

SEROPREVALENCIA de *Borrelia burgdorferi* en Ensenada, Baja California, México

Jorge Field Cortázar,^{1*} Luis Tinoco Gracia,² Angélica María Escárcega Ávila,³ Gilberto López Valencia,² Alberto Barreras Serrano,² Sawako Hori Oshima,² Gerardo Enrique Medina Basulto,² Alma Rossana Tamayo Sosa,² Roberto Tamez González,⁴ José de Jesús Coria Lorenzo,⁵ Maricela García Hernández,⁶ María de los Ángeles Castro Corona.⁷

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: la enfermedad de Lyme es una enfermedad zoonótica causada por la espiroqueta *Borrelia burgdorferi*; esta bacteria es transmitida por la mordedura de la garrapata, sobre todo, del género *Ixodes* y, secundariamente, *Amblyomma* y *Dermacentor*. Los síntomas son eritema migrante, fatiga, artralgia, mialgia, cefalea, fiebre, adenopatía, rigidez del cuello y meningitis linfocítica. No existen estudios previos de la existencia de borreliosis en Ensenada, Baja California, México.

OBJETIVOS: estimar la seroprevalencia de la enfermedad de Lyme mediante la prueba de inmunofluorescencia indirecta (IFI) en humanos atendidos en tres laboratorios de análisis clínicos en Ensenada, Baja California, México.

MATERIALES Y MÉTODOS: el presente estudio transversal fue efectuado en el lapso comprendido entre el 1 de octubre de 2017 y el 30 de septiembre de 2018. Se colectaron 117 muestras sanguíneas en humanos

en la ciudad de Ensenada, para el diagnóstico de borreliosis, implementando la técnica de IFI con kit *Borrelia burgdorferi* IgG IFA® de FULLER Laboratories, que detecta anticuerpos IgG contra esta bacteria.

RESULTADOS: la seroprevalencia de borreliosis fue de 10.2% (95%; IC: 4.7-15.7) en humanos de uno a 75 años de edad, de los cuales siete fueron mujeres y cinco hombres.

CONCLUSIONES: la seroprevalencia fue mayor a la reportada en otras partes del país, por lo que se debe incluir en los diagnósticos diferenciales del sector salud. En la ciudad de Ensenada no existen registros o estudios que identifiquen ningún vector de los antes mencionados, por lo que los autores consideran al *Rhipicephalus sanguineus* como el principal vector de esta enfermedad en la región del norte de México, pues no se ha encontrado otra especie de garrapatas en perros.

PALABRAS CLAVE

Enfermedad de Lyme, zoonosis, espiroqueta, *Borrelia*.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Lyme disease is a zoonotic disease caused by the spirochete *Borrelia burgdorferi*; This bacterium is transmitted by the bite of the tick, mainly of the genus *Ixodes* and, secondarily, *Amblyomma* and *Dermacentor*. The symptoms are migrant erythema, fatigue, arthralgia, myalgia, headache, fever, adenopathy, stiff neck and lymphocytic meningitis. There are no previous studies of the existence of borreliosis in Ensenada, Baja California, Mexico.

OBJECTIVES: To estimate the seroprevalence of Lyme disease through the indirect immunofluorescence test (IFI) in humans treated in three clinical analysis laboratories in Ensenada, Baja California, Mexico

MATERIALS AND METHODS: The present cross-sectional study was carried out in the period between October 1, 2017 and September 30, 2018. 117 human blood samples were collected in Ensenada city, for the diagnosis of borreliosis, implemented the IFI technique

¹ Departamento de Pediatría e Infectología de la Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California.

² Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California.

³ Departamento de Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

⁴ Centro de Investigación en Ciencias y Desarrollo de la Salud, Universidad Autónoma de Nuevo León.

⁵ Infectólogo Pediatra del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

⁶ Facultad de Medicina y Hospital Universitario "Dr. J.E. González" de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

⁷ Unidad de Inmunomodulación del Centro de Investigación en Ciencia y Desarrollo en Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Nuevo León.

* Correspondencia:

Av. Reforma y Blvd. Sánchez Zertuche, Fraccionamiento Valle Dorado, Ensenada, Baja California, México.
Teléfono: (646) 175-0707 / e-mail: jorge_field_c@hotmail.com

with *Borrelia burgdorferi* IgG IFA © kit from FULLER Laboratories, which detects IgG antibodies against this bacterium.

RESULTS: The seroprevalence of borreliosis was 10.2% (95% CI: 4.7-15.7) in humans aged one to 75 years, of which seven were women and five men.

CONCLUSIONS: The seroprevalence was greater than that reported

in other parts of the country, so it must be included in the differential diagnoses of the health sector. In Ensenada city there are no records or studies that identify any vector as the aforementioned, however, *Rhipicephalus sanguineus* is the only possible vector registered in the urban area of northern Mexico, since no other species of ticks have been found in dogs.

KEY WORDS

Lyme, zoonotic, spirochete, *Borrelia*.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Lyme se describió, por primera vez, en el continente americano en la comunidad de Lyme, Connecticut, Estados Unidos, en 1972.¹ El agente etiológico, *Borrelia burgdorferi*, fue aislado por primera vez por Willy Burgdorfer en 1982.²⁻⁴ Se trata de una bacteria patógena que infecta un rango amplio de especies de vertebrados y que involucra diversos mamíferos, incluyendo a los humanos, aves y a varias especies de garrapata.^{5,6} Entre los vectores de esta bacteria destacan: *Ixodes scapularis*, *I. pacificus*, *I. neotomae*, *Amblyomma americanum*, *Dermacentor variabilis* y *D. accidentalis*.^{2,7}

En humanos, la enfermedad de Lyme es multisistémica e inflamatoria. En la forma temprana se manifiesta por erupción cutánea, eritema migrante, fatiga, artralgia, mialgia, cefalea, fiebre, adenopatía, rigidez de cuello por neuritis craneal y meningitis linfocítica. En la forma crónica se presenta artritis crónica, afectación crónica del sistema nervioso, dermatitis crónica, queratitis y encefalopatías que pueden persistir por más de 10 años.^{5, 8-11}

En Europa y Estados Unidos, se han utilizados pruebas serológicas como el ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA [EIA]) e inmunofluorescencia indirecta (IFI) para evaluar la prevalencia de borreliosis, con resultados que oscilan entre 8% y 27% en Europa, y entre 1% y 10% en Estados Unidos.¹² Varios estudios sugieren que esta enfermedad es endémica en México,¹³⁻¹⁵ donde se ha registrado una seropositividad nacional de 1.1% utilizando ELISA; los casos positivos fueron ubicados en el noreste y centro del país.⁷

En Mexicali, Baja California, solo se han realizado estudios de seroprevalencia de borreliosis en caninos. En 1998, Romano y cols. reportaron en un estudio piloto una seroprevalencia de 6.6% (2/30), mientras que, 10 años después, Tinoco y cols. estimaron una seroprevalencia de la enfermedad de 6.8%.¹⁴⁻¹⁶ No existen estudios previos para confirmar o descartar esta enfermedad en humanos en Ensenada ni en el estado de Baja California.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue estimar la seroprevalencia de

la enfermedad de Lyme mediante el método serológico de inmunofluorescencia indirecta (IFI [IFA]) y Western Immunoblot o Western Blot, en humanos que acudieron a cualquiera de los tres laboratorios de análisis clínicos participantes en la ciudad de Ensenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

El presente estudio transversal se realizó en el lapso comprendido entre el 1 de octubre de 2017 y el 30 de septiembre de 2018 e incluyó 117 muestras sanguíneas tomadas de humanos mayores de un año hasta 75 años de edad, que acudieron a cualquiera de los tres laboratorios de análisis clínicos participantes en la ciudad de Ensenada, Baja California, México. Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Salud Pública Veterinaria del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California.

Consideraciones éticas y criterios de inclusión

Este estudio cumplió con los lineamientos de la declaración de Helsinki en materia de investigación y ética. Participaron humanos mayores de uno a 75 años de edad de ambos géneros, que acudieron al laboratorio clínico de diagnóstico por cualquier motivo; fue requisito que los pacientes contaran con carta de consentimiento informado y autorización del padre o tutor cuando así lo requirió el caso.

Toma de muestras

El procedimiento para la toma, procesamiento, identificación y conservación de muestras de sangre se realizó de la siguiente manera: se recolectaron, al menos, 2 ml de sangre en tubos Vacutainer® vacíos de 5 ml para las pruebas serológicas, mediante punción venosa radio-cubital, con previa antisepsia de la región con alcohol isopropílico. Las muestras sanguíneas colectadas fueron identificadas con números y fueron centrifugadas a 3500 revoluciones por minuto durante 10 minutos con el propósito de obtener el suero para la realización de la prueba de IFI. El suero obtenido de cada muestra fue depositado en contenedores de 1.5 ml de capacidad con tapa, identificado y almacenado a -20°C hasta el momento de realizar las pruebas serológicas.

Análisis serológico

Se colectaron muestras sanguíneas de 117 humanos por personal adscrito al laboratorio clínico correspondiente. Para analizar las muestras de suero se utilizó una de las pruebas primarias mediante el kit *B. burgdorferi* IgG IFA[®] de FULLER Laboratories (Estados Unidos), siguiendo las instrucciones del fabricante, que detecta anticuerpos IgG contra *B. burgdorferi*. La dilución de los sueros fue de 1:64. Se empleó como control positivo y negativo los proporcionados en el kit. La sensibilidad y especificidad de este kit dependen de la población específica y la región geográfica ensayada, así como de los títulos de corte específicos determinados para cada población. En una serie de donantes de sangre aparentemente normales (n=46) fueron probados con este kit, donde el título más alto fue de 1:128 (una muestra de suero). El control positivo se colocó en los pozos a diferentes diluciones como lo recomienda el fabricante, es decir, 1:64, 1:128 y 1:256. Una vez obtenidas las diluciones, se colocaron 10 µl en los pozos de las placas de IFI y se incubaron a 37° C ± 0.5° C por 30 min, después se enjuagaron tres veces con buffer salino de fosfatos (PBS) a un pH de 7.2 y se secaron. Después se colocaron 10 µl del conjugado (anticuerpo secundario de cabra anti-IgG humana de cadena pesada) y se incubaron a 37° C ± 0.5° C por 30 minutos en una incubadora oscura, después se enjuagaron tres veces con PBS y se secaron para ser observados en el microscopio de inmunofluorescencia.

Cabe señalar que hay una prueba secundaria (Western Blot o Inmunoblot) y dos pruebas primarias (ELISA e IFI). De igual manera, la descripción de estas pruebas varía un poco según el laboratorio clínico y puede describirse como “ELISA de Lyme”, “Prueba de detección de anticuerpos de Lyme”, “Anticuerpo de Lyme total” o “IgG/IgM de Lyme”. Muchos laboratorios comerciales ofrecen las pruebas EIA/IFA [ELISA/IFI] con reflejo para inmunotransferencia, si el resultado del ensayo de primer nivel es positivo o equivoco. Aunque el resultado inicial de la prueba EIA o IFA puede informarse cuantitativamente, su única importancia es categorizar el resultado como negativo, equivoco o positivo. Si el resultado del EIA de primer nivel es negativo, el paciente se considera seronegativo y

no se indican más pruebas. Si el resultado es equivoco o positivo, se requiere una prueba de segundo nivel para hacer el diagnóstico confirmatorio de la enfermedad de Lyme. La serología de segundo nivel aumenta la especificidad de la prueba. Es importante recordar que los resultados falsos positivos se explican, en parte, por los componentes antigénicos de *B. burgdorferi*, que no son específicos de esta especie, ya que los anticuerpos pueden producirse en respuesta a otras infecciones por espiroquetas, espiroquetas en la flora oral normal, otras infecciones agudas y ciertas enfermedades autoinmunes que pueden tener reactividad cruzada.¹⁷

En cuanto al Western Blot, su interpretación (**Tabla 1**) se basa en el tipo de bandas encontradas (criterios de Tilton) o en el mayor o menor número de bandas observadas (Criterio de Dressler) o una combinación de ambos (según Engstrom). El Western Blot se usó para confirmar la seroconversión y, con ello, poder considerar que los individuos muestreados —que también resultaron positivos para esta prueba secundaria— cursaron con una infección previa. Cabe recordar que su utilidad es mayor en el estadio temprano de la enfermedad, en conjunto con el resultado IFA y el cuadro clínico, si se sospecha un evento agudo. La prueba de Western Inmunoblot fue realizada en el Centro de Investigación en Ciencias y Desarrollo de la Salud en Monterrey, Nuevo León.¹⁸

RESULTADOS

De los 117 pacientes estudiados en Ensenada, Baja California, del 1 de octubre de 2017 al 30 de septiembre de 2018, y que acudieron al laboratorio por cualquier motivo, se obtuvieron y analizaron 117 muestras de suero (41 de hombres y 76 de mujeres); de ellas, cinco muestras de pacientes masculinos resultaron positivas, lo que representa 12.1% (95%; IC: 2.1-22.2) y siete muestras de pacientes femeninas fueron positivas, lo que representa 9.2% (95%; IC: 2.71-15.71). En total, se obtuvieron 12 pruebas positivas a *Borrelia burgdorferi* mediante el método serológico IFI, lo que significó un valor de seroprevalencia general de 10.2% (95%; IC: 4.7-15.7) en la población estudiada.

Criterio	Resultado	Western Blot IgG	Western Blot IgM
Engstrom	Positivo		2 bandas (23-24, 39 y 41)
	Negativo		Otra combinación distinta a la anterior
Dressler	Positivo	5 bandas (18, 21-23, 28, 30, 39, 41, 45, 58, 66 y 93)	
	Negativo	Otra combinación distinta a la anterior	

Tabla 1. Criterios de positividad según las bandas observadas en el Western Blot de *Borrelia burgdorferi sensu strictu**. Bandas de 93, 66, 60, 58, 45, 41, 39, 37, 34, 31, 30, 28, 23, 21 y 18 kDa.

* En sentido estricto.

Los 12 casos positivos por IFA también fueron analizados por Western Blot y reportados el 18 de junio de 2019, junto con otras muestras que, por coincidencia, fueron enviadas desde Mexicali (muestras no correspondientes al estudio de Ensenada), lo que dio un total de 16 positivas en la región (Tabla 2 y Figura 1).

Número de muestra	Bandas presentes
1	p31; OspA; p41 Flag; VisE (tenue)
2	p25; OspC; p41 Flag; VisE
3	p25; OspC; p31 OspA; p39 Nmpa; p41 Flag
4	p25; OspC; p39 BmpA; p41 Flag; VisE
5	p41 Flag
6	p31; OspA; p41 Flag; VisE
7	p25; OspC; p41 Flag; VisE
8	p41 Flag
9	p41 Flag; p25; OspC (tenue)
10	p25; OspC; p39 BmpA; p41 Flag; p83 (tenue); VisE
11	p25; OspC; p30; p31; OspA
12	p25; OspC; p41 Flag
13	p25; OspC; p41 Flag
14	p41 Flag
15	p41 Flag; VisE
16	p41 Flag; p25; OspC (tenue); p31; OspA; VisE (tenue)

Tabla 2. Bandas observadas en las 16 muestras positivas para *Borrelia* en Baja California.

OspC, OspA, VisE y Flagelina se consideran positivas, la banda 41 no es significativa si aparece junto a otra, pero si hay otras tres bandas presentes sí se considera positiva.

DISCUSIÓN

Los datos arrojados en esta investigación nos muestran que los sueros de los 117 pacientes estudiados reportaron una seroprevalencia por *Borrelia burgdorferi* de 10.2% y que, aunque el reporte nacional es de 1.1%, la cifra es mayor a la registrada en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (6.4%), donde prevalece el vector principal de borreliosis, es decir, garrapatas del género *Ixodes*.^{19,20} Sin embargo, en Estados Unidos se reportan alrededor de 300 000 casos al año; tan solo el Departamento de Servicios de Salud de California ha reportado 2279 casos de la enfermedad

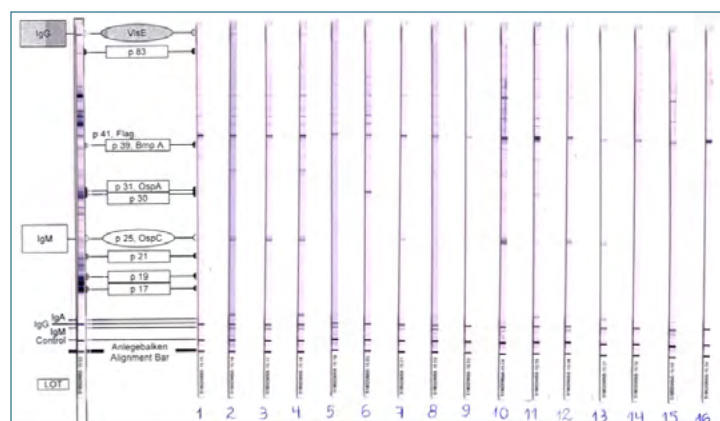


Figura 1. Western Blot para *Borrelia burgdorferi*-IgG. Análisis de las 16 muestras (12 correspondientes a Ensenada) positivas para *B. burgdorferi*.

de Lyme entre 1993 y 2015, de los cuales 16% corresponde al suroeste de California, área colindante con Tijuana y Ensenada, en Baja California, México. Asimismo, en la zona suroeste de California se han identificado zonas aisladas con alto riesgo acarológico, donde se ha identificado el vector *Ixodes pacificus*.²¹⁻²³ Por otra parte, es importante considerar que los vectores de borreliosis se han extendido a localidades donde hace 20 años no existían, como ha ocurrido en Estados Unidos con *I. scapularis* e *I. pacificus*.²⁴

A pesar de la inexistencia del conocido vector en otras regiones, como en la ciudad de Mexicali, Baja California, se han registrado perros seropositivos a la enfermedad de Lyme.^{15,16} Hallazgos similares se han reportado en Irán y Brasil, donde la garrapata *Rhipicephalus sanguineus* ha estado presente en caninos seropositivos a borreliosis.^{25,26} Por ello, en este estudio se sugiere la participación de *R. sanguineus* como posible vector de la enfermedad. En la ciudad de Ensenada no existen registros o estudios que identifiquen ningún vector de los antes mencionados, sin embargo, Field y cols. reportaron, en 2012, una seroprevalencia de 3.9% de *Rickettsia rickettsii* en humanos, en la ciudad de Ensenada, siendo *R. sanguineus* el principal vector relacionado con esta enfermedad en la zona norte de México.²⁷

CONCLUSIONES

La seroprevalencia obtenida en este estudio fue mayor a la reportada en otras partes del país, por lo que se debe incluir en los diagnósticos diferenciales del sector salud. Además, tanto médicos como epidemiólogos deben considerar esta enfermedad que se pensaba no existía en la región noroeste del país.

Asimismo, consideramos necesario que se realicen otros estudios científicos para confirmar los casos seropositivos de borreliosis, no solo para identificar el patógeno específico y el vector,

sino también su distribución en Ensenada y Tijuana, Baja California, tomando en cuenta que ya se ha demostrado evidencia molecular de la existencia de *Borrelia burgdorferi* en garrapatas *Rhipicephalus sanguineus* en estas ciudades.²⁸ Estos estudios permiten postular la existencia de enfermedad de Lyme en el estado de Baja California y los resultados de la investigación brinda la oportunidad de llamar la atención de los trabajadores de salud, especialmente médicos clínicos —desde el primero hasta el tercer nivel de atención— y de los epidemiólogos locales o regionales, para que tomen consideraciones respecto a la existencia de la enfermedad y proponer la realización de más trabajos de investigación para establecer programas de prevención y control en nuestro estado.

El hecho de haber incluido, de manera incidental, muestras de Mexicali confirma nuestras observaciones: en áreas con infección endémica, una infección subclínica previa puede resultar en seroconversión posterior. Cabe recordar que los pacientes seropositivos sintomáticos pueden ser coincidentales, dado que la sensibilidad de las pruebas serológicas durante la infección es muy baja y requieren ser confirmadas con una prueba secundaria.¹⁷

Hay que tomar en cuenta que, dentro de las características sobresalientes de la enfermedad de Lyme, un paciente con enfermedad activa, casi siempre, tiene signos objetivos de infección (eritema migratorio, parálisis del nervio facial, artritis, entre otros) y es preferible iniciar el tratamiento en vez de esperar los resultados de una prueba serológica en pacientes que viven en zonas endémicas o que refieren estancia geográfica. No obstante, desde el punto de vista epidemiológico, cuando se realiza una prueba de primera línea (ELISA [EIA]), su interpretación puede consistir en un resultado negativo, equivoco o positivo: si se interpreta como negativo significa que el sujeto no tiene enfermedad de Lyme, pero si es equivoco y positivo obliga a efectuar una prueba de segunda línea, como el Western Immunoblot, para confirmar que el sujeto tiene enfermedad de Lyme.^{17,29}

En relación con los casos positivos por IFA y, luego, confirmados por Western Blot, es muy probable que se trate de personas que cursaron con la enfermedad y que, seguramente, fueron mal diagnosticadas, lo que obliga a darles seguimiento oportuno.

REFERENCIAS

1. Steere AC, Malawista SE, Snyderman DR, et al. Lyme arthritis: an epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three Connecticut communities. *Arthritis and Rheumatism* 1977;20:7-17.
2. Burgdorfer W. Discovery of the Lyme disease spirochete and its relation to tick vectors. *Yale J Biol Med* 1984;57:515-20.
3. Manley PA. Enfermedad de Lyme. Manual clínico de pequeñas especies. McGraw-Hill Interamericana, México, 1996.
4. Dunlop RH, Williams DJ. Emerging zoonoses and the insecure species barrier. *Veterinary Medicine an Illustrated History* 1996;580-1.
5. Faul JL, Doyle RL, Kao PN, et al. Tick-borne pulmonary disease: update on diagnosis and management. *Chest* 1999;116:222-30.
6. Straubinger AF. Lyme Borreliosis In Dogs. In: Carmichael L. (ed.), *Recent Advances in Canine Infectious Diseases*. International Veterinary Information Service 2000:A0109.0400.
7. Steere AC. Lyme disease. *The New England Journal of medicine* 1989;321:596-96.
8. Magnarelli LA, Anderson JF, Schreier AB, et al. Clinical and serologic studies of canine borreliosis. *J Am Vet Med Assoc* 1987;191:1089-94.
9. Burgess EC. Experimental inoculation of dogs with *Borrelia burgdorferi*. *Zentralbl Bakteriell Mikrobiol Hyg [A]* 1986;263:49-54.
10. Smith RP, Schoen RT, Rahn DW, et al. Clinical characteristics and treatment outcome of early Lyme disease in patients with microbiologically confirmed erythema migrans. *Ann Intern Med* 2002;136:421-8.
11. Spach DH, Liles WC, Campbell GL, et al. Tick-Borne Diseases in the United States. *N Engl J Med* 1993;329:936-47.
12. Steere AC, Taylor E, Wilson ML, et al. Longitudinal assessment of the clinical and epidemiological features of Lyme disease in a defined population. *The Journal of Infectious Diseases* 1986;154:295-300.
13. Gordillo-Pérez G, Torres J, Solórzano F, et al. Serologic evidences suggesting the presence of *Borrelia burgdorferi* infection in Mexico. *Arch Med Res* 1999;30:64-8.
14. Tinoco-Gracia L, Quiroz-Romero H, Quintero MMT, et al. Seroprevalence of *Borrelia burgdorferi* in dogs from a Mexico-U.S. border desert region: pilot study. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2007;6:787-9.
15. Tinoco-Gracia L, Quiroz H, Quintero MMT, et al. Prevalence and risk factors for *Borrelia burgdorferi* infection in Mexicali, Baja California, a Mexico-US Border City. *The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* 2008;6:161-5.
16. Romano-Osuna M, Tinoco-Gracia L, Covarrubias-Pimentel F. Demostración de *Ehrlichia canis* mediante el método de ELISA en la ciudad de Mexicali, B.C. *Revista AMMVEPE* 1998;9:86.
17. American Academy of Pediatrics. Lyme Disease (Lyme Borreliosis, *Borrelia burgdorferi sensu lato* Infection). *Red Book* 2018-2021.

18. Report of the Committee on Infectious Diseases. 31st Edition. pp. 515-22.
19. Maroto MC V, Gutierrez JF. Diagnóstico de laboratorio de la infección por *Borrelia burgdorferi*. Control Calidad SEIM. Internet. En línea, disponible en: www.aefa.es/wp-content/.../Diagnostico-de-laboratorio-de-infeccion-por-borrelia.pdf Consultado el 27 de julio de 2019.
20. Gordillo-Pérez G, Torres J, Solórzano-Santos F, et al. Estudio seroepidemiológico de borreliosis de Lyme en la Ciudad de México y el noreste de la República Mexicana. *Salud Pública de México* 2003;45:351-5.
21. Eisen L, Eisen RJ, Chang CC, et al. Acarologic risk of exposure to *Borrelia burgdorferi* spirochaetes: long-term evaluations in north-western California, with implications for Lyme borreliosis risk-assessment models. *Med Vet Entomol* 2004;18:38-49.
22. Eisen RJ, Eisen L, Lane RS. Predicting density of *Ixodes pacificus* nymphs in dense woodlands in Mendocino County, California, based on geographic information systems and remote sensing versus field-derived data. *Am J Trop Med Hyg* 2006;74:632-40.
23. Kuehn BM. CDC estimates 300000 us cases of Lyme disease annually. *JAMA* 2013;310:1110.
24. Hahn MB, Jamevich CS, Monaghan AJ, et al. Modeling the geographic distribution of *Ixodes scapularis* and *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) in the Contiguous United States. *J Med Entomol* 2016;53:1176-91.
25. Hanifeh M, Malmasi A, Virtala A-KM, et al. Seroprevalence, geographic distribution and risk factor analysis of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in naturally exposed dogs of Iran. *African Journal of Microbiology Research* 2012;6:5353-61.
26. O'Dwyer LH, Oliveira Soares C, Massard CL, et al. Seroprevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* associated with dog ticks in rural areas of the Rio de Janeiro State, Brazil. *Ciência Rural*, Santa Maria 2004;34(1): 201-5.
27. Field-Cortazares J, Escárcega-Ávila AM, López-Valencia G, et al. Seroprevalencia y factores de riesgo asociados a rickettsiosis (*Rickettsia rickettsii*) en humanos de Ensenada, Baja California, México. *Gac Med Mex* 2015;151:42-6.
28. Tinoco-Gracia L, Quiroz-Romero H, Quintero-Martínez MT, et al. Primera evidencia molecular de *Borrelia burgdorferi* en perros y garrapatas de Mexicali, Baja California, México. XXXIV Congreso Anual de Infectología y Microbiología Clínica 2009.
29. Lantos PM, Charini WA, Medoff G, et al. Final report of the Lyme Disease Review Panel of the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2010;51(1):1-5.

Este artículo debe citarse como:

Field-Cortazares J, Tinoco-Gracia L, Escárcega-Ávila AM, López-Valencia G, Barreras-Serrano A, Hori-Oshima S, Medina-Basulto GE, Tamayo-Sosa AR, Tamez-González R, Coria-Lorenzo JJ, García-Hernández M, Castro-Corona MA. Seroprevalencia de *Borrelia burgdorferi* en Ensenada, Baja California, México. *Rev Enferm Infecc Pediatr* 2019;32(130):1586-90.