

IMPLICACIONES DE LAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS URBANAS Y RURALES SOBRE LA TRANSMISIÓN DE LA LEPTOSPIROSIS

IMPLICATIONS OF URBAN AND RURAL AGRICULTURAL PRACTICES ON THE TRANSMISSION OF LEPTOSPIROSIS

Patricia Hernández-Rodríguez^{1,3,4*}, A. Patricia Gómez^{2,3,4}, L. Carlos Villamil²

¹Departamento de Ciencias Básicas. Programa de Biología. ²Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa Medicina Veterinaria, ³Grupo Biomigen (Biología Molecular e Inmunogenética), ⁴Grupo de Investigación Epidemiología y Salud Pública. Universidad de la Salle. Colombia. (phernandez@unisalle.edu.co).

RESUMEN

Las modificaciones en las prácticas agropecuarias y las condiciones climáticas y geográficas del trópico, asociadas con una amplia diversidad biológica, favorecen la propagación de enfermedades, la aparición de nuevos patógenos, o la reaparición de algunos ya controlados. Por lo tanto, y debido a que la leptospirosis es una zoonosis emergente asociada con inundaciones en zonas urbanas y rurales, que afecta mínimo 160 especies animales, y que el agua es un vehículo importante de transmisión, es necesario un trabajo interdisciplinario que minimice su presentación, y el impacto sobre la salud humana, animal y sobre el ecosistema (“Una Salud”). Por consiguiente, el objetivo de este ensayo fue analizar las implicaciones de las prácticas agropecuarias urbanas y rurales, sobre la transmisión de la leptospirosis. Para esto se realizó una revisión temática en bases de datos, desde el 2000 al 2015, la cual permitió analizar las limitantes de la salud en la agricultura tropical, y una contextualización de las implicaciones de las prácticas agropecuarias, urbanas y rurales sobre la leptospirosis. Los análisis realizados evidenciaron la necesidad de estudios interdisciplinarios para abordar la epidemiología de esta zoonosis de forma integral, con la participación de ciencias como microbiología, biología molecular, medicina veterinaria, y bioeconomía entre otras áreas.

Palabras clave: agricultura urbana y rural, limitantes de salud, leptospirosis, una salud.

ABSTRACT

Changes in agricultural and livestock practices and climate and geographic conditions in the tropics, associated to great biological diversity, favor the propagation of diseases, the appearance of new pathogens, or the reappearance of some that have already been controlled. Therefore, leptospirosis is an emerging zoonosis associated to flooding in urban and rural zones, affecting at least 160 animal species, and because water is an important transmission vehicle, it is necessary to perform inter-disciplinary work to minimize its occurrence and its impact on human and animal health, and especially on the ecosystem (“One Health”). Therefore, the objective of this essay was to analyze the implications of urban and rural agricultural and livestock practices on the transmission of leptospirosis. For this purpose a thematic review was carried out with databases from 2000 to 2015, which allowed analyzing the health restrictions in tropical agriculture, and contextualizing the implications of agricultural and livestock practices, urban and rural, on leptospirosis. The analyses performed showed the need for interdisciplinary studies to address the epidemiology of this zoonosis in an integral manner, with the participation of sciences such as microbiology, molecular biology, veterinary medicine, and bioeconomy, among other areas.

Key words: urban and rural agriculture, health restrictions, leptospirosis, One Health.

INTRODUCTION

Inadequate agricultural and livestock practices, the wrong use of water, intensive agriculture, an increase in emerging and reemerging diseases, and environmental changes have local and global

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: agosto, 2016. Aprobado: junio, 2017.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 51: 725-741. 2017.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas y pecuarias inadecuadas, la mala utilización del agua, la agricultura intensiva, el incremento de enfermedades emergentes y reemergentes, y los cambios ambientales traen consecuencias locales y globales relacionadas con un aumento en la transmisión de patógenos (McMichael *et al.*, 2004; Jones *et al.*, 2013; Liverani *et al.*, 2013). Así, las zoonosis emergentes y reemergentes, como la leptospirosis, evidencian una interacción entre la salud y la agricultura pues los factores asociados con la presentación de esta zoonosis reflejan puntos comunes para el desarrollo de una agricultura sostenible y una salud adecuada.

Dentro de los factores asociados se encuentra el cambio climático por el cual se reporta, desde 1998, alteraciones en los ecosistemas propiciando variaciones en la transmisión de infecciones zoonóticas, así como en la distribución y en los tipos de contaminación del ambiente (OMS, 1998; OMS, 2010; Vanasco *et al.*, 2000). En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2010), estableció el Grupo de Referencia de Epidemiología, de la Carga de la Leptospiriosis (LERG) que, mediante indicadores de mortalidad y discapacidad, como los años de vida ajustados en función de la discapacidad (DALY), cuantifica y describe la carga de la enfermedad en diversas poblaciones, lo cual se puede usar para formular políticas, e implementar medidas de prevención y control. Por consiguiente, es importante realizar una actividad conjunta entre los sectores salud, agricultura, ambiente y educación, para desarrollar soluciones innovadoras, que contribuyan al vínculo entre la salud humana, animal y del ecosistema, debido a que la leptospirosis afecta a animales silvestres y domésticos que serán reservorios y fuentes de infección para las personas que habitan principalmente en zonas rurales y urbanas, con deficiencias sanitarias (Meites *et al.*, 2004; Agudelo-Flórez *et al.*, 2006; Escamilla *et al.*, 2007). De esta forma se promoverá un trabajo intersectorial que permita transformar las políticas para la prevención primaria, de los problemas de salud y agropecuarios (Lilenbaum y Martins, 2014).

Por lo tanto, el propósito de este ensayo fue analizar las implicaciones de las prácticas agropecuarias urbanas y rurales sobre la transmisión de la leptospirosis. Para alcanzar este objetivo se realizó una revisión temática de artículos de investigación original,

consecuencias relacionadas con un aumento en la transmisión de patógenos (McMichael *et al.*, 2004; Jones *et al.*, 2013; Liverani *et al.*, 2013). Thus, emerging and reemerging zoonoses, such as leptospirosis, make evident the interaction between health and agriculture since the factors associated with the presence of this zoonosis show points in common for the development of sustainable agriculture and adequate health.

Climate change is included among the factors associated based on which reports have been made about alterations in ecosystems since 1998, fostering variations in the transmission of zoonotic infections, as well as in the distribution and in the types of environmental contamination (OMS, 1998; OMS, 2010; Vanasco *et al.*, 2000). In this sense, the World Health Organization (WHO, 2010), established the Leptospirosis Burden Epidemiology Reference Group (LERG), which, through indicators of mortality and disability, such as the Disability Adjusted Life Years (DALY), quantifies and describes the burden of the disease on diverse populations, something that can be used to formulate policies and implement prevention and control measures. Therefore, it is important to carry out joint activities between the health, agriculture, environment and education sectors, to develop innovating solutions, which contribute to the connection between human, animal and ecosystem health, because leptospirosis affects wild and domestic animals that become reservoirs and sources of infection for the people who reside primarily in rural and urban zones with sanitary deficiencies (Meites *et al.*, 2004; Agudelo-Flórez *et al.*, 2006; Escamilla *et al.*, 2007). Inter-sectorial work will be promoted in this way, allowing a transformation of the policies for primary prevention of health and agricultural/livestock problems (Lilenbaum and Martins, 2014).

Therefore, the purpose of this essay was to analyze the implications of urban and rural agricultural and livestock practices on the transmission of leptospirosis. To reach this objective a thematic revision of original research articles and reviews from 2000 to 2015 in PubMed, Scopus, Science Direct, SciELO, Redalyc, and Latindex was performed. The descriptors in Spanish and English were: “leptospirosis” “urban and rural agriculture” “urban and rural livestock production” “One Health”. After reading the abstracts, the articles that allowed analyzing the health restrictions in tropical

y de revisión, desde el 2000 al 2015 en PubMed, Scopus, Science Direct, SciELO, Redalyc y Latindex. Los descriptores en español e inglés fueron: “leptospirosis” “agricultura urbana y rural” “ganadería urbana y rural” “Una Salud”. Después de leer los resúmenes, se identificaron los artículos que permitieron analizar las limitantes de la salud en la agricultura tropical, y el efecto de las prácticas agropecuarias, urbanas y rurales sobre la leptospirosis. También se analizaron artículos relacionados con el impacto de la leptospirosis sobre la salud humana, animal y ecosistémica.

Limitantes de la salud en la agricultura tropical

Una agricultura productiva y un sistema de salud que proteja la mayor parte de la población son elementos esenciales para reducir la pobreza. Pero los conflictos sociales y políticos así como la desigualdad, hacen que la agricultura y los sistemas de salud tengan desafíos no resueltos. En la agricultura los desafíos son: limitación de recursos naturales, condiciones climáticas extremas, pestes agrícolas, globalización, deterioro ambiental, y falta de estrategias para mantener la producción agrícola en situaciones de conflicto; ellos constituyen problemas serios en el ámbito nacional, regional y continental, sin estrategias eficaces de solución (Hawkes y Ruel, 2006).

Según Hawkes y Ruel (2006), para los sistemas de salud aún se presentan desafíos antiguos como la malaria, la tuberculosis, las enfermedades diarreicas, las infecciones respiratorias y la desnutrición, que en el siglo XXI cobran muchas víctimas. Por el contrario, las enfermedades febriles, las crónicas, las transmisibles, y la resistencia a los medicamentos e insecticidas son desafíos nuevos en salud; esto, asociado a intervenciones poco eficaces aumentan los problemas agrícolas y de salud que se refleja desde lo local a lo mundial, por lo cual es necesario enfrentar las soluciones en las diferentes escalas (Grace, 2011).

Lo anterior se evidencia con la aparición de epidemias y brotes debido a factores climáticos, culturales y sociales. De 1999 a 2010 hubo brotes y epidemias de leptospirosis endémicas en países tropicales, y en China de 1991 a 2010, la incidencia anual promedio fue 0.70 casos por 100 000 habitantes. Durante esas dos décadas, tres grandes brotes de leptospirosis se produjeron debido a las lluvias e inundaciones (McMichael *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2012). En Centro y Sur América hay un

agricultura were identified, as well as the effect on agricultural and livestock practices, urban and rural, on leptospirosis. Articles related to the impact of leptospirosis on human, animal and ecosystem health were also analyzed.

Health restrictions in tropical agriculture

Productive agriculture and health systems that protect the greater part of the population are essential elements to reduce poverty. However, social and political conflicts, as well as inequality, cause for agriculture and health systems to have unresolved challenges. In agriculture the challenges are: limitation of natural resources, extreme climatic conditions, agricultural plagues, globalization, environmental deterioration, and lack of strategies to sustain agricultural production in situations of conflict; these constitute serious problems in the national, regional and continental scope, without effective solution strategies (Hawkes and Ruel, 2006).

According to Hawkes and Ruel (2006), there are still old challenges for health systems such as malaria, tuberculosis, diarrheic diseases, respiratory infections, and malnutrition, which in the 21st century claim many victims. On the contrary, fever, chronic, transmissible diseases, and resistance to medicines and insecticides are new challenges in health; this, associated to interventions of low effectiveness, increase agricultural and health problems which are reflected from the local to the global, so it is necessary to find solutions at different scales (Grace, 2011).

This is evidenced by the appearance of epidemics and outbreaks due to climatic, cultural and social factors. From 1999 to 2010 there were outbreaks and epidemics of endemic leptospirosis in tropical countries, and from 1991 to 2010 the annual average impact in China was 0.70 cases for every 100 000 inhabitants. During those two decades, three large leptospirosis outbreaks were produced due to rains and flooding (McMichael *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2012). In Central and South America there is an increase in leptospirosis epidemics after natural disasters (Zaki *et al.*, 1996; Trevejo *et al.*, 1998; Schneider *et al.*, 2013). Therefore, since 1995 this disease is considered to be emerging infectious (Fremer, 2001). This zoonosis has global importance, particularly in humid tropical and subtropical countries, where the environmental conditions favor

aumento de las epidemias de leptospirosis después de desastres naturales (Zaki *et al.*, 1996; Trevejo *et al.*, 1998; Schneider *et al.*, 2013). Por consiguiente, desde 1995 esta enfermedad se considera infecciosa emergente (Fremer, 2001). Esta zoonosis tiene importancia mundial, en particular en los países húmedos tropicales y subtropicales, donde las condiciones ambientales favorecen la supervivencia y crecimiento de la bacteria (Escamilla *et al.*, 2007). En las zonas rurales y urbanas las deficiencias sanitarias, la exposición al contacto con roedores y las inundaciones, son factores asociados con la enfermedad, al igual que en personas cuyo trabajo implica contacto frecuente con animales o sus productos, en excursionistas y quienes practican deportes acuáticos (Meites *et al.*, 2004; Escamilla *et al.*, 2007).

A pesar de la amplia distribución, en la mayoría de los países los programas de vigilancia epidemiológica para la leptospirosis presentan limitaciones, y pocos cuentan con laboratorios de diagnóstico efectivo (Vanasco *et al.*, 2000). Además, frente a catástrofes naturales se produce una alteración de las medidas de salud pública porque se vuelven ineficaces y difíciles de operar, haciendo más vulnerable la población humana a la infección (King, 2011).

Agricultura urbana y rural: Sus implicaciones sobre la transmisión de la leptospirosis

La agricultura urbana surge como un proceso de expansión territorial que sirve como mecanismo para albergar familias rurales que llegan a las ciudades buscando un mejor horizonte, o por condiciones precarias de seguridad en el campo. Esta migración promueve las prácticas agropecuarias en los espacios urbanos y periurbanos, y genera modificaciones en los ecosistemas (Méndez *et al.*, 2005; Franco *et al.*, 2008). En China están los niveles más altos de suministros urbanos y periurbanos de vegetales, y el 79 % de las frutas proviene de las áreas periurbanas (Lee-Smith y Prain, 2006). En Beijing y Shanghái, los vegetales se producen a menos de 10 kilómetros del punto de venta, en 85 % y en 76 %, respectivamente (Lee-Smith y Prain, 2006). La producción de frutas y de vegetales es 31 % para las zonas urbanas, y 64 % para las zonas periurbanas de Beijing (Lee-Smith y Prain, 2006). El 6 % de la tierra del área metropolitana de Manila se destina a la agricultura y 2 % de ésta a la piscicultura, que cubre dos tercios de la demanda de pescado (Hawkes y Ruel, 2006; FAO, 2012).

the survival and growth of the bacteria (Escamilla *et al.*, 2007). In rural and urban zones, sanitary deficiencies, exposure to contact with rodents, and flooding, are factors associated to the disease; also, in people whose work implies frequent contact with animals or their products, hikers, and those who practice aquatic sports (Meites *et al.*, 2004; Escamilla *et al.*, 2007).

Despite the broad distribution, in most countries the epidemiologic vigilance programs for leptospirosis present limitations and few have laboratories for effective diagnosis (Vanasco *et al.*, 2000). In addition, an alteration of the public health measures is produced in face of natural catastrophes because they become inefficient and hard to operate, making the human population more vulnerable to the infection (King, 2011).

Urban and rural agriculture: Its implications for the transmission of leptospirosis

Urban agriculture arises as a process of territorial expansion that serves as a mechanism to harbor rural families that reach the cities looking for better opportunities or fleeing from precarious security conditions in the country. This migration promotes the agricultural and livestock practices in urban and metropolitan spaces, and generates modifications in the ecosystems (Méndez *et al.*, 2005; Franco *et al.*, 2008). The highest levels of urban and metropolitan vegetables are found in China, where 79 % of the fruits come from metropolitan areas (Lee-Smith and Prain, 2006). In Beijing and Shanghai, vegetables are produced at less than 10 kilometers from the sales points, in 85 % and in 76 %, respectively (Lee-Smith and Prain, 2006). The production of fruits and vegetables is 31 % for urban zones, and 64 % for metropolitan zones of Beijing (Lee-Smith and Prain, 2006). Of the land in the metropolitan zone of Manila, 6 % is destined to agriculture and 2 % to fish farming, which covers two thirds of the fish demand (Hawkes and Ruel, 2006; FAO, 2012).

In the urban zones of Latin America, 12 % of the land is used for agriculture and provides jobs for 117 000 people. In Lima (Peru), 70 % of some species of the vegetables consumed are contributed by this type of agriculture, and between 15 % and 20 % of the households participate in urban and metropolitan agriculture. In addition, these families have fowl and small livestock (Hawkes and Ruel, 2006).

En las zonas urbanas de América Latina, el 12 % de la tierra se usa para la agricultura y da trabajo a 117 000 personas. En Lima (Perú), 70 % de algunas especies de los vegetales consumidos son aportados por este tipo de agricultura, y entre 15 % y 20 % de los hogares participan en la agricultura urbana y periurbana. Además, estas familias mantienen aves de corral y ganado menor (Hawkes y Ruel, 2006).

Manizales, Armenia y Pereira son los centros urbanos del eje cafetero colombiano, y en ellos la práctica urbana de la agricultura y la producción pecuaria son una expresión de cambio en el concepto dicotómico, entre la ruralidad y el urbanismo, porque municipios rurales a su alrededor concentran la infraestructura social que suministra alimentos a la región, y son el punto de vivienda y trabajo de la población desplazada del campo a la ciudad (Méndez *et al.*, 2005). Bogotá depende de municipios cercanos para el suministro de hortalizas cosechadas en 27 548 ha, y Cundinamarca es el departamento con mayor influencia en la producción de hortalizas, con una participación nacional del 28 %. Ese departamento tiene 220 000 ha de suelo apto para cultivo con suficientes recursos hídricos, y 30 000 ha de tierra en diferentes pisos térmicos (Cámara de Comercio Bogotá, 2011). Además, en la cadena productiva del sector hortícola, de la Sabana de Bogotá, se vinculan pequeños y medianos productores como proveedores de centrales de abasto para todo el país (Miranda *et al.*, 2008).

Estas estrategias agrícolas, que vinculan al campo con los entornos periféricos de las grandes metrópolis, son el resultado de la nueva ruralidad, que implica un cambio en el concepto de lo rural y de lo urbano. Lo rural se relaciona con lo agrícola, el poco desarrollo, y con la pobreza, y lo urbano con todo lo opuesto; sin embargo, en el contexto de la nueva ruralidad estas diferencias han perdido y pierden nitidez, y lo urbano se interpreta como un componente fundamental de la ruralidad y viceversa (Méndez *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2008).

El fenómeno de la agricultura urbana integra la actividad rural al entorno de la ciudad, caracterizado por la transformación, la industrialización y el uso improductivo del suelo; por lo tanto, la implementación en las ciudades o sus periferias de modelos primarios de producción agropecuaria, hace que la división entre la ruralidad y el urbanismo sea cada vez más limitada (Rodríguez *et al.*, 2000). Lo anterior se explica, primero, por la implementación directa de

Manizales, Armenia and Pereira are urban centers in the Colombian coffee axis, and the urban practices of agriculture and livestock production in these are an expression of change in the dichotomous concept between rurality and urbanism, because rural municipalities around it concentrate the social infrastructure that supplies foods to the region, and are the point of residence and work of the population displaced from the country to the city (Méndez *et al.*, 2005). Bogotá depends on nearby municipalities for the supply of vegetables harvested in 27 548 ha, and Cundinamarca is the department with greatest influence on vegetable production, with a national participation of 28 %. This department has 220 000 ha of land apt for cultivation with sufficient water resources, and 30 000 ha of land in different thermal layers (Cámara de Comercio Bogotá, 2011). In addition, in the productive chain of the vegetable sector, from Sabana de Bogotá, small-scale and medium-scale producers are connected as suppliers of provision centers for the whole country (Miranda *et al.*, 2008).

These agricultural strategies, which connect the country with the peripheral surroundings of the large metropolis, result from the new rurality, which implies a change in the concept of what is rural and what is urban. Rural is related to the agricultural sphere, low development, and poverty; and urban with the opposite; however, in the context of new rurality these differences have lost and continue to lose clarity, and the urban scope is interpreted as a fundamental component of rurality and vice versa (Méndez *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2008).

The phenomenon of urban agriculture integrates the rural activity to the city's environment, characterized by the transformation, industrialization and unproductive use of the soil; therefore, the implementation in cities or peripheries of primary agricultural and livestock production models makes the division between rurality and urbanism become increasingly more limited (Rodríguez *et al.*, 2000). This is explained, first, by the direct implementation of rural practices in the city and peripheries; and then, because city residents participate in agricultural and livestock activities indirectly through the sale of inputs, transport, as intermediaries, in implementation of processes, and commerce at a lower and higher scale (Mikkelsen, 2013).

prácticas rurales en la ciudad y en sus periferias; y luego, porque residentes ciudadanos participan de las actividades agropecuarias indirectamente por la venta de insumos, el transporte, el papel intermediador, la implementación de procesos y el comercio a menor y mayor escala (Mikkelsen, 2013).

El análisis de las prácticas agropecuarias en la ciudad y en el campo muestra que el soporte físico territorial para su establecimiento determina su diferencia principal. Así, el cultivo de plantas y la crianza de animales en áreas rurales, de acuerdo con procesos tradicionales, requieren una extensión de tierra amplia y adecuada. Pero esta práctica en el contexto urbano aprovecha cualquier espacio disponible, sea cubierto o no. Así, en la ciudad la producción vegetal se realiza directamente en el suelo o en recipientes de diversa índole, y la producción pecuaria se adapta, según la práctica a implementar, en terrazas, patios, traspatios, parques, zonas públicas o terrenos baldíos (Franco *et al.*, 2008; Teubal *et al.*, 2001).

En la agricultura rural los elementos principales son los espacios abiertos y extensos, adecuados para la producción agropecuaria, y la urbana se relaciona con espacios más cerrados y edificados donde el área disponible para la producción es restringida. Además, las prácticas agropecuarias urbanas, comparadas con las rurales, están próximas a grandes concentraciones humanas y propician oportunidades y riesgos (Teubal *et al.*, 2001; Méndez *et al.*, 2005).

De acuerdo con la FAO (2008), las oportunidades se relacionan con acceso a los mercados de consumo porque disminuye el envase, el almacenamiento y el transporte de alimentos. También existe un aumento en las posibilidades de empleos e ingresos agrícolas y una mayor consecución de alimentos por consumidores de escasos recursos. Pero se potencializan riesgos como las prácticas agrícolas y acuícolas inadecuadas, la reducción de la capacidad del ambiente para limitar la contaminación porque animales y humanos comparten recursos como suelo, aire y agua. Esta competencia limita los recursos, afecta la salud humana, animal y ambiental, y genera mayores posibilidades de transmisión de enfermedades que aumentan la prevalencia e incidencia de patologías, principalmente zoonóticas. Estas dificultades ambientales y de competencia por el uso de recursos derivados de la agricultura, también se presentan en las zonas rurales, pero la limitación de espacio y los asentamientos humanos amplían las posibilidades y riesgos en las zonas urbanas (Aguilar, 2014).

The analysis of agricultural and livestock practices in the city and in the country shows that the territorial physical support for their establishment determines their main difference. Thus, cultivating plants and breeding animals in rural areas, based on traditional processes, require a large and adequate land extension. However, this practice in the urban context takes advantage of any available space, whether covered or not. Thus, in the city plant production is done directly on the soil or in different containers, and livestock production is adapted, according to the practice that will be implemented, in terraces, courtyards, backyards, parks, public zones or fallow lands (Franco *et al.*, 2008; Teubal *et al.*, 2001).

In rural agriculture, the main elements are open and wide spaces, adequate for agriculture and livestock production, and urban agriculture is related to rather closed and built spaces where the area available for production is restricted. In addition, the urban agricultural and livestock practices, compared to the rural ones, are close to large human concentrations and promote opportunities and risks (Teubal *et al.*, 2001; Méndez *et al.*, 2005).

According to FAO (2008), the opportunities are related to access to consumption markets because this decreases the packaging, storage and transport of foods. There is also an increase in the possibilities for employment and agricultural income, and a higher attainment of foods by consumers of scarce resources. However, risks are present such as inadequate agricultural and aquaculture practices, and reduction in the ability of the environment to limit the contamination because animals and humans share resources like soil, air and water. This competition limits the resources, affects human, animal and environmental health, and generates greater possibilities for the transmission of diseases that increase the prevalence and incidence of pathologies, primarily zoonotic. These environmental difficulties and of competition over the use of resources derived from agriculture, also takes place in rural zones, but the space limitation and the human settlements increase the possibilities and risks in urban zones (Aguilar, 2014).

Agricultural and livestock practices in urban centers foster changes in the distribution of pathogens, and risk factors are established for a zoonosis like leptospirosis that can strengthen its presentation in tropical and humid regions (Escamilla *et al.*,

Las prácticas agrícolas y pecuarias en los centros urbanos propician cambios en la distribución de patógenos, y para una zoonosis como la leptospirosis se establecen factores de riesgo que pueden potencializar su presentación en las regiones tropicales y húmedas (Escamilla *et al.*, 2007). El conocimiento de las prevalencias en una localidad, la determinación de sus huéspedes de mantenimiento y el monitoreo de la emergencia de nuevos serovares de *Leptospira* spp., son esenciales para comprender la epidemiología de la enfermedad en una región y para enfocar las estrategias de control. Además, *Leptospira* spp., agente etiológico de la leptospirosis, puede sobrevivir en diferentes ambientes, por lo que el impacto de la enfermedad en la salud pública es evidente. La supervivencia de la bacteria en ambientes diversos se explica porque su reproducción y supervivencia se favorece en el suelo o en el agua con un pH neutro, o ligeramente alcalino y en zonas con un alto grado de humedad; además, puede resistir temperaturas entre 7 y 36 °C (OMS, 2008). Esto asociado con la diversidad de reservorios para la bacteria, como ratas, bovinos, perros, porcinos, equinos, cabras, conejos y murciélagos; los dos primeros son los más importantes y característicos en el contexto rural y en el urbano (Meites *et al.*, 2004; Agudelo-Flórez *et al.*, 2010). En los reservorios las leptospiras patógenas se establecen en los túbulos renales, se excretan con la orina y llegan al ambiente, alimentos y agua. Este mecanismo es fundamental en la transmisión del patógeno, en la interfaz humano-animal-ambiente. Las condiciones de humedad, la presencia de charcos, lagunas y aguas estancadas que se contaminan fácilmente, se convierten en foco permanente de diseminación (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2011; Brihuega, 2008; Evangelista y Coburn, 2010; Hartskeerl *et al.*, 2011).

La prevalencia de las infecciones por los diferentes serovares de *Leptospira* spp. en las explotaciones pecuarias de los países tropicales y subtropicales, no se conoce. De acuerdo con estudios relacionados con la leptospirosis, en la industria pecuaria de EUA la prevalencia es 35 a 50 %, y la mayoría de esas infecciones se debe probablemente al serovar Hardjo (Grooms, 2006). Además, es difícil determinar las pérdidas económicas, principalmente por las dificultades relacionadas con el diagnóstico de la enfermedad.

La prevalencia de la leptospirosis varía entre continentes, países, regiones, y entre especies animales en el mundo. La frecuencia de esta zoonosis aumenta

(2007). Knowing about the prevalence in a locality, defining its hosts for maintenance, and monitoring the emergence of new serovars of *Leptospira* spp., are essential steps to understand the epidemiology of the disease in a region and to focus the control strategies. In addition, *Leptospira* spp., etiologic agent of leptospirosis, can survive in different environments, which is why the impact of the disease on public health is evident. The survival of the bacteria in diverse environments is explained because its reproduction and survival is favored in the soil or in the water with a neutral or slightly alkaline pH, and in zones with a high degree of humidity; also, it can resist temperatures between 7° and 36 °C (OMS, 2008). This is associated to the diversity in reservoirs for the bacteria, such as rats, cattle, dogs, pigs, horses, goats, rabbits and bats; the first two are the most important ones and characteristic in the rural and urban context (Meites *et al.*, 2004; Agudelo-Flórez *et al.*, 2010). In the reservoirs, the pathogenic leptospire are established in renal tubules; they are excreted with urine and reach the environment, foods and water. This mechanism is essential in the transmission of the pathogen, in the human-animal-environment interphase. The conditions of humidity, the presence of puddles, lagoons, and stagnant waters that are easily contaminated, become permanent focuses of dissemination (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2011; Brihuega, 2008; Evangelista and Coburn, 2010; Hartskeerl *et al.*, 2011).

The prevalence of infections from the different serovars of *Leptospira* spp. in livestock farms of tropical and subtropical countries is not known. According to studies related with leptospirosis, in the USA's livestock industry the prevalence is 35 to 50 % and most of these are probably due to the Hardjo serovar (Grooms, 2006). In addition, it is difficult to determine the economic losses, primarily from difficulties related to the diagnosis of the disease.

The prevalence of leptospirosis varied between continents, countries, regions, and between animal species in the world. The frequency of this zoonosis increases from flooding caused by natural factors, and from the inadequate use of the land that generated leptospirosis outbreaks between 1995 and 2009. Some examples: in Nicaragua (1995), Malaysia (2000), Ecuador and Peru (1998), Orissia (1999), Bombay (2000, 2005), Jakarta (2002), and the Philippines (2009). According to the HealthMap database,

por inundaciones causadas por factores naturales, y por el uso inadecuado de la tierra que generó brotes de leptospirosis entre 1995 y 2009. Algunos ejemplos: en Nicaragua (1995), Malasia (2000), Ecuador y Perú (1998), Orissia (1999), Bombay (2000, 2005), Yakarta (2002), y Filipinas (2009). Según la base de datos del HealthMap, entre 2007 y 2013 hubo 787 alertas globales de esta zoonosis: 63 % en América, en especial en Brasil, Nicaragua y Argentina, 15 % en el Pacífico Occidental; 14 % en el sureste de Asia; Europa 8 %; África 1 % y el Mediterráneo Oriental 0.5 % (Schneider *et al.*, 2013). Estos factores naturales y los cambios asociados con las prácticas agropecuarias urbanas y rurales, han determinado prevalencias de infección en diferentes especies de importancia en Salud Pública y Producción Pecuaria (Cuadro 1).

En la región del caribe colombiano, para bovinos se reportó una positividad de 38.2 %, en el Pie de Monte Llanero 24.8 % y en la Región Andina 14.4 %, y para el país el promedio es 21.7 % (Monsalve *et al.*, 2009). En el Departamento de Córdoba un estudio con una muestra de 600 porcinos, mostró 43.0 % de seropositividad para *Leptospira* spp., y es una de las más altas en el país, si se compara con seropositividades de 26.0 % para la zona andina, 23.0 % para el eje cafetero y 24.0 % para el Valle del Cauca. En Villavicencio la seropositividad fue 16.0 %, con una muestra de 358 porcinos (Monsalve *et al.*, 2009).

De acuerdo con estudios epidemiológicos, con la información de los boletines de Sanidad Animal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y el déficit de estrategias de prevención y control, la leptospirosis bovina es una enfermedad común en el país y afecta la producción pecuaria (Orjuela *et al.*, 2002). El impacto económico de la enfermedad en bovinos se evidencia por problemas reproductivos, tratamientos y vacunación ineficiente, así como por 5.0 % a 10 % de abortos en vacas infectadas y por la mortalidad embrionaria (Orjuela, 2002). Estos eventos causan pérdidas económicas, por morbilidad y disminución en la producción, y muestran el impacto económico de la enfermedad; entonces, la leptospirosis es una enfermedad que debe ser controlada (Faine *et al.*, 1982; Adler y Moctezuma, 2010).

Respecto a la leptospirosis humana, la información de 2013, hasta la semana epidemiológica 52, muestra una notificación al Sivigila de 2 263 casos en Colombia, y comparado con 2012, el aumento es 13.94 % en la notificación del evento. La incidencia

entre 2007 and 2013 there were 787 global alerts of this zoonosis: 63 % in America, especially in Brazil, Nicaragua and Argentina, 15 % in the Western Pacific; 14 % in Southeast Asia; Europa 8 %; Africa 1 % and Western Mediterranean 0.5% (Schneider *et al.*, 2013). These natural factors and the changes associated with the urban and rural agricultural and livestock practices have determined prevalence of infection in different species of importance in Public Health and Livestock Production (Table 1).

In the region of the Colombian Caribbean, a positivity of 38.2 % was reported for bovines, in Pie de Monte Llanero 24.8 % and in the Andes Region 14.4 %, and for the country the average is 21.7 % (Monsalve *et al.*, 2009). In the Department of Córdoba a study with a sample of 600 pigs showed 43.0 % of seropositivity for *Leptospira* spp., and is one of the highest in the country, if compared to seropositivities of 26.0 % for the Andes Region, 23 % for the coffee-producing axis, and 24.0 % for Valle del Cauca. In Villavicencio a seropositivity of 16.0 % was reported, with a sample of 358 pigs (Monsalve *et al.*, 2009).

According to epidemiological studies, with information in the Animal Health bulletins from the Colombian Agricultural and Livestock Institute (*Instituto Colombiano Agropecuario*, ICA), and the deficit in strategies for prevention and control, bovine leptospirosis is a common disease in the country and affects livestock production (Orjuela *et al.*, 2002). The economic impact of the disease in bovines is evidenced by reproductive problems, inefficient treatments and vaccination, as well as by 5.0 % to 10 % of abortions in cows infected and by embryo mortality (Orjuela, 2002). These events cause economic losses, from morbidity and a decrease in production, and show the economic impact of the disease; therefore, leptospirosis is a disease that must be controlled (Faine *et al.*, 1982; Adler and Moctezuma, 2010).

With regards to human leptospirosis, information from 2013, up to epidemiological week 52, shows notification to the Sivigila of 2 263 cases in Colombia, and the increase is 13.94 % in the event's notification compared to 2012. The incidence is 1.7 cases for 100 000 inhabitants (INS, 2014). In addition, according to statistics from week 1 to 14 of 2015, 715 cases of leptospirosis were reported in Sivigila, representing an increase of 1.51 % in

Cuadro 1. Reportes de prevalencias de leptospirosis en diferentes especies en el mundo.
Table 1. Prevalence reports of leptospirosis in different species in the world.

País	Humanos	Bovinos	Porcinos	Roedores	Agua	Referencia
España	21 %	42.8 %	10.56 %	14.8 %	-	MSNA, 2012; Sandow <i>et al.</i> , 2005; Perea <i>et al.</i> , 1994; Foronda <i>et al.</i> , 2011.
Inglaterra	50-59 %	49.1	15.7 %	14 %	-	WHO, 1999; Sandow <i>et al.</i> , 2005; Hathaway <i>et al.</i> , 1981; Webster <i>et al.</i> , 1995
Francia	40-50 %	17.8 %	51 %	44 %	-	WHO, 1999; Sandow <i>et al.</i> , 2005; Berger <i>et al.</i> , 2011.
Portugal	22.9	15.3 %	20.2 %	23-67 %	-	Rocha <i>et al.</i> , 1998; Witmer <i>et al.</i> , 2004.
Sudáfrica	18.9	79.2 %	17 %	10 %	10	De Vries <i>et al.</i> , 2014; Sandow <i>et al.</i> , 2005; Taylor <i>et al.</i> , 2006; Gummow <i>et al.</i> , 1999.
India	65.5 %	47 %	23.8 %	21.42	-	Natarajaseenivasan <i>et al.</i> , 2012; Soman <i>et al.</i> , 2014.
EE.UU.	6 a 11 %	49 %	10 a 46 %	Hasta 90 %	-	Monahan <i>et al.</i> , 2009; Sandow <i>et al.</i> , 2005; Cole <i>et al.</i> , 2000.
Nicaragua	15 %	31 a 83 %	17 a 75 %	54 %	-	Ashford <i>et al.</i> , 2000; PAHO, 2012.
Uruguay	24 %	61 %	40 %	55.19 %	-	Sandow <i>et al.</i> , 2005; Schelotto <i>et al.</i> , 2012.
México	14 %	45.8 %	13 %	15 %	-	Sandow <i>et al.</i> , 2005; Cárdenas-Marrufo <i>et al.</i> , 2011; Vado-Solis <i>et al.</i> , 2002.
Argentina	38 %	59.1 %	30 %	18.1-45.8 %	33.3 %	Sandow <i>et al.</i> , 2005; Myers <i>et al.</i> , 1975; Petrakovsky <i>et al.</i> , 2012; Arango <i>et al.</i> , 2001; Francois <i>et al.</i> , 2013.
Brasil	9.8 %	46.9 %	66.1 %	63.1 %	3 %	Sandow <i>et al.</i> , 2005; Lilenbaum <i>et al.</i> , 2003; Ramos <i>et al.</i> , 2006; Vital-Brazil <i>et al.</i> , 2010.
Cuba	27.6 %	28 %	69.82 %	-	-	Pulido-Villamarín <i>et al.</i> , 2014; Moles <i>et al.</i> , 2002; Feraud <i>et al.</i> , 2005
Perú	27.3 %	32 %	37 %	16.6 %	2.4 – 67.9 %	Pulido-Villamarín <i>et al.</i> , 2014; Sacsquispe <i>et al.</i> , 2003; Ganoza <i>et al.</i> , 2006.
Colombia	12-77 %	14-41.5 %	17-86.6 %	82.7 %	20.5-66 %	Arrieta, 2010; Hernández-Rodríguez <i>et al.</i> , 2011; Ferro <i>et al.</i> , 2006; Giraldo <i>et al.</i> , 2002; Giraldo <i>et al.</i> , 2002b.
Tailandia	17 %	77.2 %	10 %	2.3 a 6.9 %	59 %	Victoriano <i>et al.</i> , 2009; Van, 2014; Niwetpathomwat <i>et al.</i> , 2006; Wangroongsarb <i>et al.</i> , 2002; Thaipadungpanit <i>et al.</i> , 2013.
Canadá	12 %	15.4 %	8.8 %	11.1 %	-	Sandow <i>et al.</i> , 2005; Alonso-Andicoberry <i>et al.</i> , 2001; Ribotta <i>et al.</i> , 1999; Himsworth <i>et al.</i> , 2013.

es 1.7 casos por 100 000 habitantes (INS, 2014). Además, según las estadísticas desde la semana 1 a la 14 del 2015, en Sivigila se reportaron 715 casos de leptospirosis, lo que es un aumento de 1.51 % en la notificación, respecto al año 2014, y se reportan 25 casos probables de muerte por leptospirosis en el país (INS, 2015).

Según datos del Instituto nacional de Salud, durante 2010 y 2011 aumentó el número de casos de leptospirosis, lo cual se relacionó con la temporada de

the notification, compared to the year 2014, and 25 probable causes of death from leptospirosis are reported in the country (INS, 2015).

According to data from the National Health Institute, during 2010 and 2011 the number of cases of leptospirosis increased, which is related to the rain season and flooding. This explains the relevance of water as vehicle in the transmission of *Leptospira* spp. to human beings, and other species, and reflects the importance of its study, as well as its impact on

lluvias e inundaciones. Esto explica la relevancia del agua como vehículo en la transmisión de *Leptospira* spp. a los seres humanos y a otras especies, y refleja la importancia de su estudio, así como su impacto en salud pública (Giraldo *et al.*, 2002). Además, se resalta la adaptabilidad de la bacteria para sobrevivir en aguas dulces y en suelos adyacentes donde hay carencia de nutrientes, y se plantea la hipótesis de interacción con otros microorganismos del ambiente, e incluso con gérmenes de su especie, para el crecimiento. Un estudio realizado en Quito (Ecuador), mostró la viabilidad de *Leptospira interrogans* serovar Canicola, durante 98 d de incubación en agua destilada (UNESCO, 2003).

En cuanto al ciclo de mantenimiento de la bacteria, un determinante en la transmisión es que diferentes serovares de *Leptospira* spp. pueden estar presentes en una misma especie y varias especies animales pueden portar un mismo serovar (Ramadass *et al.*, 1990; Levet *et al.*, 2010). Algunos animales están adaptados a serovares particulares de *Leptospira* spp., sirven como reservorios y eliminan la bacteria al ambiente durante años, sin manifestar signos clínicos de la enfermedad, lo que favorece la transmisión humano-animal-ambiente; el suelo, y principalmente el agua, son factores importantes en la transmisión (Calderón *et al.*, 2014). Las especies animales adaptadas a serovares de *Leptospira* son: equinos al serovar Bratislava (Bernard, 1993), caninos al serovar Canicola (Ortega-Pacheco *et al.*, 2008), porcinos al serovar Pomona (Ellis *et al.*, 1986), y bovinos al serovar Hardjo (Grooms, 2006). Así, la *L. borgpetersenii* serovar Hardjo (hardjo-bovis), es la causante más común de leptospirosis bovina en el mundo, y *L. interrogans* serovar Hardjo (hardjoprajitno) se ha aislado en regiones específicas, como en aislamientos en bovinos del Reino Unido (Grooms, 2006). Infecciones causadas por *L. interrogans* serovar Pomona y por *L. interrogans* serovar Grippotyphosa están asociadas con fallas reproductivas. Lo cual ocasiona pérdidas económicas notables (Kingscote y Wilson, 1986; Barr and Anderson, 1993).

La implementación de normas de bioseguridad en la cadena primaria de la industria pecuaria tiene una función importante en la prevención y el control de la leptospirosis, en particular los programas diseñados para el control de plagas como roedores y de aguas estancadas (Sanderson y Gnad, 2002). Diversos grupos de investigación centran sus esfuerzos en

public health (Giraldo *et al.*, 2002). However, the adaptability of the bacteria to survive in fresh water and adjacent soils where there is a lack of nutrients stands out and the hypothesis of interaction with other microorganisms in the environment is suggested, and even with germs of its species, for growth. A study carried out in Quito (Ecuador) showed the viability of *Leptospira interrogans* serovar Canicola, during 98 d of incubation in distilled water (UNESCO, 2003).

Concerning the bacteria's maintenance cycle, a defining factor in the transmission is that different serovars of *Leptospira* spp. can be present in the same species and several animal species can carry the same serovar (Ramadass *et al.*, 1990; Levet *et al.*, 2010). Some animals are adapted to particular serovars of *Leptospira* spp., serve as reservoirs and eliminate the bacteria from the environment during years, without manifesting clinical signs of the disease, favoring the human-animal-environment transmission; the soil, and mainly water, are important factors in the transmission (Calderón *et al.*, 2014). The animal species adapted to *Leptospira* serovars are: equines to the serovar Bratislava (Bernard, 1993), canines to the serovar Canicola (Ortega-Pacheco *et al.*, 2008), porcines to the serovar Pomona (Ellis *et al.*, 1986), and bovines to the serovar Hardjo (Grooms, 2006). Thus, *L. borgpetersenii* serovar Hardjo (hardjo-bovis), is the most common source of bovine leptospirosis in the world, and *L. interrogans* serovar Hardjo (hardjoprajitno) has been isolated in specific regions, such as in isolates from bovines in the United Kingdom (Grooms, 2006). Infections caused by *L. interrogans* serovar Pomona and by *L. interrogans* serovar Grippotyphosa are associated to reproductive failure. This causes notable economic losses (Kingscote and Wilson, 1986; Barr and Anderson, 1993).

The implementation of biosafety norms in the primary chain of the livestock industry has an important function in the prevention and control of leptospirosis, particularly the programs designed to control plagues such as rodents and stagnated waters (Sanderson and Gnad, 2002). Various research groups center their efforts in developing vaccines that confer a greater protection to animals, and the following vaccines stand out: recombinant (of external membrane proteins, lipoproteins, and virulence factors), liposaccharides (LPS), inactive,

desarrollar vacunas que confieran una mayor protección en animales, y destacan las vacunas recombinantes (de proteínas de membrana externa, lipoproteínas y factores de virulencia), de lipopolisacáridos (LPS), inactivadas, atenuadas y de ADN. Sin embargo, los resultados de las pruebas clínicas para cuantificar la efectividad de estos biológicos son insatisfactorios (Wang *et al.*, 2007; Murray *et al.*, 2010). Por lo tanto, se requieren más estudios para caracterizar la enfermedad y entender los mecanismos moleculares de la fisiopatología de esta zoonosis.

De acuerdo con lo expuesto, es importante mejorar el diagnóstico y evaluar la salud humana, animal y ambiental para optimizar una verdadera vigilancia epidemiológica. En este sentido, es necesario abordar la leptospirosis desde el enfoque de una sola salud, porque se define como “una estrategia que busca la colaboración interdisciplinaria, y la comunicación, en todos los aspectos de la atención en salud para las personas, los animales y el medio ambiente” (Gibbs, 2014). Desde esta perspectiva, generar estrategias de prevención y control es fundamental, para lo cual es prioritario fortalecer los sistemas diagnósticos que permiten la identificación de este patógeno en las especies animales, en el ambiente y en los humanos infectados.

Zoonosis en el contexto de una salud: Leptospirosis como modelo

En humanos hay 1 461 enfermedades, de las cuales 60 % corresponde a patógenos que interactúan con diferentes especies, y 75 % de las enfermedades infecciosas emergentes son zoonóticas. Por lo tanto, el incremento en la interacción con animales y sus productos, y la relación del origen de las zoonosis con la agricultura, son factores críticos para la salud en la interfase humano-animal-ambiente (Taylor *et al.*, 2001; Grace y Jones., 2011). Una problemática que enfrenta la salud pública es la falta de un control integrado de las enfermedades, en especial de las zoonosis, desde la articulación y el trabajo conjunto entre los sectores de salud humana, salud animal, y medio ambiente. Así, a mediados de 1999 se empezaron a explorar mecanismos de interacción entre la salud humana, animal y del ecosistema para generar un trabajo con beneficio conjunto. Así surgió la iniciativa *One Health* apoyada por la FAO, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización

attenuated, and DNA. However, results from clinical assays to quantify the effectivity of these biological agents are unsatisfactory (Wang *et al.*, 2007; Murray *et al.*, 2010). Therefore, more studies are required to characterize the disease and understand the molecular mechanisms of the physiopathology of this zoonosis.

Based on what has been exposed, it is important to improve the diagnosis and evaluate human, animal and environmental health to optimize a true epidemiological vigilance. In this sense, it is necessary to address leptospirosis from the approach of a single health, because it is defined as “a strategy that seeks the interdisciplinary collaboration, and communication, in every aspect of healthcare for people, animals and the environment” (Gibbs, 2014). From this perspective, generating strategies for prevention and control is essential, for which it is priority to strengthen the diagnosis systems that allow identifying this pathogen in animal species, in the environment and in infected humans.

Zoonosis within the context of one health: Leptospirosis as a model

In humans there are 1 461 diseases, of which 60 % correspond to pathogens that interact with different species, and 75 % of the emerging infectious diseases are zoonotic. Therefore, the increase in the interaction with animals and their products, and the relationship of the origin of zoonoses with agriculture, are critical factors for health in the human-animal-environment interphase (Taylor *et al.*, 2001; Grace and Jones, 2011). A problem faced by public health is the lack of an integrated control of diseases, especially of zoonoses, from the articulation and the joint work between sectors of human health, animal health and the environment. Thus, in mid-1999 the interaction mechanisms between human, animal and ecosystem health began to be explored, to generate work with joint benefits. This is how the *One Health* initiative emerged, supported by FAO, the World Health Organization (WHO), the World Organisation for Animal Health (OIE), the UNICEF, and the World Bank, allowing to structure a strategy in 2008, in order to respond to the increase in the risk of emerging and reemerging diseases (Gibbs, 2014).

In Colombia, the limited inter-sectorial communication and the scarce availability of precise diagnostic tests in the health and livestock sector has

Mundial de Sanidad Animal (OIE), la UNICEF) y el Banco Mundial, lo cual permitió en 2008 la estructuración de una estrategia, para responder al incremento en el riesgo de enfermedades emergentes y reemergentes (Gibbs, 2014).

En Colombia, la limitada comunicación intersectorial y la poca disponibilidad de pruebas diagnósticas precisas en el sector de la salud y en la ganadería, han limitado los programas de vigilancia de la leptospirosis. Dechner (2014) reportó que 85 % de los estudios de leptospirosis realizados en Colombia se basan en la prueba MAT que presenta dificultades de manejo e interpretación, y concluyó que la prevalencia e incidencia de la enfermedad es desconocida. La implementación de medidas de control para esta zoonosis es difícil por la supervivencia prolongada de las leptospiras en el suelo y el agua, por la abundancia de reservorios animales, y por los más de 300 serovares (Bourhy *et al.*, 2013; Picardeau, 2013). Además, las vacunas son serovar específicas, la protección conferida es de corta duración, y no proporciona inmunidad cruzada contra serovares heterólogos de *Leptospira* (Picardeau, 2013; Rajapakse *et al.*, 2015).

Según Guerra (2013), en humanos la leptospirosis es reconocida como una enfermedad ocupacional que afecta a determinados grupos en riesgo, como trabajadores de arrozales y de otros cultivos agrícolas así como a mineros, y trabajadores en ambientes infectados, como el mantenimiento de alcantarillas, y soldados destacados en zonas selváticas. La leptospirosis afecta a operarios de granjas, centrales de abasto o rastros, procesadores de productos de origen animal y veterinarios. Además, el aumento de la población humana y la invasión de los hábitats de los animales silvestres aumentan las oportunidades de interacción, y por lo tanto, la transmisión de este patógeno en la interfaz humano-animal-ambiente. Entonces, es importante abordar esta enfermedad desde el concepto de Una Salud y de forma interdisciplinaria, para entenderla e intensificar las medidas de control. Debido a las condiciones ambientales, sociales y económicas que caracterizan a la leptospirosis, es evidente la importancia de esta zoonosis en el mundo, y en especial en zonas tropicales. Por lo tanto, es necesario realizar un abordaje, que desde la intersectorialidad, permita fortalecer los sistemas de diagnóstico actuales haciéndolos más eficientes y accesibles, para lograr en el mediano plazo la disminución del subregistro, mejorar la vigilancia epidemiológica, y el conocimiento de las

limitada la leptospirosis vigilancia programas. Dechner (2014) reportó que 85 % of the leptospirosis studies carried out in Colombia is based on the MAT test that presents difficulties in management and interpretation, and concluded that the prevalence and incidence of the disease is unknown. The implementation of control measures for this zoonosis is difficult for the prolonged survival of leptospirae in the soil and the water, because of the abundance in animal reservoirs, and due to the more than 300 serovars (Bourhy *et al.*, 2013; Picardeau, 2013). In addition, the vaccines are serovar-specific, the protection conferred is of short duration, and it does not provide crossed immunity against heterologous serovars of *Leptospira* (Picardeau, 2013; Rajapakse *et al.*, 2015).

According to Guerra (2013), leptospirosis is recognized as an occupational disease in humans that affects specific at-risk groups, such as workers in rice fields and other agricultural crops, as well as miners and maintenance workers in infected environments like sewage systems, and soldiers stationed in rain forest zones. Leptospirosis affects workers in farms, whole sale centers or butchers, animal product processing plants, and veterinarians. In addition, the increase in human population and the invasion of habitats of wild animals increase the opportunities to interact and, therefore, the transmission of this pathogen in the human-animal-environment interphase. Therefore, it is important to address this disease from the concept of One Health and in an interdisciplinary manner, to understand it and intensify the control measures. Due to the environmental, social and economic conditions that characterize leptospirosis, the importance of this zoonosis in the world is evident, and particularly in tropical zones. Thus, it is necessary to carry out an approach which, from an inter-sectorial viewpoint, allows strengthening the current diagnosis systems, making them more efficient and accessible, to achieve in the medium range the decrease in under-reporting, improving the epidemiological vigilance and knowledge of the actual rates of prevalence and incidence of this zoonosis in many tropical regions.

Thus, the importance of determining the true impact of the disease is emphasized, as well as improving the vigilance and diagnosis systems in the world to decrease under-reporting, and to understand the geographic distribution, the presence of new

verdaderas tasas de prevalencia e incidencia de esta zoonosis en muchas regiones tropicales.

Entonces, se enfatiza la importancia de determinar el verdadero impacto de la enfermedad, de mejorar los sistemas de vigilancia y de diagnóstico en el mundo para disminuir el subregistro, conocer la distribución geográfica, la presencia de nuevos reservorios y, principalmente, la verdadera incidencia de la enfermedad. Además, se debe evaluar las intervenciones y estrategias de control, así como calcular en humanos, las pérdidas económicas por incapacidad de individuos en edad productiva, y los costos de tratamiento. En cuanto a la parte pecuaria, se debe establecer las pérdidas del sector productivo, por las alteraciones en la reproducción y en la producción, atribuibles a la infección por *Leptospira* (WHO, 2010).

CONCLUSIONES

La implementación de nuevas formas de agricultura y de producción pecuaria en espacios urbanos y periurbanos, así como la demanda alimenticia familiar, han propiciado que la división entre lo urbano y lo rural sea cada vez menos evidente. Estas condiciones modifican la distribución de patógenos zoonóticos y propician un cambio de paradigma en el control y vigilancia de zoonosis, como la leptospirosis, que con una distribución mundial requieren un abordaje desde la intersectorialidad, que integre las acciones de los agentes públicos responsables de las políticas de salud, ambiente y agricultura.

Las limitantes de la salud en la agricultura tropical son puntos estratégicos que se pueden abordar desde la medicina humana y veterinaria, producción agropecuaria, epidemiología, microbiología y biología molecular, como estrategia de integración que lleve a una agricultura productiva, y a un sistema de salud que proteja y cobije a la mayor parte de la población, cuya consolidación se reflejará en una reducción de la pobreza, y en un beneficio para la población humana y animal, y también para los ecosistemas en los que estas poblaciones habitan.

LITERATURA CITADA

Adler, B., y A. Moctezuma. 2010. *Leptospira* and leptospirosis. *Vet. Microbiol.* 140: 287-296.
 Agudelo-Flórez, P., J. C. Arango, E. Merizalde, A. F. Londoño, V. H. Quiroz, y J. D. Rodas. 2010. Serological evidence of

reservoirs, and primarily, the actual incidence of the disease. In addition, the interventions and strategies for control must be evaluated, as well as calculating in humans the economic losses from incapacity of individuals in productive age, and the treatment costs. Insofar as the livestock part, the losses in the productive sector from alterations in reproduction and production must be established, attributable to the infection from *Leptospira* (WHO, 2010).

CONCLUSIONS

The implementation of new forms in agriculture and livestock production in urban and metropolitan spaces, as well as the family dietary demand, has contributed to the division between the urban and the rural spheres to be increasingly less evident. These conditions modify the distribution of zoonotic pathogens, and foster a change in paradigm in the control and vigilance of zoonoses, such as leptospirosis, which with global distribution require an inter-sectorial approach that integrates the actions of the public officers responsible for health, environment and agriculture policies.

The health limitations in tropical agriculture are strategic points that may be addressed from different stances: human and veterinary medicine, agricultural and livestock production, epidemiology, microbiology and molecular biology, as an integration strategy that leads to productive agriculture and to a health system that protects and covers most of the population, whose consolidation will be reflected in a reduction of poverty, and in benefits for the human and animal population, and also for the ecosystems in which these populations reside.

—End of the English version—



Leptospira spp circulation in naturally-exposed rats (*Rattus norvegicus*) in a Colombian urban area. *Rev. Salud Públ. (Bogotá)* 12: 990-999.
 Agudelo-Flórez P., M Restrepo, y M. A. Lotero. 2006. Evaluation of indirect immunofluorescence assay for diagnosis of human leptospirosis. *Biomedica* 26: 216-223.
 Restrepo, B. N., M. Arboleda, y P. Agudelo-Flórez. 2007. Situación de la leptospirosis en el Urabá antioqueño colombiano: Estudio seroepidemiológico y factores de riesgo en población general urbana. *Cad. Saude Public.* 23: 2094-2102.

- Aguilar, E. 2014. Los nuevos escenarios rurales: de la agricultura a la multifuncionalidad. *Endoxa* 33: 73-98.
- Alonso-Andicoberry, C., F. J. García, y L. M. Ortega-Mora. 2001. Epidemiología, diagnóstico y control de la leptospirosis bovina (Revisión). *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 16: 205-225.
- Arango J., E. Cittadino, A. Agostini, G. Dorta, C. Álvarez, M. Colusi, A. Koval, A. Cabrera, y F. Kravetz. 2001. Prevalencia de leptospirosis en *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus* en el Gran Buenos Aires, Argentina. *Ecol. Austral* 11: 25-30.
- Arrieta, G., V. Rodríguez, y A. Calderón. 2010. Seroepidemiología de *Leptospira* spp., en porcinos de algunos municipios del Sinú medio, departamento de Córdoba-Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 15: 2023-2024.
- Ashford, D. A., R. M. Kaiser, R. A. Spiegel, B. A. Perkins, R. S. Weyant, S. L. Bragg, B. Plikaytis, C. Jarquin, J. O. De Los Reyes, and J. J. Amador. 2000. Asymptomatic infection and Risk Factors for Leptospirosis in Nicaragua. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 63: 249-254.
- Barr, B. C., and B. L. Anderson. 1993. Infectious diseases causing bovine abortion and fetal loss. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 9: 343-368.
- Berger, S. A. 2011. Infectious Diseases of France. Gideon e-books. France. 687 p.
- Bernard, W. 1993. Leptospirosis. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 9: 435-444.
- Brihuega, B. 2008. Leptospirosis: Diagnóstico y tipificación de leptospirosis. In: Cacchione, R., R. Durlach, y P. Martino (eds). *Temas de Zoonosis IV. Asociación Argentina de Zoonosis*, Buenos Aires, Argentina. pp: 221-227.
- Bourhy, P., C. Herrmann-Storck, R. Theodose, C. Olive, M. Nicolas, and P. Hochedez. 2013. Serovar diversity of pathogenic *Leptospira* circulating in the French West Indies. *PLoS Negl Trop Dis*, 7: e2114.
- Calderon, A., V. Rodríguez, S. Máttar, and G. Arrieta. 2014. Leptospirosis in pigs, dogs, rodents, humans, and water in an area of the Colombian tropics. *Trop. Anim. Health Prod.* 46: 427-32.
- Cámara de Comercio Bogotá. 2011. Invest in Bogotá. Recuperado el 14/02/15, de Invest in Bogotá & Cundinamarca: <http://es.investinbogota.org/sites/default/files/agroindustria-frutas-hortalizas-preparados-en-bogota-cundinamarca-ib-2011.pdf> (Consulta: marzo 2016).
- Cárdenas-Marrufo, M. F., I. Vado-Solís, C. Pérez-Osorio, and J. Segura-Correa. 2011. Seropositivity to leptospirosis in domestic reservoirs and detection of *Leptospira* spp. from water sources, in farms of Yucatan, México. *Trop. Subtrop. Agroecos.* 14: 185-189.
- Cole D., L. Todd, and S. Wing. 2000. Concentrated swine feeding operations and public health: A review of occupational and community health effects. *Environ. Health Perspect.* 108: 685-699.
- Dechner, A. 2014. A retrospective analysis of the leptospirosis research in Colombia. *J. Infect. Dev. Ctries.* 8: 258-264.
- De Vries, S. G., B. J. Visser, I. M. Nagel, M. G. Goris, R. A. Hartskeerl, and M. P. Grobusch. 2014. Leptospirosis in Sub-Saharan Africa: A systematic review. *Int. J. Infect. Dis.* 28: 47-64.
- Ellis, W. A., P. J. McParland, D. G. Bryson, and J.A. Cassells. 1986. Prevalence of *Leptospira* infection in aborted pigs in Northern Ireland. *Vet. Rec.* 118: 63-65.
- Escamilla, H., J. Martínez, M. Medina, and E. Morales. 2007. Frequency and causes of infectious abortion in a dairy herd in Queretaro, Mexico. *Can. J. Vet. Res.* 71: 314-317.
- Evangelista, K. V., and J. Coburn J. 2010. *Leptospira* as an emerging pathogen: A review of its biology, pathogenesis and host immune responses. *Future Microbiol.* 5: 1413-1425.
- Faine, S., and N. D. Stallman. 1982. Amended descriptions of the genus *Leptospira* Noguchi 1917 and the species *L. interrogans* (Stimson 1907) Wenyon 1926 and *L. biflexa* (Wolbach and Binger 1914) Noguchi 1918. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 32: 461-463.
- FAO. 2008. Water and the rural poor interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa. Rome. pp: 6-10.
- FAO. 2012. The State of Food Insecurity in the World. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Rome. pp: 15-28.
- Feraud, D., y M. Abeledo. 2005. Primer reporte en Cuba de *Leptospira interrogans* serovar *Tarassovi* y caracterización clínica epizootológica en focos de Leptospirosis porcina. *REDVET* 6: 1-35.
- Ferro B. E., A. L. Rodríguez, M. Perez, and B. L. Travi. 2006. Seroprevalence of *Leptospira* infection in habitants of peripheral neighborhoods in Cali, Colombia. *Biomedica* 26: 250-257.
- Foronda, P., A. Martín-Alonso, B. Castillo-Figueruelo, C. Feliu, H. Gil, and B. Valladares. 2011. Pathogenic *Leptospira* spp. in wild rodents, Canary Islands, Spain. *Emerg. Infect. Dis.* 17: 1781-1782.
- Franco, S., S. Mattar, Urrea M., y V. Tique. 2008. Seroprevalencia de *Leptospira* sp., *Rickettsia* sp. *Ehrlichia* sp. en trabajadores rurales del departamento de Sucre, Colombia. *Infectio* 12: 90-95.
- Francois, S., B. Brihuega, S. Grune, V. Gattarello, C. Correa, J. Petrakovsky, C. Gualtieri, y M. Arestegui. 2013. Aislamiento de *Leptospira borgpetersenii* de fuentes de agua en Argentina. *Rev. Cubana Med. Trop.* 65: 177-184.
- Farmer, P. 2001. Desigualdades sociales y enfermedades infecciosas emergentes / Social inequities and emerging infectious diseases. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 19: 111-126.
- Ganoza, C., M. Matthias, D. Collins-Richards, K. Brouwer, C. Cunningham, E. Segura, R. Gilman, E. Gotuzzo, and J. Vinetz. 2006. Determining risk for severe Leptospirosis by molecular analysis of environmental surface waters for pathogenic *Leptospira*. *PLoS Medicine*, 3: 1329-1340.
- Gibbs, E. P. 2014. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future. *Vet. Rec.* 174: 85-91.
- Giraldo, G., A. Orrego, y A. Betancurth. 2002. Los roedores como reservorios de Leptospiras en planteles porcinos de la zona central cafetera de Colombia. *Arch. Med. Vet.* 34: 69-78.
- Giraldo, G., A. Orrego, y M. Santacruz. 2002b. Leptospirosis. Las aguas de la explotación porcina como vehículo de la *Leptospira*, en la zona central cafetera de Colombia. *Arch. Med. Vet.* 34: 79-87.
- Grace, D., and B. Jones. 2011. Zoonoses: Wildlife domestic animal interactions. A report to DFID. Nairobi and London: International Livestock Research Institute and Royal Veterinary College. pp: 51-68.
- Grooms, D. L. 2006. Reproductive losses caused by bovine viral diarrhoea virus and leptospirosis. *Theriogenology* 66: 624-628.

- Guerra, M. 2013. Leptospirosis: Public health perspectives. *Biologicals* 41: 295-297.
- Gummow, B., J. Myburgh, P. Thompson, J. Van der Lugt, and B. Spencer. 1999. Three case studies involving *Leptospira interrogans* serovar Pomona infection in mixed farming units. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 70: 29-34.
- Hartskeerl, R. A., M. Collares-Pereira, and W. A. Ellis. 2011. Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. *Clin. Microbiol. Infect.* 17: 494-501.
- Hathaway, S. C., T. W. Little, and A. E. Stevens. 1981. Serological and bacteriological survey of leptospiral infection in pigs in southern England. *Res. Vet. Sci.* 31: 169-173.
- Hawkes, C., and M. Ruel. 2006. Agriculture and nutrition linkages: Old lessons and new paradigms. *In: Hawkes, C. and M. T. Ruel (eds). Understanding the Links Between Agriculture and Health. 2020 Focus 13.* Washington, DC: International Food Policy Research Institute. 78 p.
- Hernández-Rodríguez, P., C. Díaz, E. Dalmau, and G. Quinteiro. 2011. A comparison between Polymerase Chain Reaction (PCR) and traditional techniques for the diagnosis of leptospirosis in bovines. *J. Microbiol. Methods* 84: 1-7.
- Himsworth, C. G., J. Bidulka, K. L. Parsons, A. Y. Feng, P. Tang, C. M. Jardine, T. Kerr, S. Mak, J. Robinson, and D. M. Patrick. 2013. Ecology of *Leptospira interrogans* in Norway rats (*Rattus norvegicus*) in an inner-city neighborhood of Vancouver, Canada. *PLoS Negl Trop. Dis.* 7: 1-9.
- INS-Instituto Nacional de Salud. Bogotá. Colombia. 2013. Sivi-gila Semana Epidemiológica 15 de 2013. pp: 4-6.
- INS-Instituto Nacional de Salud. Bogotá. Colombia. 2014. Sivi-gila Semana Epidemiológica 2 de 2014. pp: 7-10.
- INS, Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública. Semana 1 del 2015. Boletín epidemiológico semanal: Semana epidemiológica número 1 de 2015. Edición Rodríguez A. Bogotá, Colombia. 27 p.
- INS, Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública. Semana 4 del 2015. Boletín epidemiológico semanal: Semana epidemiológica 4 de 2015. Edición Rodríguez Blandón A. pp: 33-34.
- Jones, B., D. Grace, R. Kock, S. Alonso, J. Rushton, M. Y. Said, D. McKeever, F. Mutua, J. Young, J. McDermott, and D. U. Pfeiffer. 2013. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 110: 8399-8404.
- King, L. 2011. 79 Sesión General, Comité Internacional OIE. París 2004 SAPUVENET: Red de Salud Pública Veterinaria. pp: 189-190.
- Kingscote, B. F., and D. Wilson. 1986. *Leptospira pomona* abortion storm in cattle herd in Saskatchewan. *Can. Vet. J.* 27: 440-442.
- Lee-Smith, D., and G. Prain. 2006. Urban agriculture and health. *In: Hawkes, C. and M. T. Ruel (eds). Understanding the Links Between Agriculture and Health. 2020 Focus 13.* Washington, DC: International Food Policy Research Institute. pp: 26-28.
- Levett, P., and D. Haake. 2010. *Leptospira* species (leptospirosis). *In: Madell, G. L., J. E. Bennett, and R. Dolin. Principles and Practice of Infectious Diseases.* Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier Editions. pp: 3059-3667.
- Lilenbaum, W., and G. N. Souza. 2003. Factors associated with bovine leptospirosis in Rio de Janeiro, Brazil. *Res. Vet. Sci.* 75: 249-251.
- Lilenbaum, W., and G. Martins. 2014. Leptospirosis in cattle: a challenging scenario for the understanding of the epidemiology. *Transbound Emerg. Dis.* 61 Suppl. 1: 63-8. doi: 10.1111/tbed.12233
- Liverani, M., J. Waage, T. Barnett, D. U. Pfeiffer, J. Rushton, J. W. Rudge, M. E. Loevinsohn, I. Scoones, R. D. Smith, B. S. Cooper, L. J. White, S. Goh, P. Horby, B. Wren, O. Gundogdu, A. Woods, and R. J. Coker. 2013. Understanding and managing zoonotic risk in the new livestock industries. *Environ. Health Perspect.* 121: 873-877.
- McMichael, A. J., D. Campbell-Lendrum, S. Kovats, S. Edwards, P. Wilkinson, T. Wilson, R. Nicholls, S. Hales, F. Tanser, D. Le Sueur, M. Schlesinger, N. Andronova, M. Ezzati, A. D. Lopez, A. Rodgers, and C. J. L. Murray. 2004. Global climate change. *In: Ezzati, M., A. D. Lopez, A. Rodgers, and C. J. L. Murray (eds). Comparative Quantification of Health Risks.* Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2: 1543-1649.
- Meites, E., M. T. Jay, S. Deresinski, W. J. Shieh, S. R. Zaki, and L. Tompkins. 2004. Reemerging leptospirosis, California. *Emerg. Dis.* 10: 406-412.
- Méndez, M., L. Ramírez, y A. Alzate. 2005. La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica. *Cuaderno de Desarrollo Rural*, 55: 51-70.
- Mikkelsen, C. A. 2013. Debatendo lo rural y la ruralidad: un aporte desde el sudeste de la provincia de Buenos Aires; el caso del partido de Tres Arroyos. *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.* 22: 235-256.
- Miranda, D., C. Carranza, C. Rojas, C. Jerez, G. Fischer, y J. Zurita. 2008. Acumulación de metales pesados en el suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del río Bogotá. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.* 2: 180-191.
- Moles, L. P., M. A. Cisneros, D. Gavaldón, N. Rojas, y J. I. Torres. 2002. Estudio serológico de leptospirosis bovina en México. *Rev. Cubana Trop.* 54: 24-27.
- Monahan, A., I. Miller, and J. Nally. 2009. Leptospirosis: risks during recreational activities. *J. Appl. Microbiol.* 107: 707-716.
- Monsalve, S., S. Mattar, y M. González. 2009. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev. MVZ Córdoba* 14: 1762-1773.
- MSNA (Ministerio de Salud de la Nación Argentina). 2012. Leptospirosis. Situación Mundial. Provincia de Santafé, Argentina. pp: 1-6.
- Myers, D. M., and F. Jelambi. 1975. Isolation and identification of *leptospira hardjo* from cattle in Argentina. *Trop. Geogr. Med.* 27: 63-70.
- Murray, G. L., A. Srikrum, R. Henry, R. A. Hartskeerl, R. W. Sermiswan, and B. Adler. 2010. Mutations affecting *Leptospira interrogans* lipopolysaccharide attenuate virulence. *Infect. Immun.* 78: 701-709.
- Natarajaseenivasan, K., V. Raja, and R. Narayanan. 2012. Rapid diagnosis of leptospirosis in patients with different clinical manifestations by 16S rRNA gene based nested PCR. *Saudi J. Biol. Sci.* 19: 151-155.

- Niwetpathomwat, A., S. Luengyosuechakul, and S. Geawduan-
glek. 2006. Investigation of leptospirosis in sows from Cen-
tral Thailand. *South. Asian J. Trop. Med. Public. Health.* 37:
716-719.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. 2010. Global school-
based student health survey Ginebra. [http://www.who.int/
chp/gshs/en](http://www.who.int/chp/gshs/en). (Consulta: agosto 2016).
- OMS - Organización Mundial de la Salud. 2008. Leptospirosis
humana. Guía para el diagnóstico, vigilancia y control Rio
de Janeiro: [http://www.med.monash.edu.au/microbiology/
staff/adler/guia-esp.pdf](http://www.med.monash.edu.au/microbiology/
staff/adler/guia-esp.pdf) (Consulta: julio 2016).
- OMS. - Organización Mundial de la Salud. 1998. Enfermedades
y daños a la Salud. *Salud en América* 1: 143-7.
- Orjuela, J., M. Navarrete, y L. Betancourt. 2002. Salud y pro-
ductividad en bovinos de la Costa Norte de Colombia. Ins-
tituto Colombiano Agropecuario ICA. [http://www.fao.org/
docrep/u5700t/u5700T07.htm](http://www.fao.org/
docrep/u5700t/u5700T07.htm) (Consulta: octubre 2015).
- Ortega-Pacheco, A., Colin-Flores, R.F., Gutiérrez-Blanco, E.,
and Jiménez-Coello, M. 2008. Frequency and type of renal
lesions in dogs naturally infected with *Leptospira* species.
Ann. N. Y. Acad. Sci. 1149: 270-274.
- PAHO-Pan American Health Organization-. National Forum
of Leptospirosis of Nicaragua and International Meeting of
Countries that are Facing Outbreaks of Leptospirosis in the
Americas. Report of the Meetings. Ministry of Health of Ni-
caragua. Ministry of Agriculture of Nicaragua. University of
León, Nicaragua. 2012; Managua, Nicaragua. pp: 1-38.
- Perea, A., R. García, A. Maldonado, M. C. Tarradas, I. Luque,
R. Astorga, and A. Arenas. 1994. Prevalence of antibodies
to different *Leptospira interrogans* serovars in pigs on large
farms. *J. Vet. Med.* 41: 512-516.
- Petrakovsky, J., J. Tinao, y J. Esteves. 2012. Leptospirosis porci-
na: prevalencia serológica en establecimientos productores de
la República Argentina. *Rev. MVZ Córdoba* 18: 3282-3287.
- Picardeau, M. 2013. Diagnosis and epidemiology of leptospiro-
sis. *Med. Mal. Infect.* 43: 1-9.
- Pulido-Villamarín, A., G. Carreño-Beltrán, M. Mercado-Reyes,
y P. Ramírez-Bulla. 2014. Situación epidemiológica de la
leptospirosis humana en Centroamérica, Suramérica y el Ca-
ribe. *Univ. Sci.* 19: 247-264.
- Rajapakse, S., R. Chaturaka, S. M. Handunnetti, and S. Sumad-
hya. 2015. Current immunological and molecular tools for
leptospirosis: diagnostics, vaccine design, and biomarkers for
predicting severity. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.* 14:
1-8.
- Ramadass, P., and R. B. Marshall. 1990. Species differentiation
of *Leptospira interrogans* serovars hardjo strain Hardjo bovis
from strain Hardjoprajitno by DNA slot blot hybridisation.
Res. Vet. Sci. 49: 194-197.
- Ramírez-Hernández, L., C. M. Sánchez, y C. Gómez-Caldas.
2008. Agricultura urbana en Bogotá: situación, perspectivas
y retos. Coordinación Programa Ciudades Cultivando para
el Futuro. Universidad del Rosario-Jardín Botánico Bogotá.
Alcaldía Mayor de Bogotá. pp: 8-14.
- Ramos, A., G. Souza, and W. Lilenbaum. 2006. Influence of
leptospirosis on reproductive performance of sows in Brazil.
Theriogenology 66: 1021-1025.
- Ribotta, M., and R. Higgins. 1999. Swine leptospirosis: Low risk
of exposure for humans? *Can. Vet. J.* 40: 809-810.
- Rocha, T. 1998. A review of leptospirosis in farm animals in Por-
tugal. *Revue scientifique et technique. Bull. Off. Int. Epi-
zoot.* 17: 699-712.
- Rodríguez, A., H. Gómez, y R. Cruz de Paz. 2000. Leptospirosis
humana: ¿Un problema de Salud? *Rev. Cub. Salud Pública*
26: 27-34.
- Sacsquispe, R., M. Glenly, y M. Céspedes. 2003. Estudio pre-
liminar de leptospirosis en roedores y canes en Salitral, Piu-
ra-1999. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública* 20: 39-40.
- Sanderson, M. W., and D. P. Gnad. 2002. Biosecurity for repro-
ductive diseases. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*
18: 79-98.
- Sandow, K., y W. Ramírez. 2005. Leptospirosis. *REDVET* 6:
1-61.
- Schelotto, F., E. Hernández, S. González, A. Del Monte, S. Ifran,
K. Flores, L. Pardo, D. Parada, M. Filippini, V. Balseiro, J.
P. Geymonat, and G. Varela. 2012. A ten-year follow-up of
human leptospirosis in Uruguay: An unresolved health pro-
blem. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo* 54: 69-75.
- Schreier, S., G. Dounghawee, and D. Triampo. 2012. Develop-
ment of a magnetic bead fluorescence microscopy immu-
noassay to detect and quantify *Leptospira* in environmental
water samples. *Acta Trop.* 122: 119-25.
- Schneider, M., M. Jancloes, D. Buss, S. Aldighieri, E. Berthe-
rat, P. Najera, D. Galan, K. Durski, and M. Espinal. 2013.
Leptospirosis: A silent epidemic disease. *Int. J. Environ. Res.
Public Health* 10: 7229-7234.
- Soman, M., V. Jayaprakasan, and M. Mini. 2014. Epidemiologi-
cal study on human and canine leptospirosis in Central and
North Kerala. *Vet. World, EISSN: 2231-0916.*
- Taylor, L. H. S. M. Latham, and M. E. Woolhouse. 2001. Risk
factors for human disease emergence. *Philos. Trans. Royal
Soc. Lond. B Biol. Sci.* 356: 983-9.
- Taylor, P. 2006. Managing urban rats and rodent-borne diseases
in a squatter camp - the Cato Crest Model? *Palmnut Pos* 9:
18-20.
- Teubal, M. 2001. Globalización y nueva ruralidad en América
Latina. *In: Giarracca, N. (coord). ¿Una nueva ruralidad en
América Latina? Buenos Aires, Argentina: Agencia Sueca
de Desarrollo Internacional, Consejo Latinoamericano de
Ciencias Sociales (Clacso).* pp: 45-65.
- Thaipadungpanit, J., V. Wuthiekanun, N. Chantratita, S.
Yimsamran, P. Amornchai, S. Boonsilp, W. Maneeboon-
yang, P. Tharnpoophasiam, N. Saiprom, Y. Mahakunijcha-
roen, N. Day, P. Singhasivanon, S. Peacock, and D. Limma-
thurotsakul. 2013. Short report: *Leptospira* species in flood-
water during the 2011 floods in the Bangkok Metropolitan
Region, Thailand. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 89: 794-796.
- Trejejo, R. T., Y. Rigan-Perez D., and A. Ashford. 1998. Epide-
mic Leptospirosis associated with pulmonary hemorrhage,
Nicaragua 1995. *Infect. Dis.* 178: 1457-1463.
- UNESCO-United Nations Educational, Scientific and Cultural
Organization. 2003. Water for People, Water for Life. Exe-
cutive Summary of the UN World Water Development Re-
port. Mundi-Prensa Libros. Paris, France. pp: 134-137.
- Vado-Solís, I., M. F. Cárdenas-Marrufo, B. Jiménez-Delgadillo,
A. Alzina-López, H. Laviada-Molina, V. Suarez-Solís, and J.
E. Zavala-Velázquez. 2002. Clinical-epidemiological study
of Leptospirosis in humans and reservoirs in Yucatan, Mexi-
co. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo* 44: 335-340.

- Van, N. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. 1. 2014. Segunda Edición. UK: Elsevier. 464 p.
- Vanasco, N., G. Sequeiro, M. Fontana, S. Fusco, M. Sequeiro, y D. Enría. 2000. Descripción de un brote de leptospirosis en la ciudad de Santa Fe, Argentina, marzo-abril 1998. Rev. Panam. Salud Publica 7: 27-32.
- Victoriano, A., L. Smythe, N. Gloriani-Barzaga, L. Cavinta, T. Kasai, K. Limpakarnjanarat, B. Ong, G. Gongal, J. Hall, C. Coulombe, Y. Yanagihara, S. Yoshida, and B. Adler. 2009. Leptospirosis in the Asia Pacific Region. BMC Infect. Dis. 9:147.
- Vital-Brazil, J. M., I. T. Balassiano, F. S. De Oliveira, A. D. De Souza, L. Hillen, and M. M. Pereira. 2010. Multiplex PCR-based detection of *leptospira* in environmental water samples obtained from a slum settlement. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 105: 353-355.
- Wang, Z., L., Jin, and A. Wegrzyn. 2007. Leptospirosis vaccine. Microb. Cell Fact. 6: 39. <http://www.microbialcellfactories.com/content/6/1/39>.
- Wangroongsarb, P., W. Petkanchanapong, S. Yasaeng, A. Imvithaya, and P. Naigowit. 2002. Survey of Leptospirosis among rodents in epidemic areas of Thailand. J. Trop. Med. Parasitol. 25: 55-58.
- Webster, J. P., W. A. Ellis, and D. W. Macdonald. 1995. Prevalence of *Leptospira* spp. in wild brown rats (*Rattus norvegicus*) on UK farms. Epidemiol. Infect. 114: 195-201.
- Weiss, R., and A. McMichael. 2004. Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases. Nat. Med. 10: S70-6.
- WHO-World Health Organization. 2010. Report of the First Meeting of the Leptospirosis Burden Epidemiology Reference Group, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, Switzerland. pp: 1-34.
- WHO-World Health Organization. Weekly Epidemiological Record. 74. 1999. Geneva, Switzerland: 237-244.
- Witmer, G. W., H. Martins, and L. Flor. 2004. Leptospirosis in the Azores: The rodent connection. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications, Paper 401: 217-220.
- Zhang, C., H. Wang, and J. Yan. 2012. Leptospirosis prevalence in Chinese populations in the last two decades. Microbes Infect. 14: 317-23.
- Zaki, S. R., W. V. Shieh, and Epidemic Working Group. 1996. Leptospirosis associated with outbreak of acute febrile illness and pulmonary hemorrhage, Nicaragua. 1995. Lancet 347: 553.