

Aplicación de los SIG en el control del murciélago hematófago para la prevención de la rabia paralítica en el Valle del Cauca, Colombia

Application of GIS in the control of the hematophagous bat for the prevention of paralytic rabies in Valle del Cauca, Colombia

Fernando Favian Castro Castro: Grupo de investigación Quirón. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Antonio Nariño, sede Popayán, Cauca, Colombia. favian.castro@uan.edu.co

Alejandro Zaldivar Gómez: Grupo de investigación Quirón. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Antonio Nariño, sede Popayán, Cauca, Colombia

Bruno Timoteo Rodríguez: Grupo de investigación Quirón. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Antonio Nariño, sede Popayán, Cauca, Colombia



Resumen

Introducción: La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el seguimiento de las actividades para el control de enfermedades infecciosas tiene cada vez mayor impacto en la toma de decisiones y el perfeccionamiento de las políticas en salud. Debido a que el murciélago hematófago o vampiro común (*Desmodus rotundus*) es una especie de vida silvestre y uno de los principales transmisores de la enfermedad de la rabia en las especies ganaderas, es difícil llevar a cabo estudios acerca de su distribución y el impacto que este provoca en la industria ganadera. **Objetivo:** Describir el uso de

aplicaciones SIG en el desarrollo de las actividades realizadas por el personal sanitario para controlar sus poblaciones mediante la localización de sus refugios en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. **Resultados:** Se identificaron las principales características del paisaje circundante a sus colonias y se evaluó su proximidad a los predios con agresiones y los ubicados en zonas habitadas. Con ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se realizó durante 2014 la georreferenciación de 9 refugios y 22 predios afectados por agresiones. La distancia promedio de los predios afectados a los refugios fue de 8,6 km, la cual

fue significativamente menor a la distancia promedio de las áreas urbanas, 13,5 km. El espacio circundante a los refugios presentaron modificaciones en la cobertura del suelo, característico de los ambientes agropecuarios, donde la fragmentación del hábitat y la infraestructura construida por el ser humano para la actividad ganadera ayudan a que se establezcan nuevas colonias de murciélagos vampiro en la periferia de los predios. **Conclusiones.** Los SIG son una herramienta tecnológica eficaz en el estudio y caracterización de la distribución del murciélagos vampiro en las zonas endémicas de rabia; las distintas aplicaciones y su uso en el seguimiento de las acciones de vigilancia es relevante para optimizar los programas preventivos de salud animal.

Palabras claves: Virus de la Rabia, Vector, Sistema de Información Geográfica, Enfermedades Endémicas

Abstract

Introduction: The application of Geographic Information Systems (GIS) in the follow-up of activities for the control of infectious diseases has an increasing impact on decision-making and the improvement of health policies. Because the hematophagous bat or common vampire (*Desmodus rotundus*) is a species of wildlife and one of the main transmitters of rabies disease in livestock species, it is difficult to carry out studies about its distribution and the impact that this causes in the livestock industry. **Objective:** This paper describes the use of GIS applications in the development of activities carried out by health personnel to control their populations by locating their shelters in the department of Valle del Cauca, Colombia. **Results:** The main characteristics of the surrounding landscape of their colonies were identified and their proximity to the aggressions and those located with aggressions and in inhabited areas was evaluated. With the help of a Global Positioning System

(GPS), during 2014, the georeferencing of 9 shelters and 22 properties affected by assaults was carried out. The average distance of the affected properties to the shelters was of 8,6 km, which was significantly less than the average distance of the urban areas, 13.5 km. The space surrounding the shelters presented modifications in the coverage of the soil, characteristic of agricultural environments, where the fragmentation of the habitat and the infrastructure built by the human being for the cattle activity help to establish new colonies of vampire bats in the periphery of the properties. **Conclusion:** The GIS are an effective technological tool in the study and characterization of the distribution of the vampire bat in the endemic areas of rabies; the different applications and their use in the follow-up of the surveillance actions is relevant to make efficient the preventive programs of animal health.

Keywords: Rabies virus, Disease Vector, Geographic Information System, Endemic Diseases.

Introducción

La rabia paralítica transmitida por murciélagos vampiro (*Desmodus rotundus*) Geoffroy (1810), es una de las enfermedades de gran impacto en la industria ganadera de América latina, causando severas pérdidas económicas por la muerte de los animales, además de provocar la disminución en la producción de leche y un bajo rendimiento en la ganancia de peso debido a las lesiones provocadas por los murciélagos vampiro (1). *D. rotundus* se encuentra distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del continente americano, desde el norte de México hasta el norte de Argentina (2).

La expansión de las actividades pecuarias y la construcción de nueva infraestructura han permitido a *D. rotundus* adaptarse a regiones donde anteriormente no se encontraba presente, provocando en consecuencia la diseminación y el incremento de los casos de rabia paralítica

en el ganado, la fauna silvestre e incluso en los seres humanos (3).

Debido a que la erradicación de la rabia en los murciélagos vampiro es casi imposible, se han implementado diversas técnicas para reducir su impacto (4). Estas consisten en el control sistemático de sus poblaciones, mediante la aplicación de anticoagulantes a los especímenes capturados en refugios y corrales (5); de manera paralela, se realizan actividades de prevención a través de la aplicación de vacunas antirrábicas en el ganado y se identifican los predios con antecedentes de agresiones por murciélagos vampiro o aquellos que están próximos a sus refugios para realizar acciones que permitan disminuir el riesgo de infección por rabia (6).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido considerados como una herramienta útil durante la colección, almacenamiento y análisis de grandes cantidades de información obtenida de la superficie terrestre. Los estudios de transmisión de rabia paralítica por *D. rotundus* apoyados en una plataforma SIG han contribuido a conferir una integración de su dimensión espacial, no sólo a la localización del problema, sino también a estudiar los factores ecológicos que favorecen la distribución de los reservorios y el impacto en la transmisión de la enfermedad (7), su diversidad genética (8) y la evaluación de los programas gubernamentales dirigidos al control de la rabia paralítica en el ganado (9).

El presente trabajo demuestra el uso y aplicación de los SIG, como una herramienta tecnológica para el apoyo en las actividades de prevención y control de la rabia paralítica en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Se presenta una serie de estudios basados en la localización geográfica de los refugios y su proximidad a los predios afectados por agresiones y las zonas urbanas; de forma adicional, se identificaron en el territorio las características del paisaje circundante a los sitios donde se encontró la presencia de *D. rotundus*.

Materiales y métodos

El área de trabajo abarca una extensión de 22,195 km², comprende el total del territorio del departamento del Valle del Cauca, ubicado en la porción suroccidental de Colombia, entre la cordillera occidental y la cordillera central de los Andes, en el valle geográfico del río Cauca, de donde proviene su nombre (Figura 1). Las condiciones de relieve y climáticas son características de la región, con dos épocas de lluvia al año y una temperatura promedio de 23 a 24°C, fluctuando hasta los 27°C en la región de la costa; este clima contrasta con el clima templado y frío de las cordilleras montañosas en el oriente.

La recolección de datos en las actividades de control de murciélagos vampiro. Como parte de las acciones de prevención y control de la rabia paralítica en la región, se realizó, junto con el personal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la localización de refugios de *D. rotundus* y de los predios con reportes de agresiones por murciélagos vampiro durante el periodo de julio a diciembre de 2012. Se capturó ejemplares de murciélagos vampiro mediante el empleo de redes de niebla y se realizó su identificación taxonómica siguiendo las claves de identificación de murciélagos del cono sur de Sudamérica (10).

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona evaluada



Tabla 1. Descripción de variables utilizadas en el estudio

Descripción	Entidad	Fuente
Modelo Digital de Elevación (MDE)	Raster	CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) http://www.cgiar-csi.org/
Cobertura y uso de suelo	Polígono	Instituto Geográfico Agustín Codazzi http://www.igac.gov.co/igac
Mapas político-administrativo (departamentos, municipios y centros poblados)	Polígono	Marco Geoestadístico Nacional 2012, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
Densidad de población por municipio 2013	Polígono	Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
Ríos	poliLínea	Instituto Geográfico Agustín Codazzi http://www.igac.gov.co/igac

Los refugios muestreados en los que fue posible identificar la presencia de *D. rotundus* se georreferenciaron mediante un Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS) GPSMAP serie 64 GARMIN®; asimismo, se registró la ubicación de los predios con reporte de animales agredidos por murciélagos vampiro. Estas ubicaciones se representaron en el software libre QGis™ versión 2.14; todos los mapas fueron proyectados en un sistema de coordenadas UTM con referencia geodésica WGS 84 (huso 18N).

Para realizar el análisis y descripción de las características del espacio circundante a los refugios se consultaron diversas fuentes de información censal y se utilizó los mapas político-administrativos, cobertura y uso de suelo y características físico-geográficas con un modelo digital de elevación y ríos (Tabla 1).

Análisis de datos espaciales. Con el fin de evaluar las diferencias de proximidad de los murciélagos vampiro a los predios con antecedente de agresiones y las áreas urbanas se utilizó la herramienta de análisis de vecinos más próximos, habilitada como complemento en el software con esta herramienta se calculó la distancia lineal entre los refugios estudiados a las ubicaciones de estos dos grupos, tomando un radio el cual representa la zona de desplazamiento de *D. rotundus* para buscar alimento (2).

A fin de representar las características del paisaje circundante de los refugios y predios afectados, se generaron diversos mapas temáticos que

combinan la información geográfica obtenida y los datos colectados en campo durante las actividades de prevención y control.

Resultados

En el área de estudio se realizó la georreferenciación de 22 predios con antecedentes de agresiones en el ganado provocadas por murciélagos vampiro (Tabla 2); asimismo, se realizó la captura de especímenes identificados como *D. rotundus* en 9 refugios), los cuales fueron ubicados principalmente en el interior de las construcciones humanas, tales como aljibes, cuartos de máquinas y edificios abandonados.

Tabla 2 Predios con ataques de murciélagos hematófagos y refugios

No.	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Ubicación
1	Zarzal	4.283.800	-76.091.200	941	C
2	Obando	4.615.630	-75.954.005	937	C
3	Obando	4.634.988	-75.928.757	941	C
4	Victoria	4.516.896	-75.981.194	938	C
5	La Victoria	4.503.343	-75.987.021	943	C
6	La Victoria	4.505.279	-76.004.500	937	C
7	San Pedro	3.950.500	-76.214.000	1.190	C
8	Zarzal	4.362.210	-76.077.100	935	C
9	San Pedro	3.983.250	-76.231.900	988	C
10	Cartago	4.676.540	-75.941.700	915	C
11	Cerrito	3.639.500	-76.316.000	1.006	C

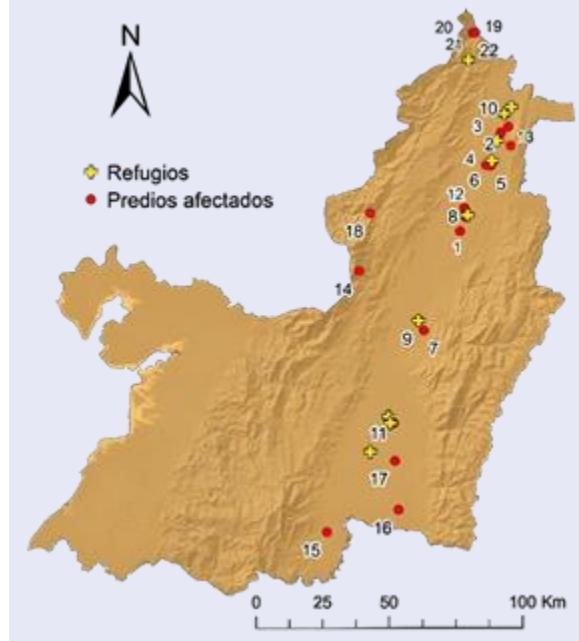
No.	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Ubicación
12	Zarzal	4.331.290	-76.072.900	941	C
13	Obando	4.570.310	-75.920.900	1.098	P
14	Riofrío	4.149.834	-76.431.722	2.172	P
15	Jamundi	3.273.040	-76.541.300	966	P
16	Florida	3.348.100	-76.300.200	1.000	P
17	Palmira	3.512.500	-76.312.000	988	C
18	Bolívar	4.344.640	-76.394.700	1.098	P
19	Águila	4.950.350	-76.048.500	1.428	C
20	Águila	4.951.510	-76.040.000	1.540	C
21	Águila	4.951.460	-76.047.500	1.320	C
22	Águila	4.950.980	-76.041.000	1.471	C
23	Águila	4.858.790	-76.062.600		R
24	Cartago	4.678.290	-75.941.500		R
25	Obando	4.588.240	-75.966.300		R
26	Victoria	4.520.768	-75.983.130		R
27	San Pedro	3.983.250	-76.232.000		R
28	Cerrito	3.661.240	-76.333.200		R
29	Palmira	3.543.170	-76.395.100		R
30	Cerrito	3.640.030	-76.327.111		PA
31	Zarzal	4.338.570	-76.066.822		R

(C) Cerca del Refugio; (P) Predio; (R) Refugio; (PA) Predio Amazonas

Todos los refugios y predios fueron localizados en la región del valle geográfico del río Cauca, (3000 km²), a una altura aproximada de 1.000 msnm, entre la cordillera central y occidental de los Andes colombianos (Figura 2). Se han hallado presentes en 12 municipios del departamento (Zarzal, Obando, La Victoria, San Pedro, Cartago, Cerrito, Riofrío, Jamudi, Florida, Palmira, Bolívar y Águila). Los datos obtenidos en el análisis de proximidad a los refugios se muestran en la Tabla 4. La distancia promedio de los predios afectados a los refugios fue de 8,6 km, la cual fue significativamente menor a la distancia promedio de las áreas urbanas 13,5 km (prueba de U de Mann-Whitney, $P < 0,05$).

Con base en la capa de cobertura del suelo, se observó que el espacio circundante a los refugios es predominantemente de uso agropecuario, caracterizado por el cultivo de la caña de azúcar, la cría de ganado bovino y múltiples fragmentos

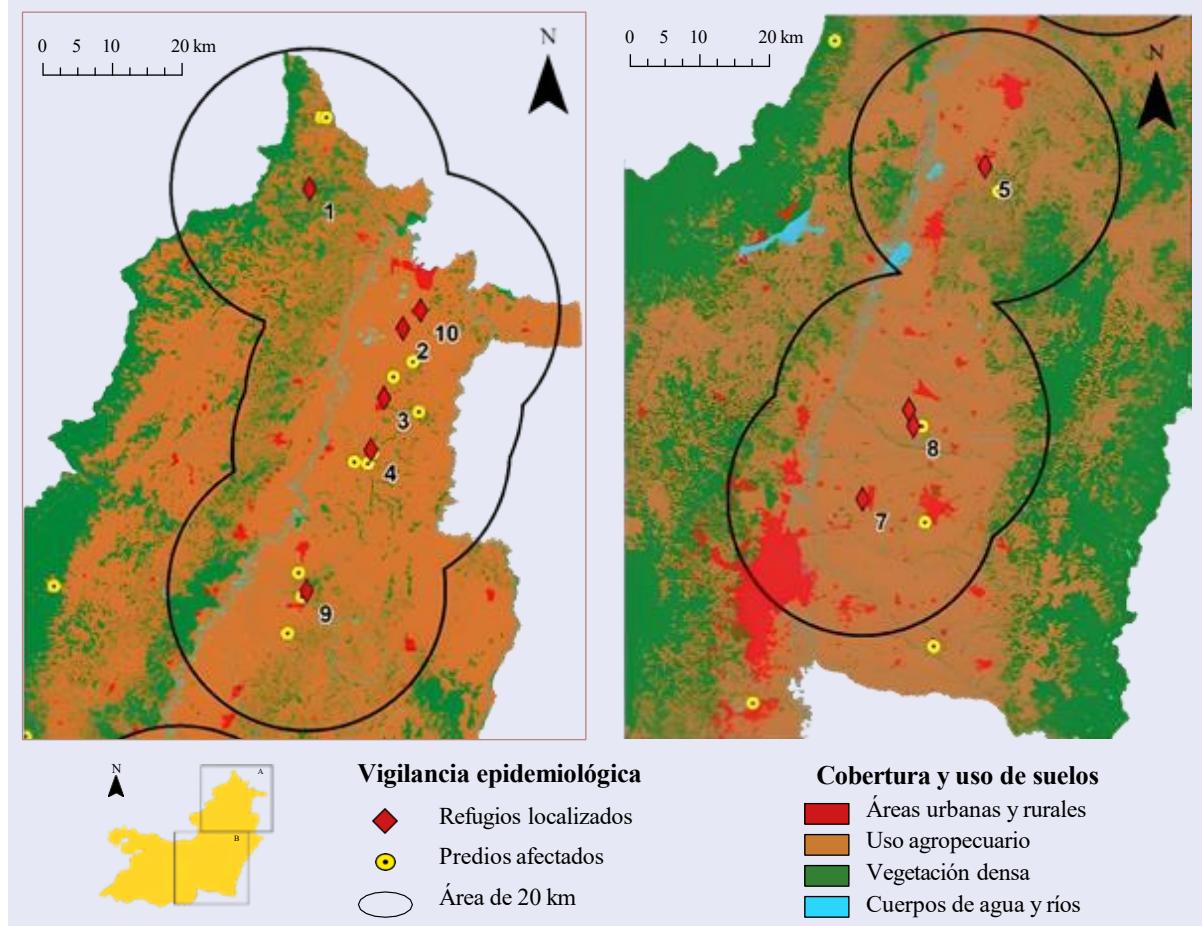
Figura 2. Distribución y localización de los refugios y predios con murciélagos vampiros



de vegetación densa, los cuales alcanzan su mayor extensión a medida que se acercan a las regiones montañosas (Figura 3). Como se describió en el análisis de proximidad, las áreas urbanas están relacionadas con la presencia de refugios, puesto que los edificios abandonados y otras infraestructuras prestan de refugios a los murciélagos vampiros; sin embargo, es notable la cercanía a los predios afectados (Figura 3).

De acuerdo a la información censal consultada, las zonas habitadas en el departamento del Valle del Cauca se diferencian por su extensión, su densidad de población y ubicación geográfica en el departamento, en la cual se concentra más del 86% de sus habitantes en la capital, al sur del departamento, en la ciudad de Cali y en las cabeceras municipales. Los sitios con menor densidad de población se encuentran en áreas rurales en la región del Valle, al norte y centro del departamento, en poblaciones muy dispersas y donde se registra el mayor número de ataques al ganado provenientes del murciélagos vampiro.

Figura 3. Refugios de *D. rotundus* y predios afectados en relación al espacio circundante. A) Región norte y B) Región sur del departamento del Valle del Cauca, Colombia



Discusión

A través del análisis para estimar y comparar la proximidad de los refugios a los predios con agresiones y a las áreas urbanas, se destaca la tendencia de *D. rotundus* para consolidar su población en las inmediaciones de su principal fuente de alimentación, las especies pecuarias, además de que reafirma la participación de las actividades ganaderas en la diseminación de la rabia por el territorio de América Latina (2, 7,11). En el área de estudio ha sido comprobada la circulación del virus de la rabia en el ganado, por lo que el riesgo de infección en el ganado es alto, haciendo necesario el fortalecimiento de

las medidas sanitarias que ayuden a prevenir la enfermedad (12,13).

Como se observa en los resultados del trabajo de campo y cartografía confeccionada, las variables que definen el espacio circundante a los refugios encontrados son las modificaciones producidas por la deforestación para su uso agropecuario, con la consiguiente fragmentación del hábitat, y la construcción de infraestructura para albergar nuevas colonias de murciélagos vampiro.

En Colombia se han realizado algunos estudios dirigidos a entender los mecanismos de

transmisión de la rabia paralítica mediante la aplicación de los SIG, en los cuales se ha definido que la presencia del murciélagos vampiro no es homogénea para todo el territorio, ubicándose principalmente en el noroeste del país, en las regiones tropicales del Pacífico y el Caribe, además de los sistemas montañosos y sus llanuras interiores; su distribución concuerda con los casos de rabia paralítica reportados en animales domésticos, los cuales se presentan a lo largo de todo el año, aunque se eleva la incidencia durante los meses más secos de enero a abril (13), demostrando la importancia de *D. rotundus* como uno de los principales reservorios de la enfermedad en Colombia (14,15).

La caracterización de las áreas de riesgo a nivel regional en Colombia con aplicaciones SIG es una tarea que permite adoptar medidas de control específicas, reconociendo características del paisaje que favorecen el asentamiento de las colonias de quirópteros, además de alertar a los productores acerca del riesgo de la enfermedad y promover la vacunación estratégica del ganado en ellas.

Esta combinación de factores bióticos y abióticos en el departamento del Valle del Cauca es semejante a otras regiones endémicas de rabia, por lo que es necesario realizar estudios complementarios a fin de fortalecer los programas existentes de prevención de la enfermedad en la región (16).

Conclusiones

Los Sistemas de información geográficos SIG son una buena herramienta tecnológica en la epidemiología moderna para conocer y estimar el estado zoosanitario de las enfermedades infecciosas, además de colaborar en la mejora de las acciones y los programas preventivos de salud animal.

La presencia del murciélagos vampiro no es homogénea para todo el territorio, ubicándose principalmente en el noroeste del país, en las regiones tropicales del Pacífico y el Caribe, además de los sistemas montañosos y sus llanuras interiores;

Bibliografía

1. Belotto A, Leanes LF, Schneider MC, Tamayo H, Correa E. Overview of rabies in the Americas. *Virus research*. 2005; 111 (1):5-12.
2. Greenhall A M. Etología y ecología de los murciélagos vampiros. Reunión de consulta sobre la atención a personas expuestas a rabia transmitida por vampiros. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. 1991. p.11-8.
3. Carneiro V. Transmission of rabies by bats in Latin America. *Bulletin of the World Health Organization*. 1954;10(5):775-80.
4. Streicker DG, Recuenco S, Valderrama W, Gomez Benavides J, Vargas I, Pacheco V, et al. Ecological and anthropogenic drivers of rabies exposure in vampire bats: implications for transmission and control. *Proceedings Biological sciences / Re Royal Society*. 2012;279(1742):3384-92.
5. Flores Crespo R, Said Fernandez S, De Anda Lopez D, Ibarra Velarde F, Anaya RM. [A new technic for
9. Braga GB, Grisi-Filho JH, Leite BM, de Sena EF, Dias RA. Predictive qualitative risk model of bovine rabies occurrence in Brazil. *Preventive veterinary medicine*. 2014;113(4):536-46.

10. Diaz MM, L. F. Aguirre & R. M. Barquez. Claves de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Cochabamba, Bolivia: Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada 2011. 94 p.
11. Gottdenker NL, Streicker DG, Faust CL, Carroll CR. Anthropogenic land use change and infectious diseases: a review of the evidence. *EcoHealth*. 2014;11(4):619-32.
12. Núñez C, Páez A, Hernández C, Escobar H, Bonelo A. Transmisión del virus de la rabia entre murciélagos urbanos del departamento del Valle del Cauca, Colombia, 1999-2008. *Infectio*. 2012;16:23-9.
13. Brito-Hoyos DM, Sierra EB, Álvarez RV. Distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982-2010. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2013; 33:08-14.
14. Schneider MC, Romijn PC, Uieda W, Tamayo H, da Silva DF, Belotto A, et al. Rabies transmitted by vampire bats to humans: an emerging zoonotic disease in Latin America? *Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health*. 2009;25(3):260-9.
15. Vigilato MA, Cosivi O, Knobl T, Clavijo A, Silva HM. Rabies update for Latin America and the Caribbean. *Emerging infectious diseases*. 2013;19(4):678-9.
16. Kunz TH. *Ecology of bats*. New York: Plenum Press; 1982. xviii, 425 pp.