

Efectos de la temperatura y la luz sobre la actividad testicular en vertebrados*

Effects of temperature and light on testicular activity in vertebrates

E. BUSTOS-OBREGON

Departamento de Biología Celular y Genética, Facultad Medicina Santiago Norte, Universidad de Chile. Casilla 6556, Santiago-7

(Recibido para publicación el 19 de junio de 1978)

BUSTOS-OBREGÓN, E. Efectos de la temperatura y la luz sobre la actividad testicular en vertebrados. (Effects of temperature and light on testicular activity in vertebrates). Arch. Biol. Med. Exper. 11: 1978. 12:133-142, 1979.

The effect of light and temperature on seasonal gonadal activity is analyzed. In *Octodon degus* both the spermatogenic and androgenic functions are highest between June and September. Short photoperiods are probably the stimulating factor.

In amphibian testis (*Bufo spinulosus*), gonial mitotic activity is highest in June, whereas spermatid maturation and spermiation coincide with the months of amplexus. Temperature seems to play a major role in spermatogonial kinetics.

Environmental factors should be carefully evaluated to correlate them to gonadal seasonal activity.

VERTEBRATES

REPRODUCTION

CYCLES

La estructura y función de los organismos es el resultado de una larga historia evolutiva que los ha llevado a adaptarse al ambiente en que viven. De todas las funciones orgánicas, la de mayor trascendencia en este sentido es la función reproductiva y su resultado, la producción de nuevos organismos es, sin duda, el mejor índice de adecuación al ambiente.

Debido a la inclinación del eje de rotación de la tierra, el ángulo de incidencia de la radiación solar sobre nuestro planeta varía entre dos extremos de norte a sur anualmente, con una variación mínima —aunque registrable— en el ecuador.

Consecuentemente se registran sobre la tierra variaciones en la duración, cantidad y calidad de la luz con un cambio asociado en temperatura y humedad que inciden en la vegetación y en la disponibilidad de alimentos y refugio para los animales (1).

Baker (1938) enunció por primera vez la influencia que los factores ambientales tienen sobre la actividad reproductiva de los animales, diciendo que: "Los animales han desarrollado la capacidad de responder ante ciertos estímulos reproduciéndose. Aparece claro en climas fríos y templados que la estación seleccionada para ello permite a las crías crecer en condiciones climáticas favorables y en este sentido estas condiciones son la *causa última* del período reproductivo en dicha estación. No hay razón, por supuesto, para suponer que estas condiciones favorables para las crías constituyen las *causas próximas* que indujeron a los progenitores a reproducirse. Así, la disponibilidad de alimento para la cría puede ser la causa última en tanto que el largo del día puede ser la causa próxima de la actividad reproductiva" (2).

Si la mayor ventaja adaptativa de la actividad

*Los datos experimentales que se presentan en este trabajo han sido obtenidos en colaboración con C. Alliende, L. Contreras y P. Schmiede.

reproductiva estacional radica en obtener la coincidencia temporal de la aparición de las crías con una adecuada disponibilidad de nutrientes en el ambiente, que aseguren la fase de crecimiento rápido de los nuevos organismos, deben existir mecanismos de control que promuevan el apareamiento con la antelación suficiente y más aún, que inicien la actividad gonadal a fin de disponer de gametos maduros en la época adecuada.

A juzgar por la alta frecuencia con que es empleada por diversos organismos, el fotoperíodo parece ser uno de los mejores indicadores ambientales. Dada su regularidad, es además un indicador más confiable que otros parámetros climatológicos o bióticos del ambiente. En los mamíferos, la aparición de la lactancia como modalidad de nutrición de las crías puede haber variado esta sincronización, excepto en aquellas especies en que la hembra depende de nutrientes que exhiben grandes fluctuaciones estacionales. De esta manera, el parámetro nutricional se inserta en los mecanismos reguladores de la actividad reproductiva (3). Más complejo y menos estudiado es el rol de la temperatura sobre los procesos reproductivos.

En una gran variedad de organismos, hay un rango muy estrecho de temperatura a las cuales se ha adaptado el proceso de la espermatogénesis. Temperaturas no letales por sobre este rango pueden producir o esterilidad o aumento de la tasa de mutaciones, siendo ambos efectos de gran importancia evolutiva (4).

Los organismos poiquiloterms muestran una gran variedad de mecanismos adaptativos que protegen a la función reproductora de las temperaturas extremas del ambiente. La condición de homeotermia, si bien representa una independización del ambiente para la mayoría de las funciones orgánicas, requiere de mecanismos de regulación de la temperatura testicular que posibiliten una eficiente actividad gametogénica.

En síntesis, las causas próximas del apareamiento en los animales son de dos tipos: a) *factores obligatorios* o agentes físicos naturales cuyos cambios ocasionan siempre el inicio o detención de la actividad reproductiva; en la mayor parte de los vertebrados, la luz es el único factor obligatorio, en tanto que la temperatura (y otros factores) pueden ser obligatorios para los ver-

tebrados inferiores; b) *factores modificantes*, tanto bióticos como abióticos que sólo pueden modificar la respuesta del organismo a los factores obligatorios (5).

Los factores comentados (luz, temperatura) varían en forma sencilla de precisar (o algo más compleja, si nos referimos p. ej. a nutrición), pero la estimación de la actividad gonadal se expresa, muchas veces, en términos imprecisos que dificultan la comparación entre especies o en diversas circunstancias experimentales.

En este trabajo se analizan:

a) El ciclo estacional de actividad testicular, tanto espermatogénica como androgénica, en *Octodon degus* Molina capturados en el área de Santiago.

El análisis morfo-funcional de la gónada y tracto reproductivo permite concluir que la actividad es máxima entre junio y septiembre y mínima en enero, en que la espermatogénesis se detiene en meiosis (espermatocito I). Apparentemente, fotoperíodos cortos estimulan el reinicio de la actividad testicular (6, 7, 8, 9, 10).

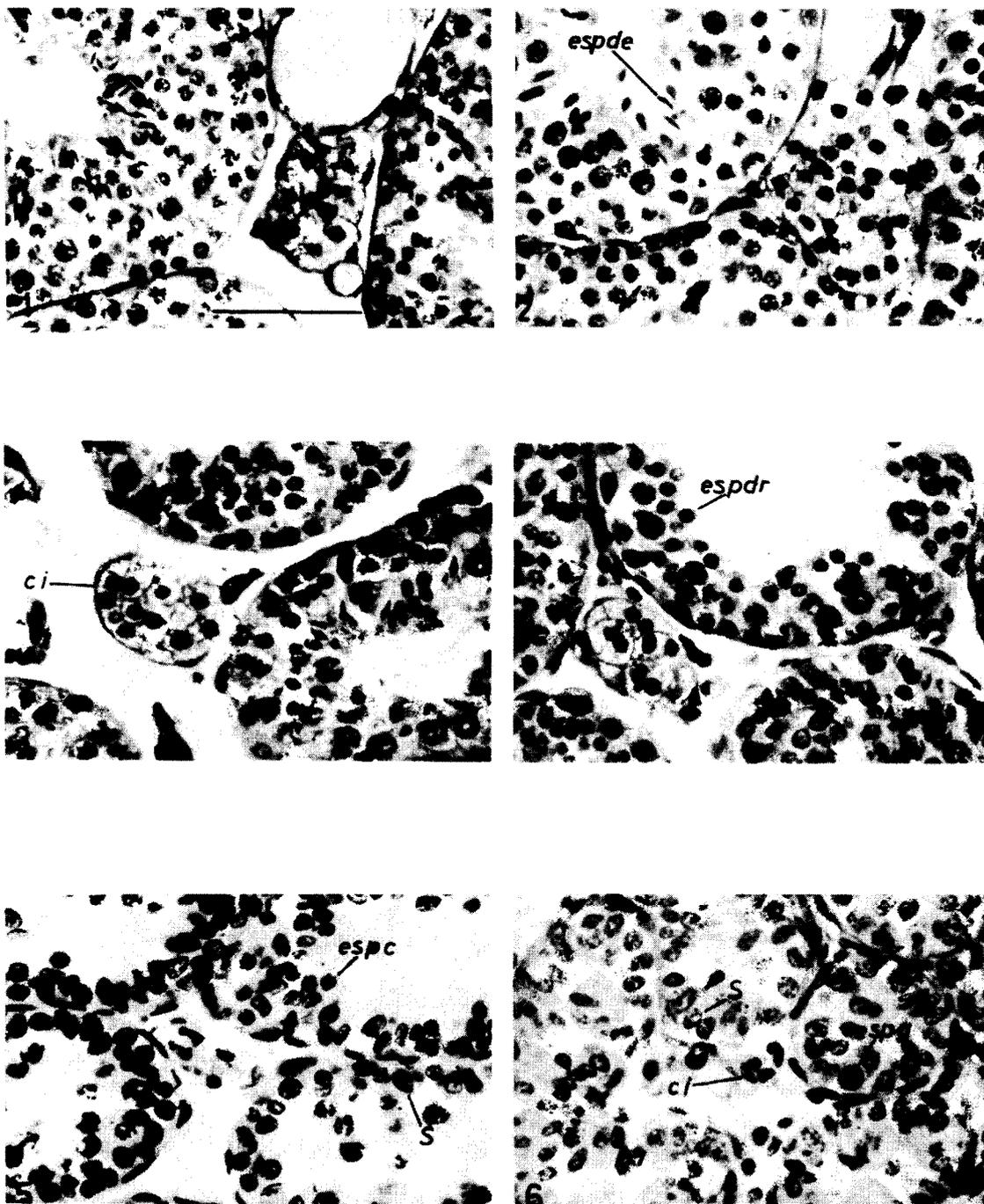
b) La influencia de la temperatura ambiental y en el laboratorio sobre el testículo de anfibio, utilizando *Bufo spinulosus* Wiegmann de Chile central. Con este objeto se determinó índices de renovación espermatogonial, cuantificando metafases acumuladas, en testículos de animales capturados en época de amplexo, para comparar dichos valores con aquellos encontrados en sapos colectados en junio, agosto y octubre o animales mantenidos a baja (4°C) o alta (37°C) temperatura.

Se concluye que el ciclo espermatogénico en esta especie es potencialmente continuo, con una actividad mitótica gonial máxima en junio, la cual puede disminuir por efecto de un descenso de la temperatura ambiental. El período de mayor producción de espermátidas maduras y espermiación coincide con los meses de amplexo natural (11, 12, 13, 14).

En ambos casos, se pone énfasis en los métodos histométricos cuantitativos de evaluación de la actividad testicular.

A. Ciclo estacional de actividad testicular en *Octodon degus* Molina

Octodon degus es el mamífero más común en Chile Central. Según Bridges (1843) (15), tendría dos pariciones anuales.



Figs. 1-6. Cortes de testículos de *Octodon degus* ilustrando los índices espermatogénico y celular intersticial.

Tinción: hematoxilina-eosina. La línea de escala en la figura 1 representa 50 μ . Todas las figuras tienen el mismo aumento. Desde la figura 1 a la figura 6 hay una progresiva reducción en el diámetro de los túbulos seminíferos, número de células germinales y tamaño de los grupos

de células intersticiales cuyos núcleos cambian de redondos hacia elongados e irregulares y disminuyen las vacuolas citoplasmáticas.

Abreviaciones: c.i., células intersticiales; espde, espermátidas elongadas; espdr, espermátidas redondas; espc, espermátocito primario; esp, espermátogonias; S, célula de Sertoli.

Fig. 1. Índice espermatogénico 5, índice celular intersticial 5. Los túbulos seminíferos son grandes y la espermatogénesis es completa con abundante cantidad de espermátidas elongadas. Los grupos de células intersticiales son muy grandes, el núcleo de estas células es redondo y el citoplasma presenta abundantes vacuolas.

Fig. 2. Índice espermatogénico 4, índice celular intersticial 4. La espermatogénesis es completa, pero las espermátidas elongadas son menos abundantes. Los grupos de células intersticiales son un poco más pequeños.

Fig. 3. Índice espermatogénico 3, índice celular intersticial 3. Hay una mayor reducción en el número de espermátidas elongadas. Los grupos de células intersticiales son más pequeños pero los núcleos se muestran aún redondos.

Fig. 4. Índice espermatogénico 2, índice celular intersticial 2. No hay espermátidas elongadas pero se observan espermátidas redondas. Algunos núcleos de células intersticiales ya no son redondos, sino que elongados y las vacuolas citoplasmáticas son mucho menores.

Fig. 5. Índice espermatogénico 1, índice celular intersticial 1. Hay pequeños túbulos conteniendo sólo células de Sertoli, espermatogonias y espermatoцитos primarios. Los grupos de células intersticiales son muy pequeños, la mayoría de los núcleos celulares son elongados y el citoplasma no presenta vacuolas.

Fig. 6. Índice espermatogénico 0, índice celular intersticial 1. Los túbulos son muy pequeños y contienen sólo células de Sertoli y espermatogonias; son visibles sólo unos pocos espermatoцитos. Los grupos de células intersticiales son como los de la figura 5.

Se presenta aquí la cuantificación de la variación ponderal testicular a lo largo del año y su relación con otros parámetros histofisiológicos del tracto reproductivo del macho, a fin de caracterizar los períodos de actividad sexual en la naturaleza.

MATERIAL Y METODOS

Entre los meses de abril de 1976 y abril de 1977 se capturaron 65 animales, con un promedio mensual de alrededor de 5 individuos. Los animales fueron capturados vivos con lazo corredizo ("huachis") o con trampas tipo National y se mantuvieron en vivero por no más de cinco días. Todos los animales provienen del fundo San Carlos de Apoquindo, en Los Dominicos, una zona precordillerana ubicada a 900 m de altura, al este de Santiago (33°25'S, 70°30'W).

De los animales sacrificados se determinó el peso corporal, testicular, de los epididimos y de las vesículas seminales, fijándose los órganos derechos en Bouin alcohólico durante 6 horas. Luego de inclusión en parafina, se realizaron cortes de 5 μ y tinción de hematoxilina-eosina para el estudio histológico y morfológico de estos órganos.

Los testículos fueron clasificados según su estado funcional usando un índice espermatogénico (I.E.) y un índice celular intersticial (ICI) propuesto por Grocock y Clarke (1974) para describir la regresión del epitelio germinal y compartimiento intersticial en *Microtus agrestis* (16). Este índice puede también ser aplicado para describir la progresión de la espermatogénesis en otros mamíferos de reproducción estacional. El índice espermatogénico, cuyos valores fluctúan entre 5 y 0, nos da una medida de la actividad del epitelio seminífero. El índice espermatogénico 5 corresponde a túbulos seminíferos grandes con abundante producción de espermátidas y espermios; el índice 0 señala los túbulos seminíferos pequeños y la presencia de sólo células de Sertoli y espermatogonias. El índice celular intersticial es una evaluación del estado del tejido intersticial, siendo el desarrollo máximo igual a 5 y el mínimo igual a 1. Está basado en el cambio de tamaño de los agregados intersticiales y de sus células componentes, y en la variación de la forma del núcleo (de redonda a elongada) (Figs. 1 a 6).

Se midió además en los túbulos seminíferos en corte circular (i.e. aquellos en los cuales los diámetros perpendiculares entre sí no difieren en más de un 10%), el diámetro tubular y la altura del epitelio germinal usando un micrómetro ocular.

Con el objeto de tener una medida de la cantidad de espermios por gramo de testículo y epididimo, estos órganos fueron homogenizados en 5 ml de suero fisiológico en un Omni-mixer Sorval durante un minuto y se manipulieron durante un período de maceración de 24 horas en cámara fría a 4°C. Posteriormente este macerado se filtró a través de 4 capas de gasa. El filtrado se diluyó convenientemente y se contaron los espermios presentes por medio de una cámara de Neubauer (Dollam y Thomas, 1953) (17).

La edad aproximada de los animales se calculó en base al ancho del arco zigomático (Yaksic y Yáñez, 1977) (18). El peso y la edad de los animales se registraron dado que el estado reproductivo de ellos (y especialmente el peso testicular) puede fluctuar no sólo en relación a ciclos estacionales, sino que también a la etapa de madurez sexual y estado nutricional en que se encuentra el animal. Es por esto que en los gráficos figuran aparte los animales de más de un año y los de menos de un año ("animales jóvenes" y "animales adultos").

El peso de las vesículas seminales se consideró de utilidad como una medida indirecta de la cantidad de andrógenos circulantes, ya que este órgano es un tejido blanco de ellos (Turner y Bagnara, 1971) (19).

Los datos fueron sometidos a análisis de variancia y se realizó el test de correlación lineal (r) entre las distintas variables medidas.

RESULTADOS

Como se observa en el gráfico 1, el IGS experimenta un marcado aumento hacia los meses de mayo, junio y julio, conservando un peso relativamente alto hasta fines de noviembre.

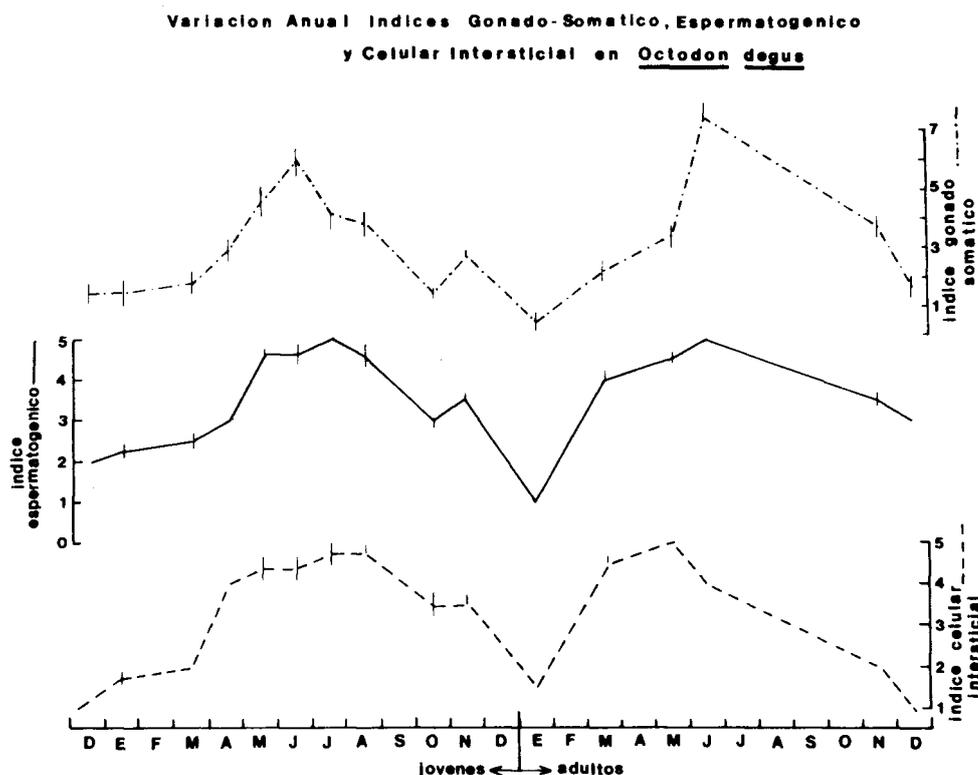
Las variaciones anuales en peso testicular se corresponden, con un aumento en el diámetro de los túbulos seminíferos (Gráfico 1), el cual a su vez se debe a progresión de la progenie germinal desde un Índice Espermatogénico uno en los meses de reposo sexual hasta alcanzar un I.E. de cinco, con máxima cantidad de espermátidas maduras junto al lumen a mediados de julio (Fig. 1). La cantidad de espermios por gramo de testículo se corresponde con los parámetros anteriormente señalados, pero con desfase de un mes, ya que alcanza su máximo a mediados de agosto. Ello probablemente se debe a que los animales colectados en época de plena reproducción seguramente ya se han apareado en la naturaleza, depletando así el reservorio de espermios en la vía seminal.

La comparación de peso testicular e I.E. (Gráf. 1) con los pesos de las vesículas seminales, muestra que éstos siguen una curva de variación anual muy similar a la de peso testicular. En consecuencia, en la variación de peso testicular también el compartimiento intersticial sigue

una evolución paralela a la del compartimiento tubular. Esto significa que durante los períodos de reposo sexual del animal debe registrarse también una disminución de actividad androgénica.

El incremento del peso epididimario antecede al del peso testicular en alrededor de un mes, lo cual corrobora el inicio de la actividad androgénica alrededor de ese mes (mayo), ya que el epididimo es un indicador androgénico tanto o más sensible que la próstata o las vesículas seminales. De igual forma, estas últimas muestran aumento de peso significativo en mayo, lo que sugiere que la primera fase de crecimiento testicular es posiblemente de predominio intersticial. El máximo contenido espermático del epididimo se registra en junio, en concordancia con la época de apareamiento descrita en la hembra (Rojas *et al.*, 1976) (20), para junio y julio. El contenido espermático disminuye abruptamente luego de este último mes, indicando disminución de la reserva espermática del animal luego de ambos meses de cópula.

Fig. 1



DISCUSION

El análisis de los datos obtenidos en *O. degus* silvestres muestra que algunos de los parámetros considerados son más adecuados que otros (juzgados "a priori" como relativamente confiables) para establecer actividad reproductiva en el macho.

Así por ejemplo, el peso testicular no se corresponde con el peso corporal de los animales, lo cual nos hace pensar que el factor nutricional por sí solo no es un factor limitante de la fertilidad de los *O. degus* machos en la naturaleza, a diferencia de la hembra (Rojas *et al.*, 1977) (20). Aun individuos de edad semejante muestran pesos muy variables, quizás si por factores intercurrentes, i.e. enfermedades u otros.

Así entonces, el peso corporal y, consecuentemente, el índice gonado-somático, no son índices adecuados del estado reproductivo del animal.

Las variaciones de los pesos corporales, testiculares, de los epididimos y vesículas seminales y también de espermios por gramo de testículo y epididimo se deben en parte a que el número de animales colectados por mes es relativamente pequeño (cinco individuos en promedio), a que se presentan en la muestra diferencias de edades y a que estos parámetros muestran una variabilidad individual en un rango más o menos amplio, sobre todo si se consideran conjuntamente sólo unos pocos de todos los parámetros antes señalados.

Sin embargo, a pesar de las variaciones en peso testicular, todos los animales colectados en un mismo mes presentan índices espermatogénicos muy semejantes; como sucede igualmente en *Microtus agrestis*, cricétido europeo que se reproduce estacionalmente en primavera y verano (Grocock y Clarke, 1974) (16).

El hecho de que el diámetro de los túbulos seminíferos y el índice espermatogénico se correlacione con el peso testicular señala que en los períodos de actividad testicular (junio a septiembre) se encuentra aumentada tanto la superficie del epitelio germinal como la celularidad de éste.

La actividad del compartimento intersticial sería previa a la del compartimento tubular, ya que para que se manifieste en mayo la acción de los andrógenos sobre el peso de las vesículas

seminales, epididimos y testículos, es necesario postular un incremento previo a dicho mes en la secreción de andrógenos.

El contenido espermático del epididimo es muy alto en el mes de junio y disminuye hacia septiembre, manteniéndose relativamente elevado en concordancia con las épocas de apareamiento descritas para la hembra (Rojas *et al.*, 1976) (20) que corresponden justamente a estos mismos meses.

La actividad testicular, tanto en la función espermatogénica como androgénica, varía en razón inversa a las fluctuaciones anuales de temperatura ambiente y horas de sol (Fig. 2). Ya que *Octodon degus* es un animal que presenta testículos intraabdominales durante casi todo el año, descendiendo sólo la cola de los epididimos a las bolsas (que constituyen un escroto más bien rudimentario) sólo en la época de celo, resulta poco probable que la temperatura sea un factor determinante directo de la actividad cíclica gonadal.

El estudio etológico de *Octodon degus* parece mostrar que este animal pasa la mayor parte del tiempo en sus madrigueras y galerías subterráneas (Yáñez, 1976) (21). Por ende, es menester postular que el sistema epifisis-hipófisis-hipotálamo-gónada de este roedor es particularmente sensible a los factores ambientales (a fotoperíodo más bien que a régimen de temperatura) capaces de influir en la actividad gonadal, aun si éstos actúan por períodos breves.

B. Influencia de la temperatura sobre el testículo de anfibio (*Bufo spinulosus* (Wiegman))

La influencia de la temperatura ambiente en la época alrededor del amplexo natural y temperaturas extremas (en el laboratorio) se estudian en relación a la actividad mitótica espermatogonial.

MATERIAL Y METODOS

Sapos machos adultos (30-40 gr) se capturaron en las cercanías de Santiago y se mantuvieron pocos días en el laboratorio antes de sacrificarlos. Un grupo de 8 animales se usó para estudiar la dosis óptima de Colcemid (CIBA) (D-acetil metil colchicina) a usar como agente estatmo-

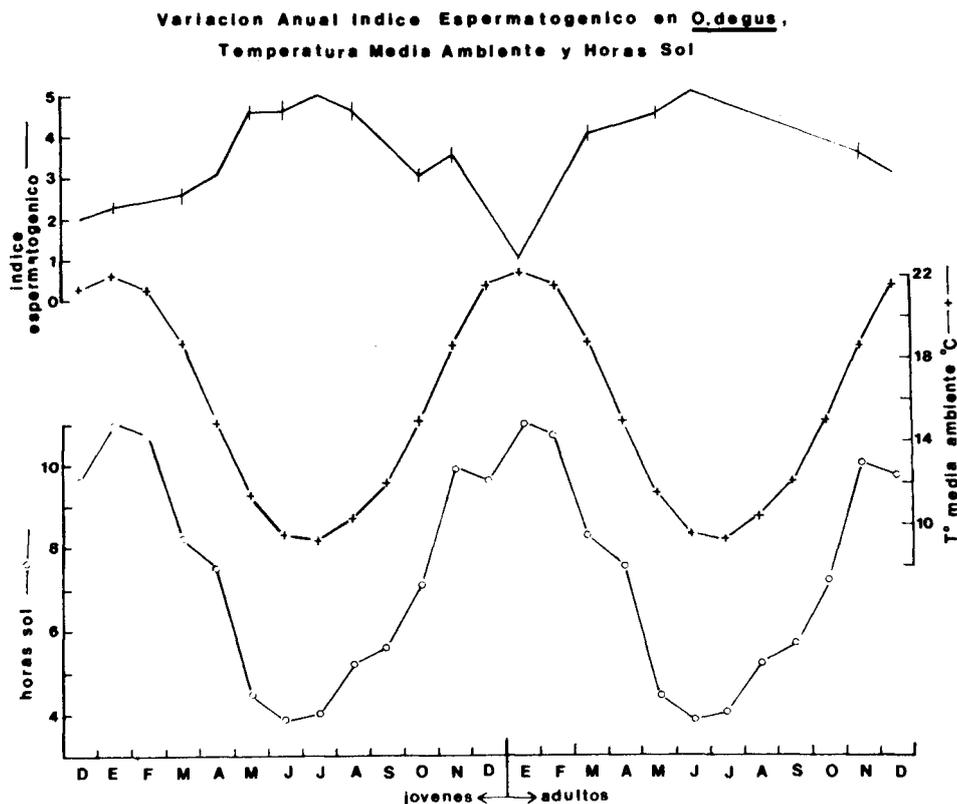


Fig. 2

cinético para el recuento de metafases acumuladas. La dosis seleccionada fue $1 \mu\text{g}$ de Colcemid por gramo de peso corporal, inyectada al saco linfático dorsal.

Los índices mitóticos espermatogoniales acumulados se estudiaron en 24 hr para animales capturados en agosto (inicio de amplexo) de acuerdo al método de Bertalanffy (1964) (22) (detalles de las técnicas en Bustos and Allende, 1973 (13). Índices mitóticos acumulados se determinaron también para junio (período de reposo sexual) y octubre (pleno amplexo) así como para temperaturas a 4°C y 37°C (ambientación por cinco días en el laboratorio).

RESULTADOS

Los resultados se resumen en las tablas I a V (13) (14). La figura 7 es una representación esquemática de la citología de una ampolla seminífera en Bufo, mostrando los diversos tipos de quistes (Bustos-Obregón, 1967) (23). Los numerales romanos de las tablas I y II se refieren a los grupos (4 sapos cada uno) sacrificados en intervalos de 6 hr hasta cubrir 24 hr. Así, Grupo

TABLA I*
Índices mitóticos acumulados de espermatogonia primaria

Número total de células	18.069	
Índice mitótico promedio	0.019	
Índice mitótico diario	0.076	
Tiempo de renovación (aproximado)	316 horas	
<i>Grupo</i>	<i>Número total de células</i>	<i>Índice mitótico</i>
I	4.502	0.0179
II	5.113	0.0309
III	6.785	0.0165
IV	1.669	0.0107

*Sapos capturados en agosto e inyectados con $1 \mu\text{C}$ de Colcemid por gramo de peso corporal.

I son animales inyectados con Colcemid a las 8:00 y sacrificados a las 14:00; Grupos II, inyectados a las 14:00 y sacrificados a las 20:00 hr, y así sucesivamente.

Fig. 7. Esquema de una ampolla seminífera, basado en observación de cortes de testículo de *Bufo spinulosus* W. teñidos con el método del ácido peryódico-Schiff (PAS) y hematoxilina. I.T.: tejido intersticial, mostrando fibrocitos en los ángulos superiores, un capilar sanguíneo (inferior izquierdo) y melanocitos (M) en el costado derecho.

F.C.: célula folicular; G₁: espermatogonia primaria; G₂: espermatogonia secundaria; C₁: espermatocitos primarios; C₂: espermatocitos secundarios; V₁: espermátidas tempranas; V₂: gavillas de espermátidas maduras.

Cada grupo celular delimitado por células foliculares constituye un espermioquiste. En el interior de algunos de ellos, así como en el lumen de la ampolla, se observan gotas de material PAS (+), que corresponde a un producto de síntesis de las células sustentaculares (foliculares).

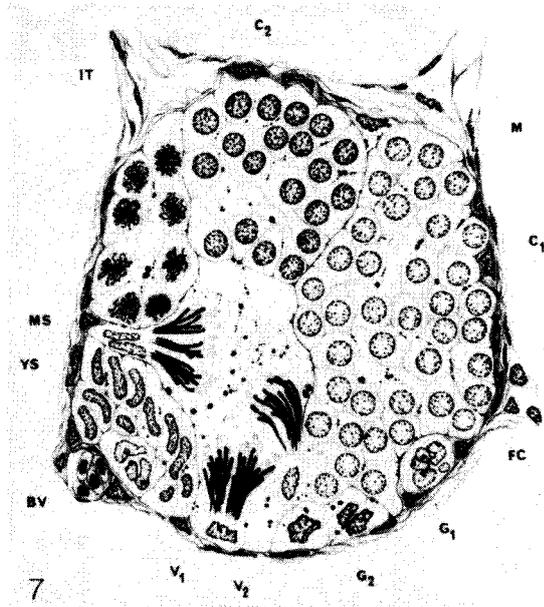


TABLA II*
Indices mitóticos acumulados de espermatogonias secundarias

Número total de células	23.778	
Índice mitótico promedio		0.162
Índice mitótico diario		0.648
Tiempo de renovación (aproximado)		37 hr
<i>Grupo</i>	<i>Número total de células</i>	<i>Índice mitótico</i>
I	2.535	0.193
II	10.378	0.161
III	9.658	0.161
IV	1.207	0.133

*Sapos capturados en agosto e inyectados con 1 μ C de Colcemid por gramo de peso corporal.

TABLA III*
Indices mitóticos acumulados de espermatogonias primarias

	<i>Mes de colecta</i>		
	<i>Junio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Octubre</i>
Número total de células	3.284	18.069	3.090
Índice mitótico promedio	0.023	0.019	0.007

*Sapos inyectados con 1 μ C de Colcemid por gramo de peso corporal.

TABLA IV*
Indices mitóticos acumulados de espermatogonias secundarias

	Mes de colecta		
	Junio	Agosto	Octubre
Número total de células	6.971	23.778	15.686
Índice mitótico promedio	0.109	0.162	0.035

*Sapos inyectados con 1 μ C de Colcemid por gramo de peso corporal.

TABLA V
Indices mitóticos espermatogoniales acumulados a diferentes temperaturas ambientales

Grupo*	Temperatura	Índice mitótico espermatogonial	
		Gonia primaria	Gonia secundaria
A	37°C	0.027	0.091
B	4°C	0.002	0.011
C	18°C	0.023	0.109
D	18°C	0.003	0.009

* Los animales (n = 12) de los grupos A, B y C se mantuvieron por 5 días a las temperaturas indicadas, luego se inyectaron con 1 μ C de Colcemid por gramo de peso corporal y se sacrificaron 6 hr después. Los animales (n = 4) del grupo D. se mantuvieron a temperatura del laboratorio (18°C) y se inyectaron con un volumen equivalente de solución salina fisiológica (control o índice mitótico espontáneo).

DISCUSION

El análisis cuantitativo de la renovación espermatogonial en anfibio demuestra que la mayor amplificación debe ocurrir en el compartimento de gonias secundarias, dado que este tipo celular tiene un corto tiempo de renovación. Consecuentemente, este compartimento debe ser regulador de la producción espermática.

El estudio semicuantitativo de la población de células germinales en testículo de Bufo muestra que en diferentes épocas del año los distintos tipos celulares presentan variaciones cuantitativas pero en ninguna época las gavillas de espermatozoides testiculares corresponden a menos de un 25% de su valor máximo, registrado en los meses de aplexo activo (agosto a octubre) (14). Sin embargo, los índices mitóticos goniales de octubre son los más bajos, pese a que la temperatura ambiente es la más alta (6,3-8,1 y 13,7°C son las temperaturas promedio para junio, agosto y octubre, respectivamente, el año de las observaciones que se discuten aquí).

Aparentemente, la espermatogénesis tiene su óptimo a temperaturas moderadas; tempera-

turas bajas deprimen notoriamente la actividad mitótica gonial (con un decremento de alrededor de 7 veces para espermatogonias primarias y de 3 a 4 veces para las secundarias, a 4°C). Sin embargo, temperaturas elevadas (37°C) no aumentan la actividad mitótica. Lo probable es que la temperatura influya especialmente el período de maduración (meiosis) y/o la diferenciación de las espermátidas como ocurre aparentemente en *Rana esculenta* (Lofts, 1964) (24).

Bufo spinolus W. tiene un ciclo espermatogénico potencialmente continuo, de acuerdo a nuestras observaciones. Debido a las condiciones climáticas en la zona de nuestra colecta, prácticamente no existe una verdadera hibernación (Cei, 1962) (25). De hecho se puede obtener fecundación "in vitro" con espermios de animales capturados en cualquier época del año (Valencia, 1960) (26) y la espermiación puede provocarse por inyección de gonadotrofinas en toda época, si bien la dosis requerida es más alta en invierno, como sucede también en *Bufo arenarum* H. (Burgos y Mancini, 1947) (27). Debido a esta situación, *Bufo spinolus*

W. se emplea en laboratorio clínico para el test de embarazo de Galli-Mainini (1948) (28).

Queda por evaluar el rol de la luz, presumiblemente de importancia en consideración al gran desarrollo del órgano frontal, particularidad anatómica de la región pineal de los Anuros. El carácter secretorio de la pineal en anfibios, sin embargo, no ha sido claramente documentado y existe gran discusión en referencia al sitio de elaboración y acción de la melatonina (Charlton, 1966) (29).

SUMMARY

Seasonal reproductive activity represents an adaptation of many organisms in order to match the time of production of young with the best availability of nutrients.

The most common environmental signal that triggers gonadal activity is the photoperiod. The influence of temperature is less known.

This work analyzes: a) The seasonal testicular activity (spermatogenesis and androgenesis) in *Octodon degus*. The activity attains its maximum between June and September and decreases to a minimum in January. Apparently, short photoperiods stimulate gonadal activity.

b) Influence of environmental temperature upon amphibian (*Bufo spinulosus*) testis. Quantitative analysis of spermatogonial renewal reveals that the cycle is potentially continuous in this species, gonial mitotic activity being maximal in June. The highest spermatid production, (and peak of spermiation) coincides with the months of amplexus.

The importance of monitoring environmental conditions for adequate interpretation of gonadal seasonal activity is emphasized.

REFERENCIAS

1. LODGE, J.R., SALISBURY, G.W., in "The testis", Vol. III (Johnson, A.D., Gomes, W.R. and Vandemark, N.L., eds.), Academic Press, New York, 1970.
2. BAKER, J.R., in "Evolution essays on aspects of evolutionary biology" (De Beer, G.R., ed.), Clarendon Press, Oxford, 1938.
3. MENAKER, M., Biol. Reprod. 4:295, 1971.
4. COWLES, R.B., Quart. Rev. Biol. 40:341, 1965.
5. SADLEIR, R.M.F.S., in "Reproduction in mammals", Vol. 4 (Austin, C.R. and Short, R.V., eds.), Cambridge University Press, London, 1972.
6. CONTRERAS, L., "Ciclo reproductivo anual de *Octodon degus* Molina macho", Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, 1977.
7. CONTRERAS, L., BUSTOS, E., XIX Reunión Anual Soc. Biología de Chile, Jahuel, 1976.
8. BUSTOS, E., CONTRERAS, L., 90th Meeting of the Am. Assoc. of Anatomists, Detroit, 1977.
9. CONTRERAS, L., BUSTOS, E., XX Reunión Anual Soc. Biología de Chile, Pucón, 1977.
10. CONTRERAS, L., BUSTOS, E., Medio Ambiente 3:83, 1977.
11. BUSTOS, E., CUBILLOS, M., Biológica 40:62, 1967.
12. SCHMIEDE, P., ALLIENDE, C., BUSTOS, E., XI Reunión Anual Soc. Biología de Chile, Santiago, 1968.
13. BUSTOS, E., ALLIENDE, C., Arch. Biol. (Liege) 84: 329, 1973.
14. BUSTOS, E., ALLIENDE, C., SCHMIEDE, P., Arch. Biol. (Liege) 84: 465, 1973.
15. BRIDGES, T., Proc. Zool. Soc. London, pp. 129-132, 1843.
16. GROCOCK, C.A., CLARKE, J.R., J. Reprod. Fertil. 39: 337, 1974.
17. DALLAM, R.D., THOMAS, L.E., Biochem. Biophys. Acta 11:79, 1953.
18. YAKSIC, F., YÁÑEZ, J., Medio Ambiente 3:74, 1977.
19. TURNER, C.D., BAGNARA, J.T., "General Endocrinology" 5th. Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1971.
20. ROJAS, M., RIVERA, O., MONTENEGRO, G., BARROS, C. Medio Ambiente 3:78, 1977.
21. YÁÑEZ, J., "Eco-etología de *Octodon degus*". Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias, Univ. de Chile, Santiago, 1976.
22. BERTALANFFY, F.D., Lab. Investigation 13:871, 1977.
23. BUSTOS-OBREGÓN, E. "La célula folicular del testículo de anfibio, *Bufo spinulosus* Wiegman. Estudio submicroscópico e histoquímico". Tesis Docente, Fac. Medicina, Univ. de Chile, Santiago, 1967.
24. LOFTS, B., Gen. Comp. Endocrinol. 4:550, 1964.
25. CEI, J.J., "Batracios de Chile". Ed. Univ. de Chile, Santiago, 1962.
26. VALENCIA, J., "Inducción de la ovulación y tabla de desarrollo normal de *Bufo spinulosus* Wiegman (sapo de rulo)". Tesis, Inst. Pedagógico, Univ. de Chile, Santiago, 1960.
27. BURGOS, M.H., MANCINI, R.E., Rev. Soc. Arg. Biol. 24:328, 1948.
28. GALLI-MAININI, C., "El diagnóstico del embarazo con sapos machos". Ed. Impagione Artecnic, Buenos Aires, 1948.
29. CHARLTON, H.M., "The role of the pineal gland, and its hormone melatonin, in the control of the melanocytes of *Xenopus laevis* D". Thesis, Fac. Sci. Biol. Univ. of Oxford, 1966.