanques

Los tratamientos se establecieron en estanques que anteriormente habían sido utilizados con fines piscícolas; tales estanques medían 13 m de largo por 8 m de ancho, 104 m<sup>2</sup>, y de 30 cm de profundidad; los bordos estaban cubiertos con pasto Bermuda, *Cynodon dactylon* (Figura III.4).

A cada uno de los estanques se le instaló un cuadro de tela de alambre con marco de madera de 50 cm por lado, donde, durante el tiempo que duró el experimento, se depositaron desperdicios de alimentos humanos y frutos en descomposición, con el fin de atraer insectos que contribuyeran a la alimentación de las ranas. Tal recipiente se ubicó cerca de uno de los bordos a la mitad de cada estanque.

Para evitar la fuga de las ranas se rodearon los estanques con tela de alambre "de gallinero" con malla de 1.5 cm de diámetro y de

1.5 m de altura. En la Figura III.1 se muestra un esquema de los estanques, distribución de los tratamientos y características de los mismos.

#### 4. Tratamientos

Considerando la conveniencia de probar el tipo de protección más adecuado contra las bajas temperaturas, se determinaron cuatro tratamientos: 1. Protección con tule, *Typha* sp., 2. Protección con plástico, 3. Protección con lirio acuático, *Eichhornia crassipes* y 4. Sin protección, testigo.

En el tratamiento 1, con tule, previamente se trasplantaron plantas jóvenes y adultas al estanque correspondiente hasta cubrir la mitad de su superficie, dejando la otra mitad libre, únicamente con agua. En el tratamiento 2, con plástico, se cubrió la mitad del estanque con plástico de 2 mm de grosor a 30 cm de altura aproximadamente de la superficie de los bordos, para lo cual se clavaron varias estacas y se tendieron alambres y cordones a manera de bastidor, sobre los cuales se tendió el plástico. En el tratamiento 3, con lirio, se trasladaron suficientes plantas para cubrir la mitad del estanque, pero dado que esta especie principalmente es flotante, con el viento se distribuyeron en todo el estanque. En el tratamiento 4, testigo, no se dotó de ninguna protección al estanque (Figuras III.5 - III.10).

#### 5. Distribución de ranas y tratamientos

La distribución de los tratamientos en los estanques se hizo al azar. Asimismo, la distribución de las ranas dentro de los tratamientos se hizo también al azar, pero dentro de los rangos de peso considerados anteriormente.

La distribución final de las ranas por tratamiento se expone en el siguiente cuadro:

Cuadro III.2. Número, sexo y peso en gramos de las ranas en los tratamientos.

Tratamiento 1. Tule

Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso
87	H	96	51	M	125	122	H	66	47	H	105
49	M	95	98	H	98	125	H	59	140	H	37
36	H	115	135	H	51	57	H	116	151	H	46
78	H	86	41	H	124	85	H	94	158	H	35
69	H	69	60	H	94	43	H	99	131	H	36
105	H	128	11	H	127	35	M	133	23	H	190
123	H	74	56	H	93	3	H	152	28	H	233
48	H	115	61	H	102	67	M	93	37	H	177
17	M	156	84	H	57	75	M	108	25	H	233
63	H	70	80	M	86	6	H	52	144	H	242

Tratamiento 2. Plástico

Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso
118	H	109	94	H	148	30	M	138	72	M	124
68	M	85	134	H	50	2	M	142	160	H	63
73	H	59	113	H	94	115	H	96	138	H	44
62	M	152	107	H	71	33	M	125	157	H	35
146	M	246	82	H	110	97	H	73	22	H	32
58	H	95	116	H	87	96	H	88	155	H	40
20	H	151	132	H	60	9	H	147	16	M	162
38	H	108	143	H	55	12	M	120	10	M	195
93	M	150	106	H	72	128	H	56	5	H	178
74	H	55	79	H	54	71	M	64	29	H	214

Tratamiento 3. Lirio

Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso
44	M	95	8	M	136	114	H	242	130	H	58
52	M	83	121	H	62	46	H	103	153	H	49
83	H	96	104	M	98	64	M	91	152	H	48
102	H	67	66	M	120	112	H	70	136	H	45
50	H	111	147	H	92	126	H	62	127	H	44
117	H	55	86	M	139	1	M	135	154	H	49
34	M	152	54	H	59	119	H	63	4	H	206
7	M	110	42	H	128	137	H	54	141	H	214
88	H	106	45	M	128	24	H	145	13	H	160
90	H	87	100	M	122	91	H	85	142	H	281



## Tratamiento 4. Testigo

Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso	Núm.	Sexo	Peso
76	H	66	14	H	94	110	H	78	95	H	87
26	M	158	27	H	126	129	H	59	108	H	49
77	H	79	40	H	126	101	H	97	133	H	43
103	H	63	99	H	67	59	H	78	124	H	47
53	M	118	149	H	84	15	M	158	111	H	39
70	H	93	92	H	77	32	M	153	156	H	35
89	M	116	31	M	155	159	H	112	21	H	265
81	H	99	148	H	95	139	H	50	18	H	204
150	H	53	19	H	102	55	M	104	39	H	170
120	H	68	109	H	57	65	H	98	145	H	201

## 6. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental simple con distribución completamente al azar. Los resultados se evaluaron en función de las variables de estudio que fueron: incremento de peso, reducción de peso, longitud hocico-ano, grosor del muslo, longitud de pantorrilla y permanencia de los ejemplares en los tratamientos estudiados.

A los datos resultantes de las cinco primeras variables se les practicó análisis de varianza para detectar si había efecto de tratamientos. En aquellos casos donde hubo efecto significativo, se hizo una prueba de la significación de las diferencias entre tratamientos, para lo cual se utilizó la prueba de "t", siguiendo el método de comparaciones múltiples calculando una diferencia mínima significativa común (D.M.S.).

Dado que hubo variaciones en el número de ejemplares que manifestaron respuesta en cada variable y con el fin de hacer el análisis de varianza con el mismo número de ejemplares en todos los tratamientos, se igualó el número tomando como base el tratamiento que tenía menos ejemplares. En los tratamientos con más ejemplares, se eliminaron aquellos que tenían valores más bajos, hasta completar el número deseado.

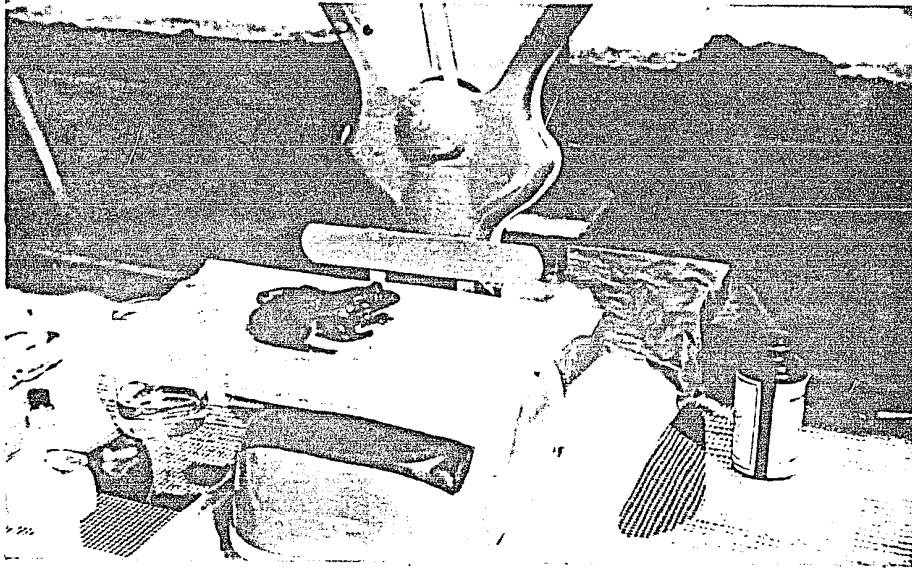


FIGURA III.1. Determinación del peso de los ejemplares de rana.

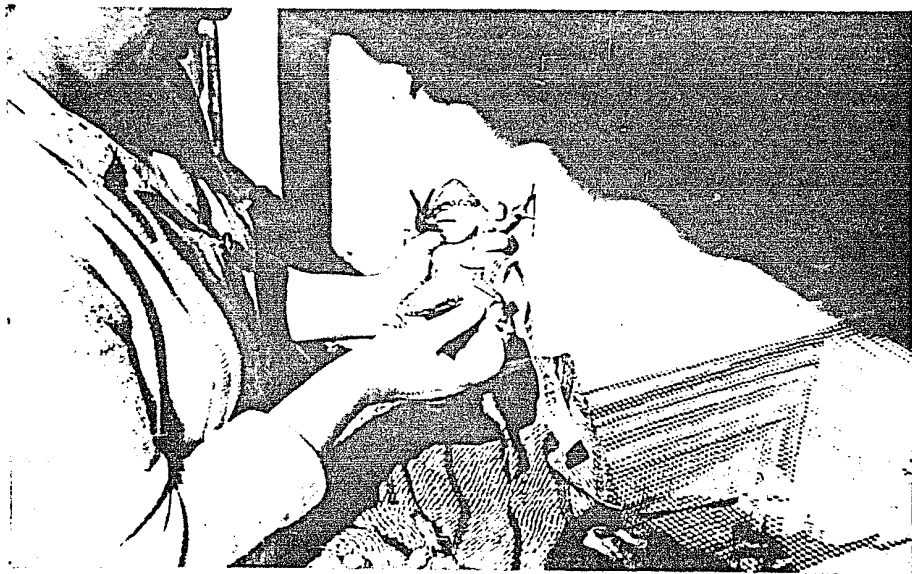


FIGURA III.2. Toma de datos de grosor y longitud.

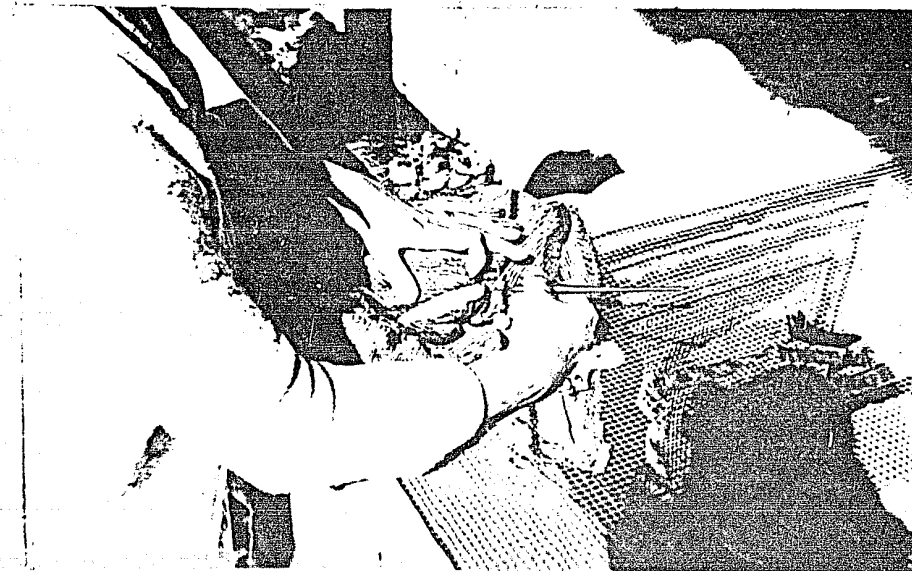
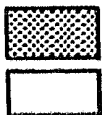
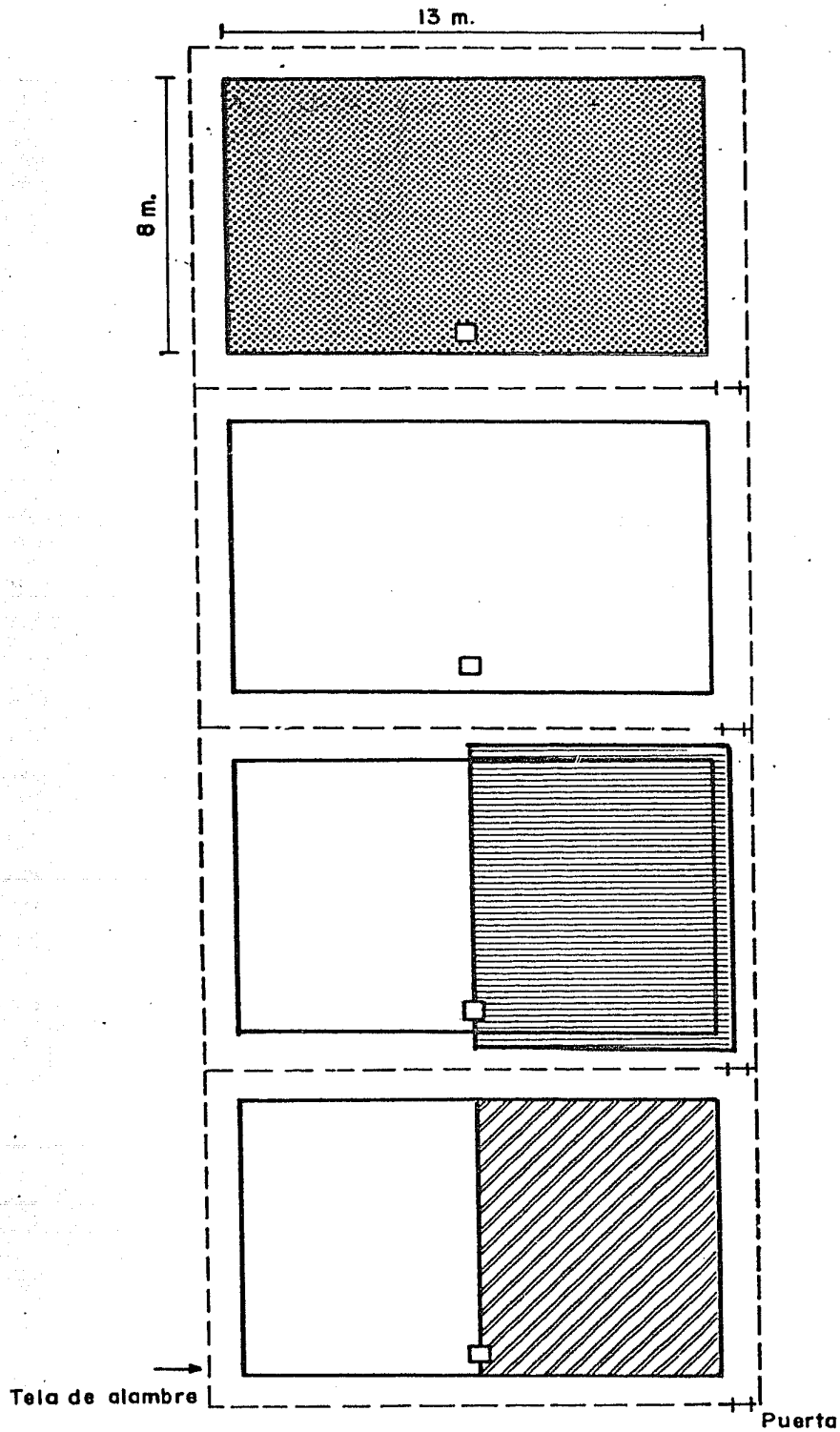


FIGURA III.3. Marcado de los ejemplares.

ARREGLO Y DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO SOBRE HIBERNACION EN RANA EN LA ESTACION PISCICOLA DE CHAPINGO MEX.



LIRIO ACUATICO

TESTIGO SIN PROTECCION



CUBIERTA DE PLASTICO

TULE



DEPOSITO DE DESPERDIO  
PARA LA ATRACCION  
INSECTOS

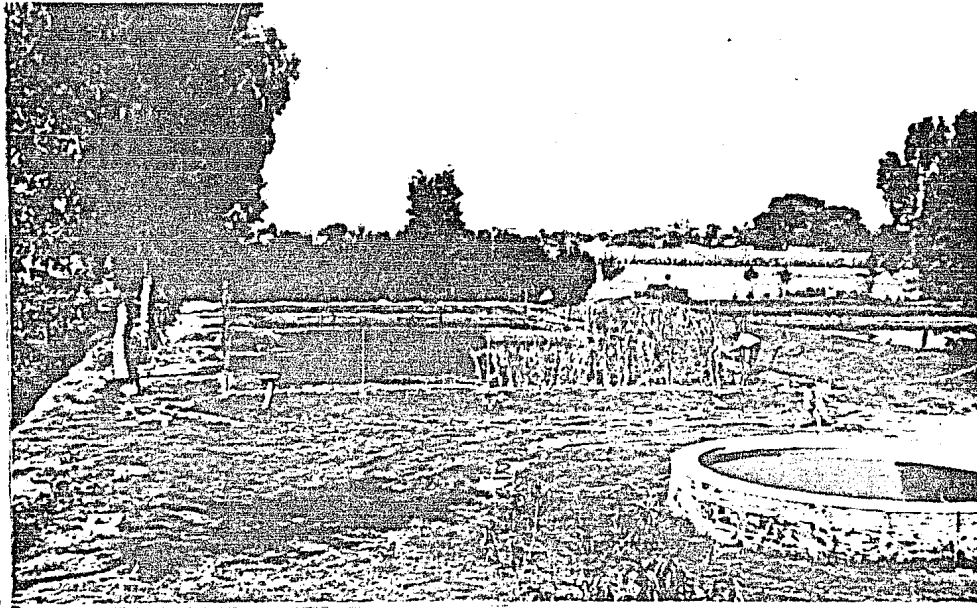


FIGURA III.5. Aspecto de la estación piscícola donde se realizó el experimento. Al fondo se observan los estanques utilizados en la experiencia.

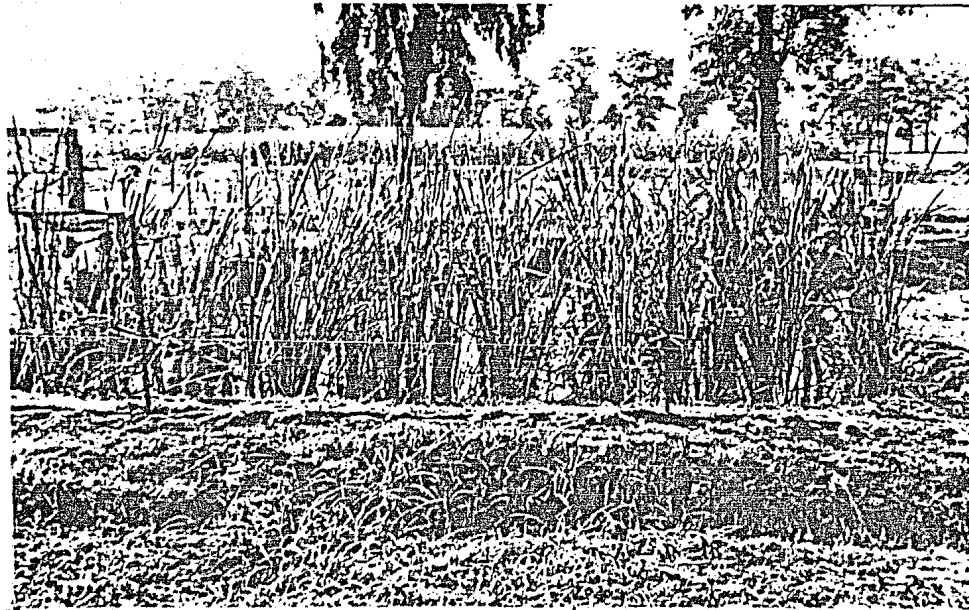


FIGURA III.6. Tratamiento con tule donde se aprecian las plantas ya establecidas en la mitad del estanque.



FIGURA III.7. Acercamiento que muestra las plantas establecidas de tulle y la distancia entre ellas.

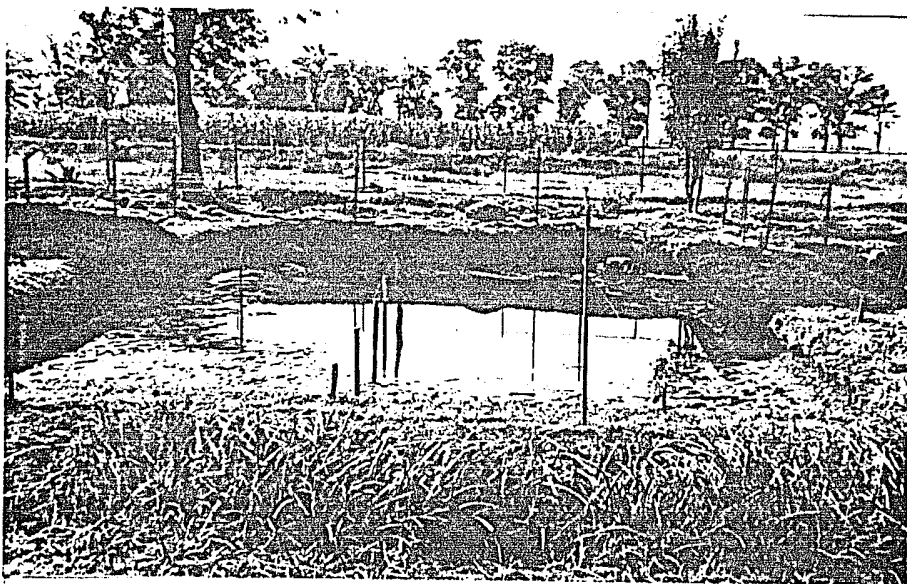


FIGURA III.8. Estanque destinado al tratamiento de plástico. Se observan las estacas, postes y alambres que permitieron fijar el plástico.

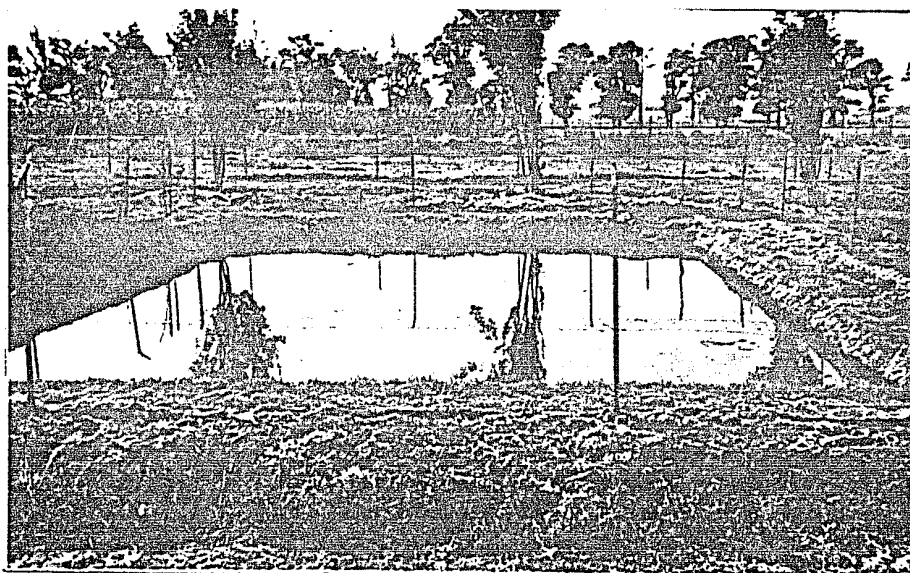


FIGURA III.9. Tratamiento testigo.



FIGURA III.10. Tratamiento con lirio. Obsérvese la densidad de esta especie, que prácticamente cubría toda la superficie del estanque.

#### IV. EL CLIMA EN LA ZONA DE ESTUDIO

##### 1. Características generales

Con base en el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), en la zona de estudio se presenta un clima C (Wo) (w) b (i')g, el cual se caracteriza por ser templado subhúmedo, el más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un cociente  $P/T > 43.2$ . En el régimen de lluvias por lo menos se registra 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, un porcentaje de lluvia invernal  $< 5$  de la anual. El verano es fresco y largo, la temperatura media del mes más caliente es entre  $6.5^{\circ}\text{C}$  y  $22^{\circ}\text{C}$ , con poca oscilación entre  $5^{\circ}\text{C}$  y  $7^{\circ}\text{C}$ . Marcha de la temperatura tipo Ganges.

En la Figura IV.1. se expone la variación mensual de la temperatura y la precipitación en la estación meteorológica de Chapingo, México, situada a 600 m del lugar donde se hizo el experimento. La temperatura media anual es de  $15^{\circ}\text{C}$  y la precipitación total anual es de 664 mm.

Los meses más fríos son enero, febrero, noviembre y diciembre, alcanzándose temperaturas medias mensuales de  $11.5^{\circ}\text{C}$  a  $13^{\circ}\text{C}$ ; en el resto de los meses las temperaturas más altas se presentan en abril y mayo,  $17^{\circ}\text{C}$  y  $17.5^{\circ}\text{C}$ .

La precipitación se distribuye de mayo a octubre, período en el cual se registra el 86% del total anual, siendo julio el mes con mayor lluvia, 130 mm; los meses menos lluviosos son enero, febrero y diciembre, con solamente 5 mm.

Considerando lo anterior, en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre, se registran las temperaturas más bajas y la precipitación es prácticamente nula, razón por la cual se seleccionó el lapso del experimento del 12 de noviembre al 12 de febrero.

## 2. Temperatura atmosférica durante el experimento

En la Figura IV.2. se exponen las temperaturas diarias máximas medias y mínimas durante el tiempo que duró el experimento.

Con base en dicha gráfica, se observa que la temperatura mínima empezó a descender abajo de  $0^{\circ}\text{C}$  el día 10 de noviembre, continuando dicho descenso durante todo el mes, con excepción de algunos días que se registraron niveles de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $5.8^{\circ}\text{C}$ . Durante el mes de diciembre se conserva la misma situación; solamente en los primeros veinte días de enero se manifiesta una alza de las temperaturas mínimas, de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $7^{\circ}\text{C}$ ; en el resto de diciembre y durante febrero vuelve a descender hasta el día 16, a partir del cual se registra un ascenso de la misma.

Puede considerarse que durante el tiempo que duró el experimento dominaron marcadamente las temperaturas bajo  $0^{\circ}\text{C}$ , registrándose heladas de consideración, como aquellas de los días 17, 23 y 25 de noviembre, 2, 3, 6, 7 y 30 de diciembre, 4 y 5 de enero y 14 de febrero, en los cuales se alcanzaron registros de  $-3^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$ .

Las temperaturas máximas diarias manifiestan menor variación durante el lapso estudiado; la mayor parte de las mismas se encuentra entre  $20^{\circ}\text{C}$  y  $26^{\circ}\text{C}$ . Solamente en dos ocasiones se obtienen temperaturas inferiores a  $20^{\circ}\text{C}$  en el mes de noviembre y en una sola ocasión, concretamente el 22 de noviembre, se registraron  $27^{\circ}\text{C}$  como temperatura máxima. Puede afirmarse que las temperaturas máximas no alcanzaron niveles elevados y mostraron menor variación que las mínimas.

## 3. Temperatura del agua de los estanques durante el experimento

En el cuadro IV.1. se exponen las temperaturas promedio semanales máximas, medias y mínimas del agua de los estanques, durante el experimento.

Al analizar todas las temperaturas mínimas de los tratamientos se observa que la variación fue de  $7.8^{\circ}\text{C}$  a  $13.1^{\circ}\text{C}$ , manifestándose la



más baja en el tratamiento testigo y la menos baja, 13.1°C, en el tratamiento de plástico.

En el tratamiento de tule la variación manifestada es de 8.5°C a 12.1°C, registrándose la primera en la primera semana de enero y la última en la primera semana de febrero, dominando principalmente valores de 11°C.

En el tratamiento de plástico, la temperatura mínima más baja fue de 9.2°C y mínima más alta de 13.1°C como se mencionó anteriormente, notándose que en este tratamiento las temperaturas mínimas del agua fueron menos drásticas que en el resto de los tratamientos.

En el tratamiento de lirio, la variación observada fue de 8.0°C a 12.4°C, siendo más extremos dichos datos que aquéllos registrados en el tule y en el plástico; puede observarse asimismo que el resto de las temperaturas a excepción de una, oscilan entre 11°C y 12°C.

En el tratamiento testigo la temperatura más baja fue de 7.8°C en la primera semana de enero y el resto de temperaturas mínimas estuvo entre 9°C y 11°C; se observa que el rango fue de 7.8°C a 11°C, el más amplio de todos los tratamientos; es decir, donde se presentaron las temperaturas más bajas del agua.

En relación con las temperaturas máximas hubo menor variación que en las mínimas, ya que en éstas encontramos un rango de 5.3°C (8.0° - 13.1°C), mientras que en las máximas es de 3.9°C (16.3° - 20.2°C).

Mediante una síntesis del factor meteorológico temperatura que prevalece en la zona, se destaca que, en el lapso comprendido de noviembre a febrero, existe una reducción en la temperatura atmosférica, cuyas medias mensuales fluctúan de 11.6°C en enero a 13.2°C en febrero. Las temperaturas mínimas diarias de 0°C o inferiores a tal nivel, representan el 67% en dicho lapso, y aquéllas de 1° a 5°C, el 32%, lo cual, aunado a la escasez de precipitación, y por lo tanto a una humedad relativa muy baja, contribuyen a hacer más drástico el efecto de las temperaturas bajas, causando con ello las llamadas "heladas negras" comunes en esta época en la región. Tales condicio-

nes atmosféricas nos permiten afirmar que existen condiciones ambientales adversas que propician la hibernación en las ranas.

Cuadro IV.1. Temperaturas promedio semanales máximas, medias y mínimas en °C del agua de los estanques durante el experimento.

	SEM	Noviembre				Diciembre				Enero			Febrero	
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
TULE	MAX	17.7	17.5	17.6	17.6	17.0	17.5	17.1	18.5	16.3	19.0	17.6	18.0	16.5
	MED	14.6	14.5	14.7	14.3	14.2	14.2	14.4	13.5	13.1	15.3	14.2	15.0	14.0
	MIN	11.6	11.5	11.8	11.0	11.5	11.0	11.7	8.5	10.0	11.7	10.9	12.1	11.5
PLASTICO	MAX	19.0	19.0	19.7	17.8	18.1	19.2	18.8	18.5	17.9	19.0	18.8	18.7	17.0
	MED	15.2	15.0	16.2	14.7	14.8	15.7	15.7	13.8	14.6	15.8	15.7	15.9	13.6
	MIN	11.5	11.0	12.7	11.7	11.6	12.2	12.6	9.2	11.3	12.6	12.7	13.1	10.2
LIRIO	MAX	19.8	19.6	19.7	19.3	18.9	19.5	19.8	18.0	18.8	18.8	18.9	20.2	16.5
	MED	15.6	15.5	15.7	15.3	15.6	16.2	16.0	13.0	14.6	15.2	15.2	16.1	13.2
	MIN	11.5	11.4	11.7	11.3	12.4	13.0	12.2	8.0	10.4	11.7	11.6	12.0	10.0
TESTIGO	MAX	19.8	19.9	19.8	19.8	19.9	19.0	20.0	20.0	18.2	19.2	19.8	20.4	19.0
	MED	14.9	14.9	15.3	14.9	15.1	14.5	14.5	13.9	14.2	14.9	14.9	15.7	14.5
	MIN	10.0	10.0	9.5	10.1	10.3	10.0	9.0	7.8	10.3	10.7	10.0	11.0	10.0

FIGURA IV. I.

VARIACION MENSUAL DE TEMPERATURA Y  
PRECIPITACION DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE  
CHAPINGO MEX.

PERIODO DE OBSERVACION: MAS DE 10 AÑOS

TEMPERATURA MEDIA ANUAL : 15 °C.

PRECIPITACION TOTAL ANUAL: 644 mm.

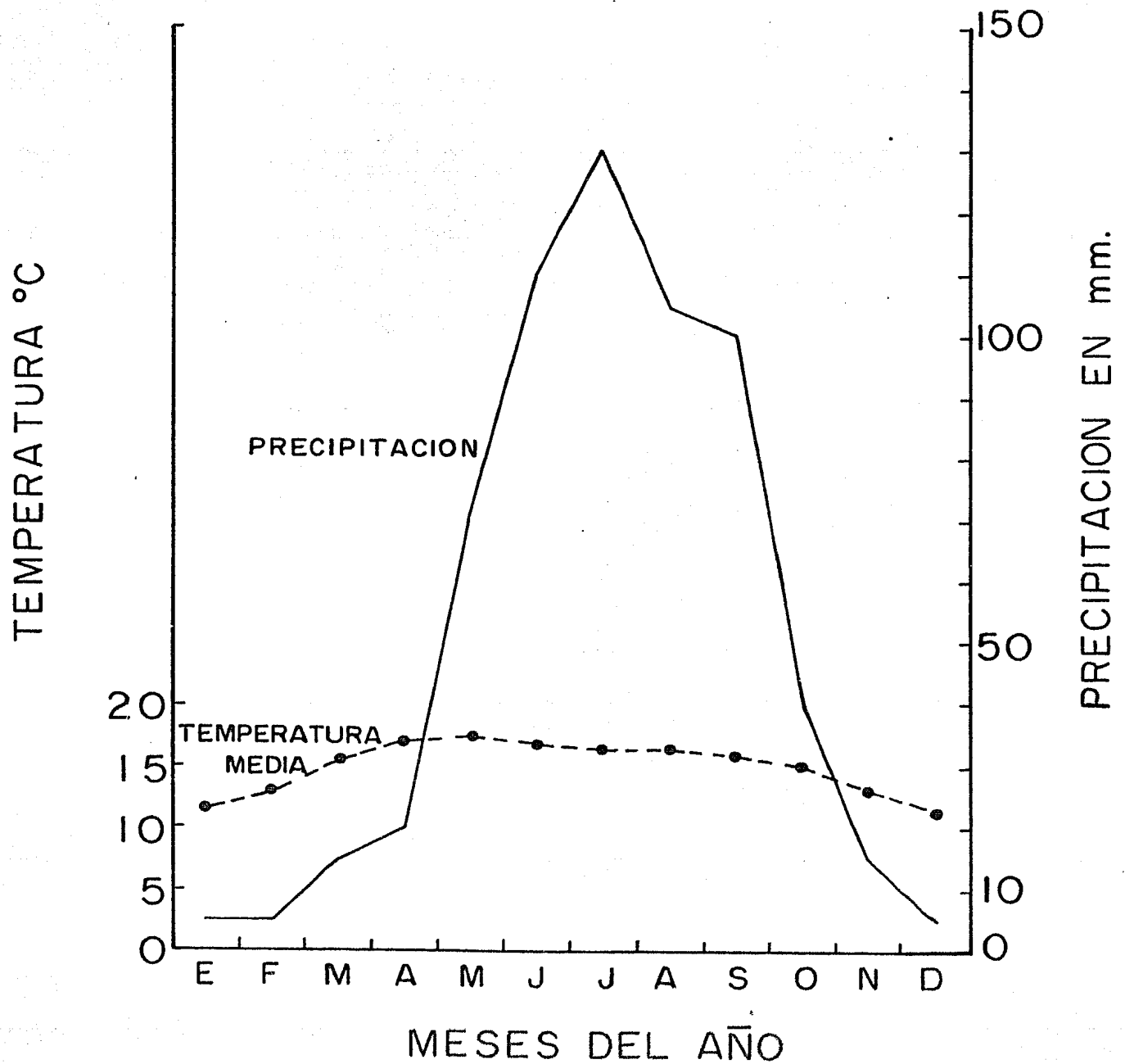
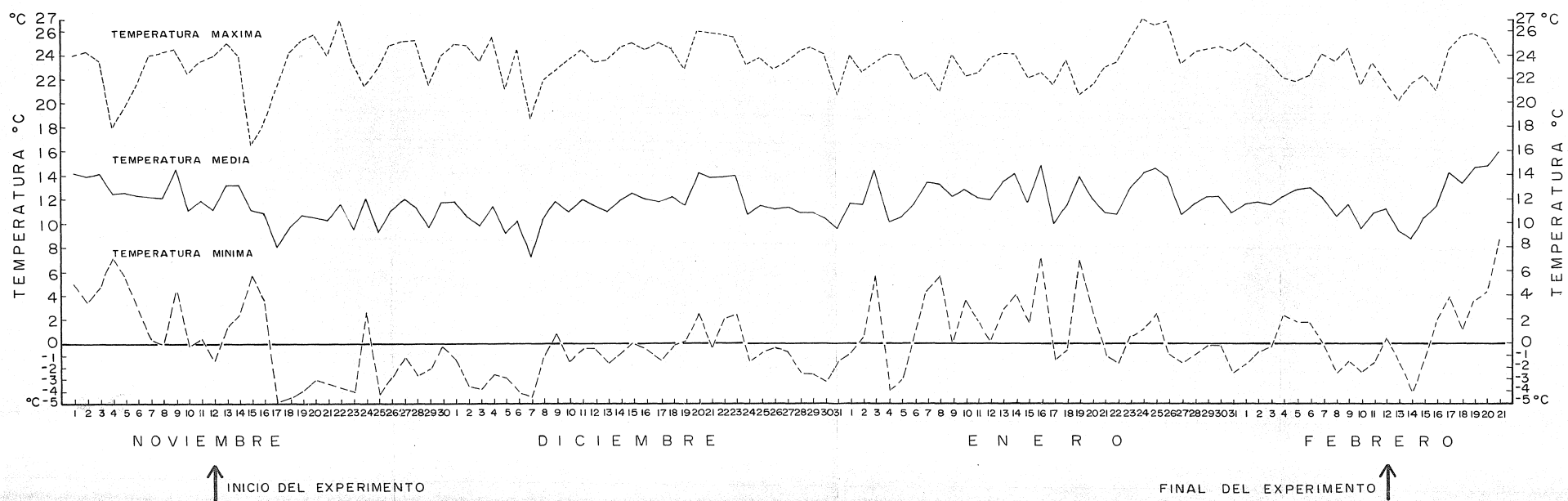


FIGURA IV. 2.

TEMPERATURAS DIARIAS MAXIMAS, MEDIAS Y MINIMAS EN GRADOS CENTIGRADOS DURANTE EL EXPERIMENTO



## V. RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación de los resultados del estudio sobre hibernación en rana mugidora en una zona templada, durante el invierno 1970-1971, se hizo, como ya se mencionó, en función de las siguientes variables dependientes: incremento de peso, reducción de peso, longitud hocico-ano, grosor del muslo, longitud de pantorrilla y permanencia de los ejemplares en los tratamientos estudiados.

En las Tablas V.1. - V.4. se exponen los datos registrados al inicio y al final del experimento de las cinco primeras variables; en los Cuadros V.1. - V.10. los datos de los ejemplares considerados para el análisis de varianza y los resultados del mismo para cada una de dichas variables; y en las Figuras V.1. - V.7. se grafican los resultados obtenidos, donde se manifiestan las tendencias observadas en los tratamientos estudiados.

### INCREMENTO DE PESO

En la Tabla V.1., Cuadros V.1. y V.2. y Figura V.1. se exponen los resultados obtenidos en esta variable, donde se observa que el mayor incremento de peso promedio por ejemplar, 10.4 g, se obtuvo en el tratamiento de tule, muy cercano a éste el tratamiento testigo alcanzó 9.7 g y en aquéllos de plástico y lirio, 6.5 g y 4.8 g respectivamente, siendo el tratamiento de lirio el que alcanzó el valor promedio más bajo. No obstante que se manifiesta una diferencia marcada, del 44%, entre los valores extremos, el análisis de varianza, Cuadro V.2., no detectó efecto de los tratamientos sobre la variable de estudio, es decir, todos los valores promedio registrados son estadísticamente equivalentes; en otras palabras, no hubo incremento de peso por efecto de los tratamientos.

En la misma Figura V.1., se observa que el porcentaje de ejemplares sin alteración de peso fue mayor cuando se obtuvo el incremento promedio de peso menor, o sea en el tratamiento de lirio, y dicho porcentaje se abatió cuando se alcanzaron los valores más altos de

incremento de peso. Lo anterior nos indica que, en el primer caso, solamente un número limitado de individuos incrementaron su peso, pero en mayor proporción que aquellos que más pesaron en los tratamientos de tule y testigo; en el segundo caso, como se ha mencionado, los individuos con mayor incremento pesaron más que los de lirio, pero a diferencia de éste, prácticamente todos, aunque en mínima proporción algunos, incrementaron su peso. Tales aspectos pueden detectarse en la Tabla V.1. y Figura V.1.

Si el análisis de varianza se hubiera hecho considerando número de individuos con incremento de peso, probablemente sí hubiera sido significativo el efecto de los tratamientos. Sin embargo, se siguió el criterio de incremento de peso promedio, por considerarse más estable y representativo de los efectos causados por los tratamientos.

TABLA V.1.

INCREMENTO, REDUCCION DE PESO Y EJEMPLARES SIN ALTERACION  
EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

T U L E				P L A S T I C O				L I R I O				T E S T I G O			
N° y peso en g				N° y peso en g				N° y peso en g				N° y peso en g			
Sexo	I	F	In	Sexo	I	F	In	Sexo	I	F	In	Sexo	I	F	In
151H	46	62	16	143H	55	67	12	1M	135	149	14	156H	35	55	20
158H	35	50	15	71M	64	76	12	83H	96	108	12	40H	126	139	13
87H	96	108	12	132H	60	66	6	136H	45	51	6	31M	155	167	12
41H	124	134	10	73H	59	64	5	147H	92	96	4	70H	93	100	7
43H	99	108	9	79H	54	58	4	153H	49	52	3	124H	47	54	7
140H	37	44	7	12M	120	124	4	112H	70	73	3	111H	39	44	5
135H	51	55	4	30M	138	141	3	34M	152	154	2	101H	97	101	4
123H	74	77	3	38H	108	110	2	127H	44	46	2				Re
125H	59	62	3				Re	44M	95	96	1	21H	265	234	31
67M	93	96	3	5H	178	162	16	117H	55	56	1	26M	158	138	20
6H	52	55	3	29H	214	201	13				Re	149H	84	64	20
63H	70	72	2	2M	142	135	7	24H	145	133	12	15M	158	141	17
131H	36	38	2	20H	151	145	6	46H	103	93	10	18H	204	189	15
98H	98	99	1	82H	110	104	6	4H	206	196	10	53M	118	108	10
84H	57	58	1	146M	246	243	3	7M	110	101	9	55M	104	94	10
			Re	33M	125	122	3	52M	83	75	8	39H	170	160	10
28H	233	209	24	68M	85	84	1	64M	91	84	7	19H	102	94	8
57H	116	100	16	97H	73	72	1	142H	281	275	6	65H	98	92	6
60H	94	81	13	9H	147	146	1	13H	160	155	5	148H	95	90	5
51M	125	115	10				Sin alt				Sin alt	133H	43	42	1
23H	190	180	10	113H	94	94	0	102H	67	67	0				
144H	242	232	10	160H	63	63	0	121H	62	62	0				
48H	115	106	9					137H	54	54	0				
61H	102	95	7					141H	214	214	0				
35M	133	126	7												
37H	177	170	7												
25H	233	226	7												
17M	156	150	6												
75M	108	102	6												
105H	128	123	5												
56H	93	90	3												
47H	105	103	2												
78H	86	85	1												
11H	127	126	1												
122H	66	65	1												
			Sin alt												
85H	94	94	0												

I: al inicio; F: al final; In: incremento; Re: reducción;  
Sin alt: sin alteración.



Cuadro V.1.  
INCREMENTO DE PESO  
EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA  
GRAMOS

	TULE	PLASTICO	LIRIO	TESTIGO
	16	12	14	20
	15	12	12	13
	12	6	6	12
	10	5	4	7
	9	4	3	7
	7	4	3	5
	4	3	2	4
T	73	46	34	68
$\bar{X}$	10.4	6.5	4.8	9.7

$X = 221$        $\bar{\bar{X}} = 7.89$

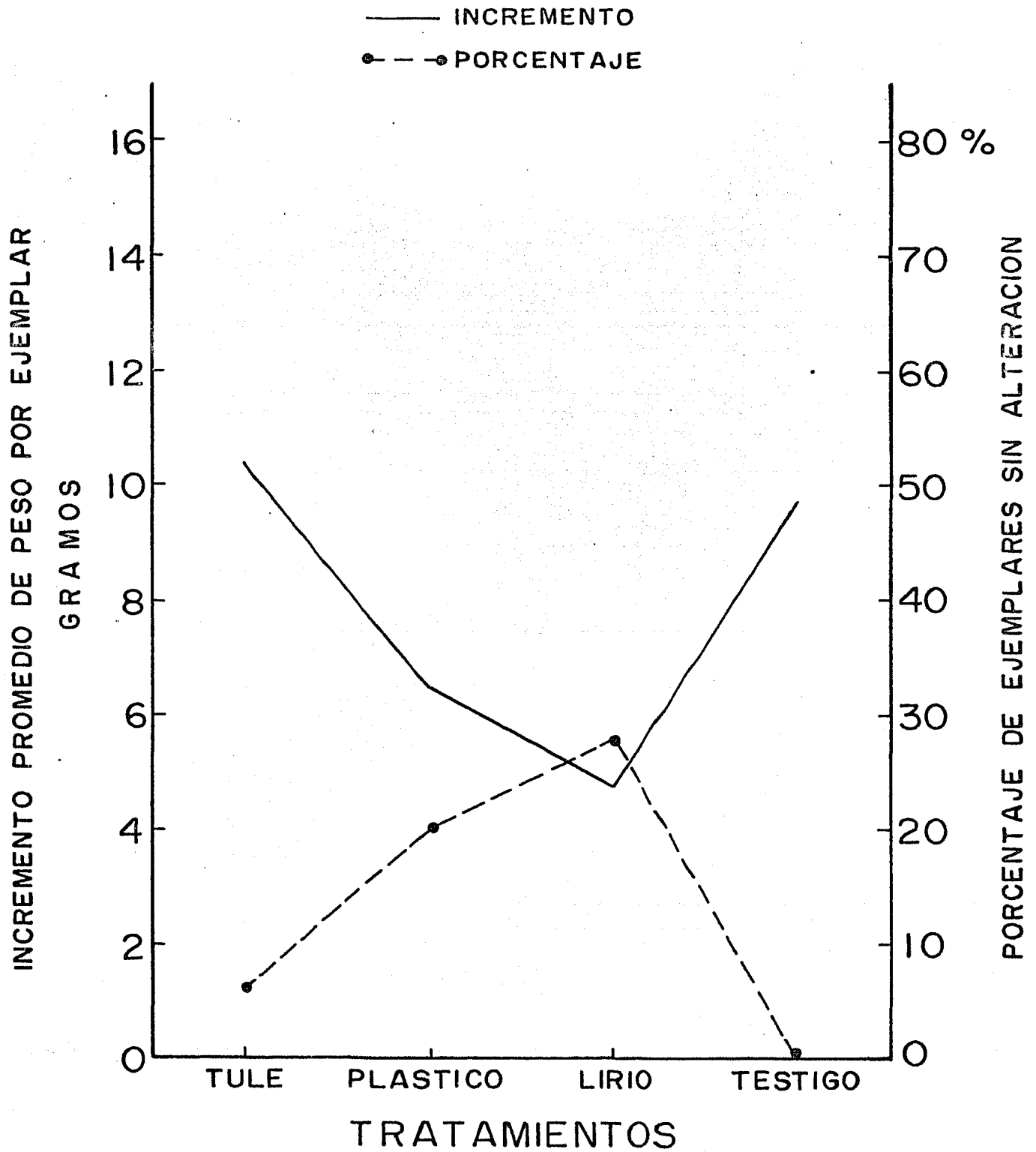
Cuadro V.2.  
ANALISIS DE VARIANZA  
INCREMENTO DE PESO POR EJEMPLAR

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F
Tratamientos	3	145	48.3	1.82 N.S.
Error	24	638	26.5	
Total	27	783		

N.S. = No significativo.

FIGURA V. I.

INCREMENTO DE PESO Y PORCENTAJE DE EJEMPLARES SIN ALTERACION



## REDUCCION DE PESO

En la Tabla V.1., Cuadros V.3. y V.4. y en la Figura V.2., se muestran los resultados de esta variable. La mayor reducción promedio de peso, 16.6 g, se obtuvo en el tratamiento testigo; en el tule, lirio y plástico se alcanzaron 12.1 g, 8.1 g y 6.8 g respectivamente. El análisis de varianza practicado a tales datos, detectó efecto altamente significativo de los tratamientos; asimismo, mediante la prueba de DMS se obtuvo que los valores de tule, lirio y plástico son equivalentes estadísticamente y diferentes al testigo; a su vez, el valor alcanzado por éste es equivalente únicamente al tratamiento de tule, tal como se observa en el Cuadro V.4.

De lo anterior se manifiesta que el tratamiento que causó mayor efecto en la variable reducción de peso, fue el testigo; por lo contrario, los que causaron menor reducción fueron el lirio y el plástico. Tales resultados son explicables si consideramos que el testigo no tuvo ninguna protección, sobre todo contra las temperaturas bajas y, por el contrario, el lirio y el plástico fueron tratamientos donde los ejemplares estuvieron protegidos, principalmente en el plástico, donde además de evitar el contacto directo con las heladas, permitió conservar con menor variación la temperatura cercana a la superficie del agua.

En la misma Figura V.2., los resultados del porcentaje de ejemplares sin alteración confirma lo obtenido en reducción de peso, mientras que en el testigo todos redujeron, en el plástico y el lirio se alcanzaron los porcentajes mayores de ejemplares que no alteraron su peso; además, los ejemplares que en tales tratamientos redujeron su peso, lo hicieron en menor proporción que aquellos del testigo.

Cuadro V.3.

REDUCCION DE PESO

EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA

GRAMOS

	TULE	PLASTICO	LIRIO	TESTIGO
	24	16	12	31
	16	13	10	20
	13	7	10	20
	10	6	9	17
	10	6	8	15
	10	3	7	10
	9	3	6	10
	7	1	5	10
T	99	55	67	133
$\bar{X}$	12.1	6.8	8.1	16.6

$X = 354$

$\bar{X} = 11$

Cuadro V.4.

ANALISIS DE VARIANZA

REDUCCION DE PESO POR EJEMPLAR

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F	
Tratamientos	3	459	153	5.46	**
Error	28	795	28		
Total	31	1254			

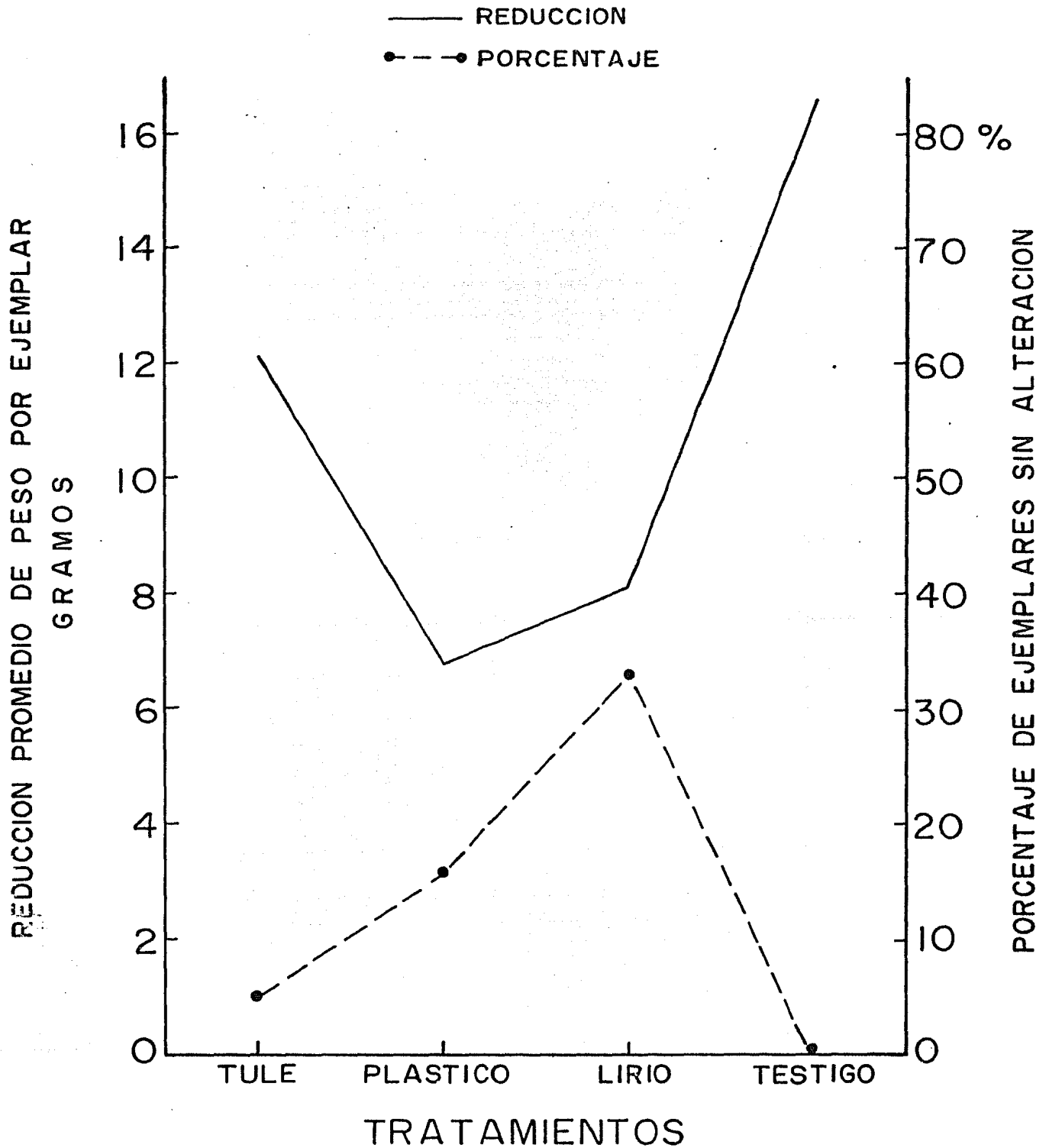
\*\* = Significativo al 0.01

D.M.S. al 0.05 = 5.39

Tratamientos =	TESTIGO	TULE	LIRIO	PLASTICO
$\bar{X}$ =	16.6	12.1	8.1	6.8

FIGURA V. 2.

REDUCCION DE PESO Y PORCENTAJE DE EJEMPLARES SIN ALTERACION



## INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO

En la Tabla V.2., Cuadros V.5. y V.6. y Figura V.3., se exponen los resultados de esta variable. El valor promedio más alto, 0.81 cm, se obtuvo en el tule; en el testigo fue de 0.64 cm, y de 0.62 cm y 0.53 cm en el lirio y plástico respectivamente. El análisis de varianza no detectó efecto significativo de los tratamientos, por lo que tales valores promedio se consideran equivalentes.

Puede considerarse que tales resultados se estiman como "normales", ya que, con la disminución de la temperatura, se infiere que los procesos metabólicos se reducen y las ranas entran en una etapa de latencia fisiológica, donde se esperaba que más que incremento en longitud resultara detención del crecimiento, tal como se ha expresado en la bibliografía relativa. Sin embargo, se decidió evaluar esta variable para tener la evidencia experimental que confirme tal comportamiento de los ejemplares para las condiciones en que se realizó el experimento.

Nuevamente, el mayor porcentaje de ejemplares que no sufrieron alteración estuvo en los tratamientos de lirio y plástico, 31% y 25% respectivamente, contra 21% y 17% del testigo y tule. Aunque estos datos de porcentaje no se analizaron estadísticamente, la poca variación manifestada nos indica que probablemente no existe diferencia significativa entre los mismos.

TABLA V.2.

INCREMENTO EN LONGITUD HOCICO-ANO Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

T U L E				P L A S T I C O				L I R I O				T E S T I G O			
N° y Sexo	Long en cm		In	N° y Sexo	Long en cm		In	N° y Sexo	Long en cm		In	N° y Sexo	Long en cm		In
	I	F			I	F			I	F			I	F	
151H	7.4	8.5	1.1	160H	7.3	9.0	1.7	44M	10.0	12.0	2.0	124H	7.5	9.5	2.0
122H	8.0	9.0	1.0	113H	9.6	10.5	0.9	141H	12.6	13.7	1.1	31M	11.0	12.5	1.5
57H	9.5	10.5	1.0	20H	10.7	11.5	0.8	34M	11.0	11.8	0.8	156H	7.2	8.3	1.1
47H	9.8	10.8	1.0	29H	13.0	13.8	0.8	83H	9.7	10.5	0.8	65H	9.2	10.0	0.8
28H	12.6	13.5	0.9	143H	7.8	8.5	0.7	7M	9.7	10.4	0.7	40H	10.7	11.5	0.8
41H	10.4	11.3	0.9	71M	9.5	10.0	0.5	142H	13.3	14.0	0.7	26M	11.3	12.0	0.7
87H	9.6	10.5	0.9	79H	8.6	9.0	0.4	102H	8.4	9.0	0.6	111H	8.0	8.6	0.6
35M	10.7	11.5	0.8	97H	9.0	9.4	0.4	4H	12.8	13.3	0.5	70H	9.5	10.0	0.5
61H	9.8	10.6	0.8	132H	8.4	8.8	0.4	13H	11.3	11.8	0.5	101H	10.0	10.5	0.5
98H	9.5	10.3	0.8	146M	13.6	14.0	0.4	46H	9.8	10.3	0.5	149H	9.5	10.0	0.5
158H	7.2	8.0	0.8	12M	10.5	10.8	0.3	52M	9.0	9.4	0.4	55M	9.7	10.0	0.3
43H	9.8	10.4	0.6	5H	11.8	12.0	0.2	64M	10.2	10.5	0.3	15M	11.4	11.5	0.1
135H	7.4	8.0	0.6	9H	11.3	11.5	0.2	127H	8.0	8.3	0.3	53M	10.2	10.3	0.1
67M	10.0	10.5	0.5	33M	10.8	11.0	0.2	121H	8.7	8.8	0.1	148H	10.0	10.1	0.1
75M	10.5	11.0	0.5	68M	9.4	9.5	0.1	153H	8.2	8.3	0.1	133H	7.3	7.4	0.1
105H	10.5	11.0	0.5			Sin alt				Sin alt					Sin alt
125H	8.0	8.5	0.5	2M	11.2	11.2	0.0	1M	11.5	11.5	0.0	18H	12.5	12.5	0.0
144H	13.2	13.7	0.5	30M	12.0	12.0	0.0	112H	9.3	9.3	0.0	19H	10.2	10.2	0.0
11H	10.5	11.0	0.5	38H	10.5	10.5	0.0	24H	10.4	10.4	0.0	39H	11.4	11.4	0.0
56H	9.6	10.0	0.4	73H	9.0	9.0	0.0	117H	8.5	8.5	0.0	21H	13.0	13.0	0.0
63H	9.0	9.4	0.4	82H	10.0	10.0	0.0	136H	7.7	7.7	0.0				
48H	10.7	11.0	0.3					137H	8.0	8.0	0.0				
140H	7.5	7.8	0.3					147H	9.7	9.7	0.0				
6H	8.3	8.5	0.2												
131H	7.1	7.3	0.2												
85H	9.8	10.0	0.2												
37H	11.8	12.0	0.2												
17M	11.5	11.6	0.1												
51M	10.9	11.0	0.1												
			Sin alt												
23H	13.0	13.0	0.0												
25H	13.5	13.5	0.0												
60H	10.0	10.0	0.0												
78H	9.8	9.8	0.0												
84H	8.5	8.5	0.0												
123H	9.4	9.4	0.0												

I: al inicio; F: al final; In: incremento; Sin alt: sin alteración.

Cuadro V.5.

INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO  
EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA

CENTIMETROS

	TULE	PLASTICO	LIRIO	TESTIGO
	1.1	1.7	2.0	2.0
	1.0	0.9	1.1	1.5
	1.0	0.8	0.8	1.1
	1.0	0.8	0.8	0.8
	0.9	0.7	0.7	0.8
	0.9	0.5	0.7	0.7
	0.9	0.4	0.6	0.6
	0.8	0.4	0.5	0.5
	0.8	0.4	0.5	0.5
	0.8	0.4	0.5	0.5
	0.8	0.3	0.4	0.3
	0.6	0.2	0.3	0.1
	0.6	0.2	0.3	0.1
	0.5	0.2	0.1	0.1
	0.5	0.1	0.1	0.1
T	12.2	8.0	9.4	9.7
X	0.81	0.53	0.62	0.64

$\bar{X} = 39.3$        $\bar{\bar{X}} = 0.65$

Cuadro V.6.

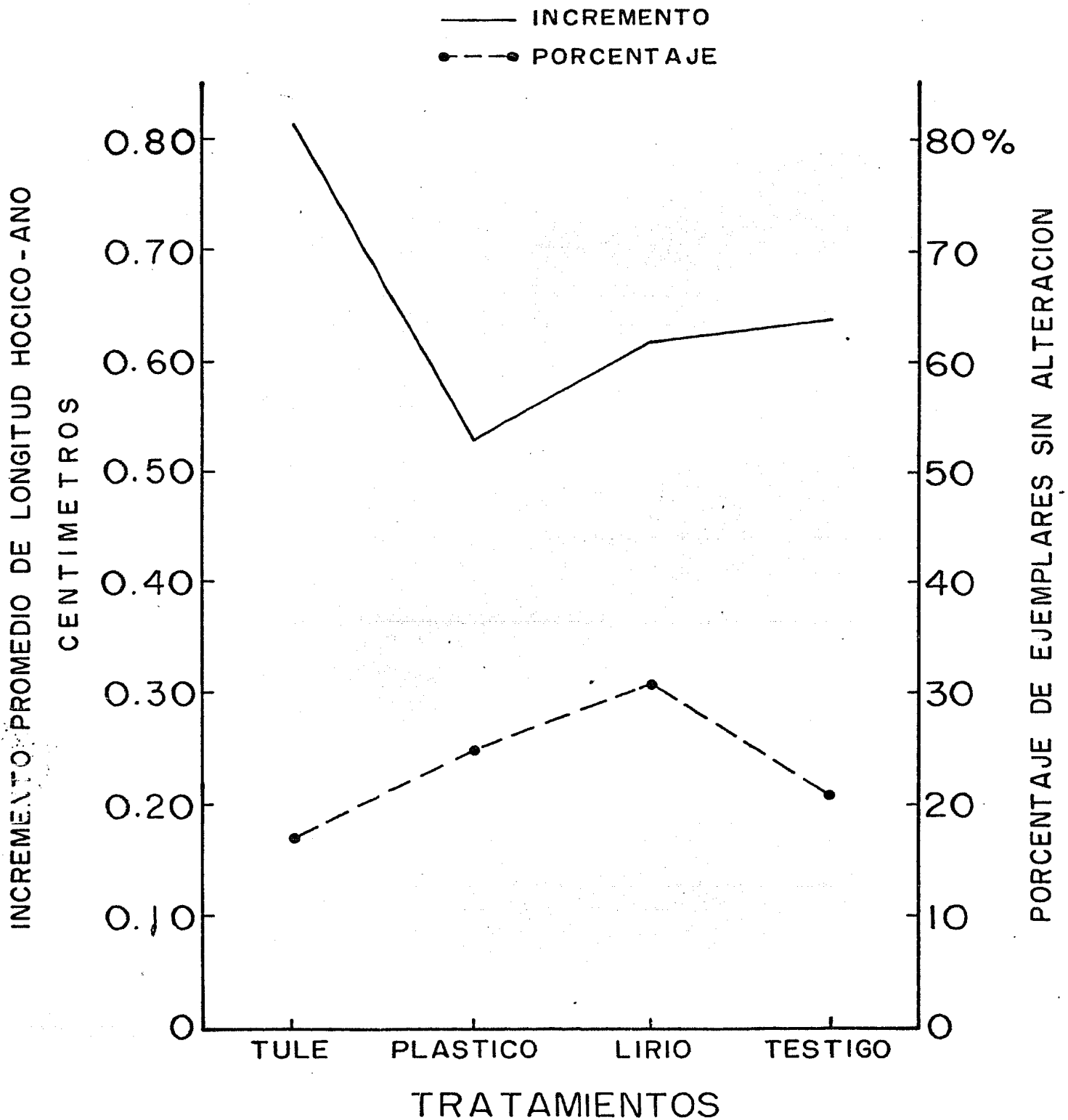
ANALISIS DE VARIANZA  
INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F	
Tratamientos	3	0.526	0.175	0.96	N.S.
Error	56	10.144	0.181		
Total	59	10.670			



FIGURA V. 3.

INCREMENTO DE LONGITUD HOCICO-ANO Y PORCENTAJE DE EJEMPLARES SIN ALTERACION.



## INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO

La Tabla V.3., los Cuadros V. 7. y V.8. y la Figura V.4., muestran lo obtenido por esta variable. En este caso, el valor más alto de incremento lo obtuvo el plástico con 0.8 cm, le siguen en orden descendente el lirio con 0.77 cm, el testigo con 0.72 cm y el valor más bajo, el tule, con 0.62 cm. El análisis de varianza manifestó efecto significativo al 5% de los tratamientos, y la prueba de D.M.S. estratificó dos grupos, Cuadro V.8.; en uno de ellos el plástico, lirio y testigo con valores equivalentes y en el otro, el testigo y el tule equivalentes entre sí, destacándose la diferencia significativa entre el tule y los tratamientos plástico y lirio.

Aunque el incremento de peso y la longitud hocico-ano no resultaron significativos, lo cual se esperaba, el incremento en grosor del muslo sí detectó influencia de dos tratamientos, plástico y lirio en contraposición al tule, lo cual coincide con la menor reducción de peso observada en dichos tratamientos, lo que, se considera, está en relación con la protección contra las temperaturas bajas en el plástico y, en el caso del lirio, con una disponibilidad mayor de alimento que en forma natural tenían los ejemplares en la rizosfera y parte aérea del lirio (larvas de insectos y otras formas acuáticas y aéreas).

Los porcentajes de ejemplares sin alteración, Figura V.4., manifiestan que el tule fue el tratamiento con el valor más alto, 65%, lo que coincide con el menor incremento en grosor del muslo; los valores de los tres tratamientos restantes son muy semejantes, 50%, 45% y 47%, en el plástico, lirio y testigo respectivamente, lo que a su vez también coincide con los valores equivalentes obtenidos en el incremento en grosor.

TABLA V.3.

INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

T U L E				P L A S T I C O				L I R I O				T E S T I G O			
N° y Sexo	Gros en cm			N° y Sexo	Gros en cm			N° y Sexo	Gros en cm			N° y Sexo	Gros en cm		
	I	F	In		I	F	In		I	F	In		I	F	In
151H	5.8	6.8	1.0	20H	7.3	8.3	1.0	83H	6.6	7.8	1.2	124H	5.0	6.0	1.0
87H	6.0	6.8	0.8	29H	8.0	9.0	1.0	1M	7.0	8.0	1.0	26M	7.0	8.0	1.0
135H	4.3	5.0	0.7	132H	5.3	6.2	0.9	141H	8.6	9.5	0.9	101H	6.7	7.5	0.8
144H	8.5	9.2	0.7	160H	4.5	5.4	0.9	137H	5.2	6.0	0.8	40H	7.2	8.0	0.8
28H	9.1	9.8	0.7	143H	5.0	5.8	0.8	34M	7.2	8.0	0.8	149H	6.8	7.5	0.7
140H	4.5	5.0	0.5	30M	7.4	8.2	0.8	7M	7.2	7.8	0.6	148H	6.5	7.1	0.6
25H	8.5	9.0	0.5	2M	7.2	8.0	0.8	46H	6.7	7.3	0.6	65H	6.5	7.0	0.5
35M	7.2	7.5	0.3	9H	7.5	8.0	0.5	136H	5.0	5.5	0.5	18H	8.5	9.0	0.5
41H	7.0	7.2	0.2	82H	7.0	7.3	0.3	153H	5.2	5.5	0.3	70H	6.5	6.8	0.3
125H	5.0	5.2	0.2	71M	5.8	6.0	0.2	142H	9.5	9.8	0.3	53M	7.0	7.3	0.3
123H	5.8	5.9	0.1			Sin alt		44M	6.7	7.0	0.3			Sin alt	
43H	6.4	6.5	0.1	5H	8.0	8.0	0.0	147H	6.4	6.5	0.1	31M	8.0	8.0	0.0
		Sin alt		12M	7.0	7.0	0.0			Sin alt		39H	8.3	8.3	0.0
122H	5.8	5.8	0.0	33M	7.0	7.0	0.0	117H	5.8	5.8	0.0	19H	7.7	7.7	0.0
105H	7.0	7.0	0.0	38H	7.7	7.7	0.0	102H	6.0	6.0	0.0	111H	5.2	5.2	0.0
98H	6.0	6.0	0.0	68M	7.0	7.0	0.0	112H	6.0	6.0	0.0	15M	8.0	8.0	0.0
84H	5.5	5.5	0.0	73H	6.1	6.1	0.0	4H	8.6	8.6	0.0	55M	7.4	7.4	0.0
60H	6.8	6.8	0.0	79H	5.9	5.9	0.0	13H	8.8	8.8	0.0	156H	5.0	5.0	0.0
11H	7.1	7.1	0.0	97H	6.4	6.4	0.0	52M	6.4	6.4	0.0	21H	9.9	9.9	0.0
17M	8.0	8.0	0.0	146M	9.5	9.5	0.0	127H	5.6	5.6	0.0	133H	5.9	5.9	0.0
23H	8.3	8.3	0.0	113H	6.6	6.6	0.0	121H	6.6	6.6	0.0				
56H	6.1	6.1	0.0					64M	5.6	5.6	0.0				
51M	6.5	6.5	0.0					24H	6.4	6.4	0.0				
48H	7.2	7.2	0.0												
67M	6.2	6.2	0.0												
57H	6.8	6.8	0.0												
47H	6.7	6.7	0.0												
61H	7.0	7.0	0.0												
63H	6.8	6.8	0.0												
75M	6.4	6.4	0.0												
78H	6.4	6.4	0.0												
85H	7.0	7.0	0.0												
6H	5.8	5.8	0.0												
37H	9.3	9.3	0.0												
131H	4.2	4.2	0.0												
158H	2.8	2.8	0.0												

I: al inicio; F: al final; In: incremento; Sin alt: sin alteración.

Cuadro V.7.

INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO  
EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA  
CENTIMETROS

	TULE	PLASTICO	LIRIO	TESTIGO
	1.0	1.0	1.2	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0
	0.7	0.9	0.9	0.8
	0.7	0.9	0.8	0.8
	0.7	0.8	0.8	0.7
	0.5	0.8	0.6	0.6
	0.5	0.8	0.6	0.5
	0.3	0.5	0.5	0.5
	0.2	0.3	0.3	0.3
	0.2	0.2	0.3	0.3
T	5.6	7.2	7.0	6.5
$\bar{X}$	0.62	0.80	0.77	0.72

$X = 26.3$        $\bar{X} = 0.73$

Cuadro V.8.

ANALISIS DE VARIANZA  
INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F	
Tratamientos	3	0.17	0.056	2.94	*
Error	32	0.61	0.019		
Total	35	0.78			

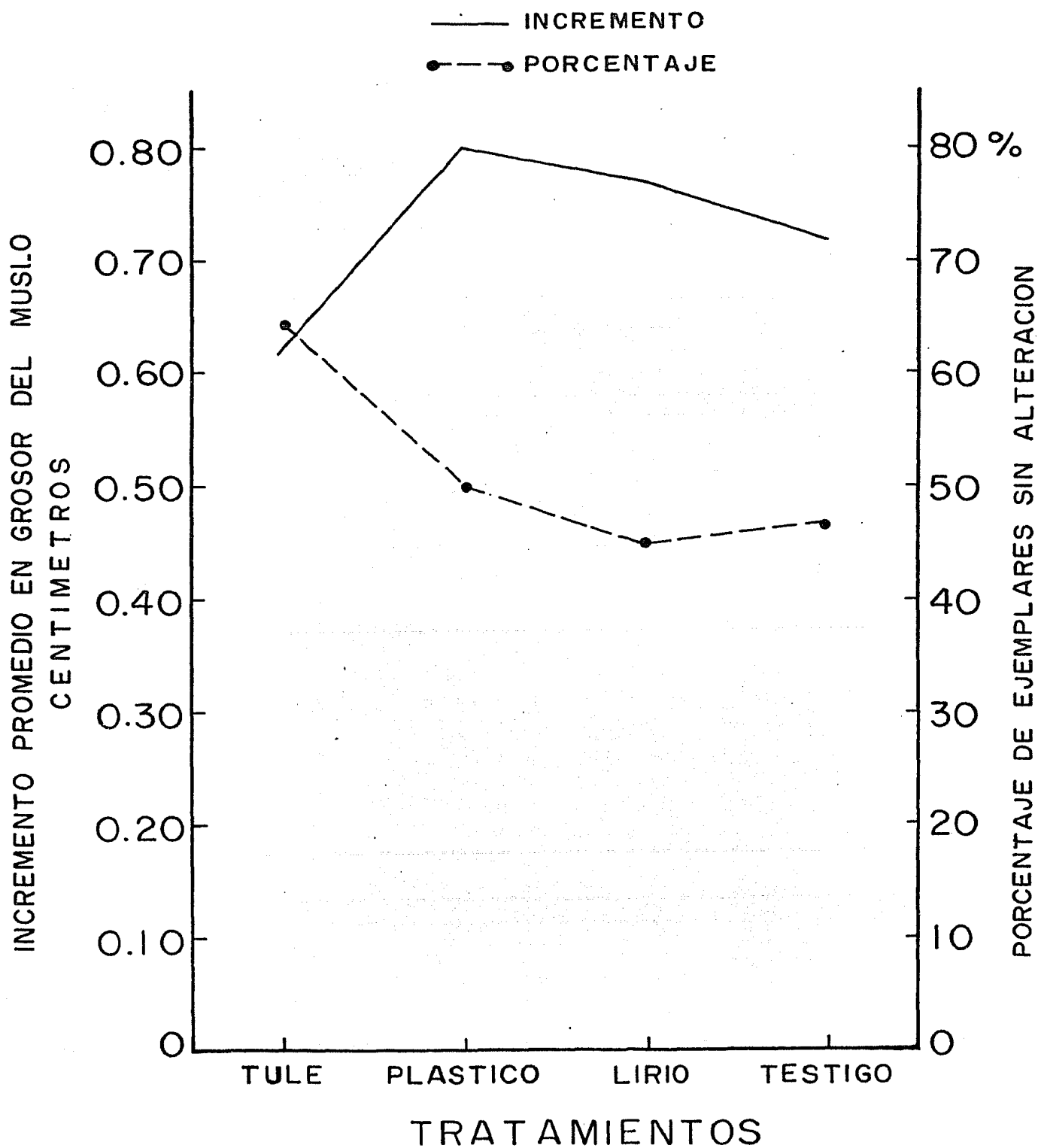
\* = Significativo al 0.05

D.M.S. al 0.05 = 0.132

Tratamientos =	PLASTICO	LIRIO	TESTIGO	TULE
$\bar{X}$ =	0.8	0.77	0.72	0.62

FIGURA V. 4.

INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO Y PORCENTAJE DE EJEMPLARES SIN ALTERACION.



## INCREMENTO EN LONGITUD DE PANTORRILLA

En la Tabla V.4., Cuadros V.9. y V.10. y Figura V.5., se exponen los resultados obtenidos. El valor promedio más alto se registró en el testigo, 0.44 cm; siguen el lirio y el plástico con 0.33 cm y 0.31 cm respectivamente, y el valor más bajo lo obtuvo el tule con 0.21 cm. El análisis de varianza manifestó efecto de tratamientos sobre la variable de estudio a nivel de 5%; asimismo, la prueba de D.M.S. detectó diferencia significativa únicamente entre el testigo y el tule.

Para este caso, donde es el testigo quien alcanza el valor más alto y considerando que también alcanza la mayor reducción de peso, puede tomarse dicho incremento como una manifestación de incremento afectado por las temperaturas bajas, escasez de alimento y nula protección ambiental; por el contrario, en el resto de tratamientos, con condiciones más favorables, la reducción de peso fue menor y la longitud de la pantorrilla no se incrementó significativamente.

El mayor porcentaje de ejemplares sin alteración para esta variable fue el tule, que alcanzó 65%, lo que nos indica que sólo un 35% manifestó incremento, siendo éste muy reducido; por el contrario, en el resto de los tratamientos, el porcentaje sin alteración fue de 30% a 40%, lo que significa que incrementaron en longitud de pantorrilla más ejemplares y en mayor proporción cada uno. Tal observación es válida principalmente para el testigo, que es el único que representa diferencia significativa en relación con el tule.

TABLA V.4.

INCREMENTO EN LONGITUD DE PANTORRILLA Y EJEMPLARES SIN ALTERACION EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

T U L E				P L A S T I C O				L I R I O				T E S T I G O			
N° y Sexo	Long en cm			N° y Sexo	Long en cm			N° y Sexo	Long en cm			N° y Sexo	Long en cm		
	I	F	In		I	F	In		I	F	In		I	F	In
6H	3.1	3.4	0.3	160H	2.7	3.5	0.8	147H	3.7	4.3	0.7	53M	4.0	4.7	0.7
60H	3.7	4.0	0.3	71M	3.5	4.0	0.5	44M	4.0	4.5	0.5	156H	2.7	3.3	0.6
11H	4.3	4.5	0.2	5H	4.7	5.0	0.3	141H	5.0	5.5	0.5	39H	4.6	5.1	0.5
47H	4.0	4.2	0.2	132H	3.2	3.5	0.3	127H	2.8	3.2	0.4	65H	3.8	4.3	0.5
56H	3.8	4.0	0.2	20H	4.3	4.5	0.2	102H	3.3	3.6	0.3	124H	2.9	3.4	0.5
87H	3.8	4.0	0.2	33M	4.3	4.5	0.2	121H	3.2	3.4	0.2	26M	4.5	4.9	0.4
98H	3.8	4.0	0.2	38H	3.8	4.0	0.2	153H	3.2	3.4	0.2	40H	4.2	4.5	0.3
158H	2.8	3.0	0.2	79H	3.2	3.4	0.2	46H	3.9	4.0	0.1	31M	4.7	5.0	0.3
75M	3.9	4.0	0.1	12M	4.2	4.3	0.1	64M	3.9	4.0	0.1	111H	3.0	3.2	0.2
84H	3.2	3.3	0.1	30M	4.2	4.3	0.1			Sin alt	19H	3.8	4.0	0.2	
140H	2.7	2.8	0.1	68M	3.9	4.0	0.1	1M	4.3	4.3	0.0	15M	4.6	4.8	0.2
151H	3.2	3.3	0.1	73H	3.4	3.5	0.1	13H	4.7	4.7	0.0	18H	4.6	4.8	0.2
		Sin alt		82H	3.9	4.0	0.1	34M	4.5	4.5	0.0	101H	3.7	3.8	0.1
17M	4.5	4.5	0.0	143H	3.4	3.5	0.1	52M	3.6	3.6	0.0			Sin alt	
25H	5.0	5.0	0.0			Sin alt		83H	4.0	4.0	0.0	133H	3.0	3.0	0.0
28H	5.0	5.0	0.0	29H	4.8	4.8	0.0	117H	3.3	3.3	0.0	149H	3.7	3.7	0.0
41H	4.3	4.3	0.0	97H	3.5	3.5	0.0	136H	3.0	3.0	0.0	70H	4.2	4.2	0.0
43H	4.0	4.0	0.0	146M	5.5	5.5	0.0	7M	4.2	4.2	0.0	55M	4.2	4.2	0.0
51M	4.3	4.3	0.0	113H	3.7	3.7	0.0	4H	5.2	5.2	0.0	21H	5.0	5.0	0.0
61H	4.2	4.2	0.0	9H	4.6	4.6	0.0	142H	5.6	5.6	0.0	148H	4.0	4.0	0.0
67M	4.0	4.0	0.0	2M	4.6	4.6	0.0	112H	3.7	3.7	0.0				
105H	4.5	4.5	0.0					137H	3.3	3.3	0.0				
131H	2.8	2.8	0.0					24H	4.2	4.2	0.0				
135H	3.0	3.0	0.0												
23H	4.6	4.6	0.0												
35M	4.4	4.4	0.0												
37H	5.0	5.0	0.0												
48H	4.2	4.2	0.0												
57H	4.2	4.2	0.0												
63H	3.8	3.8	0.0												
78H	3.8	3.8	0.0												
85H	3.9	3.9	0.0												
122H	3.4	3.4	0.0												
123H	3.9	3.9	0.0												
125H	3.4	3.4	0.0												
144H	5.2	5.2	0.0												

I: al inicio; F: al final; In: incremento; Sin alt: sin alteración.

Cuadro V.9.

INCREMENTO EN LONGITUD DE LA PANTORRILLA  
EJEMPLARES CONSIDERADOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA

CENTIMETROS

	TULE	PLASTICO	LIRIO	TESTIGO
	0.3	0.8	0.7	0.7
	0.3	0.5	0.5	0.6
	0.2	0.3	0.5	0.5
	0.2	0.3	0.4	0.5
	0.2	0.2	0.3	0.5
	0.2	0.2	0.2	0.4
	0.2	0.2	0.2	0.3
	0.2	0.2	0.1	0.3
	0.1	0.1	0.1	0.2
T	1.9	2.8	3.0	4.0
$\bar{X}$	0.21	0.31	0.33	0.44

$X = 11.7$

$\bar{X} = 0.32$

Cuadro V.10.

ANALISIS DE VARIANZA

INCREMENTO EN LONGITUD DE PANTORRILLA

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	F	
Tratamientos	3	0.25	0.083	2.96	*
Error	32	0.92	0.028		
Total	35	1.17			

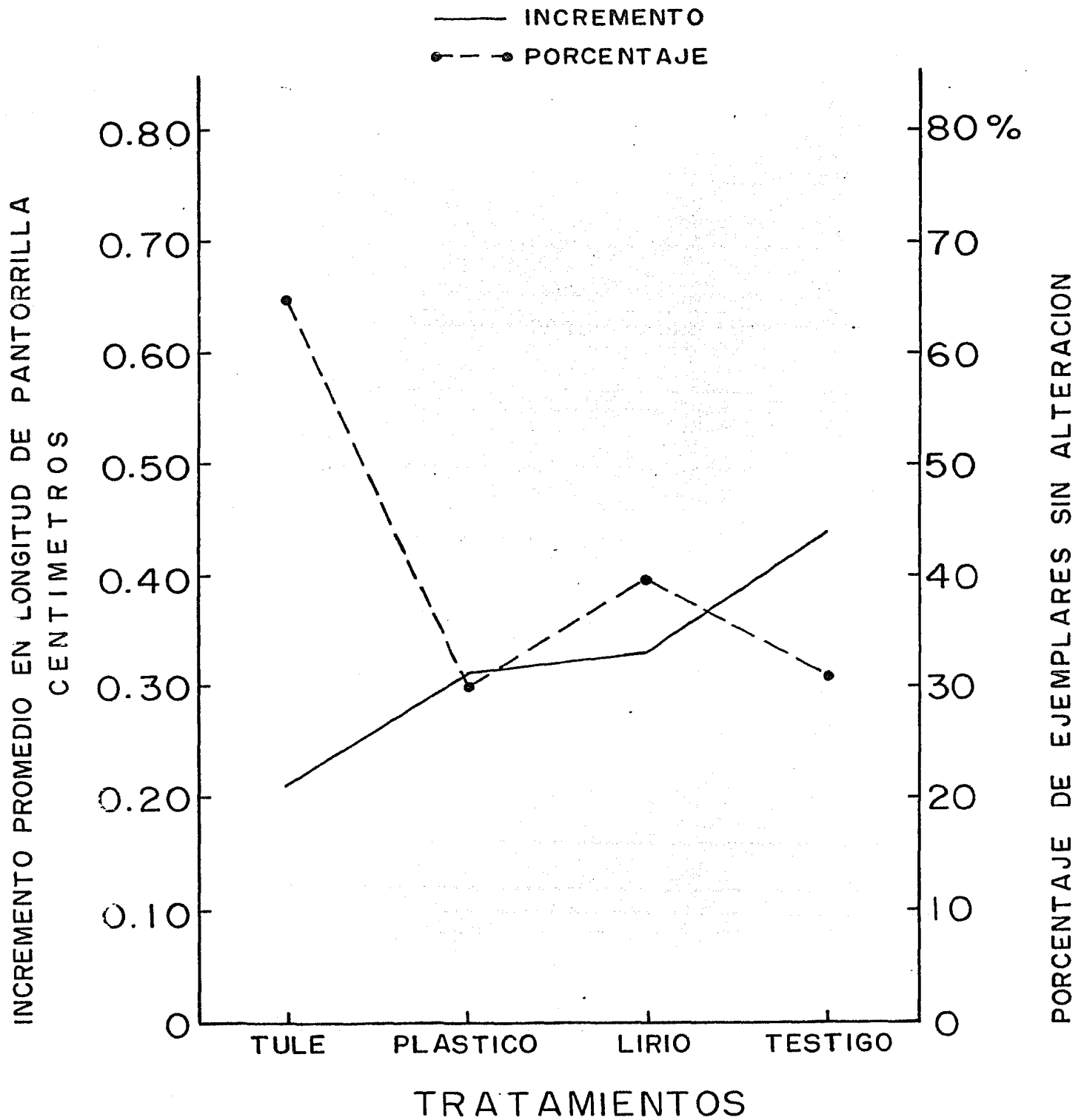
D.M.S. al .05 = 0.16

Tratamientos	= TESTIGO	LIRIO	PLASTICO	TULE
$\bar{X}$	= 0.44	0.33	0.31	0.21



FIGURA V. 5.

INCREMENTO EN LONGITUD DE LA PANTORRILLA Y PORCENTAJE DE EJEMPLARES SIN ALTERACION.



## ANALISIS CONJUNTO DE LAS VARIABLES CUYOS TRATAMIENTOS DIERON EFECTO SIGNIFICATIVO

En la Figura V.6. se exponen los datos de aquellas variables en cuyos tratamientos se manifestó efecto significativo, como son: reducción de peso, incremento en grosor del muslo e incremento en longitud de la pantorrilla.

En el tratamiento de tule y en relación con la reducción de peso, se obtuvo un valor medio entre el testigo, que fue el mayor, y el lirio y el plástico, que fueron los más bajos; para el incremento en grosor del muslo, el tule registró el dato más bajo, equiparable al testigo que fue ligeramente mayor, y en incremento en longitud de pantorrilla también obtuvo el dato más bajo. En síntesis, en este tratamiento se obtuvieron: menor reducción de peso, menor incremento en grosor del muslo, y en longitud de la pantorrilla.

Para el tratamiento de plástico se manifestó lo siguiente: se registró, junto con el lirio y el tule la menor reducción de peso; alcanzó el mayor incremento en grosor del muslo, aunque estadísticamente fue equivalente al lirio; y en el incremento en longitud de pantorrilla se obtuvo un valor medio equivalente al lirio.

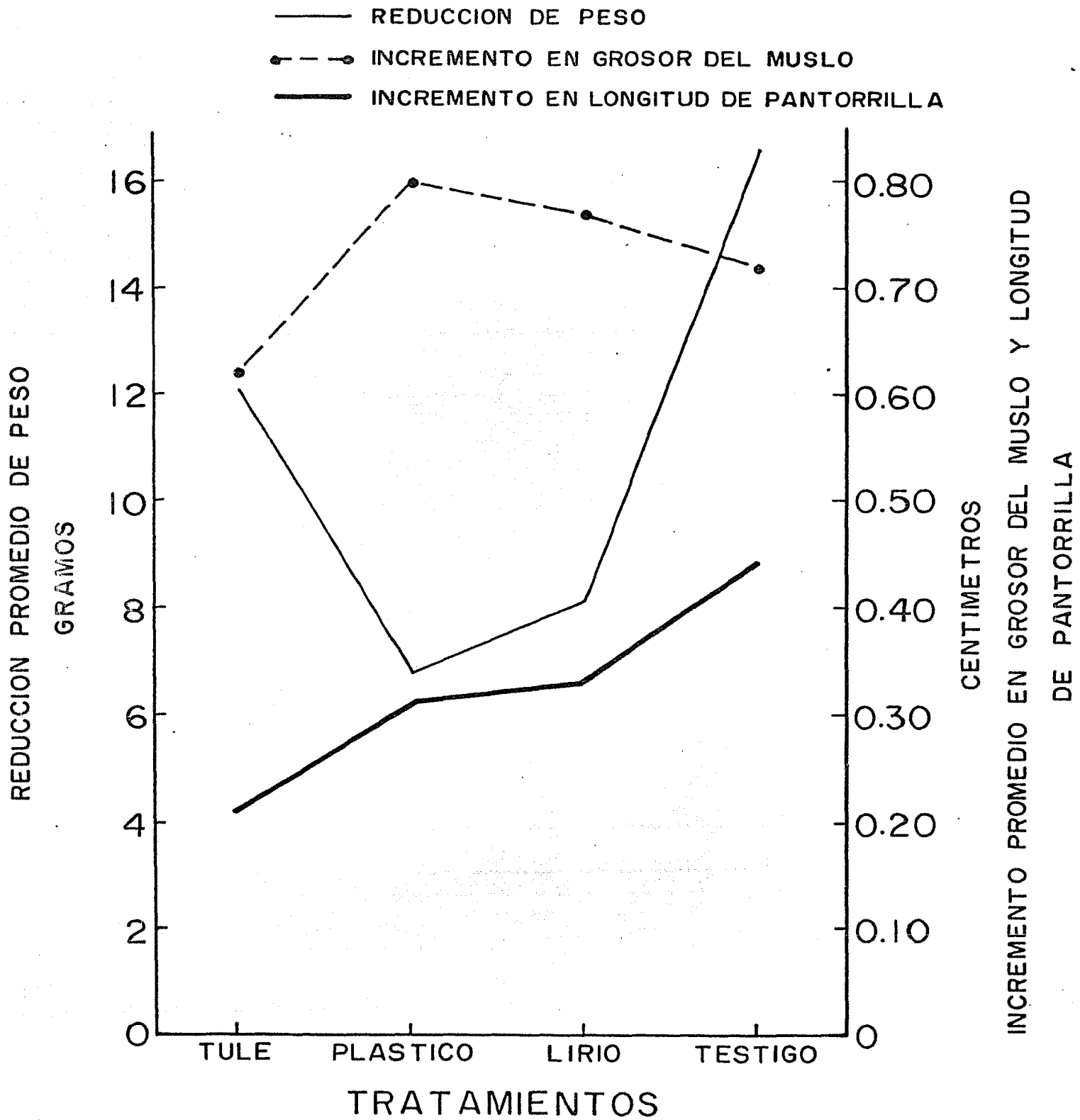
Para el lirio se alcanzó el nivel más bajo en reducción de peso; el mayor incremento en grosor del muslo y un valor medio en incremento en longitud de pantorrilla.

Finalmente, en el tratamiento testigo se alcanzó el valor más alto en reducción de peso, un valor medio en incremento en grosor del muslo y el valor más alto en incremento en longitud de pantorrilla.

De lo anterior se hace notar que los tratamientos que mayor efecto benéfico produjeron sobre los ejemplares de rana mugidora fueron el plástico y el lirio, dado que en ambos se obtuvo la menor reducción de peso, el mayor incremento en grosor del muslo y valores medios en incremento en longitud de pantorrilla.

FIGURA V.6.

REDUCCION DE PESO, INCREMENTO EN GROSOR DEL MUSLO Y LONGITUD DE PANTORRILLA.



## EJEMPLARES QUE PERMANECIERON EN SUS TRATAMIENTOS

En la Figura V.7. se expone el porcentaje de ejemplares que no escaparon, que permanecieron en sus tratamientos. Aunque esta variable no se consideró originalmente, al final del experimento, dado el comportamiento de los ejemplares en función de los tratamientos, se decidió involucrar tal reacción como una variable de estudio más.

Como se aprecia en dicha figura, el tratamiento donde permanecieron más ejemplares hasta el final del experimento, fue el tule con 87%; siguió el lirio con 55%, el plástico con 50% y el tratamiento con menor número de ejemplares fue el testigo con 47%.

Es indudable que los ejemplares de rana, cuando empezó a descender la temperatura, buscaron protección, misma que existía en el tule, el lirio y el plástico, pero no así en el testigo, donde al no presentar protección vegetal o de otro tipo, las ranas fueron en busca de ella; hasta cierto punto, la condición creada en el testigo fue irreal, ya que ningún animal, en condiciones naturales, se expone a las condiciones adversas del medio ambiente.

El otro tratamiento que no presentaba condiciones naturales para defenderse de las inclemencias del tiempo, pero que aunque artificialmente sí brindaba protección, fue el plástico. Al no encontrar las ranas la condición natural propia dentro de este tratamiento, se motivó la reacción de buscar dicha condición fuera de este tratamiento, lo que causó que sólo permaneciera el 50% de la población original.

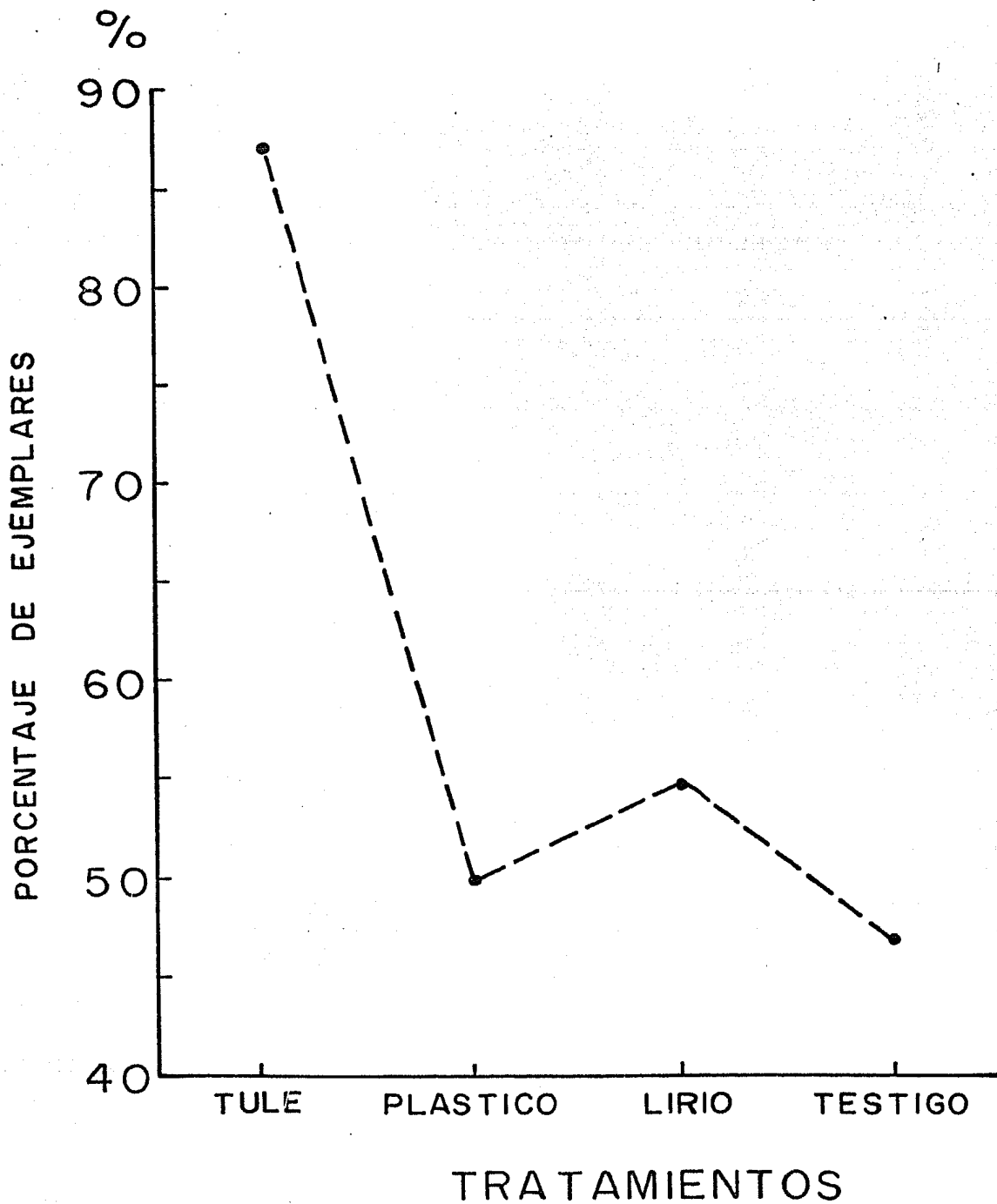
La situación con el lirio fue diferente, ya que esta especie vegetal, como se ha mencionado, presenta características en su hábitat muy favorables para la protección de las ranas; sin embargo, solamente permaneció el 55% de los ejemplares.

La condición más favorable para las ranas, fue el tratamiento de tule, ya que permaneció el 87% hasta el final; es claro que las ranas se guiaron por su instinto y encontraron en el tule el medio más propicio para soportar las condiciones ambientales desfavorables.

Sin embargo, con base en las otras variables estudiadas, no necesariamente fue el tratamiento que mayor protección brindó.

FIGURA V.7.

PORCENTAJE DE EJEMPLARES QUE PERMANECIERON EN SUS TRATAMIENTOS



## VI. CONCLUSIONES

Se realizó un estudio sobre hibernación de rana mugidora en una zona templada de la cuenca de México. Se probaron cuatro ambientes diferentes, tule, plástico, lirio y testigo, mediante los cuales se evaluó la respuesta de los animales a través de las variables dependientes: incremento de peso, reducción de peso, longitud hocico-ano, grosor del muslo, longitud de pantorrilla y permanencia de los ejemplares en los tratamientos estudiados. Con base en los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- en la evaluación del efecto de los tratamientos sobre las variables en estudio, se manifestó efecto estadístico significativo de los mismos en las variables: reducción de peso, grosor del muslo y longitud de pantorrilla.
- Los tratamientos que mayor efecto benéfico produjeron sobre los ejemplares de rana mugidora fueron el plástico y el lirio, dado que en ambos se obtuvo la menor reducción de peso, el mayor incremento en grosor del muslo y valores medios en incremento en longitud de pantorrilla.
- En relación con la permanencia de los ejemplares en sus tratamientos, y considerando que esta variable no se analizó estadísticamente, el tratamiento donde permaneció el mayor porcentaje de ejemplares fue el tule; sin embargo, con base en las otras variables estudiadas, no fue el tratamiento que mayor protección brindó.
- A manera de conclusión final, se plantean los siguientes lineamientos a nivel experimental: a) con el fin de incrementar la productividad del recurso rana, es conveniente continuar esta línea de investigación, principalmente en zonas templadas donde exista hibernación de esta especie; b) con base en los resultados de esta experiencia y considerando que los mejores tratamientos en forma independiente fueron el plástico y el lirio, probar el efecto combinado de los

mismos, aumentar el número de ejemplares por tratamiento y reducir el rango de variación en edad y peso de los ejemplares; y c) repetir los experimentos en un lapso de 3 a 5 años para que, con mayor confiabilidad de los datos, sea posible dar recomendaciones a nivel de explotación comercial.



VII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, I. F. 1962. Datos adicionales sobre la rana, producción y nociones sobre su cultivo. EL PESCADOR: 36-39.
- Aguilar, I. F. 1963. Aspectos Generales sobre la rana y su cultivo. Direc. Gral. Pesca, S.I.C. Sr. Trab. de Divulg. 48.21.
- Alvarez del V., J. 1973. Los Cordados. CNEB. México, D. F. 129-149.
- Anónimo, 1960. La rana toro. Ministerio de Agricultura, Departamento de Repoblación Fluvial. La Habana, Cuba.
- Atlas M. 1935. The effect of temperature on the Development of *Rana pipiens*. *Physiol. Zool.* 8: 290.
- Barthelemy, H. 1926. Recherches biometriques et experimentales sur l'hibernation, la maturation et la surmaturation de la grenouille rousse (*Rana fusca*) *Compl. rend. Acad. Sci.* CLXXXII, 1653-1654.
- Bogert, C. M. and J. A. Oliver. 1945. A preliminary analysis of the herpetofauna of Sonora. *Bull. Am. Nat. Hist.* 83 (6): 3422.
- Brattstrom, B. H. 1962. Thermal control of aggregation behavior in tadpoles. *Herpetologica* 18: 38-46.  
1963. A preliminar review of the thermal requirements of amphibians. *Ecology* 44:238-255.
- Breener, F. J. 1969. The role of temperature and fat deposition in hibernation and reproduction in two species of frogs. *Herpetologica* 25 (2):105-113.
- Brooks, E. S. 1918. Reactions of frogs to heat and cold. *Amer. Jour. Physiol.* XLVI, 493-501.
- Brooks, G. R. 1959. A survey of the habits of *Rana catesbeiana* from five different habits. *Virgins Jour. Sci.* 10: (4) A 263.
- Brooks, G. R. Jr. 1964. An Analysis of the food habits of the bull frog *Rana catesbeiana*, by body size, sex month and habitat. *Va. J. Sci.*, 15 (3): 173-186.
- Butler, A. W. 1885. Hibernation of the lower vertebrates. *Amer. Naturalist.* XIX 37-40.
- Calhoun, R. E. and D. L. Jameson, 1970. Canonical correlation between variation in weather and variation in size of the Pacific tree frog, *Hyla regilla*, in southern California. *Copeia* 1970 (1): 124-134.

- Cameron, A. T. 1914. Further experiments of the effect of low temperatures on the frog. Proc. Trans. Roy. Canada. VIII, Sec. IV, 261-266.
- Cameron, A. T. and J. I. Brownlee. 1913. The effect of low temperatures on the frog. Proc. Trans. Roy. Soc. Canada, VII, IV, 107-124.
- Cochran, D. M. 1961. Los anfibios. Ed. Seix Barral S. A. Barcelona.
- Currie, W. and E. D. Bellis. 1969. Home range and movements of the bullfrog, *Rana catesbeiana* shaw, in an Ontario ponds. Copeia 4, 688-692.
- Durman, L. and G. W. Bennett. 1963. Age, growth, and homing in the bullfrog. J. Wildl. Mange. 27 (1): 107-123.
- Emlen, S. T. 1968. Territoriality in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. Copeia 1968 (2): 240-243.
- Ferguson, D. E., J. P. McKeown and O. S. Borsaje. 1968. Sun-compass orientation of bullfrog. Copeia 230-235.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Inst. de Geografía, UNAM, México, D. F. 246 pp.
- Guzmán del P., S. 1962. Captura y transporte de ranas. Su aplicación en trabajos de ranicultura. EL PESCADOR 4: 15-18.
- Jameson, D. L. 1966. Rate of weight loss of tree frogs at various temperatures and humidities. Ecology 47: 605-613.
- Juárez P., J. R. 1976. La explotación de la rana en México. Situación actual y perspectivas. Tesis Prof. de Biología. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Klimstra, W. D. 1949. Early bullfrog transformation. Copeia (3), 231.
- Korschgen, L. J. and T. S. Baskett. 1963. Foods of impoundment and stream dwelling bullfrogs in Missouri. Herpetologica 19 (2): 89-99.
- and D. L. Moyle. 1955. Food habitats of the bullfrog in central Missouri farm ponds. Am. Midl. Nat. 54 (2): 332-341.
- Levy, M. 1899-1900. Das Leben der Frösche unter dem Wasser, Zool. Garten, XL, 147-148, XLI, 178-180.
- Lillywhite, H. B. 1970. Behavioral temperature in the bullfrog *Rana catesbeiana*. Copeia 1970 (1) 146-158.

- Mayés, A. I. 1968. Folleto instructivo para la cría artificial de la rana comestible, rana-toro (*Rana catesbeiana* Shaw). Banco Nacional de Crédito Ejidal S. A. de C. V. México, D. F.
- Mc Atee, W. L. 1921. Homing and other habits of bullfrog. *Copeia* 96, 39-40.
- Moore, J. A. 1942. Embryonic temperature tolerance and rate of development in *Rana catesbeiana*. *Biol. Bull.* 83: 375-388.
- Morgan, A. H. 1922. The temperature senses in the frogs skin. *Jour. Exp. Zool.*, XXXV, 83-10.
- Moyle, B. P. 1973. Effects on introduced bullfrog *Rana catesbeiana* on the native frog San Joaquín valley. California. *Copeia* 1: 18-22.
- Noble, K. G. 1954. The biology of the amphibia. Dover Publication, Inc. New York.
- Oliver, J. A. 1962. North American Amphibians and Reptiles D. Van Nostrand Co., Inc. Princeton, New Jersey.
- Piña, A. C. D. A. 1977. Bibliografía relativa al Género *Rana* en México y a la Ranicultura. Tesis Prof. de Biología. Fac. Ciencias UNAM.
- Ramírez, G. R. 1952. Nociones sobre la propagación artificial de la Rana. Direc. Gral. de Pesca, SIC. Serie de trabajos de divulgación VII Núm. 79. México.
- Raney, E. C. and W. M. Ingram. 1961. Growth of tagged frogs (*Rana catesbeiana* Shaw and *Rana clamitens* Daudin) under natural conditions. *Am. Nat.* 26 (1): 201-206.
- Rugh, R. 1957. The frog. Mc Graw-Hill Book Co., Inc. New York.
- Savage, R. M. 1961. The ecology and the life history of the Common Frog. London.
- Schroeder, E. E. and T. S. Baskett. 1968. Age estimation, growth rates, and population structure in Missouri bullfrog. *Copeia* 583-592.
- Smith, J. H. y E. H. Taylor. 1948. An anotated checklist and Key to the amphibia of México. *Smithsonian Inst. U.S. Nat. Mus. Bull.* 194.
- Smith, J. H. y E. H. Taylor, 1966. Herpetology of Mexico. Ashton, Maryland, E.U.A.

- Stebbins, R. C. 1966. A field guide to western reptiles and amphibians. Houghton Mifflin Co. Boston. U.S.A.
- Taylor, E. H. 1962. Third contribution to the herpetology of San Luis Potosí Univ. Kansas. Sci. Bull. 34 Part. 2: 793-815.
- Viosca, P. Principles of Bull culture. Southern. Biological supply Co. New Orleans, La. U.S.A.
- Vogt, T. and D. L. Jameson, 1970. Chronological correlation between change in weather and change in morphology of the Pacific tree frog in southern California. Copeia 1970 (1) 135-144.
- Weiwan, T. A. 1969. Vocalitation, aggressive behavior and territoriality in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. Copeia 1969 (2): 276-285.
- Willis, Y. L., D. L. Moyle and T. S. Baskett. 1956. Emergence, breeding, hibernation, movements and transformation of the bullfrog, *Rana catesbeiana* in Missouri. Copeia 1956 (1): 30-41.
- Workman, G. and K. C. Fischer 1941. Temperature selection and the effect of temperature on movement in frog tadpoles. Am. J. Physiol. 133: P499-500.
- Wright, A. H. and A. A. Wright. 1965. Frogs and Toads. Comstock Publishing Associates Ithaca, New York.
- Zertuche, R. 1966. Criando ranas puede aumentar sus ganancias. El Surco, Núm. 3, Vol. 71 Mayo/Junio, John Deere de México, S. A.