

Nº 175
281.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

*División de Estudios Profesionales de
la Facultad de Medicina Veterinaria
y Zootecnia.*

**NIVELES DE ACIDO VANILMANDELICO EN ORINA DE
BOVINOS ESTRESADOS.**

T E S I S
Que para obtener el Título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
p r e s e n t a
MIGUEL ANGEL MONTES BALDERAS



Asesores:

**MVZ Héctor Sumano López
MVZ Luis Ocampo Camberos
MVZ Sara Caballero Chacón**

México, D. F. Octubre 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 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

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION	2
HIPOTESIS	6
OBJETIVO	7
MATERIAL Y METODOS	8
RESULTADOS	11
DISCUSION	12
LITERATURA CITADA	14
CUADROS Y FIGURAS.....	17

RESUMEN

MONTES BALDERAS MIGUEL ANGEL. Niveles de Acido Vanilmandélico en orina de bovinos estresados: Estudio realizado bajo la asesoría de: M.V.Z. Héctor Sumano López, M.V.Z. Sara Caballero Chacón y M.V.Z. Luis Ocampo Camberos.

El presente trabajo comprende la determinación de los niveles de Acido Vanilmandélico como medida del grado de estrés en vacas, dedicadas a la práctica de alumnos y docencia en la F.M.V.Z. Los valores fueron tomados en base de Acido Vanilmandélico-Creatinina (AVM-Cr) en orina de éstas vacas, bajo condiciones normales de manejo y alimentación.

Los valores de (AVM-Cr) se ubicaron entre 3.495 mg - 0.707 mg , con una media de 1.9936 y una desviación estandar de (\pm) 0.957. Nó se encontró correlación significativa entre parámetros como edad y número de partos.

INTRODUCCION

El Acido Vanilmandélico es uno de los principales metabolitos de las catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), y éste es un ácido fenólico excretado libremente en la orina (12,20). En literatura de medicina veterinaria no se tienen datos acerca de las concentraciones normales de Acido Vanilmandélico urinario en bovinos (6,9,18). Sin embargo, se ha utilizado la determinación de los niveles de este ácido y del cortisol como parámetros para conocer el grado de estrés en otras especies (1,3,15); siendo éstos niveles una medida real y objetiva del grado de estrés. Asimismo, en el humano una de las formas más confiables para determinar el grado de estrés es mediante la determinación del Acido Vanilmandélico urinario (12,24).

Tanto en medicina veterinaria como en medicina humana se maneja a menudo el término estrés. Este se define como: "El producto de reacciones biológicas y psicológicas que se desencadenan en un organismo cuando se enfrenta de una forma brusca con un agente nocivo. Cualquiera que sea su naturaleza" (22). En biología se utiliza comunmente el término estrés para indicar que ésta es una respuesta inespecífica del organismo a cualquier demanda externa; en la que los animales se encuentran sujetos a condiciones ambientales adversas e interfieren con su bienestar (5,10,14)

Los efectos del estrés estudiados por Selye (24) indican que existe una relación entre la agresividad del medio externo y la respuesta orgánica del individuo, como reacción defensiva. Esta se puede manifestar como una respuesta orgánica generalizada ante los agentes inductores de estrés (stressors en inglés) y, sus componentes fisiológicos pueden ser: las estructuras somáticas y viscerales, las diferencias entre especies, las alteraciones metabólicas, las alteraciones endocrinas y nerviosas, los cambios en los patrones conductuales normales y finalmente adaptación o la muerte del sujeto (21,24)

Existe una preocupación creciente por evitar al máximo el sufrimiento de los animales; tanto de los que son destinados a la producción, como a la enseñanza o a la investigación. Es importante señalar que muchos de los animales con los que trabaja el hombre están siempre en estrés y que éste sea causado por diversos factores que el veterinario a menudo no considera; por ejemplo: cambios en la alimentación, maltrato por parte de los trabajadores, presencia de otros animales, medio en que encuentran, alteración de las jerarquías y otros (7,15,19).

Los agentes inductores de estrés alteran la reacción generalizada y desequilibran los mecanismos reguladores homeostáticos. Cuando se afectan éstos mecanismos, el organismo pierde la capacidad de mantener sus funciones fisiológicas dentro de los límites normales y es cuando surge el síndrome general de adaptación. El síndrome comprende tres fases:

1. Reacción de alarma.

Esta se da por una respuesta inmediata.

2. Estimulación constante. (tipo crónico)

Se origina una respuesta del eje hipotálamo-hipófisis y corteza adrenal del cual pueden surgir en ambos casos un estado de adaptación y resistencia del organismo.

3. Reacción de agotamiento.

La respuesta del individuo ante un estímulo crónico, sobrepasa los niveles de resistencia y ocurre como consecuencia el agotamiento de la energía de adaptación y finalmente la muerte (4,21,24,25) (Fig. 1)

El estrés entonces, es por sí mismo un síndrome específico y que consiste en la activación de todos los cambios inespecíficos o respuestas del estrés inducido en un sistema biológico (5,8)

Las respuestas no específicas relativamente rápidas están asociadas con la liberación de epinefrina y norepinefrina: respuesta de luchar o huir, vasoconstricción periférica, un incremento del ritmo cardiaco, aumento de la presión sanguínea, ritmo respiratorio e incremento en los niveles de glucosa sanguínea. Las respuestas relativamente lentas se asocian con la producción de corticosteroides, cuya secreción tiene profundos efectos sobre muchos de los sistemas corporales (metabólicos, bioquímico, fisiológico e inmunológico) (2,10,13,14).

Es evidente entonces, que la magnitud del esfuerzo de adaptación del animal ante cambios del medio, depende de su capacidad para interactuar con éste de manera favorable (7,19). Las interacciones inapropiadas de los humanos con los animales pueden cambiar el grado de adaptabilidad y resultar en un abuso del bienestar animal, que puede limitar su potencial productivo así como, en casos extremos su vida. (8,15,17)

La capacidad de adaptación y la complejidad de respuestas fisiológicas están reguladas por la liberación de hormonas como la adrenocorticotropina (ACTH), los glucocorticosteroides (GC) y las catecolaminas (CA). La cantidad y proporción de estas hormonas depende del tipo de estrés experimentado (1,14). La regulación interna se da por ciclos de retroalimentación en los que se puede ver que la biosíntesis de catecolaminas en la médula adrenal está determinada por la cantidad de glucocorticoides circulantes y que son las concentraciones de catecolaminas sanguíneas las que estimulan la liberación de adrenocorticotropina de la pituitaria anterior. (7,12,13) (Fig. 2)

El Acido Vanilmandélico (AVM) es un metabolito de las catecolaminas de excreción urinaria, y bien pueden ser un indicador de estrés, ya que refleja los cambios de la secreción de epinefrina y norepinefrina (27) Savid (23) midió los niveles de (AVM) en vacas sometidas a estrés de tipo agudo (moscas) bajo condiciones de temperatura controladas, obteniendo valores de (AVM) urinario que se asociaron al grado de estrés pero sin dar un parámetro fisiológico.

En función que las catecolaminas son las mismas en el hombre y los bovinos, y el metabolito es el mismo, es factible utilizar la determinación de (AVM) en bovinos de la misma manera que en humanos; esto es, como medida de estrés. (12,20)

Dado que la concentración de (AVM) puede revelar el grado de estrés al que se sujetan los animales y por la importancia de disminuir el maltrato hacia los animales destinados a la docencia e investigación, se consideró de utilidad llevar a cabo un ensayo en el cual se determinarían los valores de (AVM) en orina de vacas destinadas a la práctica y docencia de la F.M.V.Z propiedad de la misma.

HIPOTESIS

Las vacas utilizadas para la docencia tiene niveles elevados de Acido Vanilmandélico urinario.

OBJETIVO

Determinar la concentraciones del Acido Vanilmandélico en orina de vacas estabuladas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que son utilizadas para la docencia.

MATERIAL Y METODOS

Este trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica Investigación y Extensión en Ruminantes (CEPIER) de la F.M.V.Z., ubicado en el Km. 28 de la carretera federal México-Cuernavaca, en Topilejo, D.F., situada a 2360 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 15.2 °C, con una precipitación pluvial de 680.7 mm anual y vientos dominantes del noreste.

Se utilizaron 15 vacas Holstein/Cebú de 5 a 14 años de edad, clínicamente sanas. A cada vaca se le tomó una muestra de orina durante el día, en forma directa. Cada muestra fué de 100 ml. Estas se colocaron en frascos ámbar limpios, y se les conservó con ácido clorhídrico 6N al 10% y en congelación a 4°C para su transporte a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y en el Departamento de Fisiología y Farmacología se le analizó mediante la técnica de Pisano (26) que a continuación se describe:

1. Se verifica que el pH de la orina sea siempre menor de 3.
2. Colocar en un tubo 1 ml. de ácido clorhídrico concentrado.
3. Añadir 10 ml. de orina lentamente.
4. Agregar 0.75 g de silicato de magnesio.
5. Agitar suavemente durante 10 minutos.
(cada minuto por 10 segundos)
6. Centrifugar a 1500 rpm durante 5 minutos y filtrar con papel Watherman # 1.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Extracción.

1. En 17 tubos con tapón esmerilado de 50 ml. marcados como :
1 blanco, 1 estandar y 15 problema.
2. Agregar al tubo blanco 2 ml. de agua destilada.
3. Agregar al tubo estandar 2 ml. de solución diluida de Acido Vanilmandélico al 10%.
4. Agregar a los tubos problema 2 ml. de la orina diclorada.
5. A todos los tubos añadir 20 ml. de acetato de etilo y agitar 30 segundos.
6. Centrifugar 3 minutos a 1500 rpm y aspirar la parte inferior.
7. Añadir 2.5 ml. de carbonato de sodio al 2.44% agitar 30 segundos, centrifugar 3 minutos a 1500 rpm y aspirar la capa superior.
8. Pasar 2 ml. de la capa inferior a otros 15 tubos de centrifuga de 15 ml. con tapón esmerilado. Posteriormente se procedió a realizar la reacción de color.

Reacción de Color:

1. Añadir 0.1 ml. de reactivo de diazo (1 ml. de solución de nitrito de sodio al 5% y 8 ml. de solución de para-nitro-anilina al 2%). Mezclar suavemente y dejar reposar durante 5 minutos.
2. Agregar 6 ml. de acetato de etilo a todos los tubos , agitar durante 20 segundos, centrifugar a 1500 rpm por un minuto y aspirar la capa inferior.
3. Añadir 1 ml. de solución de hidróxido sódico al 16.7% agitar 20 segundos , centrifugar 1 minuto a 1500 rpm y aspirar la capa inferior

4. Repetir el paso anterior 2 veces, si es necesario hasta que la capa inferior sea incolora.
5. Añadir 2 ml. de metanol a todos los tubos y mezclar suavemente.
6. Dejarlos reposar durante 5 minutos y leer con el colorímetro a 530 nm de absorbancia.

Observando que la tasa de excreción de la creatinina es relativamente constante diariamente, se determinaron los valores de creatinina en las muestras de orina, el gasto de creatinina se mide en algunas ocasiones como una comprobación de la exactitud de los estudios metabólicos en las muestras de orina. El cálculo del promedio diario de excreción de creatinina, hace posible corregir los valores para la excreción diaria de otras sustancias. (12)

A cada uno de los datos obtenidos en la lectura del colorímetro a 530 nm de absorbancia, se les dividió con el resultado de las muestras estándar, el dato que se obtuvo se multiplicó por los milímetros de la muestra (100 ml.) a este resultado se le multiplicó por una constante (0.011), obteniéndose así los mg (AVM) por 100 ml. de orina, este resultado se relacionó efectuando una división con los gramos de creatinina obtenidos en este mismo ensayo, obteniéndose como resultado los mg de (AVM) por gramo de creatinina. (Cuadro 1 y 2).

RESULTADOS

Los valores de Acido Vanilmandélico obtenidos de la orina de las vacas del CEPIER perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia fueron los siguientes; y se determinaron mediante la fórmula:

$\text{mg de absorbancia} - \text{el estandar} \times \text{los mililitros de la muestra} \times 0.011 \text{ (constante)} - \text{los gramos de creatinina} = \text{mg (AVM)} / \text{gr de creatinina}$

El promedio fué de 1.9936 mg AVM/gr creatinina , con la desviación estandar de 0.957.

Los valores máximos y mínimos se ubicaron en un rango de 3.495 - 0.707 gr AVM / gr creatinina. (Cuadro 1)

A su vez se trató de correlacionar con parámetros ; como número de partos, edad de animal y raza. (Cuadro 2)

DISCUSION

En este ensayo se eligió a la craza holstein-cebú, dado que es una de las cruzas más comunes en el país (28). De hecho es importante hacer notar que en esta craza se conjugan los extremos de caracter de la raza bovina; esto es, los animales son en extremo nerviosos y poco habituados al manejo en el caso de los cebuños y animales más dóciles tradicionalmente acostumbrados al manejo como los holstein. Asimismo, dentro de la definición de los límites de este trabajo se pensó conveniente llevar a cabo el estudio bajo condiciones más definidas posibles; esto incluye que los animales sean clínicamente sanos, el trato amable por los manejadores* , el hecho de que se respeten las jerarquías dentro del hato, que la alimentación sea homogénea en cantidad y calidad y que el clima no sea extremo, es decir una temperatura media anual de 15 a 20 C (16).

Las edades de los animales fluctuaron entre los 5 y 12 años con un valor medio de 7 años, por lo que se puede considerar a todos adultos. Con base en los requisitos de producción los animales se pueden considerar bajos productores por lo que se excluye a los animales que en otros ensayos se les ha definido como sujetos a estrés de producción (10).

La precisión con la que se definen las características del entorno y de los animales muestreados es necesaria si se desea incluir datos recogidos a un consenso general de los valores basales de ácido vanilmandélico (AVM) en bovinos. Con la misma precisión se han definido en otros ensayos con las mismas variables pero para determinar niveles de cortisol, catecolaminas, variaciones en la cuenta blanca plasmática (8).

Precisamente con la idea de reducir los errores inherentes al estado de salud-enfermedad de los sujetos incluidos en este ensayo se recurre a contabilizar el índice de creatinina. Mediante la sencilla operación de dividir los mg de AVM en 100 ml entre los gramos de creatinina, se obtienen los niveles de AVM en condiciones supuestamente normales de función renal. Este paso es esencial dado que el AVM se elimina a través de la filtración glomerular y cualquier alteración de la capacidad de filtración modificará la cantidad de AVM en orina (6).

* Información personal de M.V.Z. Salvador Avila Tellez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

La determinación de AVM se llevó a cabo mediante la técnica propuesta por Pisano, *et al.* (26). La confiabilidad de este método es superior a otras metodologías espectrofotométricas pero es obviamente menos sensible que los métodos cromatográficos (26). No obstante, mientras que las técnicas espectrofotométricas permiten la detección de valores a nivel de ug, mientras que el análisis cromatográfico define con precisión las cantidades de pcg (1×10^{-12}), que son niveles de demasiada sensibilidad, ya que las variaciones encontradas son suficientes a nivel de ug. Además resulta demasiado costoso y por lo tanto es impráctico tratar de establecer un sistema de detección universal de AVM basado en una tecnología poco accesible en el campo.

Los primeros resultados presentados en la literatura fueron proporcionados por Savid, *et al.* (23), en este estudio el valor medio encontrado en vacas estresadas de forma aguda fueron de 18.9 ug de AVM/100 ml de orina.

Dentro de este ensayo, en el que se determinaron los niveles de ácido vanilmandélico en vacas de raza holstein-cebú, los resultados obtenidos reportan una media de 0.15915 mg AVM/g Cr y una desviación estándar de 0.4687. Mientras que los valores medios obtenidos en el trabajo de Morales, O.H. (29), para las vacas bajas productoras se encuentran en 6.32 mg AVM/g Cr, lo que implica que los segundos son 24.69% más altos que los obtenidos en este trabajo. Las diferencias encontradas pueden obedecer a problemas aún no detectados en la metodología.

Es evidente que ante las diferencias encontradas, será necesario recurrir a una investigación más detallada y exhaustiva para identificar todas las variables que puedan modificar de alguna manera significativa a los valores de ácido vanilmandélico en las diferentes poblaciones, apoyándose además en estudio etológicos tendientes de identificar las conductas relacionadas con el estrés, ya que los resultados no pueden predecirse en base a un antropocentrismo.

Por tales razones es posible pensar que este ensayo abre las perspectivas para realizar nuevos ensayos y establecer las determinaciones basales de los niveles de ácido vanilmandélico en condiciones diferentes (raza, función zootecnia, manejo, tipos de ambiente, etc.) o bien previas a la exposición a un agente inductor de estrés y posterior a esta dentro de la misma población para que esta sirva como propio testigo y correlacionarlas con estudios etológicos y los niveles de producción, de tal manera que emerja un conjunto de estudios de los niveles basales de AVM y sus niveles en condiciones de estrés.

LITERATURA CITADA

1. Arzave, C.W.; Mickelsen C.H.; Lamb, R.C.; Svejda, A.J. and Canfield, R.V.: Effects of dominance rank changes, age and body weight on plasma corticoids of mature dairy cattle. J. Dairy Sci. 60 - 244-248 (1977)
2. Axerold, J. and Reisine T.D.: Stress Hormones: Their interaction and regulation. Science 224 452-459 (1984)
3. Beede, D.K.; Mallone, P.G.; Collier, R.J. and Wilcox, C.J.: Milk yield, feed intake, and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress J. Anim. Sci 53 (suppl: 1) 381 (Abstr.) 1981).
4. Blecha, F.: Stress et immiunite chez L' animal. Rec. med. vet. 164: 767-772 (1988).
5. Broom, D.M.: The stress concept and ways of assessing the effects of stress in farm animals. Appl. anim. ethol. 11 79 (1983)
6. Coles, E.H. : Veterinary clinical pathology. 4a Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. (1986)
7. Dantzer R: Behavioral, physiological and functional aspects of stereotyped behaviour: A review and reinterpretation. J. anim. Sci. 62 : 1776-1788 (1986).
8. Dantzer, R. and Mormede, P.: Stress in farm animals; A need for reevaluation . J. anim. Sci., 57: 6-18 (1983)
9. Doxey, D.L.; Patología Clínica y Procedimientos de Diagnóstico en veterinaria 2a Ed. El Manual Moderno México (1983)
10. Ewbank, R.L.; Behavioral responses to stress in farm animal. IN: Moberg, G.P.: Animal stress 71-79. American Physiology Society- Bethesda Maryland (1985)

11. Fowler, M.E.: Restraint and handling of wild and domestic animals. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA (1978)
12. Ganong. W.F. Fisiología Médica 12a Ed. El Manual Moderno, México, (1984)
13. Hudson, S., Mullord, W.G.; Whittlestone. W.G. and Payne, E.: Diurnal variations in blood cortisol in the dairy cow. J. Dairy Sci; 58 30-33 (1975)
14. Johnson, H.D. and Vanjonak, W.J.: Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. J. Dairy Sci 59 (1988)
15. Laden, S.A.; Wolth, J.E.; Zajac, P.K. and Carsia, R.V.: Effects of stress from electrical of horning on feed intake, growth, and blood constituents of Holsteins Heifer calves. J. Dairy Sci 68: 3062-3066 (1985)
16. Lee, J.A.; Roussel, J. D. and Beatty, J.F.: Effect of temperature-season on bovine adrenal cortical function, blood cell profil, and milk production. J. Dairy Sci 59 104-108 (1976)
17. Levi, L. Parameters of emotion: An evolutionary and ecological approach. IN: Levi, L. Emotions their parameters and measurement 705-711 Zaven Press New York (1975)
18. Maxime, M.B.; Manual de Patología Clínica en Veterinaria Limusa Mexico (1984)
19. Moberg, G.P.: A model for assessing the impact of behavioral stress on domestic animals J. Anim. Sci. 65 1228-1235 (1987)
20. Murray, R.K. Granner, D.K.; Mayes, P.A. and Rodwell, V.W.: Bioquímica de Harper. 11a. Ed El Manual Moderno. México (1988)
21. Navarro, H.J. : Stress su efecto sobre canales del ganado de abasto. Sept. (1986) sin publicar
22. Navarro Beltrán, I.E.: Diccionario terminológico de ciencias médicas 12a Ed. Salvat Barcelona, España (1984)
23. Savid, T.J.; Johnson, H.D.; Hattan, L. and Thomas, G.D.: Effect of horn flies on vanimandelic acid excretion of dairy cattle. Dairy Sci 59: 318-320 (1976)

24. Selye, H. : The evaluation of the stress concept. Am Sci 26
901 (1973).
25. Terman, G.W.; Shavit, Y; Lewis, J. W. ; Cannon, JT. and Liebeskind, J.C.: Intrinsic mechanism of pain inhibition: Activation by stress Science 226: 1270-1277 (1984)
26. Tietz, N.W. Fundamentals of clinical chemistry. Nueva Editorial Interamericana. Mexico (1979)
27. Van Euler, U.S.: Quantitation of stress by catecholamine analysis Clin. Pharmacol Ther. 5 398-403 (1964)

CUADRO 1. OBTENCION DE MG DE AVM/G CREATININA

NO. VACA	ABS	STD		ML	CTE	mg AVM ML 100	GcR	mg AVM/g Creatinina
151	0.0621	0.308	0.2012	100	0.011	2.213	1.403	1.577
152	0.047	0.308	0.1526	100	0.011	1.678	1.314	1.277
153	0.069	0.308	0.224	100	0.011	2.464	0.705	3.495
154	0.052	0.308	0.1689	100	0.011	1.858	1.281	1.45
156	0.078	0.308	0.2532	100	0.011	2.785	0.987	2.821
157	0.51	0.308	0.1656	100	0.011	1.821	1.034	1.761
158	0.081	0.308	0.2629	100	0.011	2.892	0.644	4.49
159	0.062	0.308	0.2012	100	0.011	2.213	1.075	2.058
161	0.05	0.308	0.1623	100	0.011	1.785	1.268	1.407
162	0.055	0.308	0.1785	100	0.011	1.964	1.311	1.498
163	0.058	0.308	0.1884	100	0.011	2.072	1.016	2.039
164	0.026	0.308	0.0845	100	0.011	0.925	1.314	0.707
165	0.043	0.308	0.1397	100	0.011	1.536	0.694	2.214
166	0.064	0.308	0.2077	100	0.011	2.285	1.034	2.209
167	0.025	0.308	0.0812	100	0.011	0.893	0.991	0.901
							X	1.9936
							DS	0.957

CUADRO 2. PARAMETROS CONSIDERADOS COMO FACTORES DE ESTRES EN ESTE TRABAJO.

NO. VACA	Mg AVM/G CR	EDAD	NO.PARTOS	RAZA
151	0.1570	11	7	H
152	0.1276	12	7	H
153	0.3495	11	7	H
154	0.1450	10	5	H/C
156	0.2021	7	5	H
157	0.1761	7	6	H/C
150	0.4471	0	5	H/C
159	0.2001	0	6	H
161	0.1407	7	3	H/C
162	0.1470	6	4	H/C
163	0.2039	6	3	H
164	0.0700	6	4	H/C
165	0.1027	6	4	H/C
166	0.2207	6	3	H/C
167	0.0701	5	2	H/C

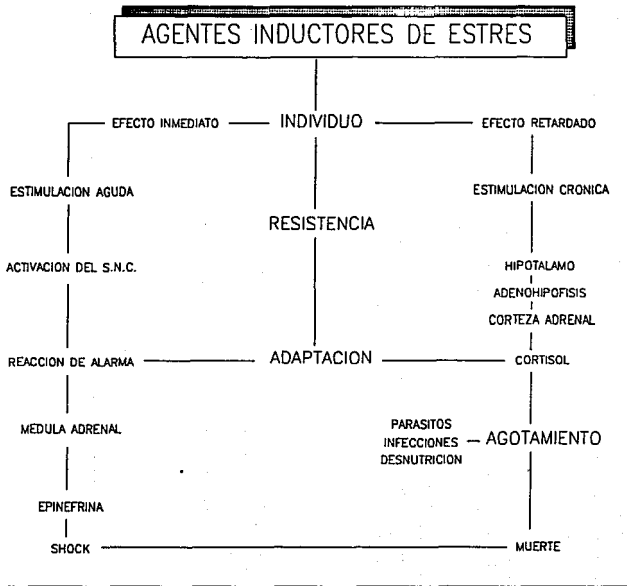


Figura 1. Esquema de "Síndrome General de Adaptación".
Modificado de Selye (24).

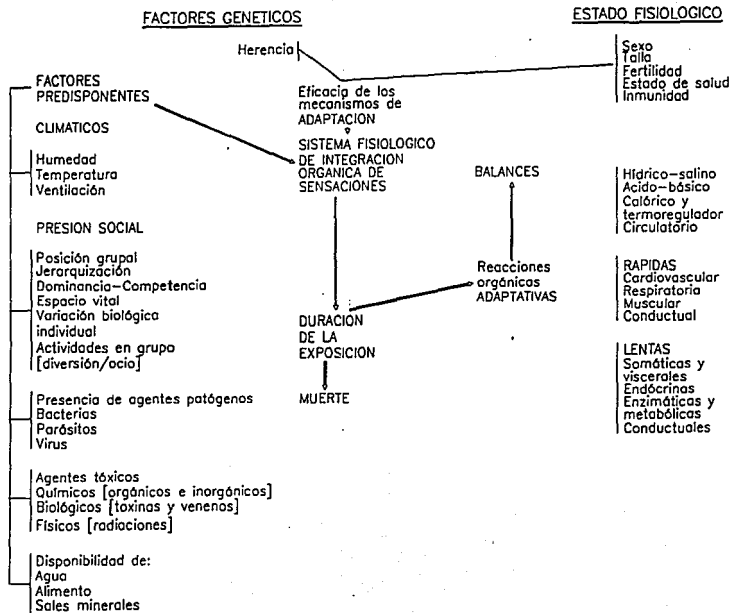


Figura [2] Esquema de las diversas interacciones entre el animal y su ambiente. Modificado de Navarro [21]