

ISSN 0326-551X

ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN LARVAS DE *Bufo fernandezae* GALLARDO.
CRECIMIENTO LONGITUDINAL Y SU RELACION CON EL ALIMENTO,
CONCENTRACION DE OXIGENO Y DENSIDAD (Amphibia: Anura).

por

Arturo I. Kehr

CUADERNOS DE HERPETOLOGIA VOLÚMEN 1, NÚMERO 4, DICIEMBRE 1985.
ASOCIACION HERPETOLOGICA ARGENTINA

EDITOR, JORGE D. WILLIAMS

COEDITORES. SILVIA I. PERI Y NESTOR G. BASSO

ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN LARVAS DE BUFO FERNANDEZAE GALLARDO..
CRECIMIENTO LONGITUDINAL Y SU RELACION CON EL ALIMENTO, CONCEN-
TRACION DE OXIGENO Y DENSIDAD (AMPHIBIA, ANURA)¹.

Arturo I. Kehr^{*}

SUMMARY

Experimental studies in immature stages of Bufo fernandezae, Gallardo. Length growth and its relation to food, oxygen concentration and density (Amphibia, Anura).

The objective of this work is to analyze individual and combined effects of biotic and abiotic factors on the length growth of immature stages of B. fernandezae Gallardo. The research was carried on under specified and constant laboratory conditions. The obtained results showed that the density was the main controlling factor upon the individual growth, being less important, in this sense, the alimentary offer arranged during the temporal extension of the experiments. Besides, no differences were detected between the reared spawns, under different dissolved oxygen registered values. Furthermore, it is remarkable food abundance and accesibility influence on the successful development of the studied individuals.

1. Contribucion Cientifica N° 273 del Instituto de Limnologia "Dr.R. A. Ringuelet", ILPLA (Museo de La Plata - CONICET).

* Becario de Perfeccionamiento (CONICET).

INTRODUCCION

En esta contribución, se analiza en laboratorio, el efecto individual y combinado sobre el crecimiento longitudinal de los renacuajos de Bufo fernandezae, de la frecuencia de oferta del alimento, la concentración de oxígeno disuelto y la densidad a que estuvieron expuestos los individuos durante su desarrollo. Se analizan asimismo mortalidad, supervivencia y duración del estado larval, en las condiciones impuestas en cada uno de los ensayos programados.

El objetivo de la investigación es establecer cuali-cuantitativamente el efecto de determinados factores ecológicos, tanto bióticos como abióticos, sobre el crecimiento longitudinal de las larvas de la especie estudiada.

El trabajo experimental realizado puede catalogarse como una "falsificación" de algunos componentes del medio natural y pretende inferir algunos aspectos de las estrategias adaptativas, que adoptaría este taxón en su hábitat natural, en el transcurso de sus fases del desarrollo preadulto.

MATERIAL Y METODOS

Los especímenes estudiados se obtuvieron a partir de una postura recolectada en una laguna ubicada en la localidad de Los Talas (Partido de Berisso, Provincia de Buenos Aires), a la vera de la ruta provincial Nº 11, a unos 10 km hacia el sur de la ciudad de Berisso, el 10 de febrero de 1982.

Para la realización de esta experiencia, se criaron 180 renacuajos de una misma cohorte, desde el momento de su eclosión, siendo la longitud media registrada en las larvas en esta etapa inicial del ciclo vital de 0,6 cm.

Los dispositivos de cría utilizados fueron 18 acuarios de forma cúbica con idénticas características de volumen máximo (3.375 cm^3), siendo cada uno de sus lados de 15 cm. El volumen de agua utilizado fue de 2.000 cm^3 en 12 de

ellos, mientras que en los 6 restantes se empleó un volumen de 1.000 cm^3 . El recurso alimentario otorgado fue "alimento para peces". Éste fue distribuido de modo tal que a cada individuo le correspondió un promedio de 0,02 g. La longitud total en cm (cuerpo más cola) de los renacuajos en todos los acuarios se midió cada 7 días, intervalo éste en que era renovado el alimento y el agua corriente de cada acuario, que en todos los casos fue tratada previamente con declorinador. Además, coincidentemente con dicha renovación, se colocaron 2 ml por acuario de una solución madre tratada con fungicida.

Las condiciones especificadas en cada uno de los 18 acuarios se consignan en la Tabla 1:

Acuario N°	N° ind./ ac.	Alim./ ac. (g)	Alim./ ind. (g)	V. de agua (cm ³)	Condiciones de oferta de alim. *	Proporc. oxígeno disuelto (mg/l)
1	4	0,08	0,02	2000	1	7 a 8
2	16	0,32	0,02	2000	1	7 a 8
3	4	0,08	0,02	2000	1	6 a 7
4	16	0,32	0,02	2000	1	6 a 7
5	4	0,08	0,02	1000	1	5 a 6,5
6	16	0,32	0,02	1000	1	5 a 6,5
7	4	0,08	0,02	2000	2	7 a 8
8	16	0,32	0,02	2000	2	7 a 8
9	16	0,32	0,02	2000	2	6 a 7
10	4	0,08	0,02	2000	2	6 a 7
11	4	0,08	0,02	1000	2	5 a 6,5
12	16	0,32	0,02	1000	2	5 a 6,5
13	4	0,08	0,02	2000	3	7 a 8
14	16	0,32	0,02	2000	3	7 a 8
15	16	0,32	0,02	2000	3	6 a 7
16	4	0,08	0,02	2000	3	6 a 7
17	16	0,32	0,02	1000	3	5 a 6,5
18	4	0,08	0,02	1000	3	5 a 6,5

TABLA 1 - Condiciones especificadas de la experiencia de Bufo fernandezae.

* La frecuencia de oferta del alimento fue: 1: 3,5 días de alimentación y ayuno alternativamente; 2: oferta de alimento durante los primeros 7 días.

Condiciones de ayuno durante el intervalo que se extiende entre el 8° y 14° días de la experiencia.

Oferta de alimento hasta el final de la experiencia a partir del 15° día; 3: condiciones de ayuno sólo durante los primeros 7 días de la experiencia.

La temperatura a que estuvieron expuestos los individuos osciló entre 23-26° C. El fotoperíodo fue de 14 hs de luz, con una intensidad de 60 luxes y 10 hs de oscuridad.

Con el objeto de favorecer la interpretación del texto, hemos denominado "adultos" a aquellos juveniles que culminaron su metamorfosis, poseyendo cuatro miembros bien desarrollados y la cola totalmente reabsorbida.

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante el método denominado "análisis de la varianza encajado de tres niveles con tamaños muestrales desiguales" (Sokal y Rohlf, 1979). La ventaja que ofrece este diseño consiste fundamentalmente en poder observar al mismo tiempo la interacción de tres factores sobre el crecimiento longitudinal. Con el fin de no subestimar las longitudes menores, en el análisis estadístico, los datos individuales fueron transformados en logaritmos. Otro estadístico utilizado fue el coeficiente de variación, cuya fórmula es la siguiente:

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

siendo S = desviación típica

\bar{X} = media aritmética.

Este índice indica la dispersión en los crecimientos observados. En aquellos acuarios con aireadores, la concentración de oxígeno disuelto fue de 7 a 8 mg/l. En aquéllos sin aireadores, fue de 6 a 7 mg/l, mientras que en los acuarios con la mitad del volumen de agua la proporción fue de 5 a 6,5 mg/l.

RESULTADOS Y DISCUSION

Acuarios con 4 individuos:

Comparando el crecimiento longitudinal de las larvas criadas en los acuarios 1, 7 y 13, en los cuales el empleo de aireadores determinó la exis-

tencia de una mayor concentración de oxígeno, el menor coeficiente de variación correspondió a los individuos que no dispusieron de alimento durante la segunda semana (Fig. 1(a)). En contraste, menor uniformidad se detectó en aquellos individuos expuestos a condiciones de ayuno durante los primeros 7 días, en especial en el acuario 13, donde asimismo se produjo el mayor crecimiento medio, de 2,21 cm a los 35 días. La tendencia en el crecimiento medio longitudinal en este acuario queda reflejada en la Fig. 1(c), donde se aprecian valores inferiores a los correspondientes a los acuarios 1 y 7, en las etapas iniciales del desarrollo, revirtiéndose esta tendencia a partir del 14° día, con valores superiores a los consignados en los otros dos acuarios. El coeficiente de variación más elevado fue de aproximadamente 12%, correspondiendo a los individuos que fueron alimentados 3,5 días de cada 7. Este porcentaje puede atribuirse a la elevada competencia por el recurso alimentario. La curva de crecimiento obtenida en este caso es de pendiente suave, a diferencia de aquéllas descritas anteriormente (Fig. 1(b)).

Los ejemplares criados en los acuarios 3, 10 y 16 (Fig. 2 (a-b-c)), manifiestan tendencias similares a las observadas en los acuarios 1, 7 y 13. En general, las longitudes medias fueron más elevadas. En los individuos del acuario 3 el incremento fue de aproximadamente 2% con respecto a los del acuario 1; en los del acuario 10 fue de 3% con relación a los del acuario 7; mientras que, en el acuario 16 la media disminuyó un 3% con respecto a la obtenida en los individuos del acuario 13. Tomando en consideración los coeficientes de variación obtenidos, podemos agregar que los mismos fueron casi equivalentes en los tres casos y menores a los obtenidos en los acuarios 1, 7 y 13.

Para el análisis de las curvas de crecimiento correspondiente a los individuos de los acuarios 5, 11 y 18 (Fig. 3 (a-b-c)), debe tenerse en cuenta que los mismos estuvieron expuestos a un volumen de agua equivalente a la

mitad con respecto a los ya descritos. En ellos, debido a la ausencia de aireadores, la concentración de oxígeno disuelto fue inferior. Es destacable el bajo coeficiente de variación obtenido de los renacuajos de los acuarios 5 y 18, resultando un poco más elevado el observado en los renacuajos del acuario 11. Las tendencias de las curvas de crecimiento resultaron semejantes con respecto a los casos anteriores, observándose diferencias notorias entre las medias longitudinales de los acuarios 5 y 18, en relación con las obtenidas de los renacuajos del acuario 11.

No se observó mortalidad en los individuos dispuestos de a 4 por acuario, (Figs. 6, 7 y 8).

Acuarios con 16 individuos

Debido a la presencia de aireadores, los renacuajos dispuestos en los acuarios 2, 8 y 14 estuvieron en forma permanente en un medio con elevada concentración de oxígeno disuelto. Comparando los crecimientos obtenidos, se evidencia el alto coeficiente de variación obtenido para los individuos del acuario 8 (2da. semana sin alimento), (Fig. 4-b). El menor porcentaje de variación obtenido entre estos acuarios resultó ser del 2%. En el acuario 14 dicho porcentaje también fue bajo (Fig. 4-c).

La curva de crecimiento de los renacuajos del acuario 2 demuestra la misma tendencia que la observada en el acuario 1, que contenía 4 renacuajos, siendo una curva suave sin cambios bruscos en las medias longitudinales. Realizando las mismas observaciones en las curvas de los acuarios 8 y 14, estas sí manifiestan fluctuaciones bruscas y a diferencia con los casos anteriormente descritos para los acuarios con 4 renacuajos, las medias longitudinales obtenidas a partir de los 28 días de desarrollo demuestran un mayor crecimiento longitudinal en los individuos que no fueron alimentados durante la 2da. semana (acuario 8). Resulta evidente que a esta densidad (16 individuos) ha influido significativamente la falta de alimento en la primera semana de vida, aunque esto sólo se vea reflejado en la media aritmética, que es

menor, ya que la mortalidad en los renacuajos del acuario 14 fue del 43%, con valores cercanos a los obtenidos en el acuario 8 (37%). En el acuario 2 la mortalidad observada fue del 6% (Figs. 6, 7 y 8).

Con respecto a los individuos expuestos a diferentes condiciones en lo que respecta a la disponibilidad de oxígeno disuelto, se debe destacar la mortalidad ocurrida en aquellos casos que no estuvieron en un medio con elevada concentración. La densidad y la excesiva disminución del oxígeno en el medio, han sido las causales de dicha mortalidad. Solamente los renacuajos del acuario 15 han proseguido su desarrollo hasta los 56 días, tiempo necesario que requirió el único individuo que completó su metamorfosis. Durante su crecimiento estos renacuajos evidenciaron, en general, un bajo coeficiente de variación.

CONSIDERACIONES GENERALES

La densidad a que fueron expuestos los individuos resultó ser la principal causa que condicionó el crecimiento longitudinal (Tabla 2). Tanto la oferta de alimento, como la concentración de oxígeno, no ejercieron en general influencias directas que produjeran diferencias significativas desde el punto de vista estadístico, que se observaran en forma constante a lo largo del desarrollo de los individuos. Estas, no obstante, fueron condicionantes del desarrollo en los primeros 14 días, en los que se produjera una elevada mortalidad en los individuos de algunos de los acuarios que poseían la máxima densidad (16 renacuajos). Tomando en consideración a los individuos de los únicos tres acuarios con 16 renacuajos, donde culminaron la metamorfosis como mínimo 9 ejemplares, se observa que la inestabilidad en lo que respecta a la presencia del recurso alimentario (3,5 días de cada 7), se ha visto reflejada en los crecimientos individuales, determinando que entre ellos existiera un bajo coeficiente de variación y, a su vez, emergieran de este acuario 15 "adultos" de 16 posibles, en un lapso que osciló entre los 28 y 56 días, resultando

ser breve al realizarse las comparaciones con los dos casos restantes.

Si tomamos en consideración a los acuarios con 4 individuos, se aprecia que los 36 renacuajos concluyeron con la metamorfosis alcanzando la etapa de "adultos". El tiempo requerido en culminar con dicho proceso, a esta densidad, fue diferente de acuerdo a las condiciones particulares contempladas. Por ej.: en los renacuajos que fueron alimentados 3,5 días de cada 7, la metamorfosis culminó rápidamente en un lapso que osciló entre los 28 y 42 días, a pesar de que en uno de los acuarios expuestos a estas condiciones fue donde se observó el mayor coeficiente de variación (14%). Aquellos individuos que a partir de los 14 días se criaron a condiciones más estables en lo que respecta a la presencia del recurso alimentario, requirieron un lapso temporal mayor para completar su desarrollo.

Resulta evidente que la densidad ejerce la mayor influencia sobre el crecimiento longitudinal. Por otra parte, la aparición de los miembros, y por consiguiente la culminación de la metamorfosis, dependen directamente del recurso y de la estabilidad de su oferta a lo largo del desarrollo.

El 17% de la población inicial, necesitó 35 días de desarrollo para la culminación de la metamorfosis. El porcentaje de "adultos" a lo largo de toda la experiencia fue de 40% aproximadamente. La mortalidad observada fue de alrededor del 60%.

BIBLIOGRAFIA

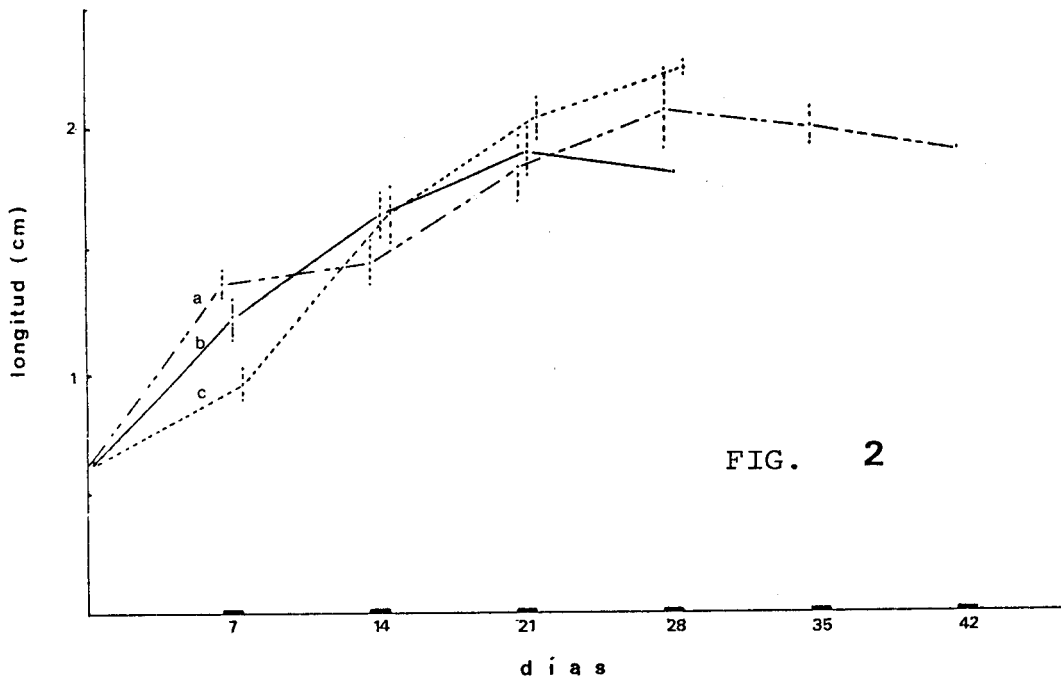
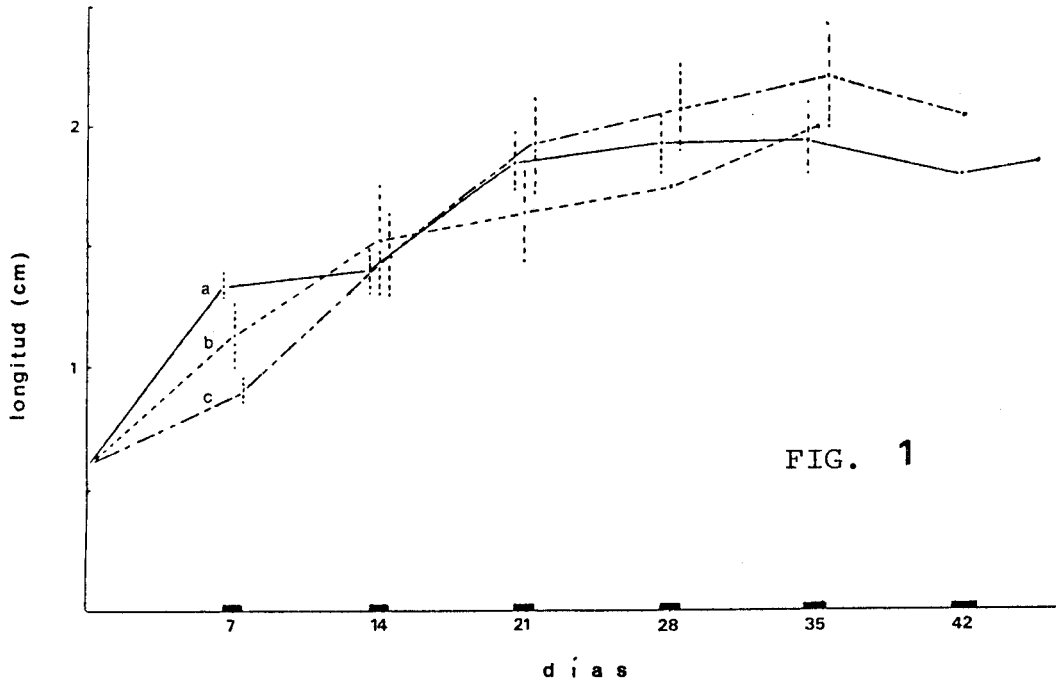
- CEI, J.M., 1980 - Amphibians of Argentina. Italian Journal of Zoology. Monitore Italiano, Monog. 2, 609 pp.
- GALLARDO, J.M., 1957 - Las subespecies argentinas de Bufo granulosus Spix., Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. Cienc. Zool., 3 (6): 337-374.
- KEHR, A.I. y A. RODRIGUES GAPITULO - Estudios biológicos en anfibios anuros del área platense. I. Metabolismo energético de estadios larvales de Bufo fernandezae e Hyla pulchella pulchella bajo diferentes regímenes térmicos. Actas de la III Reunión Iberoamericana de Conservación y Zoología de Vertebrados. Museo Argentino de Ciencias. Nat. "B. Rivadavia", Buenos Aires. T. XIII: 129-137, 1984.
- PIANKA, E.R., 1982 - Ecología Evolutiva. Ed. Omega, Barcelona, 365 pp.
- SOKAL, R.R. y F.J. ROHLF, 1979 - Biometría. Blume Ediciones, España, 831 pp.

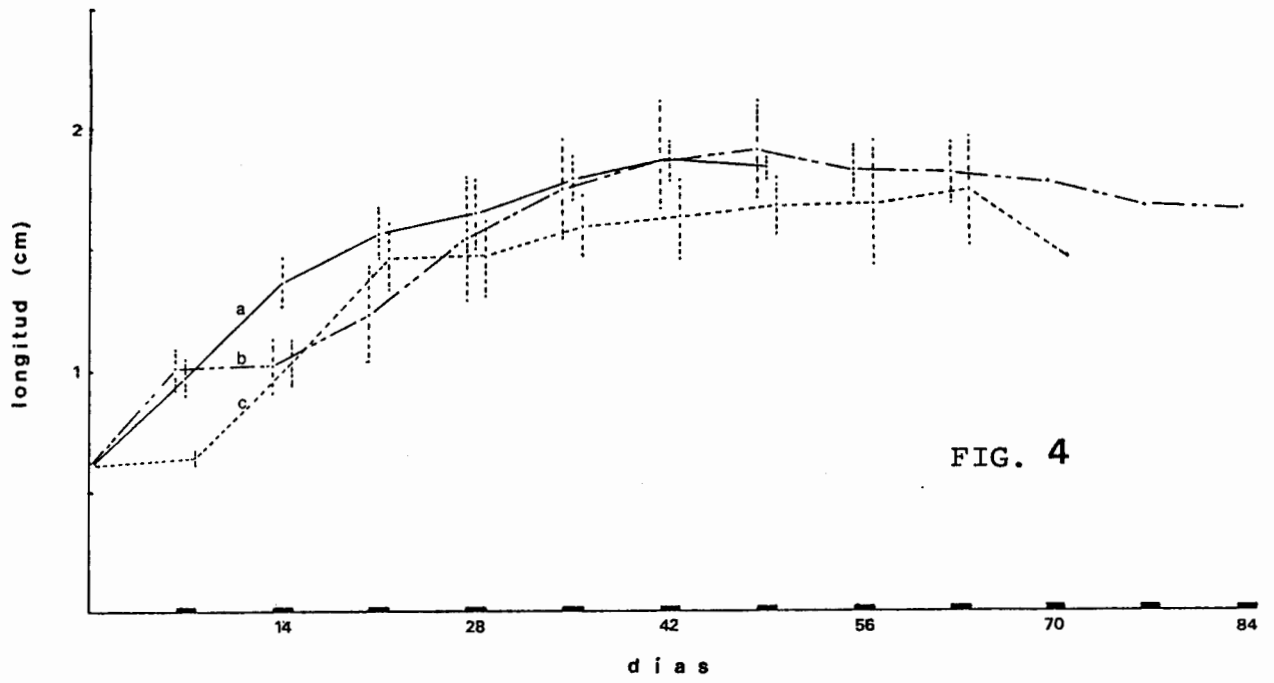
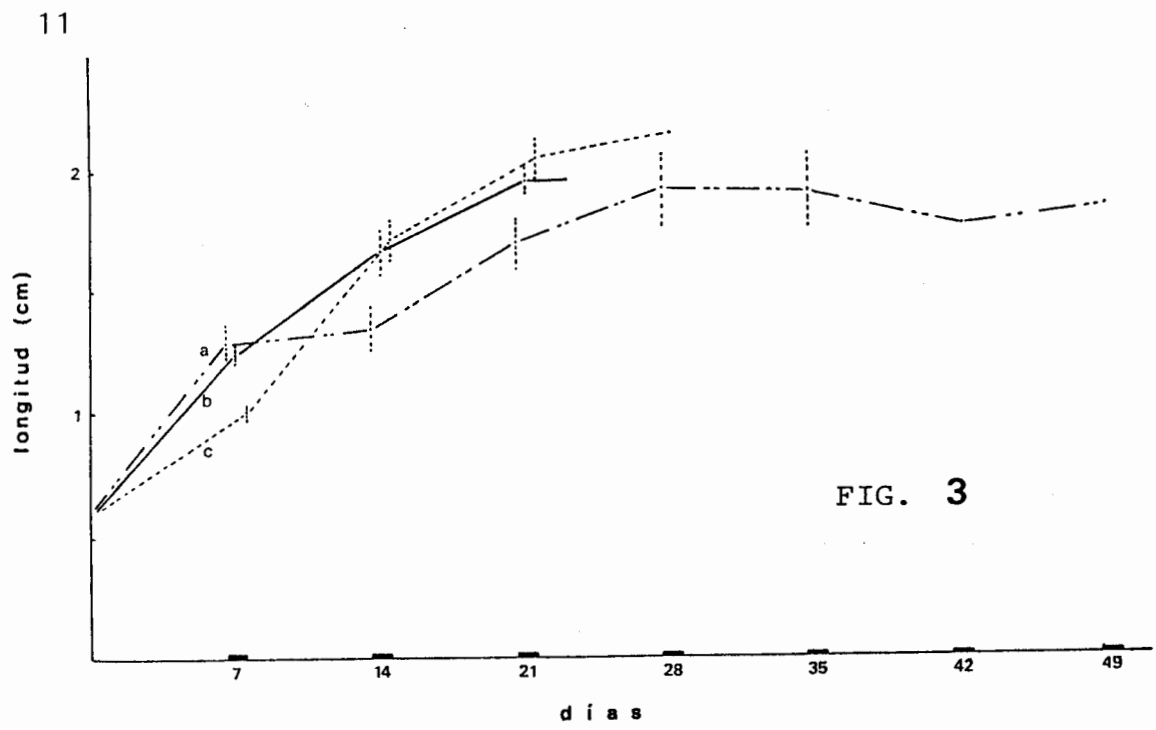
7 días						14 días					
Fuente de variación	g.l.	SS	MS	F _s		Fuente de variación	g.l.	SS	MS	F _s	
Entre grupos (G)Alimento	2	1,003308	0,50165	140,32	A.S.	Entre grupos (G)Alimento	2	0,249168	0,12458	7,36	N.S.
Entre subgrupos (S) Oxígeno	3	0,010724	0,00357	0,08	N.S.	Entre subgrupos (S) Oxígeno	3	0,050760	0,01692	0,239	N.S.
Entre sub-subgrupos (SS)Densidad	10	0,410482	0,04104	52,83	A.S.	Entre sub-subgrupos (SS)Densidad	8	0,565230	0,07065	42,30	A.S.
Error dentro de subsubgrupos	128	0,099441	0,00077			Error dentro de subsubgrupos	94	0,156982	0,00167		
Total	143	1,523957				Total	107	1,022141			

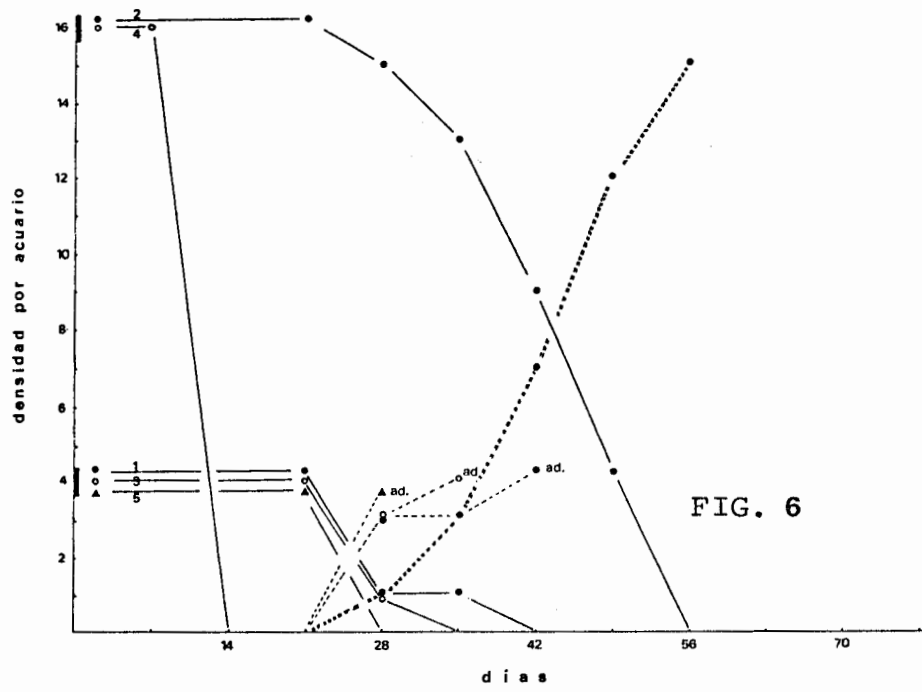
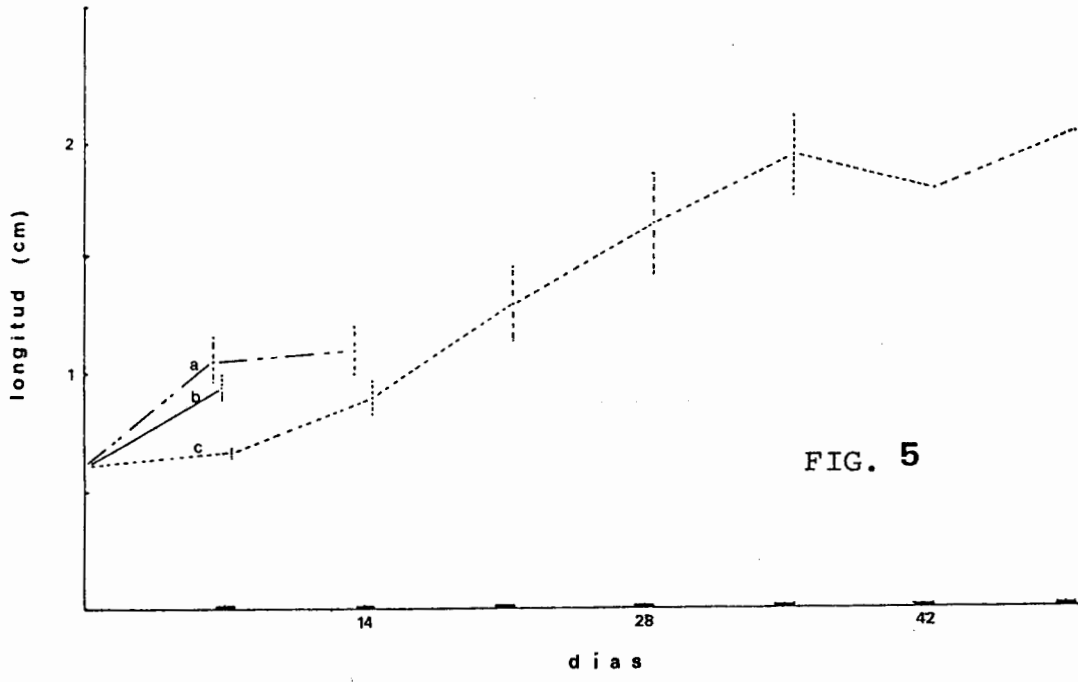
21 días					
Fuente de variación	g.l.	SS	MS	F _s	
Entre grupos (G)Alimento	2	0,049673	0,02483	0,61	N.S.
Entre subgrupos (S) Oxígeno	3	0,121925	0,04064	0,80	N.S.
Entre sub-subgrupos (SS)Densidad	7	0,351792	0,05025	22,38	A.S.
Error dentro de subsubgrupos	81	0,181877	0,00224		
Total	93	0,705269			

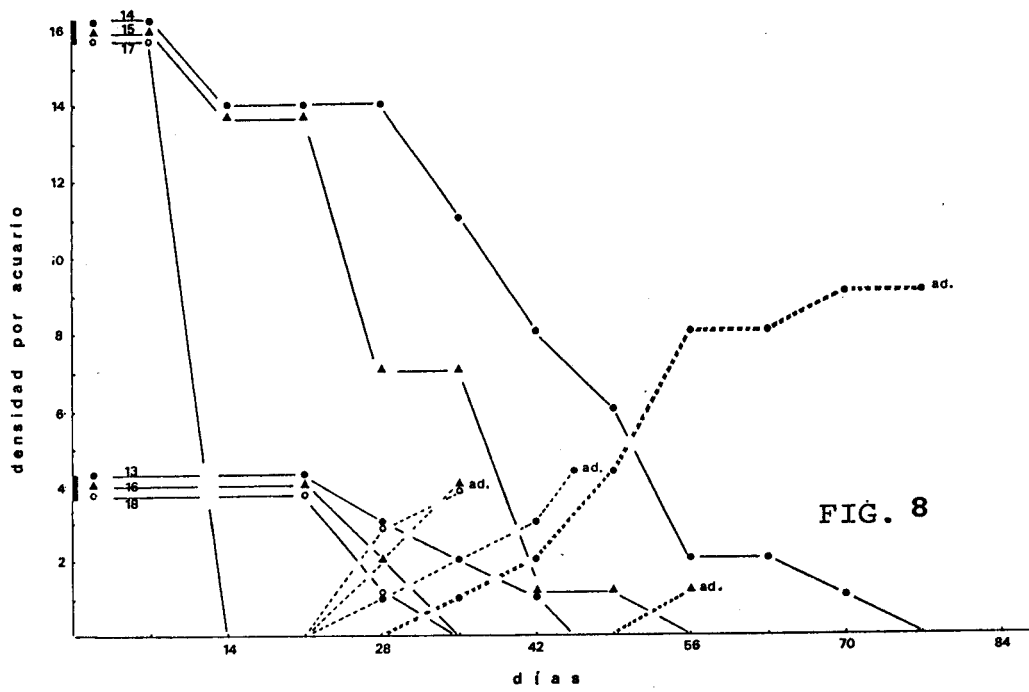
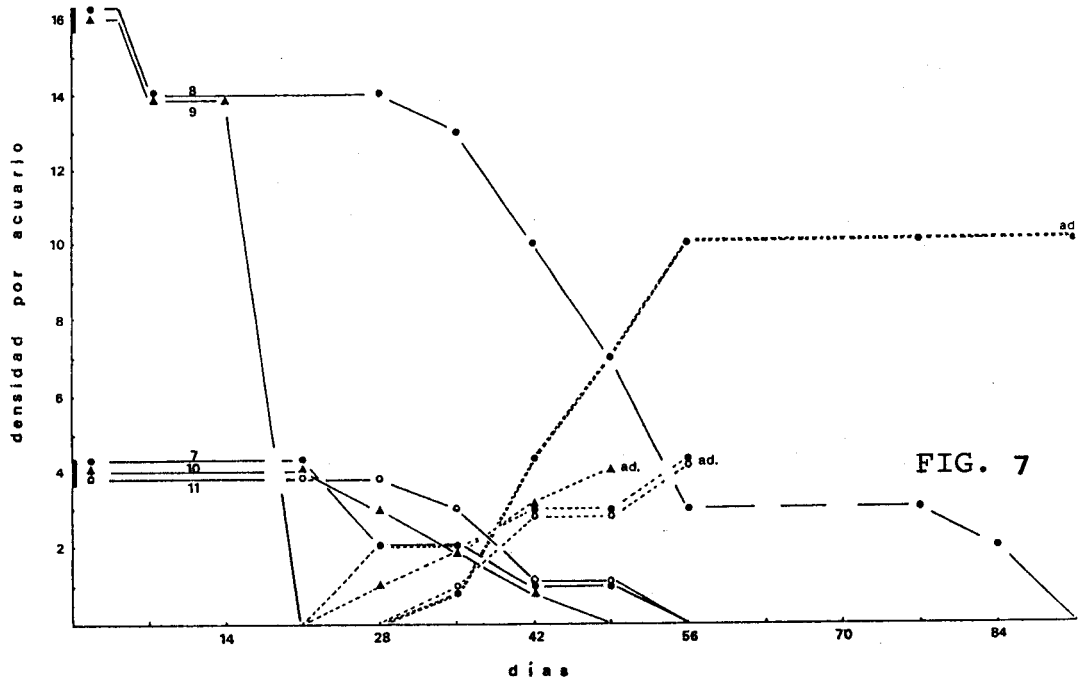
28 días						35 días					
Fuente de variación	g.l.	SS	MS	F _s		Fuente de variación	g.l.	SS	MS	F _s	
Entre grupos (G)Alimento	2	0,005163	0,00258	0,07	N.S.	Entre grupos (G)Alimento	2	0,001443	0,00072	0,05	N.S.
Entre subgrupos (S) Oxígeno	2	0,064948	0,03247	1,20	N.S.	Entre subgrupos (S) Oxígeno	2	0,027019	0,01350	1,01	N.S.
Entre sub-subgrupos (SS)Densidad	4	0,107958	0,02698	8,29	A.S.	Entre sub-subgrupos (SS)Densidad	3	0,039955	0,01331	7,14	A.S.
Error dentro de subsubgrupos	55	0,178991	0,00325			Error dentro de subsubgrupos	45	0,083852	0,00186		
Total	63	0,357062				Total	52	0,152270			

TABLA 2









LEYENDA DE LAS FIGURAS:

Figuras 1 a 5. - Curvas de crecimiento obtenidas para los renacuajos de *Bufo fernandezae*, consignándose para cada fecha la desviación típica. En las etapas en las cuales el número de individuos se redujo a la unidad, obviamente ésta no se especifica.

FIG.1: Curva a: acuario 7; b: acuario 1;
c: acuario 13.

FIG 2: Curva a: acuario 10; b: acuario 3;
c: acuario 16.

FIG.3: Curva a: acuario 11; b: acuario 5;
c: acuario 18.

FIG 4: Curva a: acuario 2; b: acuario 8;
c: acuario 14.

FIG.5: Curva a: acuario 9; b: acuario 4;
c: acuario 15.

Figuras 6 a 8. - Mortalidad observada en cada acuario.

———— Número de renacuajos de *Bufo fernandezae*

----- Número de "adultos" y época de aparición de los mismos. En los casos de doble línea interrumpida, esta representa el número de adultos que surgen de los acuarios de mayor densidad (16).

Tabla 2. - Resultados del análisis de la varianza encajado en tres niveles.

A.S. : Altamente significativo.

S. : Significativo.

N.S. : No significativo.