



46
20j

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnista

**ANALISIS DE LA TEMPERATURA MACROAMBIENTAL
EN INSTALACIONES CONVENCIONALES PARA
ANIMALES DE LABORATORIO, DURANTE 2 AÑOS
(DE ENERO DE 1988 A DICIEMBRE DE 1989)**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :

PAULA CATALINA CARDENAS GONZALEZ

ASESOR: MVZ CIRO LOMELI Y FLORES



México, D. F., a 2 de Septiembre de 1991.

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	14
DISCUSION.....	19
LITERATURA CITADA.....	24
CUADROS.....	27
FIGURAS.....	30

RESUMEN

CARDENAS GONZALEZ, PAULA CATALINA. Analisis de la temperatura macroambiental en instalaciones convencionales para animales de laboratorio, durante dos años, de enero de 1988 a diciembre de 1989 (bajo la dirección del: MVZ Ciro Lomeli y Flores).

Se tomaron las temperaturas ambientales diariamente, durante 1988 y 1989 en 2 salas, "A" y "B" destinadas a la reproducción de roedores en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, para mostrar la variación que existe con respecto a las recomendaciones internacionales considerando que en la experimentación con ratones puede existir variación en los resultados, principalmente si se trabaja con respuesta a drogas. De los datos colectados se obtuvo la temperatura mínima diaria, máxima diaria, diferencia diaria, diferencia máxima mensual, obteniéndose con estos datos promedio, promedio barrido y desviación estándar mensual, análisis de varianza y prueba de Tukey. En la sala "A" existen diferencias significativas entre las temperaturas de cada mes ($P < 0.01$). Para la temperatura máxima los meses extremos fueron abril ($\bar{x} = 28.33$ °C) y diciembre ($\bar{x} = 23.8$ °C), con una diferencia significativa ($P < 0.05$) de 4.5 °C. Para la temperatura mínima los meses extremos fueron abril ($\bar{x} = 23.62$ °C) y enero ($\bar{x} = 20.13$ °C), con una diferencia significativa ($P < 0.05$) de 3.5 °C. Para la temperatura promedio los meses

extremos fueron abril ($\bar{x}=25.97$ °C) y enero ($\bar{x}=22.09$ °C), con una diferencia significativa ($P<0.05$) de 3.9 °C. No existió diferencia significativa ($P>0.05$) entre años para las temperaturas máximas; sin embargo la diferencia de las temperaturas mínimas entre 1988 ($\bar{x}=20.67$ °C) y 1989 ($\bar{x}=21.32$ °C) si fue significativa ($P<0.01$), al igual que la temperatura promedio ($P<0.01$) entre 1988 ($\bar{x}=23.27$ °C) y 1989 ($\bar{x}=23.92$ °C). En la sala "B" existieron diferencias significativas entre las temperaturas de cada mes ($P<0.01$) para la temperatura máxima los meses extremos fueron abril ($\bar{x}=27.58$ °C) y diciembre ($\bar{x}=22.62$ °C) con una diferencia significativa ($P<0.05$) de 4.8 °C. Para la temperatura mínima los meses extremos fueron abril ($\bar{x}=22.15$ °C) y enero ($\bar{x}=18.42$ °C) con una diferencia significativa ($P<0.05$) de 3.7 °C. Para la temperatura promedio los meses extremos fueron abril ($\bar{x}=24.63$ °C) y diciembre ($\bar{x}=20.63$ °C) con una diferencia significativa ($P<0.05$) de 4 °C. No existió diferencia significativa ($P>0.05$) para la temperatura máxima, mínima y promedio. Los valores de temperatura macroambiental registrados no son coincidentes con los aceptados y recomendados internacionalmente.

INTRODUCCION.

Desde la perspectiva de la ciencia moderna, el animal de laboratorio se concibe en términos de su respuesta biológica; todos los animales son el resultado de efectos tanto genéticos como ambientales, durante toda su vida desde la concepción hasta la muerte (3). La adaptación genética a un clima particular se desarrolla en todas las especies a través de la evolución, es decir, que los animales son aptos para contender con los cambios comunes de su clima. En el caso de los animales de laboratorio, la adaptación genética ocurre inadvertidamente durante la crianza bajo las condiciones climáticas locales y conduce a la desviación del genotipo específico. La diferencia climática se vuelve particularmente pronunciada en la endogamia y al ser modificadas las condiciones prevalentes estos son mas influenciados que los animales híbridos F1. Se debe considerar además que, el genotipo influencia a la respuesta tanto a temperatura alta como baja (23).

El control de la porción genética de la variabilidad biológica de los animales de laboratorio se inicia en 1909 con el desarrollo de la primer cepa endogámica de ratones, ancestros comunes de cepas actuales DBA/1 y DBA/2 por Clarence Cook Litle (20).

Por otra parte el alojamiento de los animales experimentales ha sufrido constantes cambios para el mejoramiento de sus condiciones de vida. Sin embargo la

revolución en los conceptos para el control de las variables ambientales ocurre después de la segunda guerra mundial debido a la conjunción de factores económicos, sociales, de salud pública y a la incursión de la ciencia veterinaria en el cuidado y uso de los animales de laboratorio (17).

Con fines de exposición se puede dividir el ambiente de los animales en micro o criptoambiente cuyos límites físicos serían la caja o jaula donde se alojan, el macroambiente cuyos límites físicos serían el cuarto o habitación donde se alojan las jaulas y por último el mega ambiente que se refiere al diseño del edificio y particularmente a la interrelación entre las diferentes áreas funcionales que constituyen un bioterio (7).

El ambiente físico comprende las condiciones climáticas de la biosfera que en los animales de laboratorio consiste en las condiciones climáticas de su ecosistema, es decir el clima del cuarto o macroambiente y el criptoclima o microambiente producido por el tipo de jaula (23).

Estas condiciones climáticas pueden describirse convenientemente con medias y variaciones de los elementos o factores meteorológicos; de estos, los llamados clásicos o no triviales son los factores térmicos, la humedad y el movimiento del aire. Estos son los factores dominantes del clima bajo techo; son además, los que afectan el presupuesto del calor del cuerpo los que determinan la actividad metabólica y otras funciones fisiológicas (cardiovasculares y respiratorias) relacionadas con la termorregulación (12).

La importancia de las condiciones climáticas que se brindan a los animales de laboratorio en el proceso de crianza, es obvia para el mantenimiento de las funciones vitales, pero variaciones sutiles también afectan la capacidad de adaptación del animal a condiciones cambiantes (aclimatización) y por lo tanto su versatilidad fisiológica y metabólica (25).

En términos fisiológicos, la adaptabilidad significa que bajo la influencia de la tensión se puede mantener la homeostasis sin desajustes por medio de multitud de funciones integradas a varios niveles de organización del cuerpo. El principio básico de adaptación fisiológica a la temperatura es alcanzar un estado térmico estable entre el cuerpo y el medio ambiente, en el cual, la producción y pérdida de calor existen balanceados en tanto que la temperatura corporal central permanezca sin cambio (22).

En este sentido, los homeotermos mantienen su balance de calor con el medio ambiente con los siguientes medios de regulación:

Regulación física: consiste en la regulación del transporte de calor a la superficie del cuerpo por cambios de circulación periférica, adaptación de las superficies desnudas del cuerpo y el aislamiento por la capa de grasa subcutánea y por la longitud y grosor del pelaje (9,16).

Regulación química o metabólica: consiste en el aumento o disminución de la producción de calor por la cantidad y

calidad de ingestión de alimento, el trabajo muscular, la secreción de hormonas como T_3 y T_4 y la termogénesis con o sin estremecimientos. Los estremecimientos son temblores musculares involuntarios del cuerpo causados por la contracción de los músculos como método fisiológico de la producción del calor (9,16)

Regulación conductual: consiste en una regulación estrictamente física, es decir, los animales se agrupan o se aíslan, se enconchan o se estiran sobre el piso, se lamen o humedecen el pelo revolcándose en las escretas, para cambiar la superficie corporal efectiva y la disipación del calor (16).

En otras especies, la termólisis (pérdida de calor) depende principalmente de la radiación y el ratón contiene con la temperatura alta mediante mecanismos conductuales. Al no mostrar mucha disipación evaporativa del calor a diferencia de otras especies, no beben agua al someterse a esta tensión, su adaptación a la temperatura ambiental alta se basa a un incremento constante de la temperatura corporal, un decremento constante del índice metabólico y de la adaptación de las superficies desnudas de su cuerpo: es decir, orejas más vascularizadas y colas más largas. De todo esto se desprende que el ratón tiene una baja tolerancia al calor estimándose la temperatura letal superior en 37°C (11). En la exposición extrema a bajas temperaturas se incrementa el consumo de alimento, el trabajo muscular, la termogénesis con estremecimientos y los mecanismos conductuales de

conservación del calor. Durante la exposición constante, los estremecimientos son reemplazados por la termogénesis sin estremecimientos, debido a que poseen grasa café o tejido adiposo multilocular (23). En el ratón, la termogénesis sin estremecimientos puede alcanzar un valor tal que el calor generado en un animal aclimatado en reposo puede ser casi el triple del índice metabólico basal. Este valor es mayor que aquel encontrado en cualquier otro animal investigado. Un ratón joven puede sobrevivir a una temperatura mas baja que un adulto, debido a la acción protectora de la grasa café que entibia la sangre arterial que va al cerebro. A diferencia de otros mamíferos, la temperatura corporal baja reduce el índice metabólico basal, lo que conduce a la hipotermia y prolonga la vida, en tanto que en otros animales la hipotermia obliga a la utilización de glucógeno con la consecuente hipoglucemia y muerte (11).

La zona de temperatura ambiente en la cual se encuentra el índice metabólico mínimo o la producción mínima de calor para mantener constante la temperatura corporal se llama zona termoneutral, la cual varía con la especie y el condicionamiento: los ratones criados a una temperatura ambiente variable entre los 18°C y 30°C como en el caso que nos ocupa, tiene una zona termoneutral mas amplia que los animales criados en rangos estrechos de temperatura. Sin embargo, la zona termoneutral del ratón es mas limitada que la de cualquier otro mamífero (23).

La respuesta biológica al procedimiento experimental también se puede ver profundamente modificada como lo muestran los patrones de respuesta a diferentes drogas en ratas reportados por Ellis en 1967 (10) y Fuhrman en 1961 (13).

Desde los tiempos de Claudio Bernard la reproducibilidad experimental ha sido aceptada como un axioma de la investigación científica (5), y para que los resultados experimentales sean reproducibles en cualquier tiempo y en cualquier latitud es necesario el mantenimiento de condiciones constantes de humedad, iluminación, ruidos y temperatura y que además coincidan con los valores internacionalmente aceptados, mostrados en el cuadro 1 (1), con rangos de variación que no excedan de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ para áreas de crianza, y $\pm 1^{\circ}\text{C}$ para áreas de alojamiento de animales durante el proceso de experimentación.

El clima de la ciudad de México entendido como el complejo de condiciones atmosféricas tomadas en su serie promedio y que prevalecen durante un lapso mas o menos prolongado es templado, con una temperatura exterior al abrigo mínima promedio de 8.5°C y una máxima de 21.1°C (18).

Del total de factores que determinan el clima el mas importante es la latitud. Este es el ángulo que forma el radio de la tierra que pasa por un punto dado con otro radio que pasa por el punto del Ecuador situado en el mismo meridiano de dicho punto (4). La ciudad de México se encuentra en el paralelo 19 del hemisferio norte lo que la

sitúa por debajo del trópico de Cancer (23.5°N) y por lo tanto dentro de la zona tórrida septentrional, a la cual correspondería un clima cálido al ser alcanzada por los rayos verticales del sol (4); sin embargo, otro factor que influye en el clima es la altitud o altura sobre el nivel del mar.

CUADRO 1 TEMPERATURA AMBIENTAL RECOMENDADA PARA ANIMALES DE LABORATORIO (1).

Especies	Temperaturas	
	°F	°C
Ratones	70-72	21-22
Ratas	70-72	21-22
Hamster	70-72	21-22
Cuyos	68-70	20-21
Conejos	68-70	20-21
Gatos	70-72	21-22
Perros	68-70	20-21
Monos	70-72	21-22

Mientras mas elevado sea un sitio mas baja será la temperatura que prevalezca, descendiendo a razón de aproximadamente medio grado centígrado por cada 100 metros de elevación. La ciudad de México se encuentra a 2,240 metros sobre el nivel del mar (19).

En México las instalaciones para animales de laboratorio carecen de sistemas de aire acondicionado que satisfagan los

requerimientos de calentamiento, enfriamiento, humidificación, presión de aire, filtración y desecación; debido principalmente a factores de orden geográfico, financieros y tecnológicos llevándose a cabo la ventilación de los cuartos para animales mediante la extracción forzada del aire lo que significa que las condiciones de temperatura macroambientales dependerán del clima imperante en la ubicación geográfica particular, modificada por las características del diseño y construcción del bioterio, la presencia de seres vivos y algunos otros elementos modificadores como radiadores o ventiladores.*

El bioterio B del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIB-UNAM) no es una excepción, y la ventilación de los cuartos de los animales se realiza mediante la extracción forzada de aire.

HIPOTESIS.

Los valores de temperatura macroambiental mínima y máxima y las variaciones periódicas de los valores que se registrarán no son coincidentes con los valores aceptados y recomendados internacionalmente.

* Lomelí C. Comunicación personal en la cátedra de Explotación de Animales de Laboratorio, FMVZ-UNAM 1990 México

OBJETIVOS

Verificar la coincidencia de los valores de tendencia central y variación registrados con los aceptados y recomendados internacionalmente, mediante el análisis de la temperatura macroambiental mínima y máxima diaria de dos años consecutivos (enero de 1988 a diciembre de 1989).

II. MATERIAL Y METODOS

A. MATERIAL

1. Instalaciones.

Los cuartos en que se registró la temperatura tienen una superficie de 10.0 m² cada uno, contruidos de tabique y las paredes y piso cubiertas de mosaico con acabados interiores de pintura lavable. La ubicación de los cuartos se muestra en el plano general del bioterio (figura 1).

La ventilación de los cuartos se realiza mediante la extracción forzada de aire a razón de aproximadamente 10 cambios de volúmen total por hora.

2. Jaulas

Cada cuarto aloja un promedio de 150 jaulas de policarbonato tipo caja de zapatos con tapa de acero inoxidable y protegidos con filtros de poliéster tipo Kraft, con un área de piso de 453.7 cm² cada una, distribuidas en 5 anaqueles de barras con 5 niveles y 6 jaulas por nivel.

3. Animales

Más del 80% de las jaulas alojan animales de laboratorio en reproducción con sistema intensivo poligámico en trio; las jaulas restantes alojan animales en crecimiento en grupo de 6 a 10 individuos de acuerdo a su peso corporal. Se les proporciona agua filtrada con un sistema de osmosis reversible⁸⁸ y acidificada con un pH de 2.5 y alimento para ratones⁸⁸ a libre acceso.

4. Datos

Se cuenta con los registros diarios de temperatura de los años 1988 y 1989, alcanzando al final del estudio un total de 1460 datos para la temperatura mínima y máxima.

B. METODO

Con los datos se obtuvieron los estadísticos descriptivos media y desviación estandar por mes (8); se realizó un análisis de varianza con el modelo estadístico: $Y_{ijk} = M + A_i + M_j(i) + E_{ijk}$, donde Y_{ijk} son los valores de temperatura máxima, mínima y promedio en los distintos años y meses anidados en años. M =media general, A_i = i -ésimo año de registro, $i=1988$ y 1989 , $M_j(i)$ = j -ésimo mes anidado en el i -

⁸⁷ Manual Técnico Millipore, Millipore S.A. de C.V. Mexico

⁸⁸ Mouse Chow Purina Diet 5015 Ralston Purina St. Louis MO USA

ésimo año, $j=1, \dots, 12$, E_{jk} error aleatorio NID (Normal e Independientemente Distribuido) (21).

Para la comparación de medias entre mes se utilizó el análisis de Tukey (21).

RESULTADOS.

Como se observa en la figura 2, la temperatura mínima promedio mensual del año de 1988 en la sala "A" es de 19.5°C en el mes de enero y la temperatura máxima de 28°C en el mes de mayo, el promedio anual de la temperatura mínima es de 21.1°C y el de la máxima de 24.4°C .

En la figura 3 la temperatura mínima en 1989 es de 20.1°C en el mes de diciembre y la máxima de 28.9°C en abril; el promedio anual de la temperatura mínima es de 22.2°C y la máxima es de 25.6°C .

En la sala "A" la desviación estándar menor para la temperatura mínima y máxima se encuentra en la figura 3 en el mes de abril con 0.24°C y 0.65°C respectivamente; la desviación estándar mayor para la temperatura mínima y máxima se ve en la figura 2 en el mes de febrero con 1.51°C y 2.13°C respectivamente.

En la sala "B" figura 4, se observa que la temperatura promedio mínima en 1988 es de 18.4°C en el mes de enero y la máxima de 27.5°C en el mes de mayo; el promedio de la temperatura mínima anual llegó a los 21.1°C y el de la máxima alcanzó los 24.9°C .

La figura 5 muestra que en 1989 el mes de la temperatura promedio mínima mas baja es diciembre con 18.2°C y el mes de la temperatura promedio mas elevada es abril con 27.7°C ; su promedio mínimo anual es de 20.4°C y su promedio máximo anual es de 24.6°C .

En la sala "B" la desviación estándar menor para el promedio de la temperatura mínima y máxima se encuentra en la figura 5 en el mes de junio con 0.56°C y 0.80°C respectivamente; la desviación estándar mayor para el promedio de la temperatura mínima se observa en la figura 4 en el mes de marzo con 3.7°C . y la desviación estándar para el promedio de la temperatura máxima se ve en la figura 5 en el mes de noviembre con 2.01°C .

En la sala "A" figura 6 se observa que el promedio barrido en 1988 el mes con mayor variación es febrero, que en la temperatura máxima fluctúa de 23.3°C a 29.0°C y la temperatura mínima va de 18.6°C a 22.6°C . La temperatura mas baja que se registra es en enero con 18.0°C y la mas alta en mayo con 29.3°C .

En la figura 7, se muestra que el mes con mayor variación en 1989 en el promedio barrido es octubre con temperaturas máximas que van de 24.6°C a 30.6°C y la temperatura mínima es mayo con fluctuaciones de 21.3°C a 25.3°C . La temperatura mas baja se presenta en enero con 18.6°C y la mas alta en octubre con 30.6°C .

En la sala "B" figura 8, se observa que en el promedio barrido el mes en 1988 con mayor variación es marzo que la temperatura mínima va de 14.0°C a 21.6°C y la temperatura máxima es febrero que presenta fluctuaciones de 22.6°C a 28.3°C . La temperatura mas baja se ve en marzo con 14.0°C y la mas alta en abril con 29.0°C .

En la figura 9 se muestra que el mes con mayor variación de promedio barrido en 1989 en la temperatura máxima es octubre con fluctuaciones de 23.6°C a 29.3°C y la temperatura mínima es noviembre con variaciones de 18.3°C a 23.6°C . La temperatura mas baja se muestra en enero con 16.6°C y la mas alta en octubre con 29.3°C .

En la figura 10, sala "A", la diferencia mensual promedio menor en 1988 es de 3.1°C en noviembre y la mayor de 6.5°C en marzo. La figura 11 que en 1989 muestra la diferencia mensual promedio menor en el mes de septiembre con 2.2°C , siendo la mayor diferencia de 4.1°C en octubre.

En la figura 12, sala "B", en 1988 la diferencia mensual promedio menor es de 3.3°C en junio y la mayor llega a 8.6°C en marzo. En la figura 13 se muestra que la diferencia mensual promedio en 1989 está en septiembre con 2.9°C y la mayor en febrero con 5.1°C .

El análisis de varianza para las temperaturas máximas registradas en la sala "A" (Cuadro 2) entre los años de 1988 ($\bar{x}=20.67^{\circ}\text{C}$) y 1989 ($\bar{x}=25.64^{\circ}\text{C}$) demostró que no existe diferencia significativa ($P>0.05$); sin embargo las diferencias entre las temperaturas mínimas en el año de 1988 ($\bar{x}=20.67^{\circ}\text{C}$) y 1989 ($\bar{x}=21.32^{\circ}\text{C}$) si fue significativo ($P<0.01$). El promedio anual de la temperatura en el año de 1988 ($\bar{x}=23.27^{\circ}\text{C}$) fue significativamente diferente ($P<0.01$) del año de 1989 ($\bar{x}=23.92^{\circ}\text{C}$). Con respecto al análisis de varianza y de Tukey (Cuadro 4) de las temperaturas entre los 24 meses existe una diferencia significativa ($P<0.01$). Para la

grupos para la temperatura máxima y promedio y 5 grupos para la temperatura mínima. Con respecto a la temperatura máxima los meses mas cálidos son marzo (27.0°C), abril (28.3°C) y mayo (27.4°C) mientras que las temperaturas menores superan los 23 °C. En la temperatura mínima menor se observa que los meses mas frios son diciembre (20.5 °C) y enero (20.1 °C), llegando la temperatura mínima mas alta a 23.6 °C. Las temperaturas promedio superan los 22 °C en el mes mas frio alcanzando 25.9°C en el mes mas calido.

En el cuadro 5 la prueba de Tukey en la sala "B" agrupa los meses de mayor a menor temperatura, en 8 grupos para la temperatura máxima, 9 grupos para la temperatura mínima y 7 grupos para la temperatura promedio. Los meses mas cálidos son marzo (26.5°C), abril (27.5°C) y mayo (26.5 °C), las temperaturas máximas mas bajas superan los 22 °C. Los meses mas frios son diciembre (18.6°C) y enero (18.4°C), llegando la temperatura mínima mas alta a los 21.1°C. Las temperaturas promedio rebasan los 20°C en el mes mas frío, llegando a los 24.6°C en el mes mas calido.

DISCUSION.

Se puede observar que aún cuando las temperaturas obtenidas en la sala "A" son mayores que en la sala "B", estas siguen una tendencia similar durante los dos años de registro.

Las temperaturas mínima y máxima promedio anual se encuentran en las dos salas entre los 20.1 °C y los 25.9 °C; las temperaturas mas elevadas se presentan en el mes de abril y las mas bajas en diciembre y enero, pero sin observarse cambios notorios entre las estaciones del año, esto es que debido a la proximidad de la ciudad de México a la línea ecuatorial (paralelo 19 del hemisferio norte) (4) no se hacen evidentes, por lo menos en lo que a la temperatura respecta los equinoccios de primavera y otoño y los solsticios de verano e invierno y por lo tanto no son evidentes cambios en la temperatura con las estaciones del año.

La variación que hay entre los días de cada mes se hace evidente al observar la desviación estándar que llega a ser de hasta 3.07 °C.

El promedio barrido da una aproximación de la variación de datos en los meses, notándose que existen meses con mas de dos picos o depresiones, esto se debe a que por la altitud de la ciudad de México (2,240 mts. sobre el nivel del mar) (19), durante el día los rayos solares inciden con mayor intensidad y durante la noche hay un mayor enfriamiento registrándose diferencias promedio mensuales entre las temperaturas mínima

y máxima de 8.6°C y diferencias máximas mensuales de hasta 18°C . Estas diferencias de temperatura provocan en los ratones cambios fisiológicos, metabólicos y conductuales para mantener su homeostasis, pudiendo provocar que la respuesta biológica al procedimiento experimental se vea alterada, principalmente si se está experimentando con drogas como ya ha sido reportado en otros trabajos y causando con ello que los resultados obtenidos en los experimentos no sean válidos (2,6,11,14,15,22,24).

Los meses mas cálidos son abril en primavera y octubre en otoño y los meses mas frios son julio en verano y enero en invierno a diferencia de los meses mas cálidos en el Ecuador que son por lo general marzo en primavera y septiembre en otoño y los mas frios junio en verano y diciembre en invierno, debido a la incidencia perpendicular de los rayos solares sobre el Ecuador y la latitud de de la ciudad de México.

En la sala "A" no existe diferencia significativa en cuanto a las temperaturas máximas entre 1988 y 1989 ($P>0.05$), pero con respecto a la temperatura mínima ($P<0.01$) y promedio ($P<0.01$) si existió una diferencia significativa. Esta sala presenta variación entre los valores tomados entre los dos años.

No existe diferencia significativa ($P>0.05$) entre los años de 1988 y 1989 en la sala "B" en cuanto a temperatura máxima, en la temperatura mínima y promedio tampoco existió diferencia significativa ($P>0.05$) y ($P>0.05$) respectivamente:

esto muestra que en esta sala no existieron diferencias entre los valores tomados durante los dos años, comportándose de manera similar.

Esto puede estar relacionado con la ubicación de las dos salas en el bioterio (figura 1), y al sentido de circulación del aire.

Un aspecto que favorece la crianza de los ratones en las condiciones térmicas descritas en este trabajo son sus hábitos nocturnos. Durante el día, se alcanzan las temperaturas máximas registradas y es también cuando el animal se encuentra en reposo y ayunas y por lo tanto, su índice metabólico es mínimo y será también mínima su generación de calor; el alimentarse y ejercitarse durante los períodos de temperatura máxima podrían convertirse en fatiga para el animal, y este respondería evitando estas actividades como una forma de adaptación al calor. Debido a la gran diferencia en la proporción superficie corporal-masa corporal, son animales que tienen una habilidad relativamente pobre para incrementar su volumen respiratorio en respuesta al calor, ya que las 4/5 partes de la pérdida de agua es desde el tracto respiratorio y la ausencia de respuesta respiratoria a la temperatura alta conserva humedad. Por lo tanto, tienen una menor tolerancia al calor que otras especies de laboratorio, además carecen de glándulas sudoríparas, no puede jadear y la salivación está comprometida por la necesidad de conservar agua para evitar el shock por deshidratación (11).

En cambio durante la noche que es cuando se registran las temperaturas mínimas, el animal despliega su conducta normal ejercitándose y alimentándose, debido a su mejor adaptación al frío, sin embargo, se afecta marcadamente el metabolismo. El índice metabólico alto y la generación de calor para aclimatarse al frío es a expensas de un gran gasto energético, estimado en $46.3 \text{ KCal/m}^2/24$ horas, por el descenso de 1 C para poder mantener la temperatura corporal. Los animales empiezan a mostrar signos de hipotermia los $18.5 \text{ }^\circ\text{C}$, y a los $14.6 \text{ }^\circ\text{C}$ su índice metabólico es el doble que el observado en la zona termoneutral; la temperatura letal más baja es de $9 \text{ }^\circ\text{C}$ (12,20,25).

Además debe considerarse el tipo de anaquel y principalmente el tipo de jaula, ya que se forma un equilibrio entre el clima del cuarto y el criotoclíma de la jaula el cual dependerá de si esta permite un intercambio libre de aire; por el material y tipo de filtros que poseen las jaulas y la disposición de los anaqueles la temperatura interior de la jaula puede ser de $3 \text{ }^\circ\text{C}$ a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ por arriba de la temperatura del cuarto y también son diferentes las condiciones de humedad relativa, debido a que el intercambio de aire entre el interior y el exterior de la jaula es limitado.

Considerando la gran variación que existe en la temperatura ambiental en la ciudad de México, se aconseja que los bioterios implementen un sistema de aire acondicionado para garantizar la estabilidad fisiológica de los animales y con ello el control de una importante variable experimental.

Se recomienda desarrollar otras investigaciones sobre el efecto del clima en la ciudad de México y su repercusión en el proceso experimental en ratones.

CONCLUSIONES

Los valores de temperatura máxima, mínima y promedio variaron significativamente ($P < 0.01$) entre meses, siendo los extremos abril y diciembre-enero en los años de 1988 y 1989, por lo que los valores de temperatura macroambiental registrados durante 2 años, no son coincidentes con los valores aceptados y recomendados internacionalmente.

LITERATURA CITADA.

1. Arrington, L. K. : Introductory Laboratory Animal Science 2 th ed. Interstate Printers & Publishers INC., U.S.A.1978.
2. Baetjer, A. M. and Smith, R. Effects of Temperature on the Action of Drugs. Am. J. Physiol., 186: 39 (1956)
3. Barber, H. J., Lindsey, J. K. and Weisbroth, S. H. : The Laboratory Rat. Vol. I ed. Academic Press., U.S.A. 1979
4. Bassols, A. : Realidades y Problemas de la Geografía en México. Nuestro Tiempo., México 1982.
5. Bernard, C. : An Introduction to the Study of Experimental Medicine. ed. Dover.,U.S.A. 1957
6. Berti, T. and Cima, L. Effects of Temperature on the Action of Drugs. Boll. Soc. Ital. Bio. Sper. t30:100 (1954)
7. Clough, G. : The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals. 6 th ed. I.B. Poole Longman Scientific & Technical. U.S.A. 1987
8. Daniel, W. W. : Bioestadística 3 th ed. Limusa., México 1987
9. Dukes, S. : Fisiología de los Animales domesticos ed. Aguilar., México 1981
10. Ellis, T. M. : Husbandry of Laboratory Animals. ed. Academic Press., U.S.A. 1967

11. Fouts, J. R. Overview of the field: Environmental Factors Affecting Chemical or Drug Effects in Animals. Fed. Proc. 35: 1162-1164 (1976)
12. Foster, H. L., Small, J. D. and Fox, J. G. : The Mouse in Biomedical Research 1 th Vol. III ed. Academic Press INC., U.S.A. 1981
13. Fuhrman, H. and Fuhrman, F. A. : Effects of Temperature on the Action of Drugs. Ann. Rev. Pharmacol., 1: 65-78 (1961)
14. Gillete, J. R. Environmental Factors in Drugs Metabolism Fed. Proc. 35: 1142-1146 (1976)
15. Lang, M. and Vesell, E. : Environmental and Genetic Factors Affecting Laboratory Animals: Impact on Biomedical Research. Fed. Proc. 35:1123-1124 (1976)
16. Langley, L. : Homeostasis. ed. Alhambra., España 1982
17. Lindsay, J. R. : The Laboratory Rat. Vol. I ed. Academic Press., U.S.A. 1979
18. Lobato, J. : Consideraciones Generales Sobre la Geografía, Meteorología y Climatología de la República Mexicana., Trillas., México 1974
19. Orozco, J. : Datos Geográficos de la República Mexicana., Liguas., México 1984
20. Staats, J. : Biology of the Laboratory Mouse. 2 th ed. E. L. Green Mc Graw Hill., U.S.A. 1987
21. Steel, R. and Torrie, J. : Bioestadística principios y procedimientos., 2 th ed. Mc Graw-Hill., México 1989

22. Vesell, E. S. ; Lang, C. M. ; Whit, G. T. ; Passanati, R. ; Johnson, W. D. ; Environmental and Genetic Factors Affecting Response of Laboratory Animals to Drugs. Fed. Proc. 35: 1125-1132
23. Weihe, W. H. ; Defining the Laboratory Animal the Significance of the Physical Environment for the Health and -- State of Adaptation of Laboratory Animals. ICLAS & ILAR, NRC, NAS, Washington, D. C. U.S.A. 1971
24. Weihe, W. H. ; The Effect of Temperature on the Action of Drugs. Annu. Rev. Pharmacol. 13:409-425 (1973)
25. Williams & Wilkes. ; Adaptation to the Environment Handbook of Physiology. ed. D. B. Dill., U.S.A. 1964

CUADRO 2 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SALA "A"

ORIGEN DE LA VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS		
		TEMP MAX	TEMP MIN	TEMP PROM
AÑO	1	1.401 NS	28.05 **	12.499 **
MES (AÑO)	22	9.671 **	5.956 **	7.089 **
ERROR	72	1.178	0.585	0.876
TOTAL	95			

CUADRO 3 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SALA "B"

ORIGEN DE LA VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS		
		TEMP MAX	TEMP MIN	TEMP PROM
AÑO	1	2.100 NS	2.375 NS	0.017 NS
MES (AÑO)	22	11.008 **	7.536 **	7.686 **
ERROR	72	1.152	1.159	0.983
TOTAL	95			

NS = No Significativo ($P > 0.05$)** = Altamente Significativo ($P < 0.01$)

CUADRO 4 AGRUPAMIENTO DEBEN LA PRUEBA DE TUKEY DE LOS MESES DE 1988 Y 1989 DE ACUERDO A LOS RANGOS DE TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y PROMEDIO REGISTRADOS EN LA SALA "A"

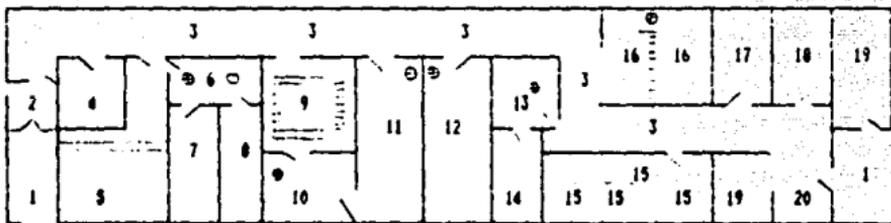
TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA PROMEDIO			
GRUPO	MES	X ± D	GRUPO	MES	X ± D	GRUPO	MES	X ± D	
A*	ABRIL	23.3	F	ABRIL	23.6	J	ABRIL	23.3	
				MAYO	23.4				
AE	MAYO	27.4	FG	OCT	22.4	JK	MAYO	25.4	
				JUNIO	22.3				
ABC	MARZO	27.0	FGH	MARZO	22.0	JKL	MARZO	24.5	
							OCT	24.4	
BCD	OCT	26.4	GHI	NOV	21.6	KLM	JUNIO	24.0	
				AGO	21.5				
				FEB	21.1				
				SEPT	21.1				
CDE	FEB	25.4	HI	DIC	20.5	LMN	AGO	23.3	
				JUNIO	25.4		NOV	23.3	
							FEB	20.3	
DE	AGO	25.0					JULIO	25.0	
	NOV	24.9					MN	SEPT	22.0
	JULIO	24.5					N	DIC	22.1
SEPT	24.1	ENERO	22.0						
E	ENERO	24.0	DIC	22.0					
	DIC	23.8							

* Literales distintas demuestran diferencia significativa (P < 0.05)

CUADRO 5 AGRUPAMIENTO SEGUN LA FUERZA DE TIREY DE LOS MESES DE 1988 Y 1989 DE ACUERDO A LOS RANGOS DE TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA Y PROMEDIO REGISTRADOS EN LA SALA "B"

TEMPERATURA MAXIMA			TEMPERATURA MINIMA			TEMPERATURA PROMEDIO		
GRUPO	MES	X IC	GRUPO	MES	X IC	GRUPO	MES	X IC
A*	ABRIL	27.5	F	MAYO	22.1	K	ABRIL	24.6
A*	MAYO	26.5	F*	ABRIL	21.6	K*	MAYO	24.0
	MARZO	26.5		JUNIO	21.4			
B*	OCT	25.4	F*	OCT	21.2	K*	OCT	23.3
							JUNIO	23.1
							MARZO	23.0
E	JUNIO	24.9	F*	AGO	20.6	L*	AGO	22.5
	FEB	24.8		SEPT	20.6			
B*	AGO	24.5	G*	JULIO	20.4	M*	JULIO	22.2
							SEPT	22.2
							FEB	22.0
							NOV	21.7
C*	JULIO	24.0	G*	NOV	19.9	N*	ENERO	20.7
	SEPT	23.7						
	NOV	23.6						
D*	ENERO	22.9	H*	FEB	19.0	O*	DIC	20.6
E	DIC	22.6						
			J*	ENERO	18.4			

FIGURA 1. PLANO GENERAL DEL BIOTERIO



- | | | |
|------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 Entrada | 8 Sala "A" | 15 Patogenos |
| 2 Vestíbulo | 9 Sala III Experimentación | 16 Area de lavado |
| 3 Pasillo | 10 Laboratorio | 17 Fundación |
| 4 Oficina | 11 Sala II Experimentación | 18 Recombinantes |
| 5 Esterilización | 12 Sala I Transgénicos | 19 Bodega |
| 6 Crecimiento | 13 Cocina | 20 Sala de estudiantes |
| 7 Sala "B" | 14 Baño | ⊗ Coladeras |
| | | --- Desagües |

FIGURA 2. PROMEDIO MENSUAL Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS EN LA SALA "A" DURANTE 1988

31

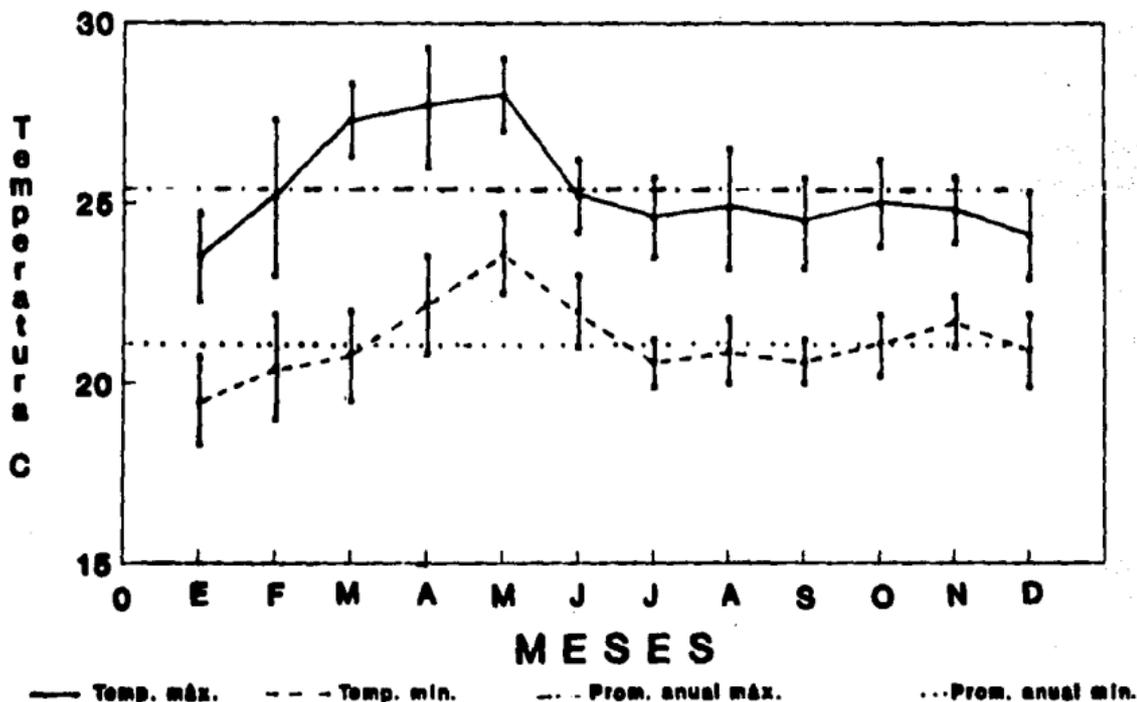


FIGURA 3. PROMEDIO MENSUAL Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS EN LA SALA "A" DURANTE 1989

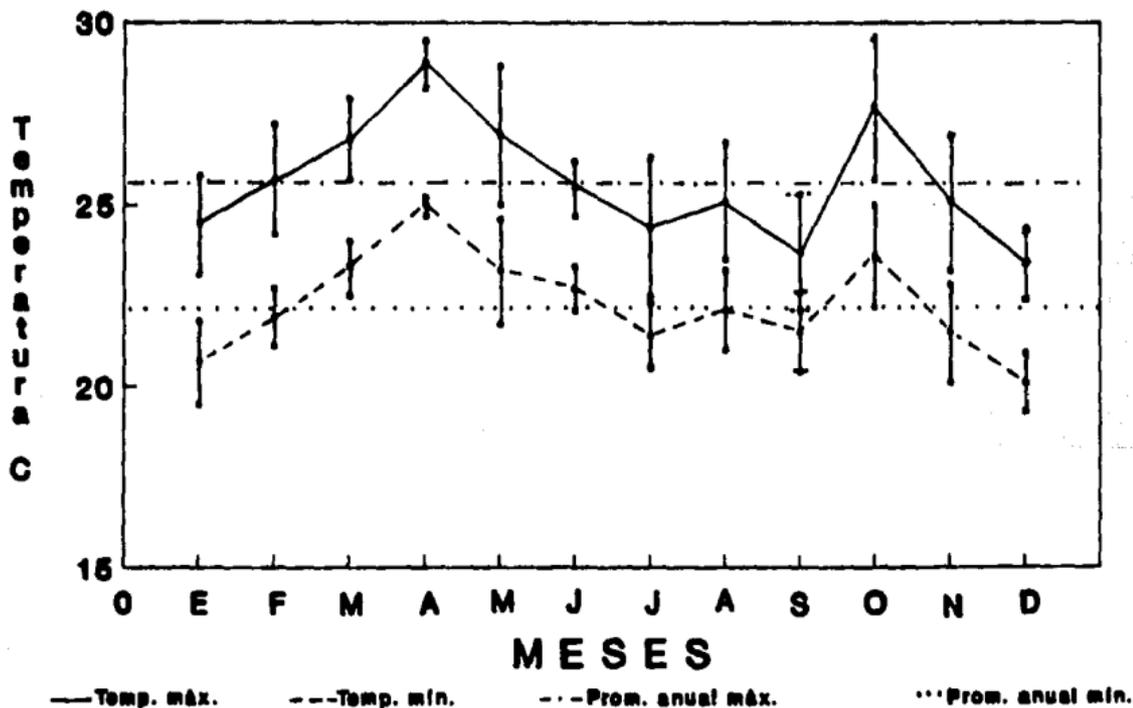


FIGURA 4. PROMEDIO MENSUAL Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS EN LA SALA "B" DURANTE 1988

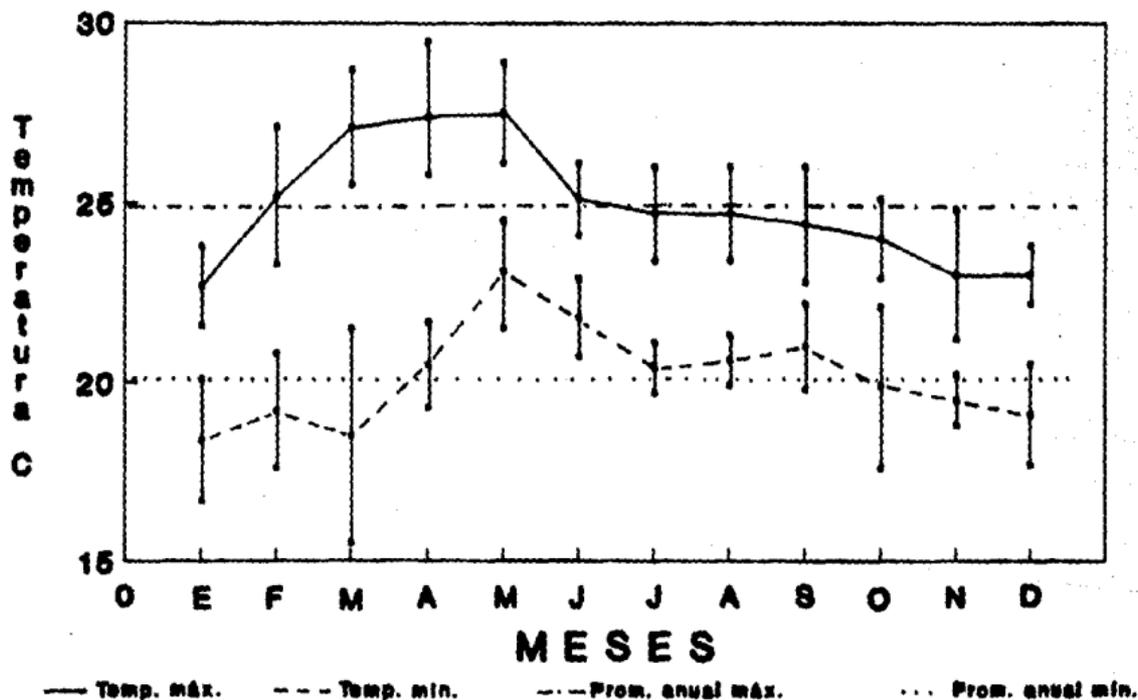
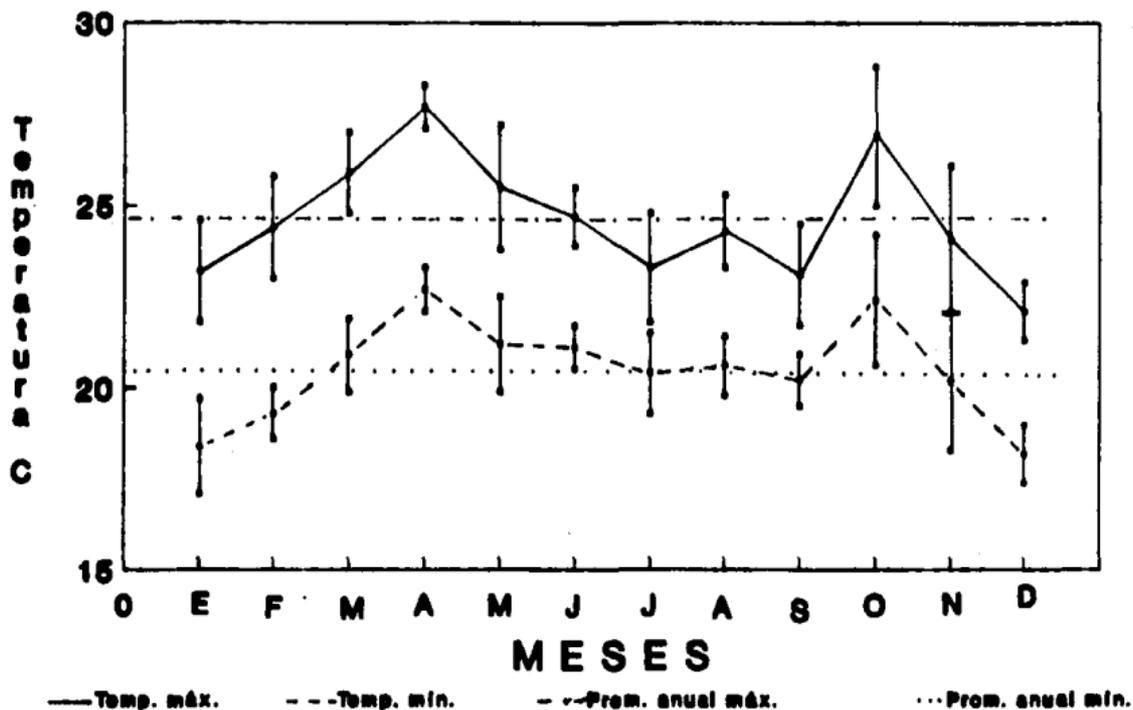
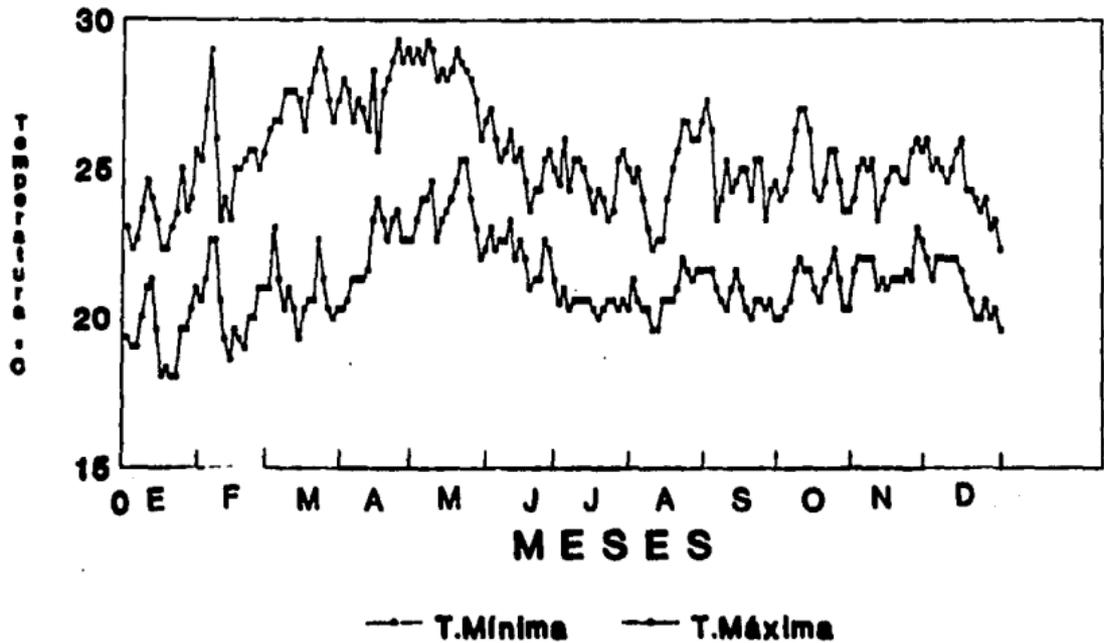


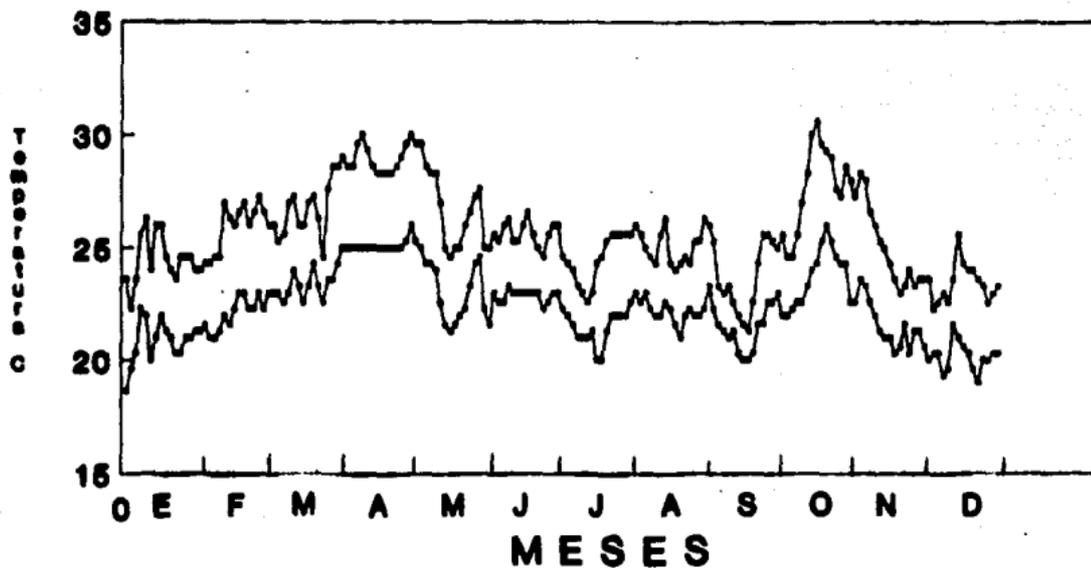
FIGURA 5. PROMEDIO MENSUAL Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS EN LA SALA "B" DURANTE 1989



**FIGURA 6. PROMEDIO BARRIDO DE LAS
TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
EN LA SALA "A" DURANTE 1988**

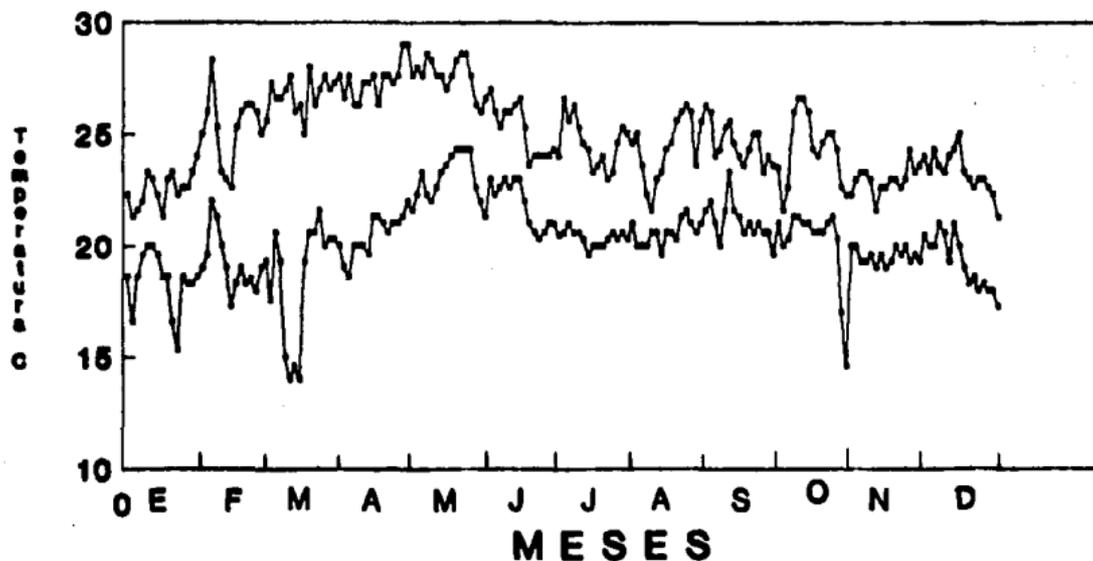


**FIGURA 7. PROMEDIO BARRIDO DE LAS
TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
EN LA SALA "A" DURANTE 1989**



— Temperatura Máx. - - - Temperatura Mín.

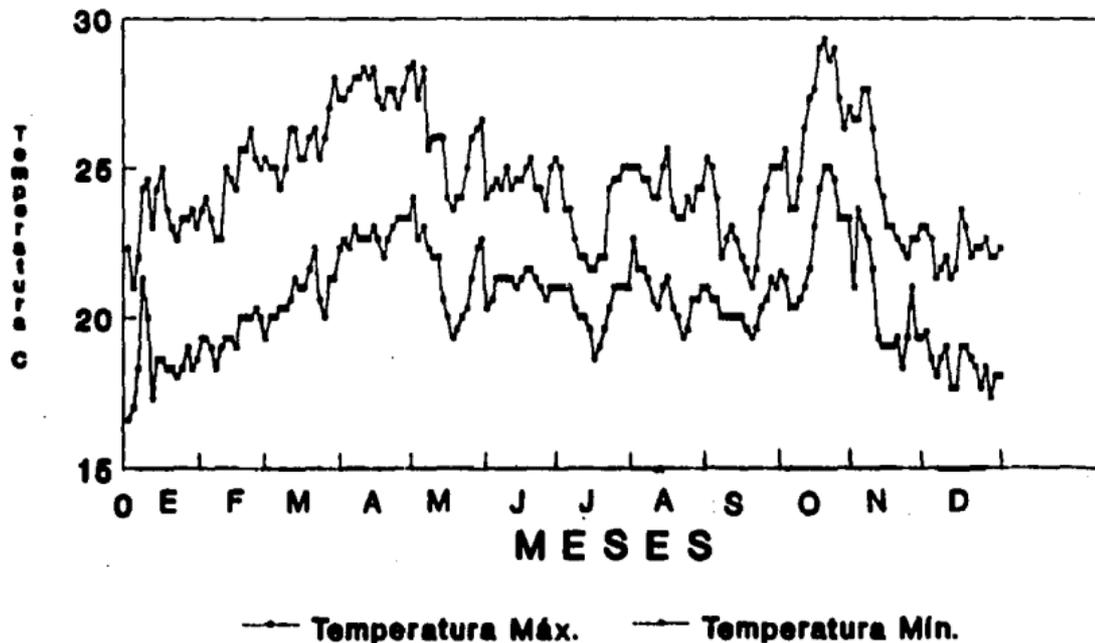
**FIGURA 8. PROMEDIO BARRIDO DE LAS
TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
EN LA SALA "B" DURANTE 1988**



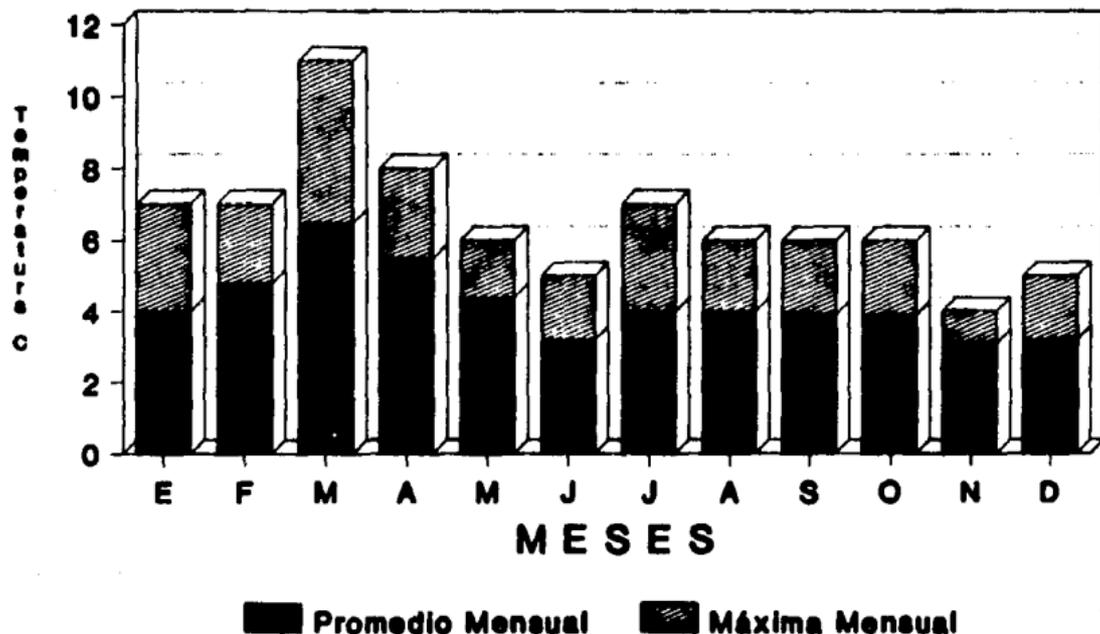
— Temperatura Máx. - - - Temperatura Mín.

**FIGURA 9. PROMEDIO BARRIDO DE LAS
TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
EN LA SALA "B" DURANTE 1989**

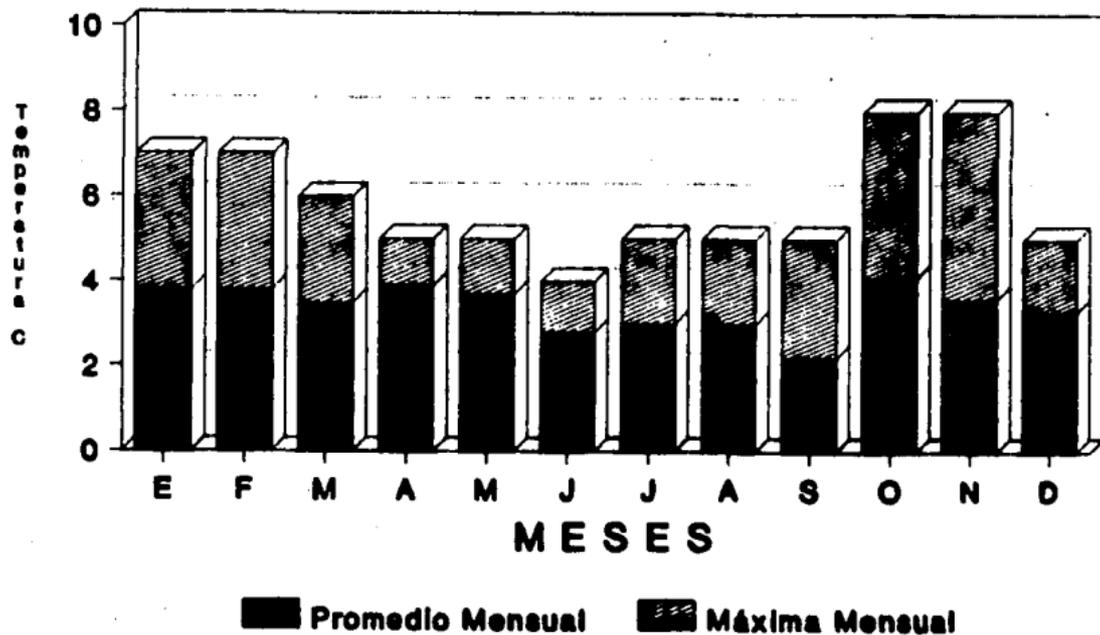
38



**FIGURA 10. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS
PROMEDIO Y MAXIMAS MENSUALES EN
LA SALA "A" DURANTE 1988**



**FIGURA 11. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS
PROMEDIO Y MAXIMAS MENSUALES EN
LA SALA "A" DURANTE 1989**



**FIGURA 12. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS
PROMEDIO Y MAXIMAS MENSUALES EN
LA SALA 'B' DURANTE 1988**

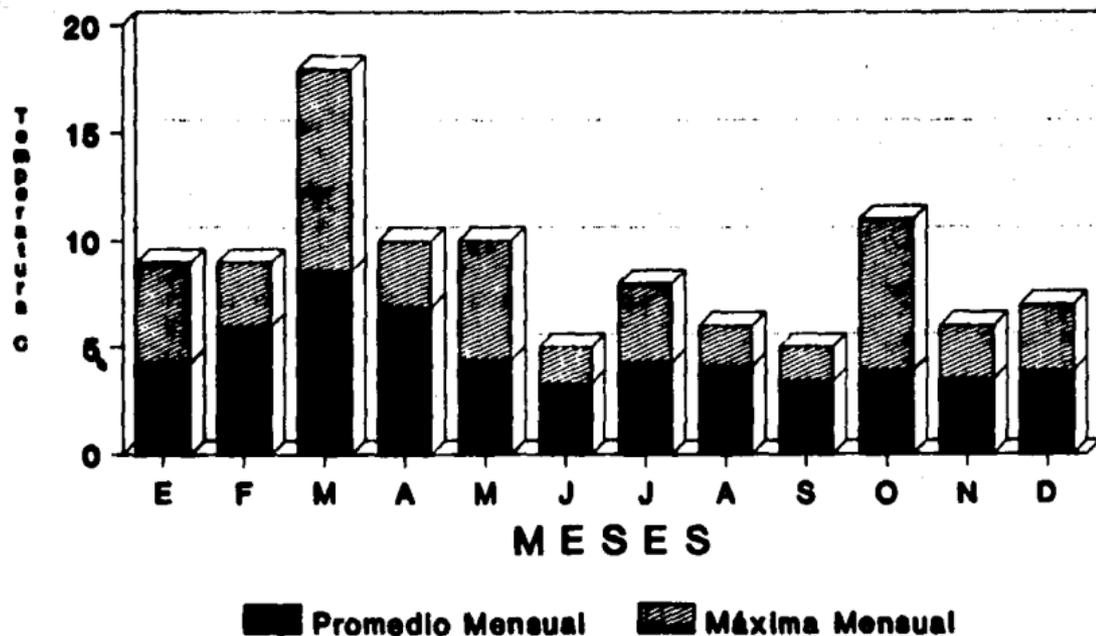


FIGURA 13. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS PROMEDIO Y MAXIMAS MENSUALES EN LA SALA "B" DURANTE 1989

