

DISTRIBUCION REGIONAL DE NORADRENALINA Y DOPAMINA EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL DE *BOS TAURUS* L.

(REGIONAL DISTRIBUTION OF NORADRENALINE AND DOPAMINE IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF *BOS TAURUS* L.)

por

MARIA DEL PILAR CONTRERAS GORDO*

Introducción.

La localización histoquímica de las catecolaminas cerebrales ha sido especialmente útil para confirmar y ampliar el conocimiento sobre la distribución regional de estas aminas. Su estimación por fluorescencia nace de la observación de Loew en 1918. Sin embargo, su determinación cuantitativa se realiza por métodos fluorimétricos.

Fue en 1946 cuando Euler descubrió la presencia de noradrenalina en el sistema nervioso central de mamíferos; y en 1957 Montagu y Weil-Malherbe y Bone descubrieron la dopamina.

Los niveles endógenos de noradrenalina y dopamina han sido estudiados en los tejidos cerebrales de ratones (Lycke y col., 1970), conejos (Metcalf, 1974), perros (Lavery y col., 1965) y monos (Pscheidt y Himwich, 1963).

La distribución regional de noradrenalina fue descrita en primer lugar por Vogt (1954) en encéfalos de perros, encontrándose en mayor concentración en las regiones de hipotálamo y área postrema. También se hallaron grandes cantidades de noradrenalina en el tronco encefálico y, dentro de él, en el encéfalo medio, puente y *medulla oblongata* (Cone y col., 1976, y Versterg y col., 1976). Las concentraciones más débiles están en la corteza, hipocampo, núcleos del cerebelo y médula espinal (Glowinski, 1967 y Kehr y col., 1976).

La distribución regional de dopamina difiere en algo de la noradrenalinica; en el cuerpo estriado se encuentra en altas concentraciones (Jackson y col., 1975). La elevada concentración de dopamina en los ganglios basales se limita al núcleo caudado y al *putamen*, habiéndose señalado valores mucho menores en el *globus pa-*

* Departamento de Ciencias fisiológicas. Facultad de veterinaria. Universidad de Córdoba.

Recibido para publicación el 11-5-78.

llidus (Broch y Marsden, 1972). También presentan elevadas concentraciones las zonas del tálamo (Versteerg y col. 1975).

Sin embargo, aún no se ha estudiado la distribución regional de noradrenalina y dopamina en encéfalo de bovinos. Y consideramos de gran importancia su determinación para el estudio de la misión que desempeñan estas catecolaminas en los mecanismos de comportamiento animal a nivel del sistema nervioso central. Eichelman y Thoa, en 1973, estudian cómo las alteraciones en los niveles de catecolaminas en el sistema nervioso central están asociadas con los cambios comportamentales en numerosas especies de mamíferos.

Material y métodos.

Se han utilizado diez encéfalos de bovinos frisones de una ganadería de Utrera, machos, de veintidós meses de edad y con un peso medio de 530 Kg. Y diez encéfalos de bovinos de lidia de una ganadería de Jerez, machos, de tres a cuatro años de edad y con un peso medio de 420 Kg.

Se recogieron las muestras de cerebros de bovinos frisones en el matadero y los de cerebros de bovinos de lidia, en el desolladero de la plaza de toros, inmediatamente después de la lidia de cada toro.

Se transportaron envueltos en papel platina, en bombonas de nitrógeno líquido a fin de detener el proceso enzimático y evitar la pérdida de catecolamina.

En el laboratorio se introducen en un arcón congelador a -20°C , hasta el momento de la disección. Esta se llevó a cabo con bisturí, sobre una mesa refrigerada, según la localización de las estructuras encefálicas dadas en el atlas de Yoshikama (1969). Las áreas estudiadas son: *pons* (Po), corteza del lóbulo piriforme (CLP), *medulla oblongata* (MO), núcleos amigdalinos (NA), cuerpo mamilar (CM), pedúnculos cerebrales (PC), estría terminal (ET), corteza del *gyrus pre* y *post cruciatus* (CS), septum (S), cola del núcleo caudado (NCc), cabeza del núcleo caudado (NC), *gyrus cingular* (GC), tectum (Tc), tegmentum (Tg), hipotálamo (EP), núcleo lenticular (NL) y núcleos del cerebelo (Nc).

Las concentraciones de catecolaminas se determinaron según la técnica fluorimétrica de Shellenberger y Gordon (1971). La valoración fue realizada en un espectrofluorómetro Aminco-Bowman en condiciones óptimas de longitudes de onda de emisión y absorción, que son respectivamente, 495 y 380 nm.

Por último con el uso de la ecuación correspondiente a la curva de calibración se transforman las lecturas de las unidades de fluorescencia obtenidas en microgramos de catecolaminas, que divididos por la cantidad de tejido tomada inicialmente nos dan la concentración en microgramos por gramo de tejido.

Todos los reactivos utilizados fueron productos "para análisis" o "para fluorimetría". Tanto ellos como el agua y el material de vidrio se cuidaron de su limpieza y pureza, ya que es fundamental para la exactitud de los resultados que se obtengan en los métodos espectrofluorométricos.

Resultados.

El contenido de noradrenalina y dopamina en las diferentes regiones encefálicas de la especie bovina, en general, y de las razas de lidia y frisona, en particular, se muestra en los cuadros I, II, III y IV. Estos resultados demuestran que la distribución de noradrenalina y dopamina en el sistema nervioso central de los bovinos estudiados no es homogénea y que entre las mismas existen diferencias considerables.

La mayor concentración de noradrenalina se encuentra en el hipotálamo y la estría terminal ($1 \mu\text{g/g}$); siguiéndole a mitad de concentración ($0,5 \mu\text{g/g}$) el cuerpo mamilar, la corteza del *gyrus pre* y *post cruciatus* y el tegmento.

La menor concentración de noradrenalina se encuentra en los núcleos del cerebelo. El puente, *medulla oblongata*, núcleos amigdalinos, pedúnculos cerebrales, núcleo caudado, *gyrus cingular*, tectum, hipocampo, tálamo, epitálamo y núcleo lenticular contienen aproximadamente cinco veces menos concentración que el hipotálamo.

Dentro del núcleo caudado, presenta mayor concentración la región de la cabeza. En el tálamo, el medial, luego el caudal y con mucha menor concentración el lateral.

En cuanto a la distribución de la dopamina destaca su elevada concentración en el núcleo caudado, sobre todo en la región de la cola ($7,196 \mu\text{g/g}$). También poseen una concentración alta (entre 1 y $2 \mu\text{g/g}$) las zonas del puente, corteza del lóbulo piriforme, estría terminal, *septum*, *tectum* y núcleo lenticular.

Con una concentración aproximada de $0,5 \mu\text{g/g}$ se encuentran las áreas: núcleos amigdalinos, hipotálamo y epitálamo.

Entre $0,2$ y $0,3 \mu\text{g/g}$ se sitúan las zonas: *medulla oblongata*, cuerpo mamilar, pedúnculos cerebrales, corteza del *gyrus pre* y *post cruciatus*, *gyrus cingular*, tegmento, hipocampo, tálamo medial y caudal.

Las regiones con menor concentración son el tálamo y los núcleos del cerebelo.

Asimismo encontramos en nuestros resultados que la raza de lidia presenta menor concentración de noradrenalina que la raza frisona, en todas las regiones estudiadas. En el caso de la dopamina hay excepciones en las áreas del tálamo, en sus porciones medial, lateral y caudal.

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

CUADRO I. Valor medio de la concentración de noradrenalina expresado en microgramos/ gramo de tejido fresco en diferentes zonas encefálicas de las dos razas (ic: intervalo de confianza).

REGIONES	\bar{x}	ic. del 95 p. 100
Po	0,2364	0,0355
CLP	0,3222	0,0335
MO	0,2276	0,0621
NA	0,2691	0,0637
CM	0,4461	0,2170
PC	0,2536	0,0469
ET	0,9387	0,1901
CG	0,5352	0,2785
S	0,3288	0,0449
NC _c	0,1612	0,0449
NC	0,2137	0,0404
GC	0,2436	0,0460
T _c	0,2681	0,0324
T _g	0,4336	0,1831
HP	0,2397	0,0353
Hp	0,9882	0,1299
TP	0,4000	0,0980
TL	0,1687	0,0239
TC	0,2453	0,0527
EP	0,2344	0,0579
NL	0,2306	0,0379
N _c	0,1243	0,0196

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

CUADRO II. Valor medio de la concentración de dopamina expresado en microgramos/gramo de tejido fresco en diferentes zonas encefálicas de las dos razas. (ic: intervalo de confianza).

REGIONES	\bar{X}	ic. del 95 p. 100
Po	1,2321	0,3018
CLP	1,0326	0,2435
MO	0,2940	0,0379
NA	0,5916	0,1354
CM	0,2237	0,0276
PC	0,2264	0,0469
ET	1,9641	0,0825
CG	0,2621	0,0771
S	1,1001	0,1203
NC _c	7,1976	1,0015
NC	2,7149	0,6706
GC	0,3189	0,1078
Tc	1,4925	0,8730
Tg	0,3656	0,0849
HP	0,3738	0,0571
Hp	0,4686	0,0619
TP	0,3011	0,0170
TL	0,1747	0,0170
TC	0,2768	0,0170
EP	0,5962	0,1549
NL	1,1421	0,2781
Nc	0,1377	0,0219

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

CUADRO III. Valores de la concentración de noradrenalina expresados en microgramos/gramo de tejido fresco en diferentes zonas encefálicas de la raza de lidia y frisona.
(ic.: intervalo de confianza).

REGIONES	RAZA DE LIDIA		RAZA FRISONA	
	\bar{X}	ic del 95 p. 100	\bar{X}	ic del 95 p. 100
Po	0,2169	0,0193	0,2559	0,0186
CLP	0,3012	0,0063	0,3433	0,0223
MO	0,1777	0,0108	0,2776	0,0321
NA	0,2104	0,0196	0,3279	0,0139
CM	0,2260	0,0163	0,6663	0,0108
PC	0,2189	0,0108	0,2883	0,0270
ET	0,7622	0,0372	1,1152	0,0600
CG	0,2444	0,0163	0,8260	0,0206
S	0,2931	0,0196	0,3646	0,0139
NCc	0,1178	0,0045	0,2046	0,0088
NC	0,1851	0,0214	0,2423	0,0151
GC	0,2097	0,0123	0,2776	0,0163
Tc	0,2488	0,0139	0,2876	0,0186
Tg	0,2504	0,0139	0,6168	0,0284
HP	0,2127	0,0151	0,2668	0,0139
Hp	0,8916	0,0168	1,0848	0,0776
TP	0,3083	0,0333	0,4918	0,0088
TL	0,1512	0,0139	0,1863	0,0063
TC	0,2031	0,0063	0,2875	0,0290
EP	0,1840	0,0151	0,2848	0,0206
NL	0,1950	0,0108	0,2662	0,0088
Nc	0,1053	0,0026	0,1433	0,0063

CUADRO IV. Valores de la concentración de dopamina expresados en microgramos/ de tejido fresco en diferentes zonas encefálicas de la raza de lidia y frisona (ic: intervalo de confianza)

REGIONES	RAZA DE LIDIA		RAZA FRISONA	
	\bar{X}	ic del 95 p. 100	\bar{X}	ic del 95 p. 100
Po	0,9579	0,0164	1,5064	0,1216
CLP	0,7949	0,0200	1,2703	0,0604
MO	0,2618	0,0157	0,3262	0,0098
NA	0,4576	0,0178	0,7257	0,0233
CM	0,1983	0,0074	0,2491	0,0040
PC	0,1799	0,0074	0,2729	0,0090
ET	1,9370	0,0669	1,9912	0,0137
GC	0,1851	0,0074	0,3392	0,0116
S	1,0198	0,0302	1,1804	0,0757
NCc	6,2261	0,1323	8,1692	0,2431
NC	2,0600	0,0467	3,3698	0,1675
GC	0,2103	0,0069	0,4276	0,0122
Tc	0,6093	0,0224	2,3757	0,0995
Tg	0,2819	0,0138	0,4494	0,0118
HP	0,3245	0,0247	0,4231	0,0094
Hp	0,4112	0,0231	0,5261	0,0090
TP	0,3117	0,0098	0,2906	0,0086
TL	0,1833	0,0101	0,1661	0,0049
TC	0,2783	0,0106	0,2753	0,0063
EP	0,4455	0,0143	0,7469	0,0391
NL	0,9616	0,0118	1,3226	0,1893
Nc	0,1181	0,0099	0,1573	0,0056

Discusión.

Un análisis completo exige una contrastación de nuestros resultados con los de otras investigaciones similares. Sin embargo, nuestra investigación, según la extensa revisión bibliográfica efectuada, es la primera que determina la distribución regional de noradrenalina y dopamina en el sistema nervioso central de la especie bovina.

Por ello escogimos unos métodos indirectos para el estudio comparativo de nuestros resultados, que si no son todo lo precisos que desearíamos, sí pueden servir de marco de referencia donde insertar los mismos.

En las comparaciones de los resultados relativos se observa que la distribución de noradrenalina y dopamina, en encéfalos de bovinos, está de acuerdo con la distribución anatómica de neuronas que contienen estas aminas, estudiadas intensamente por métodos histoquímicos de fluorescencia en encéfalos de ratas (Carlsson y col. 1962), monos (Hubbard y Carlo, 1973) y gatos (Pin y col., 1968). Por estos métodos se demuestra que en numerosos núcleos y áreas hipotalámicas existe la mayor concentración de terminales noradrenérgicas en el diencefalo, mientras que en el telencefalo están extensamente distribuidas en varias regiones del sistema límbico sobre todo en la estría terminal. En cuanto a la dopamina, su sistema nigro-estriatal penetra en el núcleo caudado-putamen, mientras que el sistema mesolímbico lo hace en el núcleo intersticial estría terminal.

Holzbauer y Sharman (1972) han resumido recientemente los valores encontrados para la noradrenalina y la dopamina en tejidos encefálicos de vertebrados. Nuestros resultados concuerdan básicamente con estos trabajos y podemos afirmar que la distribución regional de catecolaminas en bovinos es estrechamente similar a la de otras especies de mamíferos.

La elevada concentración de noradrenalina en el hipotálamo está de acuerdo con los trabajos, en ratas, de Glowinski e Iversen (1966) y de Haubrich y Denzer (1973); en perros, de Carlsson (1959); en gatos, de Kuntzman y col. (1961); en ovejas, de Betler y Rosengren (1959); y en monos, de Wada y Mcgeer (1966).

La gran cantidad de noradrenalina encontrada en la estría terminal en nuestras investigaciones la corroboran los trabajos efectuados, en ratas, por Brownstein y col. (1974), quienes estudiaron la distribución de catecolaminas en el sistema límbico por un método enzimático isotópico.

De acuerdo con los trabajos de Valzelli y Garattini (1968), en ratas, la zona de menor concentración de noradrenalina son los núcleos del cerebelo.

Para la dopamina, nuestros resultados reflejan una distribución en la cual la mayor concentración corresponde al núcleo caudado, lo cual concuerda con los resultados obtenidos para otras especies por numerosos investigadores. Así, en ratas, los trabajos de Holman y col. (1976) y de Miliareis y col. (1975); en conejos (Mat-suoka y col., 1964) y en ovejas Laverty y Sharman, 1965).

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

Nuestros resultados nos indican que las zonas de menor concentración en dopamina, de las estudiadas, son los núcleos del cerebelo. A esta conclusión llegan los trabajos de Cox y Perhach (1973) y López-Novoa y col. (1977), en ratas, y Cone y col. (1976), en monos.

Otras zonas con alta concentración de dopamina, como son el puente, estría terminal, *septum* y *tectum* están de acuerdo con los trabajos efectuados, en ratas, por Versteeg y col. (1976).

Respecto a las regiones hipotalámicas, nuestros resultados son concordantes con las investigaciones realizadas, en conejos, por O. Keeffe y col. (1970); en gatos, por Mcgeer y col. (1963); y en cerdos, por Bertler y Rosengren (1959).

Creemos que las diferencias encontradas en las concentraciones de noradrenalina y dopamina entre las mismas zonas encefálicas de las dos razas de lidia y frisona, sean debidas a sus distintas características comportamentales.

Resumen.

Se ha estudiado la distribución regional de noradrenalina y dopamina en el sistema nervioso central de la especie bovina en las razas de lidia y frisona. Se utilizó una muestra de diez animales de cada raza y se efectuó la determinación en veintidós zonas encefálicas, por un método espectrofluorométrico.

La distribución regional de noradrenalina y dopamina en el sistema nervioso central de bovinos no es homogénea, siendo similar a la de otras especies de mamíferos.

La mayor concentración de noradrenalina se encuentra en el hipotálamo, con 0,9882 μ g/g de tejido fresco; y la mayor de dopamina, en la cola del núcleo caudado, con 7,1976 μ g/g de tejido fresco.

Las zonas de menor concentración en noradrenalina y dopamina, de las estudiadas, son los núcleos del cerebelo.

La raza de lidia posee menor concentración que la frisona en noradrenalina en todas las regiones estudiadas; y en dopamina, excepto la región del tálamo.

Summary.

It has been studied the regional distribution of noradrenalin and dopamine in the central nervous system of the bovine species: in the bullfight and Frisian races.

Using specimens from ten animals of each race, and using the spectrofluorometric method in twenty encephalic zones, we have arrived at the following conclusion:

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

The regional distribution of noradrenalin and dopamine in the central nervous system is not homogeneous, being similar to the other species of mammiferous.

The zone of hypothalamus possesses the largest concentration of noradrenalin with $0.9882 \mu\text{g/g}$ of fresh tissue and of dopamine in the nucleus caudatus tail with $7.1976 \mu\text{g/g}$ of fresh tissue.

The nuclei of the cerebellum are the zones studied that have the least concentration of noradrenalin and dopamine.

The bullfight race has less concentration of noradrenaline than the Frisian race in all the regions studied, and of dopamine too, except for the thalamus zone.

Bibliografía.

- Bertler, A. y E. Rosengren, 1959.--Occurrence and distribution of catecholamines in brain. *Acta Physiol. Scand.* 47: 350-361.
- Broch, O. y C. Marsden, 1972.--Regional distribution of monoamines in the corpus striatum of the rat. *Brain Res.* 38: 425-428.
- Brownstein, M., J. Saavedra y M. Palkovits, 1974.--Norepinephrine and dopamine in the limbic system of the rat. *Brain Res.* 79: 431-436.
- Carlsson, A., B. Falck y N. Hillarp, 1962.--Cellular localization of brain monoamines.. *Acta Physiol Scand.* 56 suppl. 196: 1-28.
- Cone, R., W. Harrison y D. Peterson, 1976.--Regional distributions of noradrenaline and dopamine in marmoset monkey brain. *Gen. Pharmac.* 7: 341-344.
- Cox, R. y J. Perhach, 1973.--A sensitive, rapid and simple method for the simultaneous spectrophotofluorometric determinations of norepinephrine, dopamine, 5-hydroxytryptamine and 5-hydroxyindolacetic acid in discrete areas of brain. *J. Neurochem.* 20: 1777-1780.
- Eichelman, B. y J. Thoa, 1973.--The aggressive monoamines. *Biological Psychiatry.* 6: 143-164.
- Euler, U. 1946.--A specific sympathomimetic ergone in adrenergic nerves fibre (sympathin) and its relations to adrenaline and noradrenaline. *Acta Physiol Scand.* 12: 73-97.
- Glowinski, J. 1967.--Recentes acquisitions sur le metabolisme cerebral des catecholamines. *Acta pharmacol. toxicol.* 20: 29-68.
- Glowinski, J. y L. Iversen, 1966.--Regional studies of catecholamines in the rat brain. The disposition of ^3H -norepinephrine, ^3H -dopamine and ^3H -DOPA in various regions of the brain. *J. Neurochem.* 13: 655-669.

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

- Haubrich, D. y J. Denzer, 1973.--Simultaneous extraction and fluoremetric measurement of brain setonin, catecholamines, 5-hydroxyndoleacetic acid and homovanil acid. *Analyt. Biochem.* 55: 306-312.
- Holman, R., P. Angwin y J. Barchas, 1976.--Simultaneous determination of indole and catecholamines in small brain regions in the rat using a weak cation exchange resin. *Neuroscience.* 1: 147-150.
- Holzbauer, M. y D. Sharman, 1972.--*Apud* Catecholamines. Ed. by Blaschko, H. y E. Springer-Verlag. Berlin. pp. 110-185.
- Hubbard, J. y V. Carlo, 1973.--Fluorescence histochemistry of monoamine containing cell in the brain stem of the squirrel monkey (*Saiminisciureus*). I. The locus coeruleus. *J. Comp. Neur.* 147: 553-566.
- Jackson, D., N. Anden y A. Dahlstrom, 1975.--A functional effect of dopamine in the nucleus accumbens and in some other dopamine rich parts of the rat brain. *Psychopharm.* 45: 139-149.
- Kehr, W., M. Lindsquist y A. Carlsson, 1976.--Distribution of dopamine in the rat cerebral cortese. *J. Neural transmision.* 38: 173-180.
- Kuntzman, R., P. Shore, D. Bogdanski y B. Brodie, 1961.--Microanalytical procedures for fluorometric assay of brain DOPA-5 HTP decarboxylase, norepinephrine and serotonin and detailed mapping of decarboxylase activity in brain. *J. Neurochem.* 6: 226-232.
- Laverty, R. y D. Sharman, 1965.--The estimation of small quantities of 3,4-dihydroxyphenylethylamine in tissues. *Brit. J. Pharmacol.* 24: 538-548.
- Laverty, R., D. Sharman y M. Vogt, 1965.--Action of 2,4,5-trihydroxyphenylethylamine on the storage and release of noradrenaline. *Br. J. Pharmac* 24: 549-560.
- Loew, O. 1918.--Ueber die Natur des Giftwirkung des Suprarenins. *Biochem. Z.* 85: 295-306.
- López-Novoa, J., E. Martínez Conde y A. Fraile, 1977.--Valoración espectrofluorométrica de dopamina en pequeñas áreas de cerebro de rata. *Rev. Esp. Fisiol.* 33: 5-10.
- Lycke, E., K. Modigh y L. Roos, 1970.--The monoamine metabolism in viral encephalitides of the mouse. I. Virological and biochemical results. *Brain Res.* 23: 235-246.
- Matsuoka, M., H. Yoshida y R. Imaizumi, 1964.--Distribution of catecholamines and their metabolites in rabbit. *Brain Biochem. Biophys. Acta* 82: 438-441.

CONTRERAS: NORADRENALINA Y DOPAMINA EN SISTEMA NERVIOSO DE *B. TAURUS*

- Metcalf, G. 1974.—A rapid method for the simultaneous determination of norepinephrine, dopamine, and 5-HT in small samples of brain tissue. *Analyt. Biochem.* 57: 316-320.
- McGeer, P., E. McGeer y J. Wada, 1963.—Central aromatic amine levels and behavior. II. Serotonin and catecholamine levels in various cat brain following self-stimulation in the ventromedial tegmentum of the rat. *Brain Res.* 100: 192-197.
- Montagu, K. 1957.—Catechol compounds in rat tissues and in brains of different animals. *Nature.* 180: 244-245.
- O'Keeffe, R., D. Sharman y M. Vogt, 1970.—Effect of drugs used in psychoses on cerebral dopamine metabolism. *Brit. J. Pharmacol.* 38: 287-304.
- Pin, C., B. Jones y M. Jouvet, 1968.—Topographie des neurones monoaminergiques du tronc cerebral du chat: étude par histofluorescence. *C. R. Soc. Biol.* 162: 2136-2140.
- Pscheidt, G. y H. Himwich, 1963.—Reserpine, monoamine oxidase inhibitors and distribution of biogenic amines in monkey brain. *Biochem. Pharm.* 12: 65-71.
- Shellenberger, K. y J. Gordon, 1971.—A rapid, simplified procedure for simultaneous assay of norepinephrine, dopamine and 5-hydroxytryptamine from discrete brain areas. *Anal. Biochem.* 39: 356-372.
- Valzelli, L. y S. Garattini, 1963.—Biogenic amines discrete brain areas after treatment with monoamine inhibitors. *J. Neurochem.* 15: 259-261.
- Versteeg, D., J. Gudten y J. Ree, 1975.—Regional turnover and synthesis of catecholamines in rat hypothalamus. *Nature*, 256: 502-503.
- Versteeg, D., J. Gudten, W. Jong y M. Palkovits, 1976.—Regional concentrations of norepinephrine and dopamine in rat brain. *Brain Res.* 113: 563-574.
- Vogt, N. 1963.—Les amines biogenes du systeme nerveuse. *Acta Pharmacol. toxicol.* 16: 155-168.
- Wada, J. y E. McGeer, 1966.—Central aromatic amines and behaviour. III Correlative analysis of conditioned approach behaviour on brain levels of serotonin and catecholamines on monkey. *Arch. Neurol. (Chic)* 14: 129-142.
- Weil-Malherbe, H. y A. Bone, 1957.—Intracellular distribution of catecholamines in the brain. *Nature.* 180: 1050-1051.
- Yoshikama, T. 1967.—Atlas of brain of domestic animals. Ed. Inv. Tokyo Press. Tokyo.