

2006

Dinámica serológica a infección a *Leptospira* spp en hatos de la sabana de Bogotá y su correlación con variables medio ambientales, productivas y reproductivas

César Augusto Caicedo Guio
Universidad de La Salle, Bogotá

David Suárez Alarcón
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria



Part of the [Veterinary Medicine Commons](#)

Citación recomendada

Caicedo Guio, C. A., & Suárez Alarcón, D. (2006). Dinámica serológica a infección a *Leptospira* spp en hatos de la sabana de Bogotá y su correlación con variables medio ambientales, productivas y reproductivas. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/331

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Medicina Veterinaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**DINÁMICA SEROLÓGICA A INFECCIÓN A *Leptospira spp* EN HATOS DE LA
SABANA DE BOGOTÁ Y SU CORRELACIÓN CON VARIABLES
MEDIOAMBIENTALES, PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS**

**CÉSAR AUGUSTO CAICEDO GUIO
DAVID SUÁREZ ALARCÓN**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
BOGOTÁ
2006**

**DINÁMICA SEROLÓGICA A INFECCIÓN A *Leptospira spp.* EN HATOS DE LA
SABANA DE BOGOTÁ Y SU CORRELACIÓN CON VARIABLES
MEDIOAMBIENTALES, PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS**

**CÉSAR AUGUSTO CAICEDO GUIO
DAVID SUÁREZ ALARCÓN**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al
título de Médico Veterinario**

**Director
CÉSAR AUGUSTO DÍAZ ROJAS
D.M.V. M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
BOGOTÁ
2006**

AGRADECIMIENTOS

Nunca se hubiera podido consumir esta tesis que representa nuestro trabajo y esfuerzo, sin el apoyo emocional y ayuda incondicional de nuestros padres que son lo más importante en nuestras vidas, a ellos, y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera colaboraron o aportaron en el desarrollo de este proyecto.

A nuestro amigo y director de tesis César Augusto Díaz “Cesitar”, quién nos brindo un gran apoyo y orientación para permitirnos llevar a cabo nuestros objetivos. No solo durante el desarrollo de este proyecto sino también durante nuestra vida académica, ya que nos apporto conocimientos de manera desinteresada.

También queremos dar nuestros agradecimientos a los jurados de tesis por su colaboración y aportes en el desarrollo de este.

A todo el personal que labora en el laboratorio de la Clínica de pequeños animales por su interés y gran colaboración.

Dedicatoria

A nuestras familias y seres queridos
por ser parte fundamental en nuestras vidas.

Ángel y Ángela José Manuel y Elsa María

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES	4
2.2. AGENTE ETIOLÓGICO	14
2.3. EPIDEMIOLOGÍA	17
2.4. DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD	18
2.5. IMPORTANCIA EN PRODUCCIÓN	20
2.6. DIAGNOSTICO CLÍNICO	22
2.6.1. Pruebas serológicas	22
2.7. VARIABLES AMBIENTALES Y SU CORRELACIÓN SEROLÓGICA CON <i>Leptospira spp</i>	25
2.8. TRATAMIENTO	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. ESTANDARIZACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LAS TÉCNICAS	27
3.2. SELECCIÓN DE LAS FINCAS Y ANIMALES POSITIVOS Y NEGATIVOS A <i>Leptospira spp</i>	27
3.3. TRABAJO DE CAMPO	28
3.3.1. Marco geográfico	28
3.3.2. Marco demográfico	29
3.3.2.1. Variables medioambientales	30
3.3.2.2. Parámetros reproductivos	31
3.3.2.3. Variables productivas	31
3.4. FASE DE LABORATORIO	32
3.4.1. Toma de muestras	32
3.4.2. Prueba MAT para la detección de anticuerpos a <i>Leptospira spp</i>	32
3.4.2.1. Elaboración de antígenos para la prueba de MAT	32
3.4.2.2. Técnica de microaglutinación-lisis (MAT)	33

3.4.2.3. Titulación de sueros	34
3.4.3. Almacenamiento y procesamiento de las pruebas	36
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	37
3.5.1. Modelo estadístico	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MAT	40
4.2. VARIABLES REPRODUCTIVAS	46
4.3. VARIABLES PRODUCTIVAS	55
4.4. VARIABLES AMBIENTALES	58
4.5 INTERACCIONES ENTRE VARIABLES	65
5. CONCLUSIONES	76
6. RECOMENDACIONES	80
7. BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Prevalencias serológicas de la leptospirosis animal reportadas en Colombia (1957-1996)	9
Tabla 2. Prevalencias serológicas de la leptospirosis en Latinoamérica	12
Tabla 3. Taxonomía del grupo de las espiroquetas	15
Tabla 4. Especies del género leptospiras	15
Tabla 5. Estadígrafos de la serología para cada serovar por grupo etéreo	41
Tabla 6. Estadígrafos de la serología para cada serovar por finca	43
Tabla 7. Estadígrafos de la serología para cada serovar por muestreo	45
Tabla 8. Estadígrafos de las variables reproductivas, días abiertos e Intervalo entre partos en función del grupo etéreo 1, vacas	47
Tabla 9. Estadígrafos de las variables reproductivas, días abiertos e Intervalo entre partos y servicios por concepción para cada una de las fincas en estudio	48
Tabla 10. Estadígrafos de las variables reproductivas, días abiertos e Intervalo entre partos y servicios por concepción para los Animales seronegativos a los serovares más representativos	50

Tabla 11. Estadígrafos de las variables reproductivas, días abiertos e Intervalo entre partos y servicios por concepción para los Animales seropositivos a los serovares más representativos	51
Tabla 12. Estadígrafos de la producción de leche por finca (litros)	55
Tabla 13. Estadígrafos de la producción de leche por seropositividad y Seronegatividad (litros)	56
Tabla 14. Estadígrafos de las variables ambientales, precipitación y Temperatura por finca	59
Tabla 15. Estadígrafos de la precipitación por seropositividad y Seronegatividad para cada serovar	61
Tabla 16. Estadígrafos de la temperatura por seropositividad y Seronegatividad para cada serovar	63
Tabla 17. Estadígrafos de las variables reproductivas, días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción, productivas, litros leche/ día y ambientales, precipitación por muestreo	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Áreas de presentación de la leptospirosis bovina en Colombia	5
Figura 2. Resultados de seropositividad a leptospirosis bovina obtenidos por CEISA 2004	6
Figura 3. Distribución de pozuelos en caja de microtécnica para MAT	36
Figura 4. Promedio de las serologías para los diferentes grupos etéreos	42
Figura 5. Promedio de las serologías para las fincas en estudio	44
Figura 6. Promedio de la serología durante el período de estudio	46
Figura 7. Promedio de días abiertos e intervalo entre partos en función del grupo etéreo	47
Figura 8. Promedio de los días abiertos e intervalo entre partos por finca	49
Figura 9. Promedio de los servicios por concepción por finca	49
Figura 10. Promedio de la seropositividad y seronegatividad para los días abiertos	51
Figura 11. Promedio de la seropositividad y seronegatividad para el intervalo entre parto	52
Figura 12. Promedio de la seropositividad y seronegatividad para los servicios por concepción	52
Figura 13. Promedio de la producción láctea (litros/día), para las fincas en estudio	55
Figura 14. Promedio de la seropositividad y seronegatividad para el promedio de producción láctea (litros/día)	57

Figura 15. Promedio de la temperatura para los municipios de las fincas en estudio	59
Figura 16. Promedio de la precipitación (milímetros), para los municipios de las fincas en estudio	60
Figura 17. Promedio de la precipitación (milímetros), en función de la seropositividad y seronegatividad	62
Figura 18. Promedio de la temperatura en función de la seropositividad y seronegatividad	63
Figura 19. Dinámica serológica para los serovares más representativos en función de los días abiertos e intervalo entre partos	67
Figura 20. Dinámica serológica para los serovares más representativos en función de los servicios por concepción	68
Figura 21. Dinámica serológica para los serovares más representativos en función de la producción láctea (litros/día)	70
Figura 22. Dinámica reproductiva (intervalo entre partos y días abiertos) en función de la precipitación	71
Figura 23. Dinámica reproductiva (servicios por concepción) en función de la precipitación	72
Figura 24. Dinámica productiva(litros leche/ día) en función de la precipitación	73
Figura 25. Dinámica serológica para los serovares más representativos en función de la precipitación	74

1. INTRODUCCIÓN

La *Leptospira spp.* es una entidad patológica de amplia distribución mundial que genera grandes pérdidas económicas por sus efectos sobre la salud animal, bajas en producción y abortos¹.

La leptospirosis es una enfermedad infecciosa que se caracteriza por generar una sintomatología inespecífica del sistema reproductivo lo cual hace difícil su diagnóstico debido a que su sintomatología puede ser compatible con varias enfermedades reproductivas como diarrea viral bovina, rinotraqueitis infecciosa bovina, brucellosis, trichomoniasis, campilobacteriosis. En los bovinos la leptospirosis se caracteriza por ser una enfermedad de tipo reproductivo subclínico con las siguientes manifestaciones: calores irregulares, repetición de calores, infertilidad, mortalidad embrionaria temprana, abortos, mastitis y agalactia. De esta manera esta enfermedad afecta los hatos lecheros produciendo pérdidas por múltiples factores entre los cuales se destaca: la disminución en la producción, baja eficiencia reproductiva, gastos por diagnóstico y tratamiento.

Las infecciones por *Leptospira interrogans* han sido reportadas como una causa de pérdidas económicas en granjas lecheras resultando en agalactia, pérdida fetal, nacimientos prematuros e infertilidad². Los efectos de esta enfermedad se relacionan con los daños producidos en forma directa e indirecta sobre el tracto reproductivo y mamario de las principales especies productivas.

El curso subclínico de la leptospirosis ha hecho que no se le diagnostique correctamente y no se le otorgue la importancia que tiene en cuanto a pérdidas económicas en los hatos.

¹ Orrego V. A. y Col. 2000. Leptospirosis: Prevalencia serológica de porcícolas vacunadas y no vacunadas. Pág. 2.

² Guitián F. et. Al. 2001. Serological study of the frequency of leptospiral infections among dairy cows in farms with suboptimal reproductive efficiency in Galicia, Spain. Pág. 276.

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica, es decir común a los animales y al hombre. Por lo tanto las personas que trabajan en explotaciones bovinas y porcinas, presentan alto riesgo de infección³.

Los bovinos pueden ser reservorios de muchos serovares, en especial *L. pomona*, *L. hardjo* y *L. grippotyphosa*. La leptospirosis en humanos puede ser un problema importante en el trópico y subtrópico húmedo.⁴

Hasta el momento no se han realizado estudios en Colombia en los cuales se relacionen los niveles de anticuerpos con las condiciones climatológicas existentes en la sabana de Bogotá, pero si en otras regiones del país como es el caso del piedemonte llanero donde encontraron una correlación de 0.63 con respecto a la precipitación en la región de puerto López pero 0.43 en la región de Granada, Meta, indicando una gran variación regional de la enfermedad.⁵

Debido a la importancia económica que tiene la leptospira en explotaciones ganaderas, especialmente de tipo lechero, es importante el estudio del comportamiento de la enfermedad en las condiciones de la sabana de Bogotá, lo que permitirá tener soportes teóricos para el control, y el manejo de esta enfermedad.

Por medio del presente trabajo se trató de dar a conocer la importancia de la leptospirosis en las producciones lecheras de la sabana de Bogotá, mostrando la importancia que tienen las variables climáticas con los niveles de anticuerpos, que reflejan el estado actual de la enfermedad en cada finca, y así poder determinar en que épocas del año la enfermedad tiene condiciones más favorables para su

³ Orrego A. 2002. Epidemiología y Diagnóstico de la Leptospirosis Bovina.

⁴ Hans Andresen S. 2001. Lechería en la región andina: algunos aspectos de producción, salud animal y salud pública.

⁵ Rincón G. y Céspedes D. 1996. Dinámica serológica de la Infección por Leptospira, correlacionada con variables climáticas, en predios de altillanura y piedemonte llanero. Pág. 105.

desarrollo y de esta manera poder implementar medidas de manejo para el control de la misma.

En este estudio se llevó a cabo un seguimiento serológico a la infección a *Leptospira spp.*, midiendo niveles de anticuerpos a esta enfermedad por medio de la prueba de micro aglutinación lisis (MAT). La prueba de MAT usa antígenos vivos y es considerada como el método estándar internacional para la detección de anticuerpos a *Leptospira spp.*⁶ Estas mediciones de anticuerpos se correlacionaron con la variable productiva producción de leche, y reproductivas, intervalo entre partos y servicios por concepción y las medioambientales, temperatura promedio, humedad relativa y precipitación, usando un grupo experimental de 78 bovinos provenientes de 4 fincas en la sabana de Bogotá. A estos animales se les realizó muestreos mensuales durante un periodo de 6 meses tomando muestras de suero y sangre completa con el fin de determinar el estado de la enfermedad en cada finca.

⁶ Vanasco N. et al. 2001. Development and validation of an ELISA for the detection of leptospire-specific antibodies in rodents. Pág. 322.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La leptospirosis fue primero informada por Weil en 1886. Según Griffiths y col, (1982) en diferentes especies animales de Colombia se diagnostica desde 1976, y de acuerdo a los reportes, la enfermedad es de distribución mundial. Encuestas realizadas en 1982 por Griffiths y col (1982) en las principales áreas lecheras del país, encontraron los siguientes porcentajes de positividad para *Leptospira hardjo*: región Andina 14,4%; región Caribe 38,2%; y Piedemonte Llanero 24,8%. El porcentaje de infección para el país se estimó en 21,7%. De otra parte, estudios realizados en Corpoica, CEISA en 1993, cuando se examinaron serológicamente 2.140 sueros, se encontraron 681 positivas al serovar *L. hardjo* (32%); 390 (18,2%) al serovar *L. icterohaemorrhagiae*; 207 al serovar *L. pomona* (9,6%); y 182 (8,5%) al serovar *L. canicola* (Gallego y col, 1994). Por su parte, Orrego y col (1990) en el Magdalena Medio Caldense, encontraron por la prueba de MAT 1:100, prevalencias de 7,1% para *L. icterohaemorrhagiae*; 18,95% para *L. hebdomadis*; y 5,4% para *L. pyrogenes*; y Orrego y col (1979) en ganado lechero del nordeste del Quindío, 20% para *L. wolffi*; 3,2% *L. canicola*; 8,0% *L. hardjo*; 1,6% *L. pomona* y seropositivos para las leptospirosis: *L. icterohaemorrhagiae*, *L. ballum*, *L. javanica*, *L. autumnalis*, *L. bataviae* y *L. patoc*.

En 1985, Rivera y Col,⁷ determinaron prevalencias de 89.10% en la Costa atlántica, 80.90% en la Región del Valle del Cauca y 63.50% en Llanos orientales.

En 1995 Díaz R, C. encontró una prevalencia a *Leptospira spp.* en animales de matadero del 23%⁸. Góngora y col, en 1996 encontró una prevalencia de

⁷ Rivera B., Aycardi E. y Torres B. 1981. Estudios de serología de leptospirosis bovina en los Llanos orientales. Pág. 15.

⁸ Díaz R. C. 1995. Desarrollo y evaluación de procedimientos serológicos e inmunohistoquímicos en el diagnóstico de la leptospirosis bovina. Pág 96.

Leptospira spp. en hatos de la sabana de 28%⁹ y en el año 2000 Gallego y col, reportan prevalencias nacionales del orden del 35% para la *Leptospira hardjovovis* indicándonos claramente que la enfermedad esta presente y muy probablemente contribuye en grado sumo a las pérdidas económicas y a la relativa ineficiencia de nuestra ganadería lechera. Urrego (2000), publicó un mapa de las áreas de presentación de la leptospirosis bovina en Colombia, ver **figura 1**.

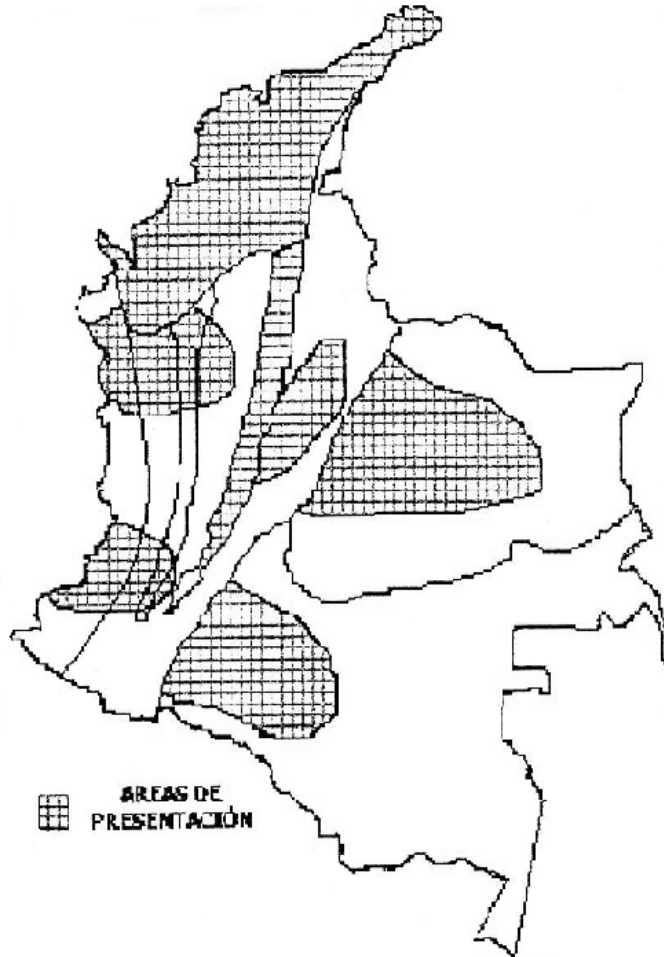


Figura 1. Áreas de presentación de la leptospirosis bovina en Colombia.

Fuente: Urrego W. 2000.

⁹ Góngora O. y Col. 1995. Diagnóstico de las principales enfermedades reproductivas en toros de la sabana de Bogotá. Pág. 38

En estudios recientes del CEISA, en el periodo comprendido entre enero y marzo del año 2004, se han recibido 897 sueros de bovinos de diferentes zonas del país para procesar detectando anticuerpos de *Leptospira spp.*, se ha empleado la técnica de MAT y el punto de corte empleado ha sido de 1: 100, obteniendo 542 sueros positivos lo que equivale al 60.42% de la población examinada como se observa en la **figura 2**¹⁰.

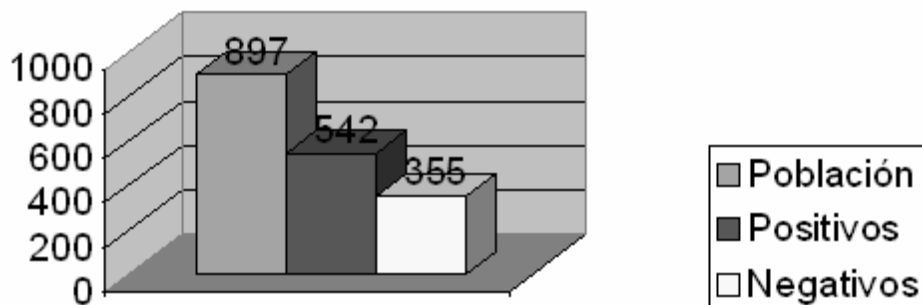


Figura 2. Resultados de seropositividad a leptospirosis bovina obtenidos por CEISA, 2004.

Fuente: Galán M. 2004.

En 1996, Rincón G. y Céspedes D.¹¹ realizaron el seguimiento de la dinámica serológica de hatos infectados con *Leptospira hardjobovis* en dos fincas doble propósito del piedemonte llanero, Regiones de Granada y Puerto López, Meta, encontrando una correlación de 0.63 con respecto a la precipitación en la región de puerto López pero 0.43 en la región de Granada, Meta, indicando una gran variación regional de la enfermedad.

González y col (1999) realizaron un estudio serológico en hatos bovinos de Nariño y del Alto Putumayo, encontrado que la prevalencia, para los hatos muestreados

¹⁰ Galán M. 2004. Influencia de la leptospirosis a nivel reproductivo en el ganado de leche. Pág. 55.

¹¹ Rincón G. y Céspedes D. 1996. Op. Cit. Pág 105.

en Nariño, fue de 16,7% y para los ubicados en el Alto Putumayo es del 45,7%. Este trabajo se realizó utilizando la prueba de MAT 1:100.

En 2000, Gallego y col¹² determinaron una prevalencia a Leptospira spp. del 37,6%, en muestras serológicas llegadas al centro de diagnóstico CEISA, en Bogotá.

En trabajos más recientes, Bohórquez y col (2002a) en bovinos de trópico alto de la zona cafetera, encontró una prevalencia del 4,7% por la prueba de MAT 1:50 y del 22,9% por la prueba de inhibición del crecimiento de la leptospira (IC) 1:25, en un primer muestreo de 701 bovinos. Se realizó un segundo muestreo sobre 805 muestras, obteniéndose prevalencias del 4,7% por la MAT 1:50 y del 35,4% por IC, la diferencia entre prevalencias obtenida por las dos técnicas, es muy marcada. Adicionalmente, se halló como serovar predominante, la L. hardjoprajtino, seguido en importancia por las leptospiras L. icterohaemorrhagiae, L. pomona y L. canicola, respectivamente. Por la técnica de IC, también se halló la L. hardjoprajtino como la de prevalencia más alta, seguida por los serovares L. icterohaemorrhagiae, L. grippotyphosa y L. bratislava.¹³

Bohórquez y col. (2002) Concluyeron que en las ganaderías del trópico alto, la leptospirosis es hiperendémica y debe estar causando un severo impacto económico a la producción.¹⁴

En otro trabajo de Bohórquez y col (2002b), se realizó el diagnóstico de leptospirosis por visualización directa (VD) de la orina en campo oscuro, y por cultivo de la orina. Por la VD se encontró una prevalencia general del 20,68% y se encontró que 3 de las fincas fueron negativas, en tanto que por cultivo de la orina,

¹² Gallego y Col. 2000. Prevalencia a Leptospira spp en Colombia. Pág. 25

¹³ Orrego A. 2002. Op. Cit. Pág. 5.

¹⁴ Bohórquez A. Y Col. 2002. leptospirosis en bovinos del trópico alto de la zona central cafetera. Prevalencia por examen directo y cultivo de orina. Pág. 10.

se obtuvo una prevalencia general del 67,9% y adicionalmente, todas las fincas fueron positivas. Las orinas fueron tomadas por muestreo aleatorio, a los bovinos a los cuales se les había realizado la serología.

Gallego (1994) afirma que el serotipo L. hardjo, es el único adaptado a la especie bovina, y el de mayor prevalencia en la sabana de Bogotá. Existen trabajos de diferentes países del mundo donde también se menciona que L. hardjo es la serovariedad más frecuente o bien que se encuentra entre las más importantes¹⁵.

En la actualidad no existen estudios de la dinámica de anticuerpos a Leptospira spp. en la zona de la Sabana de Bogotá, con una población de bovinos cercana a los 2'000.000 de cabezas¹⁶ y con condiciones de humedad y temperatura adecuadas para la presencia de la enfermedad, en estudios anteriores, Díaz R. C. encontró reactividad serológica a Leptospira spp. en hatos de la sabana de Bogotá y en el centro de diagnóstico del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Bogotá, se recibe un promedio de 100 sueros semanales para el diagnóstico de la enfermedad.

Urrego B. (2000), reporta que la variante L. hardjo es la de mayor impacto sobre la producción animal del país y publicó en su trabajo una revisión sobre las prevalencias serológicas de leptospirosis reportadas en Colombia, ver **tabla 1** y en Latinoamérica, ver **tabla 2**.

¹⁵ Moles L. et al. 2001. Estudio serológico de leptospirosis bovina en México.

¹⁶ Anuario estadístico FEDEGAN.

Tabla 1. Prevalencias serológicas de la Leptospirosis animal reportadas en Colombia (1957- 1996).

Año	investigador	Área	Población	Serovar	Prevalencia
1957	Muñoz		Porcinos	Pomona Canicola	8.9%
1962	Hincapié	Bogotá	Bovinos	Total canicola	36% 17.5
1963	García, C.	Caldas	Bovinos	Autumnalis Grippotyphosa Pomona Canicola Sejroe Pyrogenes Icterohae Australis	5.7% 45% 3.6% 3.2% 2.8% 2.4% 1.6% 1.0%
1964	Manrique		Porcinos	Pomona y canicola	80%
1966	Manrique y sierra	Sabana de bogota y valle del magdalena	Bovinos	Bataviae Pomona Hyos Canicola Grippotyphosa Autumnales, Hebdomadis, sejroe, Gripathy..., ballun canicola	11.8% 7.3% 7.3% 3.6% 1.8%(c/u)
1966	García	Caldas	Bovinos	Grippotyphosa canicola	14.7%
1970	Bravo	Antioquia	Porcinos	Pomona Pyrogenes, ballun, Grippotyphosa	27.9% (total)
1971	Torres	Sabana de Bogotá	Bovinos	Tarassovi, wolffi, Australis, ballun	71% (total)

Fuente: Urrego W. 2000.

Tabla 1. Prevalencias serológicas de la Leptospirosis animal reportadas en Colombia (1957- 1996) (continuación).

Año	Investigador	Área	Población	Serovar	Prevalencia
				Bataviae grippoty Icterohaе Pyrogenes canicola	
1972	CIAT	Colombia	Bovinos	Varios	60-80%
1975	Villamil y Álvarez		Bovinos	Varios	41-42% (total)
1975	CIAT	Llanos Oriе Costa Atlant Valle del Ca	Bovinos	Varios (serjroe)	63.5% 89.1% 80.9%
1976	ICA		Bovinos	Hardjo Sejroe Wolffi Hebdomadis Pomona	20% 18% 16% 15% 7%
1977	Almanza y Rincón	Llanos Orientales	Bovinos	Total Hardjo	52.68% 31.63%
1980	Aycardi y Col.	Llanos Orientales	Bovinos	Hardjo Serjroe	49%
1980	Castro	Choco	Bovinos	Varios	27.4%
1981	Rivera y Col.	Piedemonte Altillanura Serrania	Bovinos	(hardjo serjroe wolffi hebdomadis)	60.1% 45.9% 43.4%
1982	Griffiths y Col.	Reg. andina Reg. Caribe Llanos Oriе	Bovinos	Total (hardjo, Pomona Grippoty, canicola)	21.7% 14.4% 38.2% 24.8%
1983	Aragon y col.	Llanos Orientales	Bovinos	Hardjo	61%

Fuente: Urrego W. 2000.

Tabla 1. Prevalencias serológicas de la Leptospirosis animal reportadas en Colombia (1957- 1996) (continuación).

Año	Investigador	Área	Población	Serovar	Prevalencia
1986	Villalobos y Col.	Cundinamarca	Bovinos	Hardjo, canicola, Icterohaem. pomona	52% (total)
1986	Morrison y Col.	Córdoba	Bovinos	Varios	54.4%
1990	Orrego y Col.	Magdalena medio	Bovinos		Total 10.5%
				Hebdomadis	18.95%
				Pomona	11.7%
				Canicola	9.4%
				Icterohaemo	7.1%
				Pyrogenes	5.4%
1991	Otte y col	Córdoba	Bovinos	Hardjo	9.7%
				Grippotyphosa	67.3%
				Icterohaemo	67.3%
1993	Góngora	Sabana de Bogotá	Bovinos		Total 92%
				Pomona	62%
				Canicola	62%
				Hardjoprattino	38%
				Grippotyphosa	23%
				Icterohaemo	48%
1993	CEISA	Varias	Bovinos	Hardjo	32%
				Icterohaemo	18.2%
				Pomona	9.6%
				Canicola	8.5%
1994	Parra	Sabana de Bogotá	Bovinos	Hardjo	49%
				Icterohaemo	10%
1995	Ayala	Costa atlántica	Bovinos	Hardjo	74.4%
				Pomona	65.8%
1996	Schachtebeck y Zapata	Sabana de Bogotá	Bovinos		Total 5.08%
				Icterohaemo	2.03%
				Hardjo	1.52%
				Canicola	0.25%

Fuente: Urrego W. 2000.

Tabla 2. Prevalencias serológicas de la leptospirosis en latino América.

Pais	Año	Investigador	Población	Serovar	Prevalencia
Argentina	1944	Savino y Renelle	Porcina	Pomona	
	1967	Lezzca	Aves	Hebdomadis	34.61%
				Icteroaemorra.	15.38%
				Pyrogenes pomona	13.48%
	1974	Jelami	Bovino	Total	50.1%
1977	Myers	Armadillos	Hardjo	45.6%	
			Serjoe Hebdomadis Total	47%	
Perú	1963	Liceras	Humano	Crippotyphosa	
	1971	Quiroz	Bovina	Tarassovi	
			porcina	Raraviae serjoe	
	1972	Liceras	Bovina y porcina	Autumnales	
				Hardjo haitian	
				Bratislava	
	1974	Liceras y Mejia	Humana	Raraviae	20%
1975	Liceras, hidalgo y flores	Bovina	Pyrogenes		
			Hebdomadis		
1975		Porcina	Pomona		
			Total	25%	
			Bratislava		
1975		Caprina	Canicola,		
			Pomona		
			Total	39.53%	
			Canicola s hermani		

Fuente: Urrego W. 2000.

Tabla 2. Prevalencias serológicas de Leptospirosis en Latinoamérica
(continuación).

País	Año	Investigador	Población	Serovar	prevalencia
			Humana	Bataviae, canicola	19.29%
	1975	Liceras	Animales domesticos y silvestres	Hebdomadis Pyrogenes Bataviae, Pomona Javanica, icterohaem	
Venezuela	1983	Jelambi y Col.	Bovina Búfalos	Varios	39% 51%
	1988	Marquez	Bovina	Varios	20%
	1990	Marquez	Bovina	Varios	75%
	1990	Jelambi	Bovina	Hardjo Grippityphosa Castelloni Canicola Pomona Icterohaemo.	91% 11% 8% 8% 6% 3%
	1989- 1992	De Aguirre	Bovina	Varios	66% (promedio)
	1996	Guerrero y Col.	Bovina	Varios	73%
Brasil	1957- 1994	Moreira	bovina	Pomona Icterohaemo. Guaicurus goiano Hardjo georgia	
	1994	Brod y Col.	Bovina	Hardjo	50-70%
	1996	Vasconcello	Bovina	Hardjo Wolffi Pomona	75% 8.9% 3.57%
Cuba	1989	Espino y Col.	Animales domésticos y silvestres	Broami Mozdok Canicola, pomona	41.7% 58.3%

Fuente: Urrego W. 2000.

De acuerdo con la casuística del centro de investigaciones en salud y producción animal (CEISA), y de acuerdo a los resultados serológicos examinados en 1993 las cifras fueron superiores a las encontradas para la brucelosis y otras enfermedades de origen bacteriano, lo cual indica que la leptospirosis es una enfermedad sobre la cual deben establecerse y ejecutarse campañas de control y divulgación orientadas hacia el mejoramiento de la salud animal y humana.¹⁷

¹⁷ Gallego M, Gallego J. 1994. Leptospirosis bovina diagnóstico serológico y control. Pág 48.

2.2. AGENTE ETIOLÓGICO

El agente causal es una espiroqueta (Espiro=espiral; choeta=pelo)¹⁸ que es un microorganismo endoflagelado, largo, delgado y flexible, de forma espirulado, aerobio, Gram negativo, altamente sensible a condiciones extremas medioambientales y que no es visible en el microscopio de luz convencional sino en el microscopio de campo oscuro¹⁹. El género *Leptospira* posee dos endoflagelos o filamentos axiales insertados subterminalmente dentro del cilindro protoplasmático los cuales son inmunogénicos y forman líneas de precipitación visibles por inmunodifusión.²⁰

Ramadas y Marshall en 1990 mediante el uso de nuevas metodologías (hibridación del ADN) establecieron la relación existente entre ácidos desoxirribonucleicos de diferentes aislamientos y por ende, la caracterización de otros géneros (*Leptonema*) y otras especies. Yasuda et. Al. (1987) afirma que las leptospirosas consideradas saprofitas pertenecen a las especies *L. biflexa*, *L. meyeri*, *L. wolbachii* y *L. parva*, mientras que las especies *L. interrogans*, *L. borgpetersenii*, *L. inadai*, *L. noguchii*, *L. santarosai* y *L. weilii*, son consideradas patógenas.²¹

En los últimos años se ha venido revisando la taxonomía de todo el grupo de espiroquetas con el fin de actualizarla. Actualmente este grupo se incluye dentro de la clase *Spirochaetas*, orden *Spirochaetales*, y posee 3 familias: *Spirochaetaceae*, *Serpulinaceae* y *Leptospiraceae*, ver tabla 3 y 4.

¹⁸ Faine S. et al. 1999. *Leptospira* and Leptospirosis. Pag 17.

¹⁹ Faine S. et al. 1999. Op cit. Pag. 19

²⁰ Ibid. pag 59

²¹ Gallego M, Gallego J. 1994. Op cit. Pág 49.

Tabla 3. Taxonomía del grupo de las espiroquetas.

ESPIROQUETAS	
1. FAMILIA	<i>Spirochaetaceae</i>
Géneros	<i>Spirochaeta, Borrelia, Brevinema, Clevalandia, Diplocalyx, Hollandina, Pillotina, Treponema, Cristispira</i>
2. FAMILIA	<i>Serpulinaeae</i>
Géneros	<i>Serpulina, Brachyspira</i>
3. FAMILIA	<i>Leptospiraeeae</i>
Géneros	<i>Leptonema, Leptospira</i>

Fuente. Vadillo y col. 2002.

Tabla 4. Especies del género *Leptospira*.

ESPECIES DEL GÉNERO <i>Leptospira</i>	
Especies Patógenas	Especies Saprophytas
<i>L. interrogans</i>	<i>L. biflexa</i>
<i>L. weilii</i>	<i>L. wolbachii</i>
<i>L. borgpetersenii</i>	
<i>L. noguchii</i>	
<i>L. meyeri</i>	
<i>L. alexanderi</i>	
<i>L. inadai</i>	
<i>L. parva</i>	

Fuente. Vadillo y col. 2002.

L. Interrogans serovariante hardjobovis se presenta en todo el mundo y en muchas áreas supera a L. pomona en los bovinos²². Dos tipos serológicamente indistinguibles, pero genéticamente diferentes de serovar L. hardjo han sido identificados: Leptospira interrogans serovar L. hardjo (tipo hardjoprajitno) y L. borgpetersenii serovar hardjo (hardjobovis).

El serovar hardjo tipo hardjobovis es común en poblaciones de ganado en todas partes del mundo, el tipo hardjoprajitno ha sido aislado principalmente de ganado en el Reino Unido²³.

La enfermedad clínica es causada por serovar L. hardjo y L. kennewicki (antiguamente L. pomona), que son responsables de la enfermedad en rumiantes²⁴.

Miller 1996 reporta la presencia de dos subtipos de L. hardjobovis A y B por diferencias en su componente genómico mediante el análisis con endonucleasas de restricción que no poseen aparentes diferencias antigénicas²⁵. El de mayor prevalencia en los Estados Unidos es el tipo A con el 85% de los aislamientos²⁶, el serovar L. hardjo se ha relacionado con la presencia de infertilidad primaria, abortos, mortinatos, mortalidad perinatal y mastitis clínica en los bovinos²⁷.

Otros serovares de alta prevalencia en bovinos son L. pomona, L. grippotyphosa e L. icterohaemorrhagiae²⁸.

²²Blood D.C. 2002. Medicina veterinaria, tratado de las enfermedades del Ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Pág. 1152.

²³Bolin C.A. 2001. Use of a monovalent leptospiral vaccine to prevent renal colonization and urinary shedding in cattle exposed to leptospira borgpetersenii serovar Hardjo. Pág. 995.

²⁴Ogilvie T.H. 1998. Large animal internal medicine. Pág. 334.

²⁵Miller D. et al. 1996. Survey to estimate prevalence of Leptospira interrogans in mature cattle in the United States. Pág. 1762

²⁶Ibid. Pág. 1763

²⁷Díaz R. C. 2002. La leptospirosis. Una amenaza latente. Pág 59.

²⁸Prescott J. F y Nicholson V. 1991. Curso corto en Leptospiriosis. Pág. 6

La supervivencia del microorganismo en el medio ambiente depende principalmente de variaciones en las condiciones del suelo y el agua en el área contaminada. Es susceptible a la sequedad y un pH inferior a 6 o superior a 8 es inhibitorio. Una temperatura ambiental inferior a 7-10 °C o superior a 34-36°C es perjudicial para su supervivencia. La humedad y el agua de la superficie del suelo son los factores mas importantes que rigen la persistencia de este microorganismo en el lecho o el suelo, puede persistir hasta 183 días en un suelo saturado de agua, pero solo 30 minutos cuando el suelo esta aireado. Los anticuerpos de L. hardjo tienen una prevalencia alta en todas las áreas de precipitaciones, pero L. pomona es mucho mas común en las zonas de precipitaciones escasas.²⁹ La leptospira no tolera la desecación ni la exposición directa a los rayos del sol, experiencias de campo sugieren un “descanso” de dos meses para los potreros que han sido pastoreados por animales infectados, antes de introducir animales libres de la infección³⁰.

2.3. EPIDEMIOLOGÍA

La epidemiología de la leptospirosis se comprende más fácilmente al clasificar esta enfermedad en dos categorías amplias: leptospirosis adaptada al huésped y no adaptada. Un animal infectado con una serovariedad del microorganismo adaptado al huésped es un huésped de mantenimiento o reservorio. La exposición de los animales susceptibles a los serovariedades no adaptadas al huésped producen una enfermedad accidental. Cada serovariedad esta adaptada a un huésped de mantenimiento en particular aunque pueden causar enfermedad en cualquier especie de mamíferos. Una serovariedad se comporta de manera diferente dentro de su especie de mantenimiento que en otro huésped accidental. Las características de un huésped de mantenimiento son: susceptibilidad alta a la infección, patogenicidad relativamente baja para su huésped, tendencia a sufrir la

²⁹ Blood D.C. 2002. Op cit. Pág. 1156

³⁰ Gallego M., Gallego J. 1994. Op cit. Pág 50.

enfermedad de manera crónica, produciendo pérdidas económicas insidiosas debido a las pérdidas reproductivas, persistencia de la serovariedad en riñones y a veces en aparato genital, baja respuesta de anticuerpos ante infección, lo que dificulta el diagnóstico, eficacia baja de la vacunación para prevenir infección. Las características para un huésped accidental son totalmente opuestas a las descritas para el huésped de mantenimiento.³¹

2.4. DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD

Las leptospiras son capaces de sobrevivir en medios ambientes húmedos por prolongados períodos a menos que ocurran congelamientos. Las posibles fuentes de serovares patógenos para los bovinos son, cuerpos de agua contaminados, animales salvajes, roedores y animales domésticos contaminados. La leptospira penetra a través de la superficie de mucosas externas y piel lesionada, se disemina en la corriente sanguínea para invadir múltiples órganos. Después de varios días, anticuerpos opsonizados son generados para ayudar a combatir la infección desde varios sitios del hospedador. Una vez el agente ha penetrado se presenta una fase de septicemia de cuatro a seis días, con una rápida multiplicación y presentación de un estado febril y agalactia moderada, súbita de uno a dos días de duración.

En esta fase se puede aislar la *Leptospira* de sangre periférica. La duración de la leptospiremia y la severidad de la sintomatología están relacionadas principalmente con el serovar actuante y la patogenicidad del mismo. Las primeras aglutininas detectables aparecen a los 2-5 días de la fase septicémica y son del tipo IgM, su pico se presenta hacia la primera semana y comienzan a descender lentamente hasta niveles basales persistiendo por dos años o más³². Sin embargo

³¹ Blood D.C. 2002. Op cit. Pág. 1152

³² Acosta H. y Col. 1994. Leptospirosis Revisión. Pág 36.

la leptospira puede localizarse en glándula mamaria, riñón o tracto genital, donde permanecen relativamente protegidas de la respuesta inmune.

Hacia la segunda semana aparecen los anticuerpos neutralizantes del tipo de las IgG, las cuales aumentan paulatinamente desde el día 21 postinfección hasta los dos meses. De ahí en adelante inician un descenso rápido hasta niveles basales persistiendo por años³³, cada serovar posee una patogenicidad e inmunogenicidad distinta y las curvas de IgG detectadas varían considerablemente.

En los bovinos la leptospiruria puede persistir durante un período medio de 36 días (10-118 días), siendo el momento de mayor excreción la primera mitad de este período. Incluso después de la recuperación clínica pueden eliminar leptospiras por la orina durante períodos largos de tiempo (meses o años).³⁴

A nivel renal se localiza en la luz de los túbulos, un lugar aislado del sistema retículo endotelial, donde los anticuerpos de superficie del tipo IgA, producidas por las células epiteliales tubulares, son las únicas encargadas de la defensa del organismo a la infección, debido a esto, la enfermedad toma fácilmente un curso crónico y explica la leptospiruria intermitente con presencia de bacterias viables³⁵.

Los efectos patológicos de la bacteria se deben en parte a daños directos sobre los tejidos y a la presencia de un polióxido de superficie que tiene poder hemolizante, en infecciones agudas se puede presentar anemia, hemoglobinuria, ictericia, conjuntivitis, depresión y neumonías. La muerte ocurre por falla renal complicada con neumonías y hepatitis.

La infección crónica renal o reproductiva permite la transmisión del microorganismo en orina, secreciones uterinas y vaginales, placenta, tejidos

³³ Prescott J. F Y Nicholson V. 1991. Op cit. Pág. 16.

³⁴ Blood D.C. 2002. Op cit. Pág. 1155.

³⁵ Faine S. et al. 1999. Op cit. Pág. 77.

fetales y semen³⁶. El aislamiento de las leptospiras del tracto reproductivo y de semen fresco o congelado de toros, parece indicar que la transmisión venérea es una vía de contagio a tener en cuenta³⁷. La transmisión transplacentaria es infrecuente pero la infección neonatal in útero se ha producido.³⁸

El curso de la enfermedad es variable, con presentaciones desde agudas hasta crónicas y en algunos casos subclínicas, con signos tan variables que por si solos no permiten un adecuado diagnóstico. Las formas de presentación son aguda o clínica, subaguda, crónica o abortiva y portador asintomático, las variaciones en cuanto a la patogenicidad de los distintos serogrupos o serovares también afecta la naturaleza de los signos clínicos que aparecen³⁹.

2.5. IMPORTANCIA EN PRODUCCIÓN

En el ganado bovino causa pérdidas económicas por abortos, infertilidad, pérdida de la lactancia, mastitis y nacimiento de crías prematuras o débiles.⁴⁰ Las epidemias de abortos, esterilidad y el aumento de número de animales descartados causan pérdidas económicas importantes. Las epidemias de agalactia en los hatos lecheros y el síndrome hipogalactico se asocia a la infección por L. hardjo. La caída repentina de la producción de leche puede afectar hasta al 50% de las vacas al mismo tiempo y causar una disminución precipitada de la producción lechera del hato. Esta disminución puede durar hasta 8 semanas pero en vacas individuales puede volver a la normalidad entre 10 y 14 días.⁴¹

³⁶ Smith B. 2002. Large animal internal medicine. Pág. 870.

³⁷ Díaz R. C. 2002. Op cit. Pág. 59.

³⁸ Blood D.C. 2002. Op cit. Pág. 1156.

³⁹ Acosta H. y Col. 1994. Op cit. Pág. 36.

⁴⁰ Lottersberger J. 2002. Diseño y evaluación de un Elisa IgG (género específico) para el diagnóstico de leptospirosis bovina.

⁴¹ Blood DC. 2002. Op cit. Pág 1156.

Infertilidad, nacimientos prematuros, abortos, y nacimiento de terneros débiles son manifestaciones clínicas típicas de infección con serovar L. hardjo en vacas, fiebre agalactia y mastitis pueden ocasionalmente presentarse, dando como resultado problemas en ubres y por lo tanto bajas en producción lechera. La ubre es uniformemente blanda, y la leche puede ser amarilla o teñida de rojo y espesa, pareciéndose al calostro⁴².

Parra y col⁴³ encontraron que los días abiertos, los servicios por preñez y el intervalo entre partos alto se correlacionaban con los títulos serológicos a L. hardjo en forma inversa, lo cual explica en parte, el por que al aumentar la respuesta inmunológica inespecífica se produce un mejor comportamiento reproductivo, es tal vez debido, a que al aumentar la respuesta inmunológica se aumentan los niveles de IgA en la luz del útero, controlando las leptospiras presentes.

Aunque en Colombia no existen estudios detallados acerca del impacto económico que causa la leptospirosis sobre la producción bovina, los datos obtenidos en otros países dan una idea aproximada de la importancia económica de la enfermedad.⁴⁴

La leptospirosis bovina, en su forma de presentación reproductiva es de curso crónico y subdínico, sus principales efectos se manifiestan sobre el tracto urogenital, el útero grávido y la glándula mamaria. El genotipo L. hardjoprjitno se ha asociado con la presentación de un mayor número de abortos, enfermedades renales agudas y sintomatología más severa, mientras que el genotipo L. hardjobovis se relaciona más con la presentación de infertilidad, nefritis crónica y enfermedad subdínica⁴⁵.

⁴² Smith B. 2002. Op cit. Pág 870.

⁴³ Parra J. L. 1993. Estudio dinámico de la diarrea viral bovina en fincas de la sabana de Bogotá. Pág 156.

⁴⁴ Gallego M., Gallego J. 1994. Op cit. Pag 52

⁴⁵ Miller D. et al. 1996. Op cit. Pag 1764

Infecciones por otros serovares como *L. pomona* y *L. grippityphosa* también han sido asociadas con pérdidas económicas en granjas lecheras⁴⁶.

2.6. DIAGNÓSTICO CLÍNICO

Los métodos de laboratorio que se emplean para diagnosticar la leptospirosis incluyen el cultivo o la detección de las leptospiras en la sangre o los líquidos corporales y la detección y la medición de los anticuerpos en la sangre.

Debido a que el cultivo de leptospiras es laborioso y puede llevar hasta dos meses no lo mencionaremos.

La prueba de aglutinación microscópica MAT es la prueba serológica más comúnmente usada para el diagnóstico de leptospirosis en ganado.⁴⁷ Esta técnica detecta principalmente anticuerpos de inmunoglobulina M, y por eso es excelente para descubrir brotes recientes, así como para distinguir entre animales infectados y vacunados⁴⁸.

2.6.1. Pruebas serológicas.

La prueba de referencia mundial para el diagnóstico serológico es la Microaglutinación-lisis MAT, la cual presenta una alta sensibilidad y especificidad, aunque con el gran inconveniente que maneja serovares vivos de las leptospiras. La sensibilidad de la prueba depende de la capacidad de respuesta inmune del hospedador, de la patogenicidad del agente y de la fase de la infección⁴⁹. Sin embargo el MAT tiene muchas desventajas porque requiere el uso de varios

⁴⁶ Guitián F. 2001. Op cit. pag 276

⁴⁷ Smith B. 2002. Op cit. Pág 870.

⁴⁸ Tizard I. 2002. Inmunología Veterinaria. Pág 287.

⁴⁹ Díaz R. C. 2002. Op cit. Pág. 35.

serovares en su fase activa de crecimiento, el mantenimiento y la estandarización de estos antígenos es difícil, costoso, tedioso y requiere mucho tiempo.⁵⁰

Las leptospiras son oxidasas positivas y catalasa o peroxidasa- positivas, no crecen en medios ordinarios de cultivo (por ejemplo el caldo soya tripticasa), pero sí lo hacen en medios suplementados con suero de conejo o en medio Tween 80- albúmina a un pH de 7.2-7.4.⁵¹

Las pruebas serológicas son aplicables en la segunda fase de la enfermedad, los anticuerpos aparecen de los días 6 a 12 de la enfermedad. Se usan 2 sistemas tradicionales⁵²:

- Aglutinación macroscópica. Es un método fácil de realizar; utiliza una mezcla ("pool") de antígenos de serotipos diferentes. Los títulos van hasta 1:160. Como tiene poca sensibilidad y especificidad, se emplea usualmente como "prueba filtro".
- Aglutinación microscópica. Es la técnica de más uso y en general se acepta como método de referencia para demostrar anticuerpos contra leptospiras. Tiene excelente sensibilidad y especificidad. Los títulos pueden ser tan altos como 1:3200. Debido a que los anticuerpos pueden persistir por meses y aun por años, su presencia en una muestra única, no necesariamente reflejan una enfermedad aguda. En general se acepta que títulos de 1:1600 o más son una prueba demostrativa de infección reciente. Un alza de 4 veces o más el valor inicial tiene carácter confirmatorio. Los avances en las técnicas de laboratorio y en el campo de la inmunología han permitido desarrollar nuevos métodos de diagnóstico con mayor sensibilidad y especificidad como ELISA y DOT-ELISA,

⁵⁰ Vanasco N. 2001. Op cit. Pág 322.

⁵¹ Gallego M., Gallego J. 1994. Op cit. Pág. 50.

⁵² Acosta H. y col. Op. Cit. Pág 8.

técnicas para demostrar anticuerpos IgM específicos contra leptospira. El DOT-ELISA es barato y simple de aplicar en la práctica clínica.

De acuerdo con Ellis y Michna (1976), un suero se puede considerar positivo cuando en la prueba de MAT todos los organismos aglutinan en una dilución de 1:10, o más del 50% de una dilución mayor de 1:30 la desventaja de utilizar un título mas alto como positivo, por ejemplo 1:100 o superior, radica en que se puede subestimar la positividad de los animales que presenten un nivel inferior de anticuerpos o sobreestimar el porcentaje de animales susceptibles en la población (Otte et. al; 1991).⁵³

Hay otros métodos aún no usados en forma amplia como análisis de ADN, clonados de serotipos específicos, anticuerpos monoclonales específicos y métodos semicuantitativos como reacción en cadena de la polimerasa (PCR)⁵⁴.

El diagnóstico clínico de la leptospirosis resulta difícil debido a las variaciones en el curso de la enfermedad, su corta viabilidad en las muestras y la presencia transitoria en los tejidos⁵⁵.

Para el diagnóstico de la leptospira en los tejidos se emplea la técnica de anticuerpos fluorescentes directos⁵⁶, inmunoperoxidasa indirecta⁵⁷ y PCR⁵⁸.

El diagnóstico confirmatorio de la enfermedad se realiza por el aislamiento en medios EMJH (Ellinghausen – McCullough – Jonson – Harris), Stuart o Fletcher, necesitándose hasta 24 semanas para lograr el crecimiento de colonias.

⁵³ Gallego M., Gallego J. 1994. Op. cit. Pág 55.

⁵⁴ Adler B. Faine S. 1993, Species and genus-specific antigens in *Leptospira*, revealed by monodonal antibodies and enzyme immunoassay. Pág. 372.

⁵⁵ Acosta H. y Col, 1994. Op cit. Pág. 37.

⁵⁶ Díaz R. C. 1995. Op cit. Pág 36.

⁵⁷ Ellis T. M. et al. 1983. Detection for leptospirosis in tissue using and immunoperoxidase staining procedure. Pág. 364.

⁵⁸ Acosta H. y Col, 1994. Ibid. Pág. 37.

2.7. VARIABLES AMBIENTALES Y SU CORRELACIÓN CON SEROLOGÍA A LEPTOSPIRA

Se ha sugerido que algunas variables climáticas pueden de una u otra forma promover la supervivencia de la bacteria en el medio ambiente, de esta forma pueden influenciar los hallazgos serológicos a leptospira. En 1996 Rincón y Céspedes en un estudio realizado en el Meta encontraron que las variables que más pesaron como fuentes de variación de la serología al serovar L. hardjo en novillas fueron la humedad relativa, la temperatura promedio y la temperatura máxima. Para las vacas el mismo análisis presentó en forma altamente significativa una situación similar, donde la humedad relativa también es la variable mas importante junto con la precipitación total entre muestreos.⁵⁹

También afirman que la prevalencia serológica L. hardjo es mejor explicada por el clima que para los otros serovares. El hecho de que la respuesta serológica a L. hardjo este más relacionada con las fuentes de variación climáticas puede deberse a una mejor posibilidad de entrada al bovino del serovar L. hardjo respecto a otros serovares, reafirmando la condición de hospedero de mantenimiento de este serovar.⁶⁰

Manrique (1978) menciona que la enfermedad esta bastante vinculada con factores medioambientales y que en las regiones tropicales estos factores contribuyen más a la formación endémica de la enfermedad.⁶¹

Miller et al⁶² en 1996, demostró la asociación entre las variables climáticas y la presencia de títulos de anticuerpos medidos por Micro aglutinación - lisis (MAT),

⁵⁹ Rincón G. y Céspedes D. 1996. Op cit. Pág. 93.

⁶⁰ Ibid. Pág. 103.

⁶¹ Ibid. Pág. 106.

⁶² Miller et al. 1996. Relationship between prevalence of *Leptospira interrogans* in cattle and regional, climatic and seasonal factors. Pág. 1766.

realizando un mapa de riesgos epidemiológicos de la leptospirosis en Estados Unidos.

La distribución de las cepas y la prevalencia de las serovariedades varían según las regiones. La tasa de aislamiento está más relacionada con la temperatura de la región que con la pluviometría⁶³.

2.8. TRATAMIENTO

Para el tratamiento de la infección aguda en ganado, oxitetraciclina 10-25 mg/Kg intramuscular dos veces al día. O dihidroestreptomicina 12.5 mg/Kg. Dos veces al día⁶⁴.

El género Leptospira es sensible a una gran cantidad de antibióticos como la penicilina, ampicilina, amoxicilina, cefalotina, eritromicina y tilosina, las penicilinas son la droga de elección en humanos y la dihidroestreptomicina en animales domésticos⁶⁵.

⁶³ Blood D.C. 2002. Op cit. Pág. 1154.

⁶⁴ Smith B. 2002. Op cit. Pág. 871.

⁶⁵ Prescott J. y Nicholson V. 1991. Op cit. Pág. 79.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El proyecto se dividió en tres fases:

3.1. ESTANDARIZACIÓN Y PUESTA APUNTO DE LAS TÉCNICAS

Esta fase duró aproximadamente dos meses en la cual se realizó todo lo pertinente para llegar a un margen de confiabilidad adecuado de MAT en los laboratorios de microbiología de la facultad de Medicina Veterinaria, entre los principales procesos se tienen:

- Preparación medios de cultivo semi-sólidos y líquidos, para el mantenimiento del cepario de Leptospira spp. La elaboración de los antígenos necesarios para la prueba de MAT
- Consecución de cepario de Leptospira spp. a través del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Capacitación en las técnicas de la prueba de MAT

3.2. SELECCIÓN DE LAS FINCAS Y ANIMALES POSITIVOS Y NEGATIVOS A LEPTOSPIRA SPP

Debido a la dificultad de conseguir fincas seronegativas a Leptospira spp. se tomaron los animales negativos dentro de cada finca, al igual que los positivos, para el presente estudio. Se consideraron como animales positivos aquellos que durante el estudio aumentaron en 4 títulos durante los muestreos, es decir aquellos que pasaron de título 1:50 a 1:400 o más.

Las fincas que se seleccionaron debían cumplir con los requisitos de número mínimo de animales, presentar registros y estar ubicadas en la sabana de Bogotá.

3.3. TRABAJO DE CAMPO

Una vez estandarizadas las pruebas diagnósticas (MAT) y elegidas las fincas para el estudio, se procedió a realizar la parte de campo en las fincas, y previo acuerdo con los dueños se tomó una cohorte de animales positivos a los cuales se le hizo seguimiento serológico cada mes por espacio de 6 meses con el fin de determinar la dinámica de la enfermedad, y al final de los muestreos se recolectó la información pertinente a variables productivas y reproductivas de los animales de las cohortes respectivas y del hato en general.

A los animales serológicamente negativos a *Leptospira spp*, se le realizaron muestreos mensuales y toma de registros productivos y reproductivos con el fin de observar diferencias con los animales positivos además de servir de control negativo.

3.3.1. Marco Geográfico

El presente estudio se realizó en fincas localizadas en la periferia de la ciudad de Bogotá la cual se caracteriza por una temperatura promedio de 14°C, con una temperatura máxima de 19.9°C y una mínima de 8.2°C en promedio. La precipitación anual equivale a 1013 mm, con una humedad relativa de 72% y una presión de 752 milibares⁶⁶. La zona a la cual pertenecen los municipios es la sabana de Bogotá, la cual es una región caracterizada por unas condiciones similares a la de la capital, una temperatura promedio de 12°C, 2600 msnm con fluctuaciones entre los 2400 y los 2800 msnm, presenta dos períodos climatológicos definidos como período seco y período de lluvias, la tierra es franco-arcillosa ideal para cultivo de flores y la producción de ganadería lechera especializada.

⁶⁶ Intranet.IDEAM.gov.co consultado en junio de 2005

La región de la sabana de Bogotá pertenece al departamento de Cundinamarca y comprende las provincias de Sabana Centro, Sabana Occidente, parte de la Provincia de Almeidas y de la provincia de Soacha.

Los municipios que se seleccionaron para los muestreos fueron:

- Sopo: con una temperatura promedio de 14°C, y 2580 msnm.
- Guasca: con una temperatura promedio de 13°C, y 2710 msnm.
- Tabio: con una temperatura promedio de 14°C, y 2569 msnm.
- La Calera: con una temperatura promedio de 13°C, y 2718 msnm.
- Sibaté: con una temperatura promedio de 14°C, y 2574 msnm.⁶⁷

3.3.2. Marco demográfico

Para la medición serológica de la leptospirosis bovina se identificaron fincas positivas a *Leptospira spp* por medio de la prueba de MAT que cumplieron con las siguientes características:

- Hatos lecheros especializados localizados en la sabana de Bogotá.
- Que lleven registros productivos y reproductivos.
- Que realicen ciclo completo de producción y con un número mínimo de 40 animales en producción.

Los animales se agruparon de la siguiente forma:

El primer grupo de animales se utilizó para el seguimiento de la dinámica serológica por espacio de 6 meses con muestreos mensuales, a los cuales se les recolectaron los datos de indicadores productivos y reproductivos al final del período de estudio.

⁶⁷ www.cundinamarca.gov.co consultado en julio de 2005

Los animales negativos a *Leptospira spp.* dentro de la misma finca sirvieron como grupo control para la dinámica serológica.

De cada finca se seleccionó al azar un cohorte con un número de animales distribuidos de la siguiente manera: 30 finca Romeral en La Calera (FINCA 1), 20 finca Santa María en Sopo (FINCA 2), 14 finca La Estrella en Sibaté (FINCA 3), 14 finca Tabio en Tabio (FINCA 4), distribuidas en los tres grupos etéreos (Temeras, Novillas, vacas), los cuales se identificaron y se les realizó seguimiento durante el estudio. El total de animales para el estudio fue de 78.

Los animales que fueron eliminados por razones de salud, venta, o muerte etc. fueron reemplazados por otro animal de las mismas características y del mismo grupo etéreo. A los animales pertenecientes a las fincas de la dinámica serológica se les realizó muestreos cada mes y se anotaron los indicadores productivos y reproductivos respectivos.

La finca número 1 fue inmunizada contra leptospirosis, después de haberse realizado el primer muestreo.

La finca número 4 fue vendida finalizando el estudio, por lo tanto no fue posible obtener los datos productivos.

Los indicadores productivos y reproductivos de los animales del estudio se tomaron al final de los muestreos de los programas de monitoreo que se llevan en las respectivas fincas o de los registros manuales.

3.3.2.1. Variables medioambientales

Las variables medioambientales que se registraron fueron:

- Humedad relativa promedio
- Precipitación promedio
- Temperatura promedio

Los datos climatológicos históricos correspondientes a estaciones meteorológicas más cercanas a las respectivas fincas se solicitaron al IDEAM, para los meses del estudio. No fue posible obtener la totalidad de los datos, debido a falta de actualización de los archivos del IDEAM.

3.3.2.2. Parámetros reproductivos

Los parámetros reproductivos que se registraron fueron:

- Servicios por concepción)
- Intervalo entre partos (IEP)

Los servicios por concepción hacen referencia al número de inseminaciones que se requieren en la finca para preñar las hembras aptas desde el punto de vista reproductivo. La meta ideal sería 1.65 servicios por concepción.

El intervalo entre partos es el tiempo que transcurre entre parto y parto. En ganaderías lecheras este período debe sucederse entre cada 12-13 meses. Para que exista un lapso de 12 meses entre parto y parto, la vaca deberá estar preñada a los 85 días postparto.⁶⁸

3.3.2.3. Variables productivas

De los registros de las fincas se tomaron los siguientes datos:

⁶⁸ Shoeder F. 1999. Fisiopatología reproductiva de la vaca. Pág. 632.

- Producción de leche en kilogramos por día

3.4. FASE DE LABORATORIO

La fase de laboratorio comprendió la realización de las pruebas de diagnóstico serológico de la leptospirosis bovina necesarias para la correlación planteada en el presente estudio.

3.4.1. Toma de muestras

La recolección de las muestras hemáticas se realizó mediante venopunción de la vena coccígea media en la parte ventral de la cola de los animales muestreados, en novillas y vacas y en la vena yugular para las terneras. Se tomó una muestra por animal, en tubo sin anticoagulante para las pruebas serológicas (MAT).

3.4.2. Prueba MAT para la detección de anticuerpos a *Leptospira spp*

3.4.2.1. Elaboración de antígenos para la prueba de Microaglutinación – lisis MAT

Esta prueba se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Biotecnología animal de la facultad de Medicina Veterinaria de Universidad de La Salle.

Los antígenos se prepararon siguiendo el procedimiento descrito por Faine S. et al. 1999⁶⁹. De cada una de las cepas se toma un mililitro de medio semisólido con buen crecimiento y se transvasa a un medio EMJH líquido, se incuba a 28°C por 7 días.

Al séptimo día se observó al microscopio de campo oscuro para determinar crecimiento y calidad del cultivo. Cuando la cantidad de leptospirosis por campo 40X fue mayor de 200 bacterias (Aproximadamente 1/2 unidad de MacFarland), con movimientos vigorosos y las espiroquetas se encontraron libres (sin aglutinación) se

⁶⁹ Faine S. et al. 1999. Op cit. Pág. 174.

realizó un segundo repique en medio STUART líquido, se incubó y se observó a los 7 días o hasta que alcanzaron el crecimiento adecuado.

Este procedimiento se repitió para cada serovar y por el tiempo necesario para lograr obtener un cultivo sin residuos de agar, con espiroquetas móviles, sin presencia de aglutinación y con una concentración media de 200 *Leptospiras* por campo 40X, el cual fue utilizado como antígeno para la prueba de MAT.

3.4.2.2. Técnica de Micro aglutinación-lisis (MAT)

La técnica utilizada en este trabajo se basa en la descrita por MYERS D. M. en 1988⁷⁰ pero modificada de la siguiente forma:

- Hacer una dilución 1:50 del suero con solución salina amortiguadora de fosfatos (SSAF): depositar en un tubo de ensayo 490 µl de SSAF y 10µl del suero, mezclar muy bien. A esta dilución se le da el nombre de “solución madre”.
- Posteriormente tomar 5 cajas de microtécnica de 96 pozuelos fondo en U. marcar las cajas correspondientes a los 5 serovares de *Leptospira interrogans*, depositar 50 µl de cada antígeno en las cajas respectivas en los pozuelos utilizados, luego adicionar a cada pozuelo 50 µl de la solución madre.
- Por cada serovar se debe hacer un pozuelo como control negativo: depositar 50 µl de SSAF y 50 µl del antígeno respectivo en cada pozuelo control, ver Figura 4.

⁷⁰ Myers D. M. 1988. Manual of laboratory methods for the diagnosis of Leptospirosis. Pág. 30

- Tapar la caja de microtécnica y llevar a incubación durante 1 hora a 37°C en cámara húmeda.
- Post-incubación, sacar la caja de microtécnica de la incubadora e iniciar la lectura con microscopio de campo oscuro a 200x para detectar la presencia de aglutinación. La lectura se hace de la siguiente manera: utilizando micropipetas graduadas, primero, tomar una gota de cada uno de los pozuelos que contienen control negativo para los 5 serovares, colocar sobre una lamina portaobjetos y leer. La lectura de los controles negativos debe estar libre de aglutinaciones. Segundo, se procede a realizar la lectura de los pozuelos que contienen las muestras.

Interpretación de la lectura:

- Negativo: No presenta aglutinación y es igual al control.
- Positivo a dilución 1:50: Presenta aglutinación en menos del 50% del campo.
- Positivo para titular: Presenta aglutinación en mas del 50% del campo.

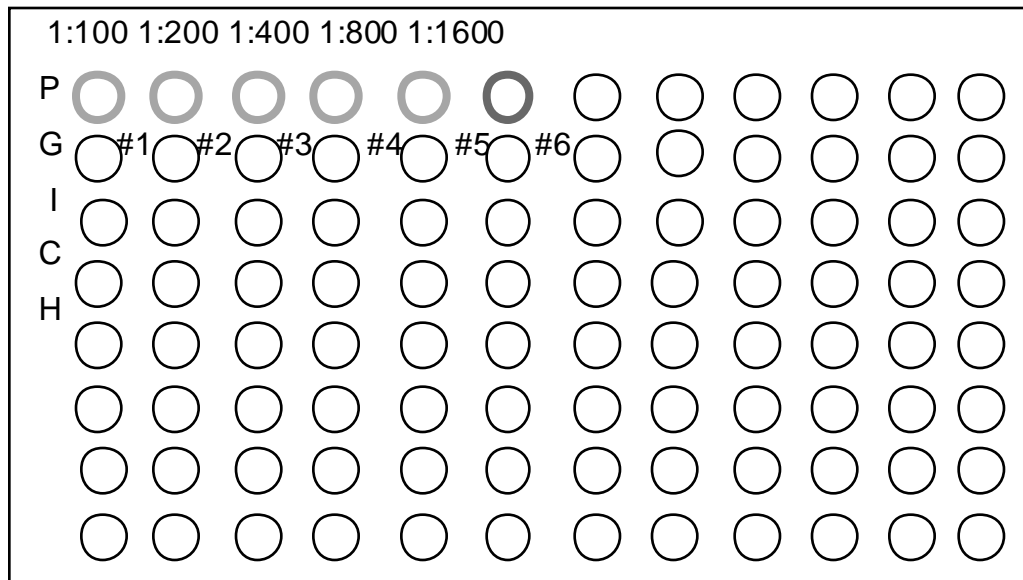
3.4.2.3. Titulación de sueros:

La titulación de sueros se realizó a los sueros que presentaron aglutinación en más del 50% del campo en dilución 1:50 con alguno de los 5 antígenos. Se basó en la técnica de Myers descrita en 1988, modificada de la siguiente forma:

- Hacer diluciones seriadas del suero a partir de la solución madre (dilución 1:50). Para esto se debe tomar una caja de microtécnica de 96 pozuelos y en los 5 primeros pozuelos de la fila 1 depositar 50 µl de SSAF.

- Posteriormente tomar 50 μ l de la solución madre y depositarlos en el pozuelo #1, homogenizar con una micropipeta graduada, obteniendo una dilución del suero 1:100.
- Luego tomar 50 μ l de la dilución 1:100 y depositarlos en el pozuelo #2 obteniendo una dilución 1:200; hacer esto hasta llegar al pozuelo #5 con una dilución 1:1600.
- A continuación agregar a los 5 pozuelos 50 μ l del antígeno a titular.
- Por cada antígeno a titular se debe hacer un control negativo, el cual se ubica en el pozuelo # 6 en el cual se debe agregar 50 μ l de SSAF y 50 μ l del antígeno respectivo. Esto se debe realizar igual para cada antígeno a titular, ver **figura 3**.
- Tapar la caja de microtécnica y llevar a incubación por una hora a 37°C en cámara húmeda.
- Posterior a la incubación retirar la caja de la incubadora e iniciar el proceso de lectura en campo oscuro. El título se da como la recíproca de la dilución más alta donde presentó aglutinación de al menos el 50% de las células (Myers, 1988).

CAJA DE MICROTÉCNICA



P: sv *L. pomona*, G: sv *L. grippotyphosa*, I: sv *L. icterohaemorrhagiae*, C: sv *L. canicola*, H: sv *L. hardjo*

- Pozuelos con diluciones seriadas + 50 µl del antígeno a titular.
- Pozuelo control con 50 µl SSAF + 50 µl antígeno respectivo.

Figura 3. Distribución de pozuelos en caja de microtécnica para MAT.

Fuente. Autores.

3.4.3. Almacenamiento y procesamiento de las pruebas

Con el fin de lograr que las pruebas de laboratorio garantizarán una correcta medición de los niveles y arrojarán resultados idóneos, las muestras fueron fraccionadas y almacenadas a -70° C hasta el momento de la prueba, la cual se realizó cada mes, después del muestreo para MAT.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.5.1. Modelo estadístico

La presente investigación correspondió a un modelo epidemiológico prospectivo o de cohortes en el cual se hizo seguimiento de un grupo de animales por un período de tiempo determinado. Se realizó el cálculo de factores de riesgo y se determinó la incidencia de factores ambientales y productivos sobre el agente causal en este caso *Leptospira spp.*

Este estudio permitió determinar la prevalencia y la incidencia de la enfermedad:

Prevalencia: $P = \text{No. Animales positivos en un tiempo o lugar} / \text{total de animales en ese tiempo o lugar.}$

Incidencia: $I = \text{No. De nuevos casos en un tiempo o lugar} / \text{total de animales en ese tiempo o lugar.}$

A las variables cuantitativas edad, producción de leche, números de servicios por concepción, intervalo entre partos, días abiertos, temperatura ambiental, precipitación y humedad relativa, se le realizó estadística descriptiva basada en la media, desviación estándar, coeficiente de variación y error típico, las cuales son presentadas en figuras y tablas para su mejor entendimiento y comprensión.

A las variables cuantitativas de no distribución normal como número de animales positivos y negativos se les realizó estadística descriptiva basada en la frecuencia y se presentó en tablas de contingencia.

Para determinar la relación entre los títulos de la enfermedad y las variables climáticas, productivas y reproductivas se realizó un estudio de correlación de Pearson⁷¹, donde:

$$r = \text{covariación } X_1 X_2 / \sqrt{(\text{var } X_1 * \text{var } X_2)}$$

Los datos de indicadores productivos, reproductivos, de variables ambientales, y de anticuerpos fueron organizados en bases de datos elaboradas en el programa EXCEL⁷² y STATISTIX proc general AOV⁷³.

⁷¹ Steel R. y Torrie G. 1999. Bioestadística, principios y procedimientos. Pag. 153

⁷² Microsoft. 2005

⁷³ www.statistix.com

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio se muestran diferencias entre las variables reproductivas (servicios por concepción, días abiertos e intervalo entre partos) y productivas (producción litros leche/ día) a través del tiempo que comprendió la investigación, esto puede explicarse por múltiples factores que afectan estos parámetros, como son las variaciones climatológicas, comportamiento reproductivo de los animales, dinámica poblacional de la finca, y disponibilidad de alimento.

En el presente estudio se muestra que estas variaciones en los parámetros productivos y reproductivos también tienen una influencia, debida al comportamiento de la enfermedad a través del tiempo.

Además se demuestra una relación entre las variables ambientales con el estado de la enfermedad, de esta forma las variables ambientales, también influyen en las variables productivas y reproductivas de manera directa e indirecta.

Los datos climatológicos solicitados al IDEAM, se presentaron incompletos, haciendo falta los datos de humedad relativa para todas las fincas excepto la finca 1, y los datos de temperatura, que no se obtuvieron para todos los muestreos en todas las fincas.

Los parámetros productivos de la finca 4 no se recopilieron.

4.1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MAT

Los resultados a la prueba de MAT, se resumen en las **tablas 5, 6 y 7**, y el análisis de estos datos se evidencia en las **figuras 4 a 6**.

Como se observa en la **figura 4** y **tabla 5** el grupo de novillas presento los títulos más altos para *L. icterohaemorrhagiae* y *L. hardjo*, con respecto a los demás grupos etéreos, seguido por el grupo de vacas y de terneras.

De acuerdo a este estudio, el serovar que presento mayores títulos de anticuerpos fue *L. icterohaemorrhagiae*, seguido por los serovares *L. hardjo* y *L. pomona*, como lo muestran las **figuras 4, 5 y 6**.

Según los resultados de este estudio, el grupo de las novillas fue el grupo etéreo más serorreactivo, con un promedio de títulos de 1:162.39 para *L. hardjo*, 1:224.34 para *L. icterohaemorrhagiae* y 1:60.619 *L. pomona* con respecto a los demás grupos etéreos, similar a lo encontrado por Rincón y Céspedes (1996) que afirman que el grupo etéreo que se ve más afectado es el grupo de novillas.

La finca que presentó mayor número de títulos de anticuerpos fue la número 4 principalmente en los serovares *L. icterohaemorrhagiae* ($\bar{x} = 332.35$) y *L. pomona* ($\bar{x} = 240.00$), seguida por la finca 2 en los serovares *L. hardjo* ($\bar{x} = 206.67$) e *L. icterohaemorrhagiae* ($\bar{x} = 139.52$). Los serovares que presentaron títulos mas bajos en general fueron *L. canicola* y *L. grippotyphosa*, ver **figura 5** y **tabla 6**. Los resultados serológicos de la finca 1 pueden estar influenciados por la inmunización previa.

El muestreo con el mayor número de títulos de anticuerpos para los serovares *L. pomona*, *L. icterohaemorrhagiae* y *L. hardjo* fue el muestreo número 3, las seroviedades *L. grippotyphosa* y *L. canicola* se mantuvieron con títulos bajos a través de todos los muestreos, ver **figura 6** y **tabla 7**.

Tabla 5. Estadígrafos de la serología para cada serovar, por grupo etéreo.

Grupo etéreo 1					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
₁	87.730	129.45	109.97	7.8221	10,923
S ₁ ²	255.08	357.57	342.97	37.316	32,333
S ₃ ³	14.127	19.804	18.996	2.0667	1,7935
CV ⁴	290.15	276.22	311.88	477.06	296.01
Grupo etéreo 2					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
₁	162.39	224.34	60.619	3.9823	7.0796
S ₁ ²	403.64	490.18	229.17	15.150	24.881
S ₃ ³	37.971	46.112	21.559	1.4252	2.3406
CV ⁴	248.56	218.50	378.05	380.44	351.45
Grupo etéreo 3					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
₁	101.72	63.793	12.931	3.4483	29.310
S ₁ ²	354.29	236.16	58.908	15.845	147.21
S ₃ ³	46.521	31.009	7.7351	2.0805	19.329
CV ⁴	348.29	370.20	455.56	459.50	502.23

¹ Promedio; ² Desviación estándar; ³ Error estándar; ⁴ Coeficiente de variación.

Fuente: Los Autores

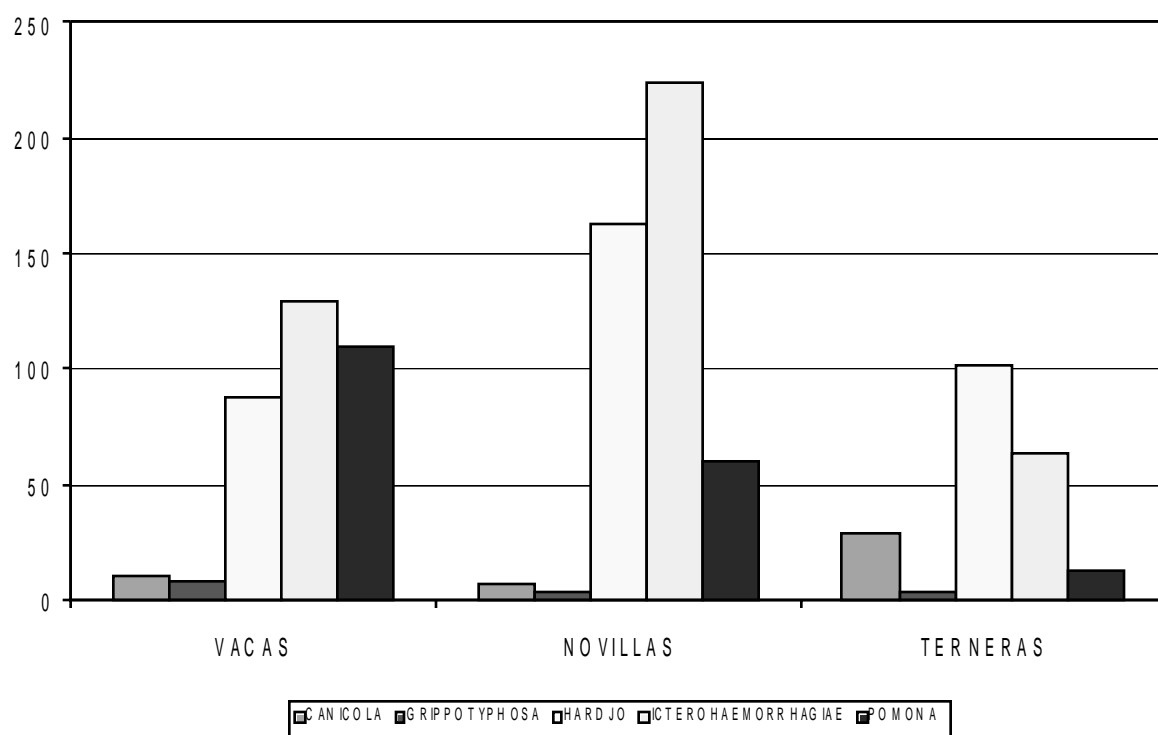


Figura 4. Promedio de las serologías para los diferentes grupos etáreos.

Fuente: Los Autores

Tabla 6. Estadígrafos de la serología para cada serovar, por finca.

Finca 1					
	<u>L. hardjo</u>	<u>L. icterohaemorrhagiae</u>	<u>L. pomona</u>	<u>L. grippotyphosa</u>	<u>L. canicola</u>
1	69.171	49.741	106.99	10.881	16.667
S ₁ ²	237.38	160.77	318.55	46.890	81.650
S ³	17.087	11.572	22.930	3.3752	7.9682
CV ⁴	343.18	323.21	297.72	430.94	489.90
Finca 2					
	<u>L. hardjo</u>	<u>L. icterohaemorrhagiae</u>	<u>L. pomona</u>	<u>L. grippotyphosa</u>	<u>L. canicola</u>
1	206.67	139.52	7.1429	6.1905	16.667
S ₁ ²	434.07	407.72	25.409	20.446	81.650
S ³	42.361	39.789	2.4796	1.9953	7.9682
CV ⁴	210.03	292.22	355.72	330.28	489.90
Finca 3					
	<u>L. hardjo</u>	<u>L. icterohaemorrhagiae</u>	<u>L. pomona</u>	<u>L. grippotyphosa</u>	<u>L. canicola</u>
1	57.429	117.90	13.352	1.1364	5.9659
S ₁ ²	246.82	364.07	63.522	7.4729	16.254
S ³	18.658	27.443	4.7881	0.5633	1.2252
CV ⁴	429.79	308.80	475.74	657.61	272.45
Finca 4					
	<u>L. hardjo</u>	<u>L. icterohaemorrhagiae</u>	<u>L. pomona</u>	<u>L. grippotyphosa</u>	<u>L. canicola</u>
1	97.647	332.35	240.00	2.9412	11.765
S ₁ ²	241.14	554.24	503.72	11.835	47.338
S ³	26.155	60.116	54.637	1.2836	5.1345
CV ⁴	246.95	166.76	209.89	402.37	402.37

¹ Promedio; ² Desviación estándar; ³ Error estándar; ⁴ Coeficiente de variación.

Fuente: Los Autores

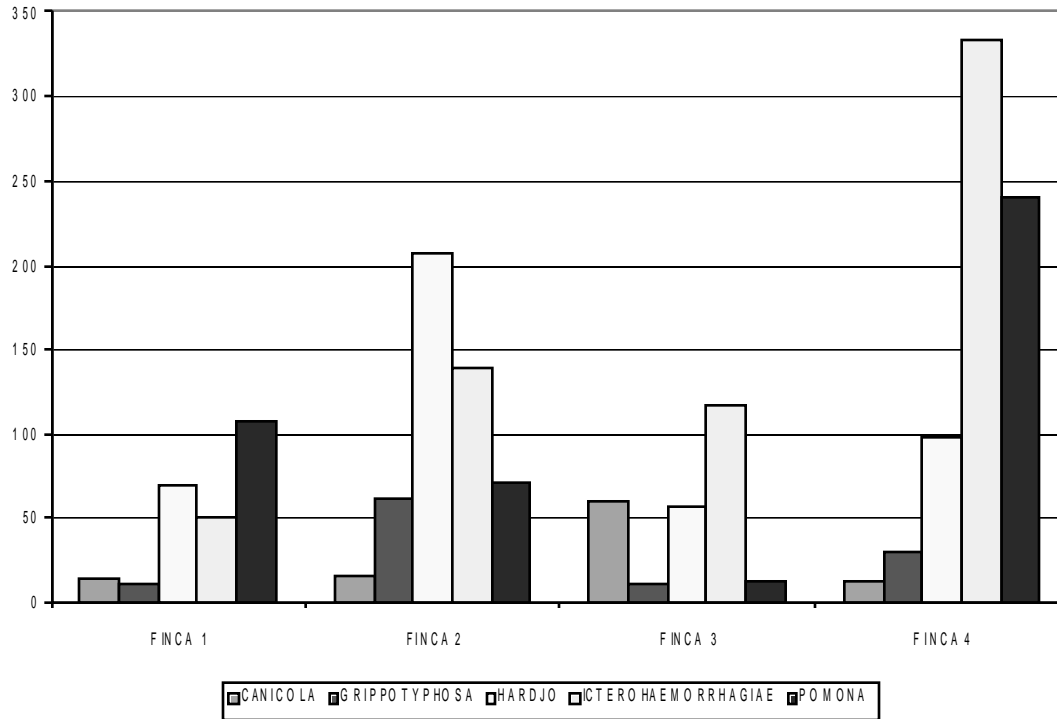


Figura 5. Promedio de las serología para las fincas en estudio.

Fuente: Los Autores

Tabla 7. Estadígrafos de la serología para cada serovar, por muestreo.

Muestreo 1					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
	90.642	168.62	131.12	9.3085	11.436
S ₁ ²	291.14	435.77	373.63	45.446	28.596
S ₃ ³	21.290	31.782	27.250	3.3145	2.0856
CV ⁴	321.20	258.44	284.96	488.21	7.1429
Muestreo 2					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
	22.727	131.17	207.79	10.390	7.1429
S ₁ ²	92.674	372.76	445.74	28.490	19.389
S ₃ ³	10.561	42.480	50.797	3.2468	2.2096
CV ⁴	407.77	284.18	214.51	274.22	271.45
Muestreo 3					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
	227.56	166.67	12.179	1.9231	3.2051
S ₁ ²	439.72	431.07	28.130	9.6776	16.787
S ₃ ³	49.788	48.809	3.1851	1.0958	1.9007
CV ⁴	193.23	258.64	230.96	503.24	523.75
Muestreo 4					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
	79.221	11.039	2.5974	0.6494	22.368
S ₁ ²	262.12	22.395	11.169	5.6980	102.76
S ₃ ³	29.871	2.5522	1.2728	0.6494	11.787
CV ⁴	330.87	202.87	430.00	877.50	459.40
Muestreo 5					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
	81.818	89.610	7.1429	3.8961	16.883
S ₁ ²	270.59	271.73	19.389	17.708	92.342
S ₃ ³	30.836	30.967	2.2096	2.0180	10.523
CV ⁴	330.72	303.24	271.45	454.50	546.95
Muestreo 6					
	<u><i>L. hardjo</i></u>	<u><i>L. icterohaemorrhagiae</i></u>	<u><i>L. pomona</i></u>	<u><i>L. grippotyphosa</i></u>	<u><i>L. canicola</i></u>
	73.387	172.58	29.032	2.4194	8.8710
S ₁ ²	244.73	368.17	113.28	10.817	19.257
S ₃ ³	31.081	46.757	14.386	1.3737	2.4457
CV ⁴	333.48	213.33	390.18	447.09	217.08

¹Promedio; ²Desviación estándar; ³Error estándar; ⁴Coefficiente de variación.

Fuente: Los Autores

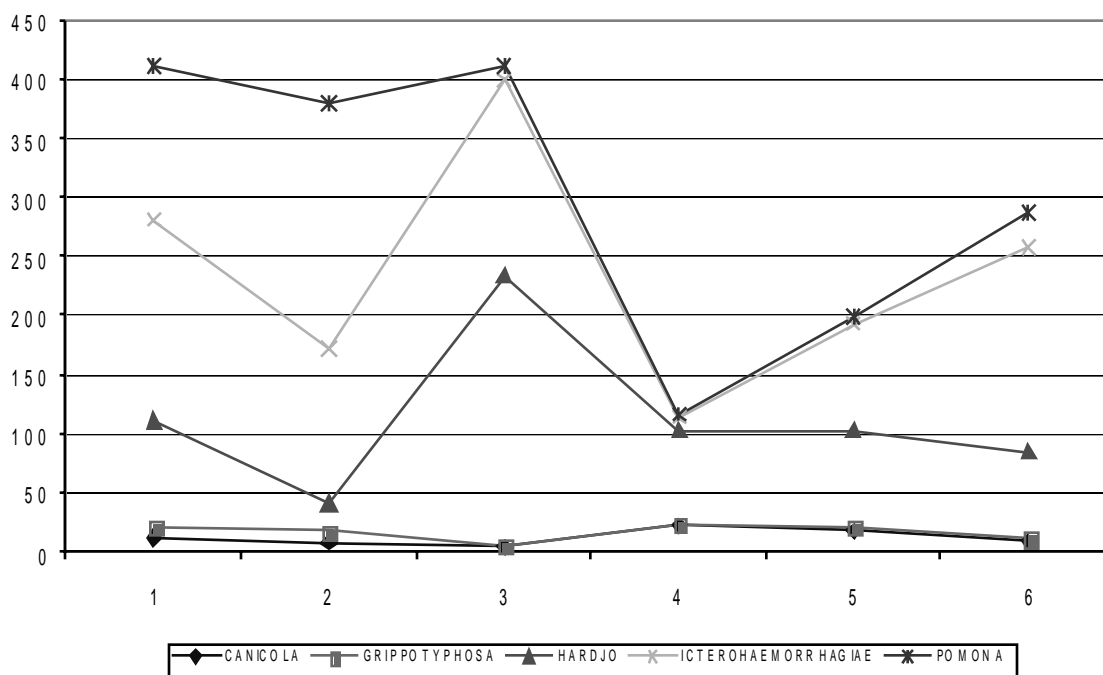


Figura 6. Promedio de la serología durante el período de estudio.

Fuente: Los Autores

4.2. VARIABLES REPRODUCTIVAS

Los parámetros reproductivos, días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción se obtuvieron únicamente para el grupo etéreo 1, vacas, los demás grupos etéreos no se incluyen acá debido a que son novillas y terneras, las cuales no han empezado vida reproductiva, ver **tabla 8** y **figura 6**.

Tabla 8. Estadígrafos de las variables reproductivas días abiertos e intervalo entre partos en función del grupo etáreo 1, vacas.

	DA ⁵	IEP ⁶
¹	237.98	522.30
S _i ²	122.62	122.81
S ³	18.279	18.515
CV ⁴	51.525	23.514

¹ Promedio. ² Desviación estándar. ³ Error estándar. ⁴ Coeficiente de variación. ⁵ Días abiertos. ⁶ Intervalo entre partos.

Fuente: Los Autores

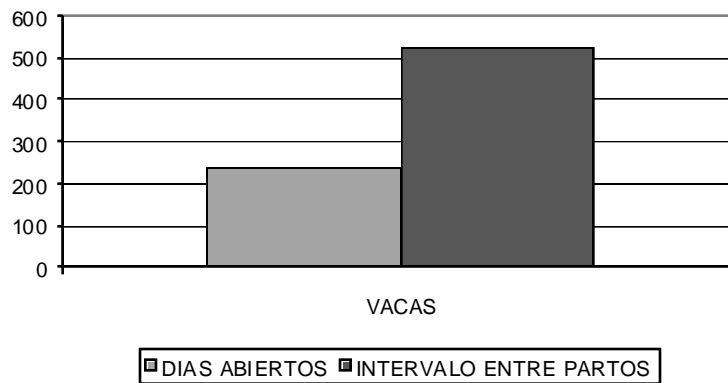


Figura 7. Promedio de los días abiertos e intervalo entre partos en función del grupo etáreo.

Fuente: Los Autores

En general todas la fincas muestreadas presentan altos valores para los parámetros reproductivos intervalo entre partos, servicios por concepción y días abiertos como se observa en las **figuras 8, 9 y tabla 9.**

Los resultados obtenidos de las cuatro fincas de las variables intervalo entre partos, días abiertos y servicios por concepción, fueron superiores a los valores de referencia para estos indicadores reproductivos. Estos resultados se pueden explicar mediante algunos factores que tienen influencia en el comportamiento reproductivo, como las practicas de manejo (selección, rotación de potreros, nutrición, etc.).

La finca que presentó mayor número de servicios por concepción fue la finca 4 con una media de 3.00 seguida por la 2 ($\bar{x} = 2.8750$), 1 ($\bar{x} = 2.8276$), y 3 ($\bar{x} = 1.7500$) respectivamente, ver **figura 9 y tabla 9.**

Tabla 9. Estadígrafos de las variables reproductivas días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción para cada una de las fincas en estudio.

	FINCA 1			FINCA 2			FINCA 3			FINCA 4		
	DA ⁵	IEP ⁶	SC ⁷	DA	IEP	SC	DA	IEP	SC	DA	IEP	SC
\bar{x}_1	241.05	524.10	2.8276	152.29	441.86	2.8750	294.86	575.36	1.7500	200.17	483.60	3.00
S_1^2	123.19	122.40	1.7540	36.239	37.879	1.4577	130.42	131.39	1.1255	92.053	102.49	2.00
S_3	27.545	27.369	0.3257	13.697	14.317	0.5154	34.857	35.116	0.2814	37.581	45.834	0.7559
CV^4	51.104	23.354	62.030	23.796	8.5727	50.704	44.233	22.836	64.312	45.988	21.193	66.667

¹ Promedio; ² Desviación estándar; ³ Error estándar; ⁴ Coeficiente de variación; ⁵ Días abiertos; ⁶ Intervalo entre partos; ⁷ Servicios por concepción.

Fuente: Los Autores

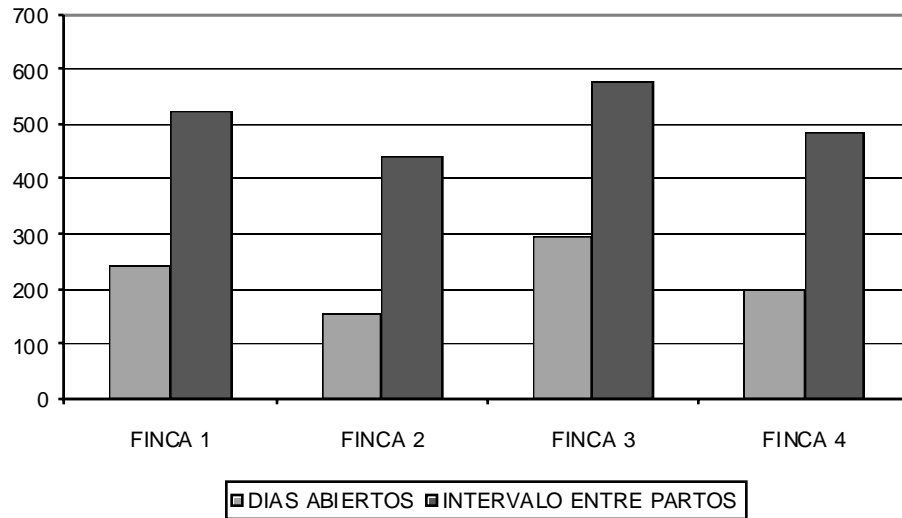


Figura 8. Promedio de días abiertos e intervalo entre partos por finca.

Fuente: Los Autores

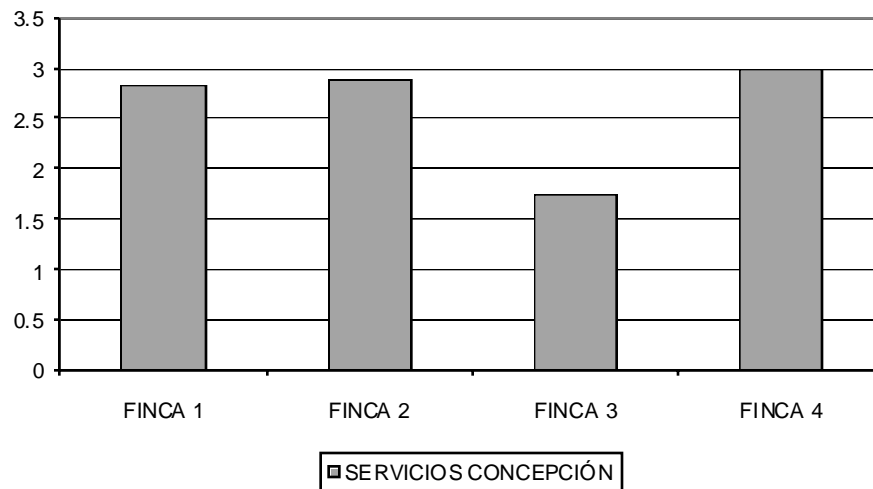


Figura 9. Promedio de servicios por concepción por finca.

Fuente: Los Autores

En términos generales los animales que no presentaron títulos a los diferentes serovares presentaron un mayor número de días abiertos, $\bar{x} = 247.03$ para *L. hardjo*, $\bar{x} = 245.21$ para *L. icterohaemorrhagiae* y $\bar{x} = 238.60$ para *L. pomona* e

intervalo entre partos $\bar{x} = 530.09$ para L. hardjo, $\bar{x} = 530.22$ para L. icterohaemorrhagiae y $\bar{x} = 522.86$ para L. pomona en relación a los animales positivos, que presentaron un promedio de días abiertos de $\bar{x} = 206.00$ para L. hardjo, $\bar{x} = 192.43$ para L. icterohaemorrhagiae y $\bar{x} = 202.50$ para L. pomona e intervalo entre partos $\bar{x} = 494.18$ para L. hardjo, $\bar{x} = 430.00$ para L. icterohaemorrhagiae y $\bar{x} = 884.50$ para L. pomona como se observa en las **figuras 10 y 11** y **tabla 10** y **11**.

Los animales que presentaron títulos positivos a los diferentes serovares mostraron un mayor número de servicios por concepción en relación a los animales negativos, ver **figura 12**.

Tabla 10. Estadígrafos de las variables reproductivas días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción para los animales seronegativos a los serovares más representativos.

(-)	<u>L. hardjo</u>			<u>L. icterohaemorrhagiae</u>			<u>L. pomona</u>		
	DA ⁵	IEP ⁶	SC ⁷	DA	IEP	SC	DA	IEP	SC
₁	247.03	530.09	2.4375	245.21	530.22	2.3922	238.60	522.86	2.5263
S ₁ ²	126.57	128.19	1.6747	125.24	125.23	1.6258	120.57	120.68	1.6486
S ₃	21.707	22.316	0.2417	20.316	20.587	0.2277	18.386	18.621	0.2184
CV ⁴	51.237	24.183	68.704	51.074	23.618	67.963	50.529	23.081	65.259

¹ Promedio; ² Desviación estándar; ³ Error estándar; ⁴ Coeficiente de variación; ⁵ Días abiertos; ⁶ Intervalo entre partos; ⁷ Servicios por concepción.

Fuente: Los Autores

Tabla 11. Estadígrafos de las variables reproductivas días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción para los animales seropositivos a los serovares más representativos.

(+)	<u>L. hardjo</u>			<u>L. icterohaemorrhagiae</u>			<u>L. pomona</u>		
	DA ⁵	IEP ⁶	SC ⁷	DA	IEP	SC	DA	IEP	SC
\bar{x} ¹	206.00	494.18	3.1818	192.43	430.00	3.7500	202.50	884.50	4.00
S_1 ²	84.064	79.762	1.4709	52.465	52.138	1.3887	17.678	14.849	1.4142
S_3 ³	25.346	24.049	0.4405	19.830	19.706	0.4910	12.500	10.500	1.00
CV ⁴	40.808	16.140	46.229	27.265	11.023	37.033	8.7297	3.0649	35.355

¹ Promedio; ² Desviación estándar; ³ Error estándar; ⁴ Coeficiente de variación; ⁵ Días abiertos; ⁶ Intervalo entre partos; ⁷ Servicios por concepción.

Fuente: Los Autores

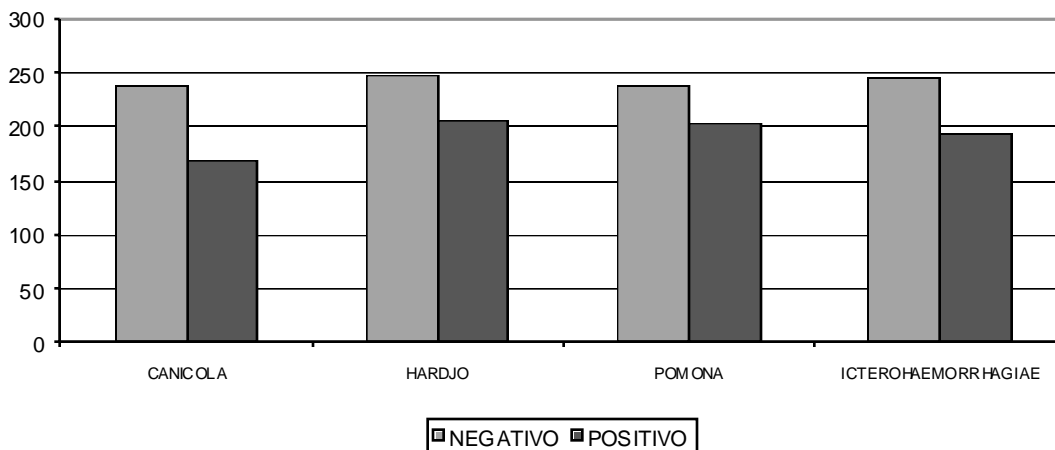


Figura 10. Promedio de la seropositividad y seronegatividad para días abiertos.

Fuente: Los Autores

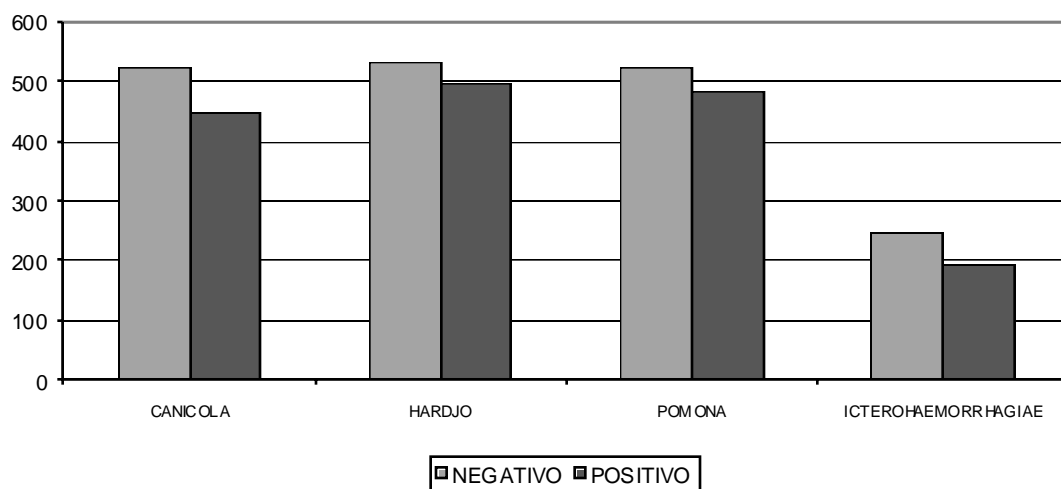


Figura 11. Promedio del intervalo entre partos en función de la seropositividad y seronegatividad.

Fuente: Los Autores

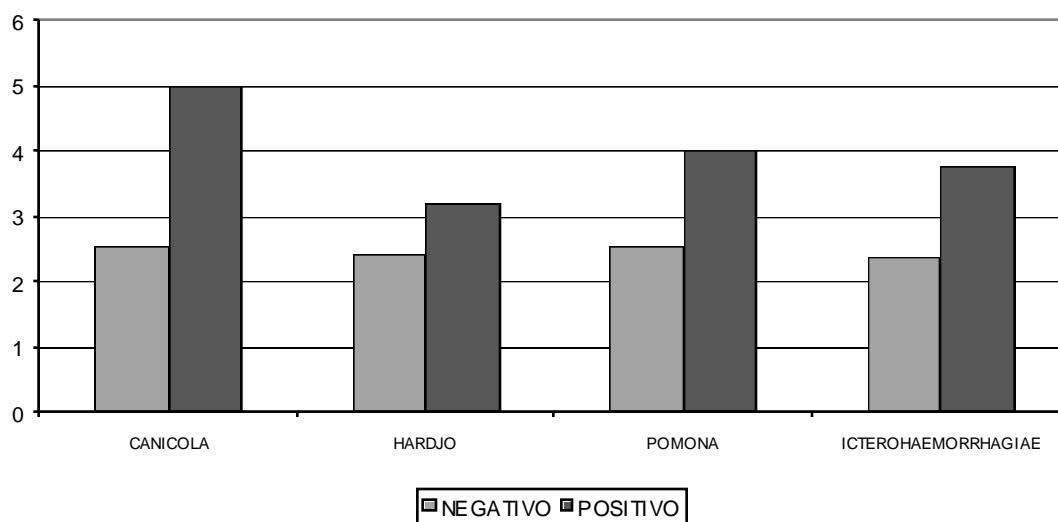


Figura 12. Promedio de los servicios por concepción en función de la seropositividad y seronegatividad.

Fuente: Los Autores

La serología en el presente estudio se comportó de manera inversa en relación al parámetro reproductivo días abiertos. Esto se puede sustentar porque animales con una mayor respuesta serológica son animales que generan una mayor respuesta inmune contra el microorganismo manteniéndolo de esta manera controlado. Al aumentar la respuesta inmune específica del organismo, se observa un aumento de las inmunoglobulinas en suero y de la inmunoglobulina A en el tracto reproductivo, obteniéndose un mejor comportamiento reproductivo evidenciado en una mejora en los parámetros reproductivos, a diferencia de Rincón y Céspedes (1996)⁷⁴ que encontraron que los animales seropositivos tuvieron un intervalo parto-concepción mayor que los animales negativos. También encontraron que los animales que cargaron habían dejado de ser seropositivos o eran seronegativos, mientras que aquellos animales que eran seropositivos durante todo el periodo demoraron más en cargar. Ellos explicaron estos resultados debido a la relación existente entre la presencia de la bacteria y su daño a nivel de útero, proceso de fertilización o embrión. Con resultados similares al presente estudio Parra (1994)⁷⁵ encontró en ganado de leche que los animales con serología positiva presentaron intervalo parto concepción menor.

Ellis (1994)⁷⁶ reporta que los días abiertos pueden aumentarse debido al embriotropismo que posee el microorganismo, produciéndose la repetición de calores, también es posible su prolongación, por la infección uterina que impediría la implantación de los embriones. Además opina que el daño reproductivo es una secuela crónica de enfermedad.

Los resultados del presente estudio para el parámetro intervalo entre partos se pueden sustentar en el hecho que los animales con serología positiva a *Leptospira spp*, son animales que generaron una mejor respuesta contra el agente patógeno,

⁷⁴ Rincón y Céspedes. 1996. Op cit. Pág. 120.

⁷⁵ Parra J. 1994. Influencia de la infección por diarrea viral bovina y la coinfección con VLB, *Leptospira hardjo*, e IBR en la producción de ganado de leche.

⁷⁶ Ellis, W. 1994. Leptospirosis as cause of reproductive failure. Pág.463.

lo que les permitió presentar un comportamiento reproductivo mejor, evidenciado en una disminución en el parámetro reproductivo evaluado, en comparación al mostrado por los animales con serologías negativas o bajas, los cuales son altamente susceptibles a los efectos patógenos del microorganismo, en tracto reproductivo, de manera similar a lo hallado por Rincón y Céspedes (1996)⁷⁷ que encontraron que los animales con serología positiva, pudieron protegerse de la infección en cualquier momento de la gestación. Por tanto, las vacas seronegativas pudieron ser afectadas; traducéndose esto en un mayor intervalo entre partos, posiblemente producido por muerte embrionaria o aborto temprano.

Los servicios por concepción pueden estar aumentados, no solo debido a la influencia de la *Leptospira spp*, que produce infertilidad, como manifestación clínica típica de infección con serovar *L. hardjo* en vacas⁷⁸, sino también por otras enfermedades de tipo reproductivo como rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea viral bovina (DVB), brucela, entre otras, además de la influencia que tiene la nutrición en la reproducción. El serovar hardjo se desarrolla en el útero grávido⁷⁹, por lo que puede afectar el desarrollo embrionario temprano, generando, repetición de calores y por lo tanto aumento en el parámetro servicios por concepción, y de esta manera aumento en los días abiertos e intervalo entre partos, los servicios por concepción en los animales seropositivos pueden verse aumentados también por la influencia de factores que no fueron evaluados en este estudio y que influyen de manera significativa sobre este parámetro, como son una técnica adecuada de detección de celos, la técnica de inseminación, calidad de las pajillas y manejo adecuado del programa de inseminación llevado en cada finca.

⁷⁷ Rincón y Céspedes. Op. Cit. 1996. Pág. 120.

⁷⁸ Smith B. 2002. Op cit. Pág. 870.

⁷⁹ Blood D.C. 2002. Op cit. Pág. 816.

4.3. VARIABLES PRODUCTIVAS

Los datos de producción de leche, solo hacen parte de los obtenidos para el grupo etéreo 1, vacas, esto debido a que los demás grupos etéreos, novillas y terneras no han empezado su vida productiva, ver **Figura 13** y **tabla 12**.

Tabla 12. Estadígrafos de la producción de leche por finca (litros).

	Finca 1	Finca 2	Finca 3
\bar{X} ¹	16.699	14.794	13.717
s^2	15.060	3.9449	5.2778
$S_{\bar{X}}$ ³	1.6944	0.6765	0.7250
CV ⁴	90.349	26.665	38.476

¹Promedio; ²Desviación estándar; ³Error estándar; ⁴Coefficiente de variación.

Fuente: Los Autores

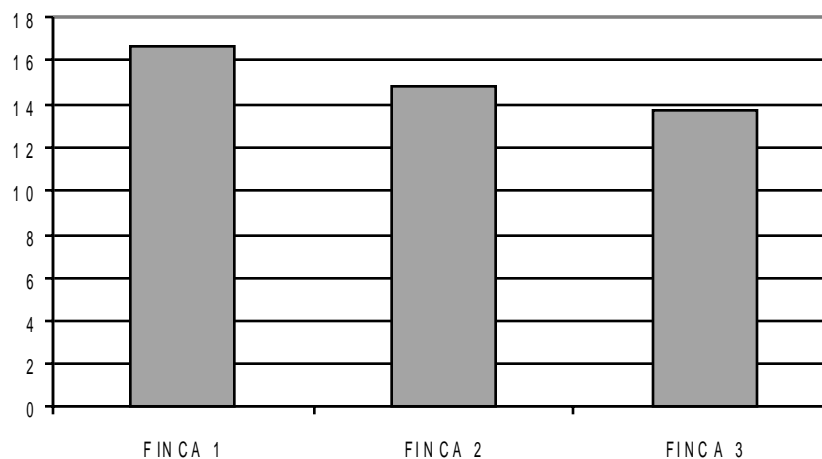


Figura 13. Promedio de la producción láctea (lt/día) para las finca de estudio.

Fuente: Los Autores

La finca que presentó una mayor producción láctea fue la finca 1 seguida de las fincas 2 y 3 respectivamente, como se puede observar en la **Figura 14** y **tabla 13**. No fue posible obtener datos de la finca 4 debido a venta de la misma.

Tabla 13. Estadígrafos de la producción de leche por seropositividad y seronegatividad (litros).

	<i>L. hardjo</i>		<i>L. icterohaemorrhagiae</i>		<i>L. pomona</i>	
	(-) ⁵	(+) ⁶	(-)	(+)	(-)	(+)
1	14.339	16.224	14.551	15.021	14.628	14.280
S ₁ ²	6.4394	6.4608	6.3509	7.4650	6.5190	5.8644
S ₃ ³	0.5522	1.3774	0.5348	1.8105	0.5395	1.6929
CV ⁴	44.908	39.823	43.646	49.698	44.566	41.067

¹Promedio; ²Desviación estándar; ³Error estándar; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Seropositivos; ⁶Seronegativos.

Fuente: Los Autores

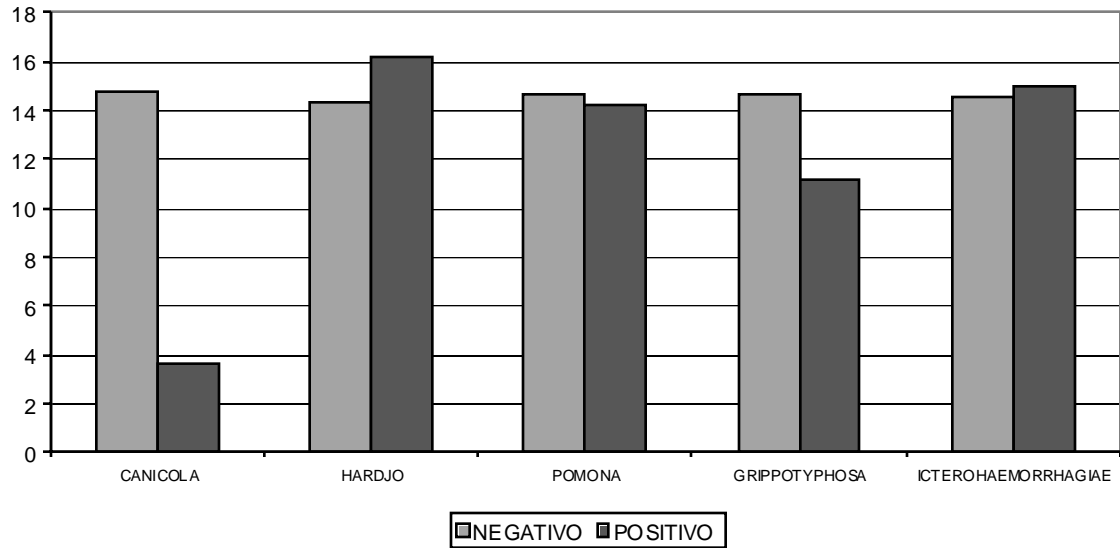


Figura 14. Promedio del promedio de producción láctea (litros de leche/ día) en función de la seropositividad y la seronegatividad

Fuente: Los Autores

Los animales que presentaron títulos positivos a los serovares *L. hardjo* y *L. Icterohaemorrhagiae* mostraron una mayor producción de leche en comparación con los que mostraron títulos positivos a los demás serovares, los animales que mostraron títulos negativos a cada uno de los serovares presentaron una producción de leche similar, ver **Figura 14**.

Las diferencias entre las producciones de las fincas pueden estar influenciadas por factores como raza, nutrición, etapa productiva y genética, además de entidades patológicas como la mastitis, que es una de las principales causas de bajas en producción en el ganado lechero. Sin embargo no variaron considerablemente, en parte porque las condiciones para los animales son similares y la raza predominante en las fincas fue la raza Holstein.

La variación en la producción de leche en cada una de las fincas correlacionada con la seropositividad, no fue significativa ($r = 0.025$; $P > 0.05$). Las diferencias entre animales positivos y negativos no es marcada. El dato tan bajo de producción de leche para los animales positivos a L. canicola ($n = 1$, $\bar{x} = 3.6200$) y L. grippotyphosa ($n = 3$, $\bar{x} = 11.120$) se explican debido a que el número de animales positivos a estas serovariedades fue muy baja por lo tanto estos datos no tienen una significancia estadística ($P > 0.05$). Sin embargo Guitian F. (2001)⁸⁰ afirma que la leptospirosis afecta los hatos lecheros produciendo perdidas por múltiples factores entre los cuales se destaca, la disminución en la producción, baja eficiencia reproductiva, gastos por diagnóstico y tratamiento. También Rincón y Céspedes (1996)⁸¹ sugieren que la producción de leche de los animales con título seronegativo es menor. Esto permite sugerir que los animales con una infección endémica o crónica, caracterizada por baja producción de anticuerpos, están siendo afectados por la Leptospira spp., o por otros microorganismos, como los causantes de mastitis, por lo tanto producen menos leche.

Parra (1994)⁸² en un estudio realizado en la sabana de Bogotá, para varias entidades infecciosas entre ellas Leptospira hardjo, encontró una situación similar, donde las vacas que presentaron serología catalogada como negativa produjeron menos leche en forma no significativa.

4.4. VARIABLES AMBIENTALES

El municipio de La Calera (localización de la finca 1) presentó mayor promedio de temperatura, seguida por los municipios en los cuales se localizan las fincas 3 y 4 respectivamente, ver **Figura 15** y **tabla 14**. Del municipio de Sopó (finca número 2) no se obtuvieron datos ambientales debido a que en el IDEAM no tenían información reciente proveniente de la estación meteorológica cercana a la zona.

⁸⁰ Guitian F. et. Al. 2001. Op cit. Pág. 276.

⁸¹ Rincón y Céspedes. Op cit. 1996. Pág. 118.

⁸² Parra J. Op cit. 1994.

Tabla 14. Estadígrafos de las variables ambientales, precipitación y temperatura por finca.

	Finca 1		Finca 2		Finca 3		Finca 4	
	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.
\bar{x} ¹	3.0287	13.349	2.6247	--	4.0106	9.3157	4.8000	9.5
S^2 ²	1.3603	0.2527	1.2277	--	0.0219	0.0366	--	--
S ³	0.0943	0.0269	0.1266	--	1.947	3.245	--	--
CV ⁴	44.914	1.8927	46.774	--	0.5471	0.3926	--	--

¹Promedio; ²Desviación estándar; ³Error estadístico; ⁴Coefficiente de variación.

Fuente: Los Autores

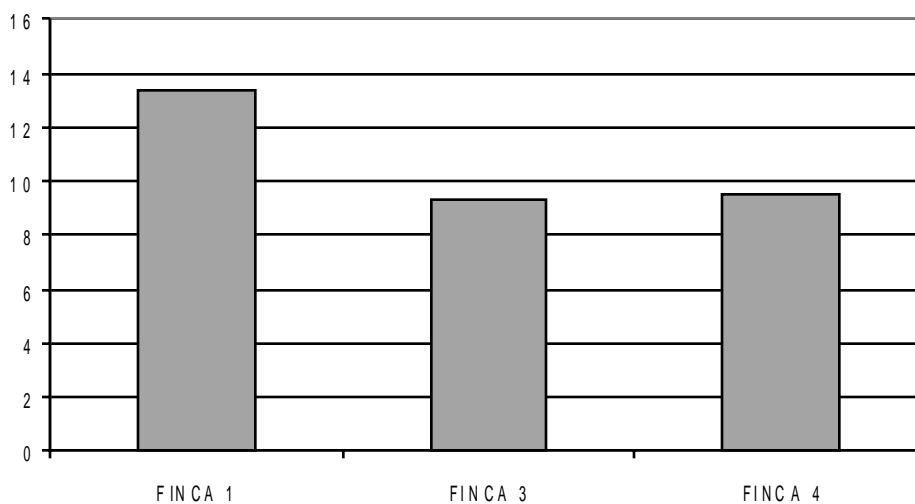


Figura 15. Promedio de la Temperatura (°C), para los municipios de las fincas en estudio.

Fuente: Los Autores

El municipio que presentó mayores niveles de precipitación fue Tabio (finca número 4) seguido de los municipios donde se localizan las fincas 3, 1 y 2 respectivamente, ver **Figura 16** y **tabla 14**.

El único municipio del cual se obtuvieron datos de humedad relativa fue al cual pertenece la finca número 1 debido a que no hay reportes recientes de este parámetro en las demás estaciones del IDEAM.

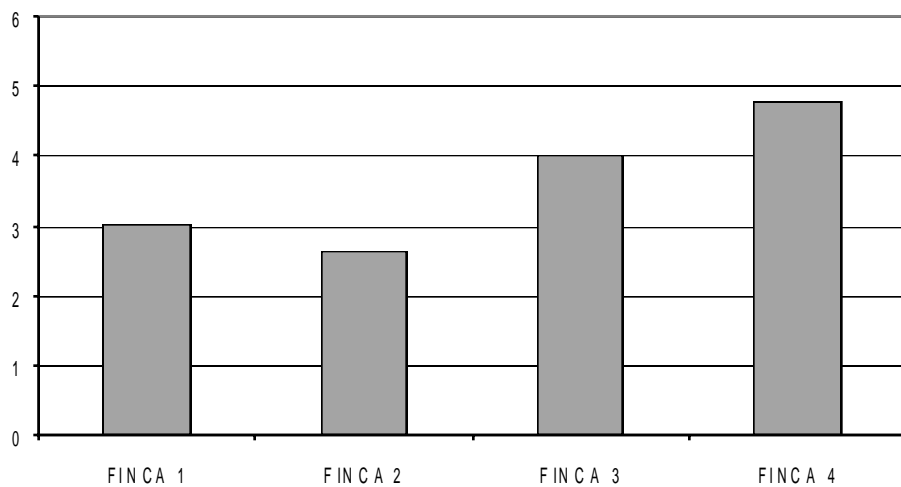


Figura 16. Promedio de la precipitación (milímetros), para los municipios de las fincas en estudio.

Fuente: Los Autores

Las diferencias observadas en los parámetros climatológicos obedecen a la situación geográfica de cada una de las fincas. Aunque los municipios pertenecen a la zona de la sabana de Bogotá, existen diferencias en altitud, y topografía, estas diferencias hacen que cada municipio presente un comportamiento climático característico de la zona.

Los animales seropositivos a los serovares *L. pomona*, *L. grippotyphosa* e *L. icterohaemorrhagiae* presentaron una relación directa con la precipitación, de este modo se presentó mayor número de animales seropositivos relacionados con una mayor precipitación, ver **Figura 17** y **tabla 15**, a diferencia de los animales seropositivos a los serovares *L. canicola* y *L. hardjo* los cuales se relacionaron con precipitaciones menores.

Tabla 15. Estadígrafos de la precipitación por seronegatividad y seropositividad para cada serovar.

	<i>L. hardjo</i>		<i>L. icterohaemorrhagiae</i>		<i>L. pomona</i>		<i>L. grippotyphosa</i>		<i>L. canicola</i>	
	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
\bar{x} ¹	3.3404	2.6882	3.1424	4.0578	3.1840	3.8443	3.2602	3.4043	3.2760	2.8689
S_1^2 ²	1.2641	1.3492	1.2472	1.2955	1.3164	0.8854	1.2969	0.8221	1.2903	1.1920
S ³	0.0666	0.1908	0.0660	0.1763	0.0692	0.1265	0.0645	0.3107	0.0644	0.3973
CV ⁴	37.842	50.188	39.691	31.927	41.346	23.032	39.781	24.148	39.387	41.549

¹Promedio; ²Desviación estándar; ³Error estadístico; ⁴Coefficiente de variación.

Fuente: Los Autores

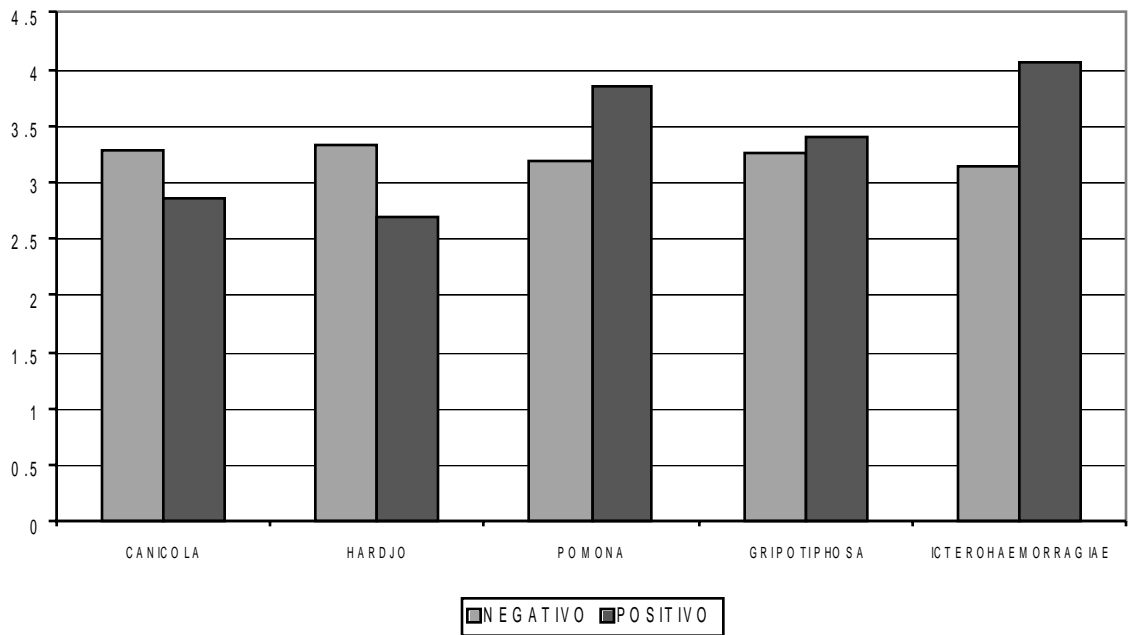


Figura 17. Promedio de la precipitación (milímetros) en función de la seropositividad y seronegatividad.

Fuente: Los Autores

Los animales seropositivos a los serovares, *L. pomona*, *L. grippotyphosa*, *L. canicola* y *L. hardjo* presentaron una relación directa con la temperatura, de este modo se presentó mayor número de animales seropositivos relacionados con una mayor temperatura, ver **Figura 18 y tabla 16**. Por el contrario los animales seropositivos al serovar *L. icterohaemorrhagiae* se relacionaron con temperaturas menores. Estas relaciones fueron levemente significativas ($P > 0.05$).

Tabla 16. Estadígrafos de la temperatura por seronegatividad y seropositividad para cada serovar.

	<i>L. hardjo</i>		<i>L. icterohaemorrhagiae</i>		<i>L. pomona</i>		<i>L. grippotyphosa</i>		<i>L. canicola</i>	
	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
\bar{x} ¹	10.818	11.265	10.998	9.9526	10.512	11.973	10.782	13.398	10.796	13.353
S_1 ²	1.9223	2.0729	1.9871	1.2481	1.8367	1.8172	1.9099	0.2650	1.9151	0.3060
S ³	0.1406	0.6250	0.1533	0.2242	0.1475	0.2740	0.1368	0.1325	0.1368	0.1767
CV ⁴	17.769	18.400	18.068	12.54	17.473	15.178	17.714	1.9780	17.739	2.2915

¹Promedio; ²Desviación estándar; ³Error estándar; ⁴Coefficiente de variación.

Fuente: Los Autores

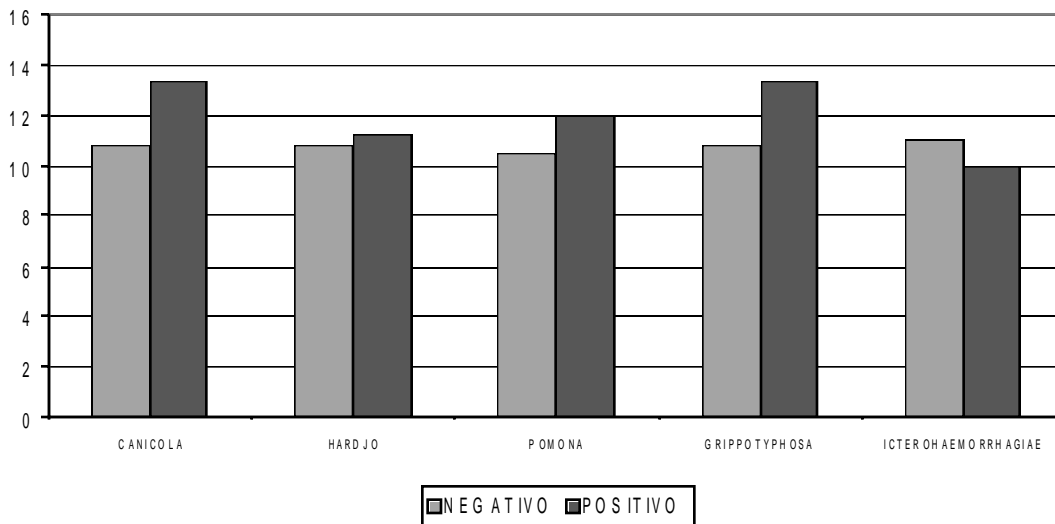


Figura 18. Promedio de la Temperatura (°C) en función de la seropositividad y seronegatividad.

Fuente: Los Autores

La serología y los factores climáticos puede estar relacionados con las condiciones climáticas del lugar donde se realice el estudio, de este modo estudios realizados en condiciones de la región de la Orinoquía (Rincón y Céspedes, 1996) pueden variar significativamente en sus resultados con respecto a los datos obtenidos en la sabana de Bogotá u otras zonas del país, esto debido a que las condiciones climáticas de cada lugar son muy características e independientes. Del mismo modo datos obtenidos en un estudio realizado en un país de estaciones (Ellis, 1994), no son aplicables a las condiciones climáticas encontradas en Colombia. Algunos autores le dan importancia a la relación existente entre la serología y los factores climáticos, como Rincón y Céspedes (1996)⁸³ en su estudio en el cual afirman que el clima no solamente afecta el grado de infección (magnitud de la respuesta serológica) sino que también afecta el número de animales infectados en un momento dado. También Manrique (1978)⁸⁴, menciona que “la enfermedad esta bastante vinculada con factores medioambientales y que en las regiones tropicales estos factores contribuyen más a la formación endémica de la enfermedad”.

Por el contrario Ellis et al, en 1994⁸⁵ afirma que los ambientes favorables para la supervivencia de las leptospiras son menos importantes en la epidemiología de los serovares de mantenimiento y afirma que el hacinamiento juega un papel más importante en la prevalencia de los huéspedes de mantenimiento que las variables medioambientales, estos datos obtenidos en los Estados Unidos pueden ser debidos a que por ser un país en donde se presentan estaciones bien definidas las condiciones no favorecen el mantenimiento del microorganismo, de esta manera juegan un papel mas importante en la epidemiología de esta región otros factores.

⁸³ Rincón y Céspedes. Op cit. 1996. Pág. 103.

⁸⁴ Manrique, G. 1978. Leptospirosis bovina en Colombia. Pág. 21.

⁸⁵ Ellis, W. Op cit. 1994. Pág. 474.

El parámetro humedad relativa solo se obtuvo de uno de los municipios (finca 1), y equivale a 91,3%. Los datos para las demás fincas no se obtuvieron por falta de actualización de los archivos del IDEAM.

4.5. INTERACCIONES ENTRE VARIABLES

El pico de títulos de anticuerpos que se observó entre el segundo y tercer muestreo, concuerda con una disminución en los días abiertos y el intervalo entre partos. Los días abiertos y el intervalo entre partos permanecen estables hasta el muestreo 5 y tienen tendencia a aumentar hacia el muestreo 6, ver **Figura 19** y **tabla 17**.

Tabla 17. Estadígrafos de las variables reproductivas días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción, productivas, litros de leche/ día, y ambientales, precipitación por muestreo.

Muestreo 1					
	DA ¹	IEP ²	SC ³	LTRS ⁴	PREC ⁵
X ⁶	295.77	577.77	2.8571	17.400	4.1234
S ⁷	130.53	130.37	1.5901	20.689	0.2579
Sx ⁸	27.829	27.794	0.3470	3.5481	0.0169
Cv ⁹	44.132	22.564	55.655	118.90	6.2549
Muestreo 2					
	DA	IEP	SC	LTRS	PREC
X	298.80	579.60	3.6000	13.312	2.9294
S1	13.236	12.280	1.5166	4.9893	0.8826
Sx	5.9195	5.4918	2.3000	0.9979	0.7790
Cv	4.4298	2.1187	0.6782	37.480	0.1103
Muestreo 3					
	DA	IEP	SC	LTRS	PREC
X	132.17	426.00	1.8571	13.762	1.2786
S1	64.279	70.521	1.5736	5.1378	0.3722
Sx	26.242	28.790	0.5948	1.0713	0.0561
Cv	48.635	16.554	84.732	37.333	29.110
Muestreo 4					
	DA	IEP	SC	LTRS	PREC
X	149.60	429.60	1.7500	14.565	1.6923
S1	41.956	40.605	0.9574	7.0210	0.3439
Sx	18.763	18.159	0.4781	1.2610	0.0519
Cv	28.045	9.4519	54.710	48.203	20.324
Muestreo 5					
	DA	IEP	SC	LTRS	PREC
X	153.83	428.80	2.4286	16.572	2.1177
S1	80.123	87.525	1.5119	7.5318	0.1743
Sx	32.710	39.143	0.5714	1.4234	0.0263
Cv	52.085	20.412	62.253	45.450	8.2318
Muestreo 6					
	DA	IEP	SC	LTRS	PREC
X	250.33	530.33	2.4375	15.616	5.2400
S1	53.454	53.454	1.8963	7.2494	--
Sx	30.862	30.862	0.4741	1.4499	--
Cv	21.353	10.079	77.796	46.424	--

¹ Días abiertos; ² Intervalo entre partos; ³ Servicios por concepción; ⁴ Litros de leche/ día; ⁵ Precipitación; ⁶ Promedio; ⁷ Desviación estándar; ⁸ Error estándar; ⁹ Coeficiente de variación.

Fuente: Los Autores

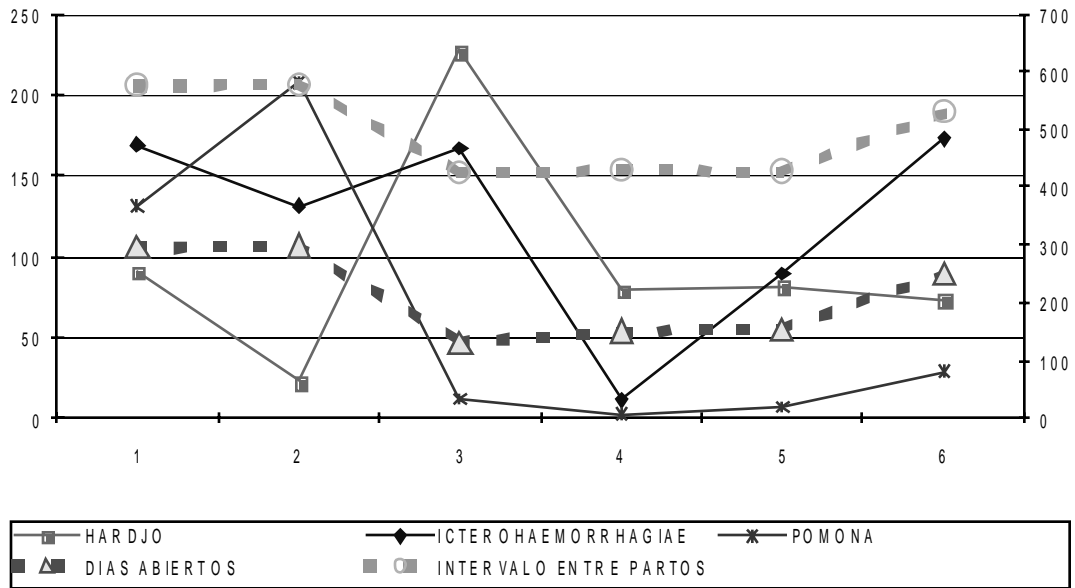


Figura 19. Dinámica serológica para los serovares más representativos, en función de los días abiertos e intervalos entre partos.

Fuente: Los Autores

Los animales con títulos positivos a *Leptospira spp* pueden generar una mejor respuesta inmune, que se ve reflejada en una mejor eficiencia reproductiva, presentando una disminución en los parámetros reproductivos días abiertos y por lo tanto de intervalo entre partos, por el contrario animales con títulos negativos, son animales que van a estar con mayor predisposición a los efectos que la *Leptospira spp* les pueda generar a nivel reproductivo. Además animales con títulos bajos pueden estar presentando la enfermedad de manera crónica, viéndose más afectados de manera reproductiva y por lo tanto mostrando baja eficiencia reproductiva como menciona Ellis (1994)⁸⁶ que el daño reproductivo es una secuela crónica de enfermedad.

⁸⁶ Ellis, W. Op cit. 1994. Pág. 465.

De la misma manera que los resultados obtenidos por Rincón y céspedes (1996)⁸⁷, los animales seropositivos, mostraron una mayor eficiencia reproductiva en la variable intervalo entre partos, ellos afirman que animales seropositivos, pueden protegerse del microorganismo en cualquier etapa de la gestación. Mientras, que animales seronegativos pueden ser afectados, generando mayor intervalo entre partos. A diferencia de Otte (1991)⁸⁸ quien encontró en hatos de la costa atlántica que el intervalo entre partos fue afectado en forma significativa por la serología al serovar hardjo.

La dinámica de servicios por concepción se comporta de manera similar a la dinámica de títulos a *L. pomona*, por el contrario, al aumentar los títulos de anticuerpos a *L. hardjo* e *L. icterohaemorrhagiae*, disminuyen los servicios por concepción y viceversa, como se ve en la **Figura 20** y **tabla 17**.

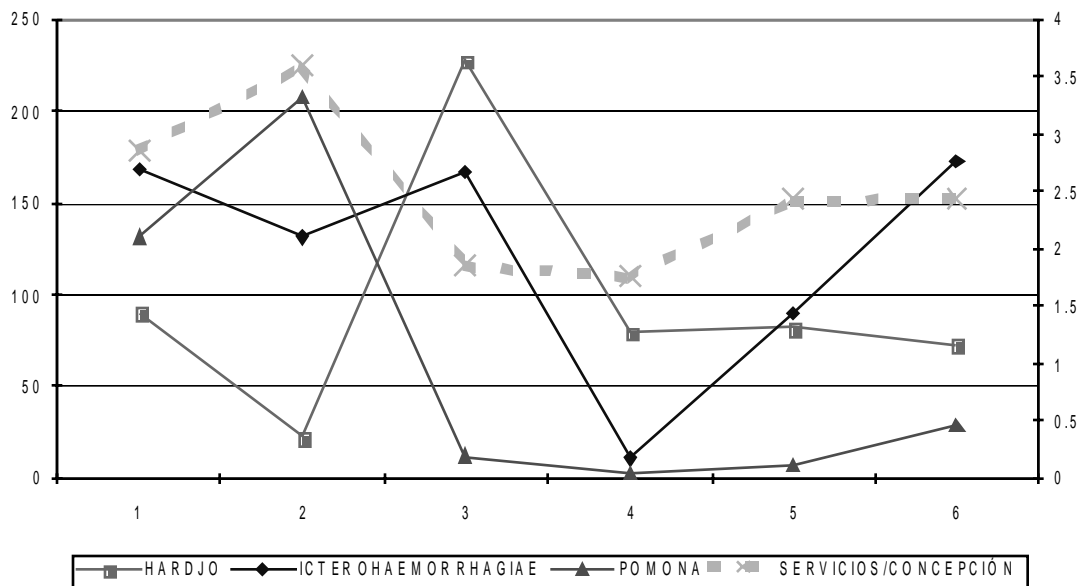


Figura 20. Dinámica serológica para los serovares más representativos, en función de los Servicios por concepción.

Fuente: Los Autores

⁸⁷ Rincón y Céspedes. Op cit. 1996. Pág. 122.

⁸⁸ Otte, E. 1991. Introducción de un sistema de asistencia técnica integral pecuaria.

No hubo una relación significativa ($P > 0.05$) entre los títulos de anticuerpos hacia los serovares L. pomona, L. hardjo e L. icterohaemorrhagiae y el parámetro servicios por concepción, a través del tiempo entre los muestreos, ver **Figura 20**. Esto puede ser debido a factores que tienen una influencia marcada sobre este parámetro como son, una técnica adecuada de detección de celos, la técnica de inseminación, calidad de las pajillas, y manejo adecuado del programa de inseminación llevado en cada finca y que no fueron tenidos en cuenta para este estudio.

Es importante tener en cuenta la influencia que estos factores representan para la eficiencia reproductiva de un hato, y es recomendable evaluarlos en futuras investigaciones para obtener unos datos más acertados con respecto a la influencia que tiene la Leptospira spp en la reproducción.

No se observa una variación marcada entre la producción de leche a través de los muestreos, sin embargo se observa una leve disminución en la producción en el segundo muestreo que concuerda con un aumento en los niveles de anticuerpos para L. pomona en el segundo muestreo y para L. hardjo e L. icterohaemorrhagiae en el tercero, y luego empieza a aumentar hasta el sexto muestreo, ver **Figura 21**.

Los resultados obtenidos no tienen una correlación significativa ($P > 0.05$), puesto que se comportan de una manera bastante aleatoria. Por tanto en este estudio la enfermedad no tuvo una influencia marcada en la producción de leche como lo afirman otros autores. Blood (2002)⁸⁹ reporta que las epidemias de agalactia en los hatos lecheros y el síndrome hipogaláctico se asocia a la infección por L. hardjo. La caída repentina de la producción de leche puede afectar hasta al 50% de las vacas al mismo tiempo y causar una disminución precipitada de la producción lechera del hato. Esta disminución puede durar hasta 8 semanas pero en vacas individuales puede volver a la normalidad entre 10 y 14 días.

⁸⁹ Blood, D. 2002. Op cit. Pág. 1156.

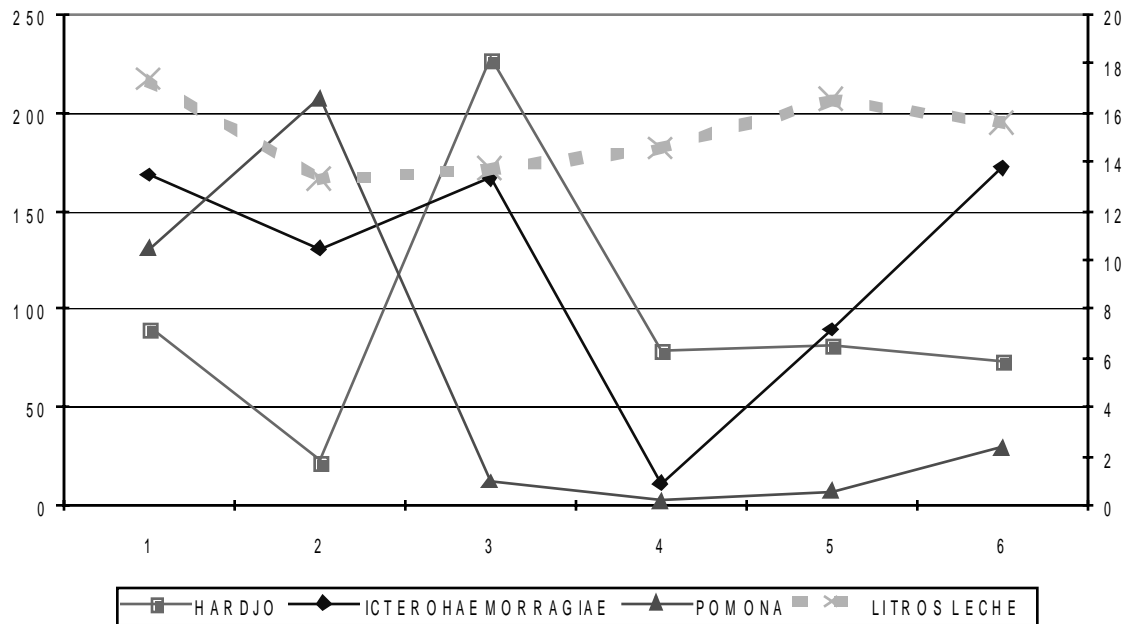


Figura 21. Dinámica serológica para los serovares más representativos, en función de la producción de leche (litros/ día).

Fuente: Los Autores

Los resultados del presente estudio se pueden sustentar debido a que la sintomatología hipogaláctica se relaciona más con una presentación aguda, a diferencia de la sintomatología reproductiva que tiene más correlación con una presentación crónica. Posiblemente la enfermedad sea endémica en estas fincas, por lo tanto los animales no presentan cursos agudos de la enfermedad.

Las curvas de intervalo entre partos y días abiertos, y precipitación se comportaron de manera similar durante los seis muestreos, de este modo al aumentar la precipitación aumentaron el intervalo entre partos y los días abiertos, ver **gráfica 19**.

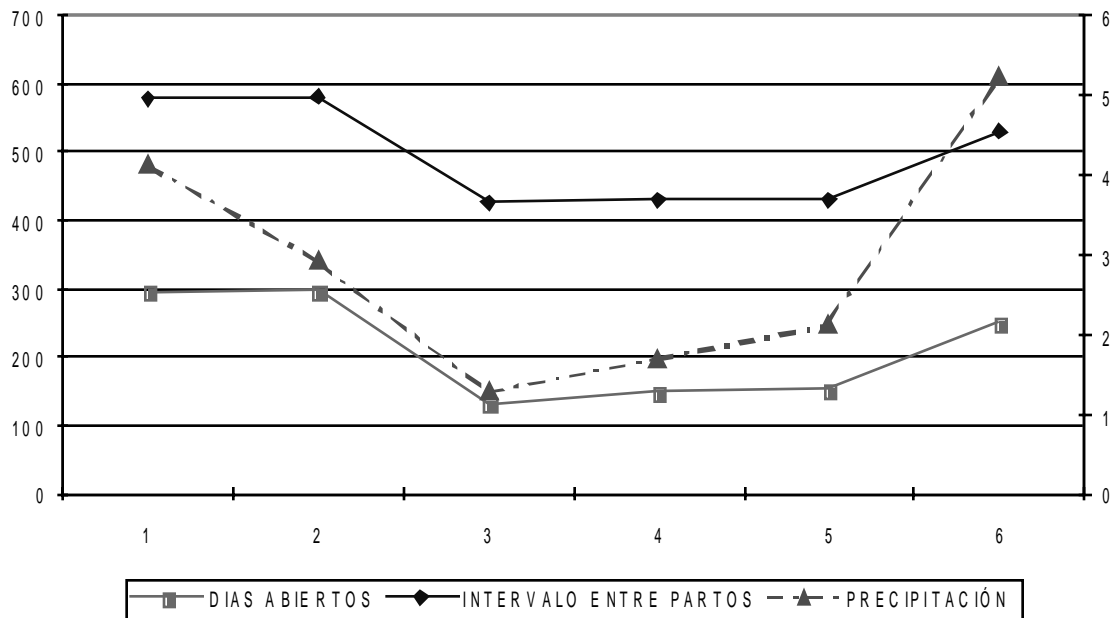


Figura 22. Dinámica reproductiva (intervalo entre partos y días abiertos) en función de la Precipitación.

Fuente: Los Autores

El comportamiento de los parámetros reproductivos, días abiertos e intervalo entre partos a través del tiempo en función de la precipitación pueden deberse a que durante los períodos de mayor lluvia los factores ambientales favorecen el desarrollo y permanencia de la leptospira en el medio, como afirma Blood (2002), la humedad y el agua de la superficie del suelo son los factores más importantes que rigen la persistencia de este microorganismo en el lecho o el suelo, puede persistir hasta 183 días en un suelo saturado de agua, pero solo 30 minutos cuando el suelo esta aireado, los anticuerpos de *L. hardjo* tienen una prevalencia alta en todas las áreas de precipitaciones⁹⁰, estando de esta manera los animales más expuestos a la enfermedad, por lo tanto observándose un aumento en estos parámetros que a su vez reflejan una ineficiencia reproductiva.

⁹⁰ Blood, 2002. Op cit. Pág. 1157.

Los resultados obtenidos para la dinámica de servicios por concepción en función de la precipitación se comportaron de manera similar durante los cinco primeros muestreos, de este modo al aumentar la precipitación aumentaron los servicios por concepción. En el último muestreo no se presenta este mismo comportamiento, ver **Figura 23**.

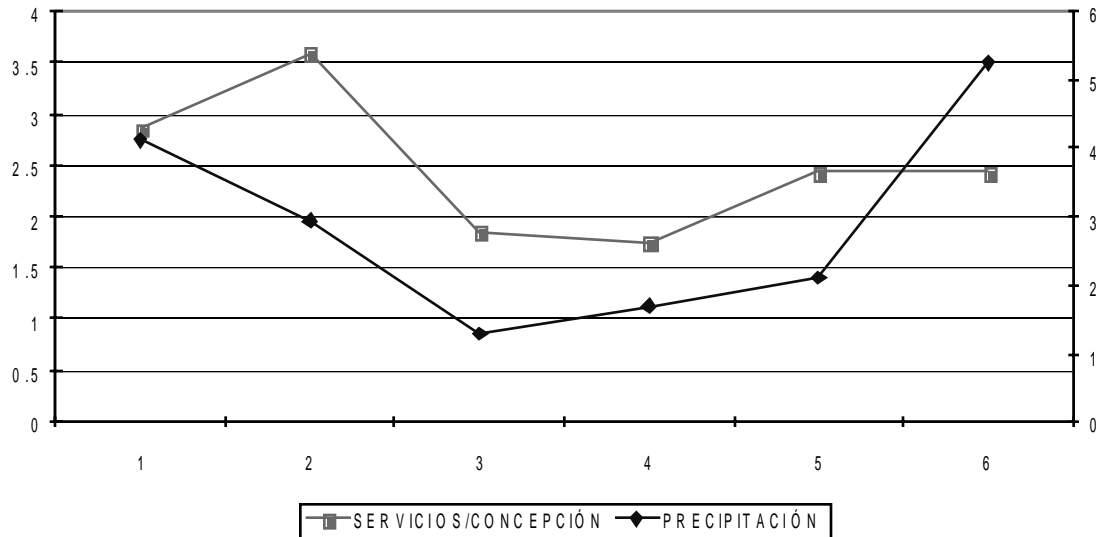


Figura 23. Dinámica reproductiva (servicios por concepción) en función de la precipitación.

Fuente: Los Autores

De manera similar a los hallazgos obtenidos para los parámetros días abiertos e intervalo entre partos, el parámetro servicios por concepción, se comporta de manera similar a la precipitación, esto debido a que los servicios por concepción, son un parámetro importante que rige la cantidad de días abiertos, y por lo tanto el intervalo entre partos, así, a mayor número de servicios por concepción, encontramos un aumento en los demás parámetros reproductivos. Este comportamiento se puede explicar debido a la mayor exposición al microorganismo en presencia de precipitaciones altas, lo que conlleva a infertilidad

en los animales. Como afirma Smith (2002), la infertilidad es una manifestación clínica típica de infección con serovar *L. hardjo* en vacas.

Las curvas de producción (litros de leche/ día) y precipitación se comportaron de manera similar durante las cinco primeros muestreos, de este modo al aumentar la precipitación aumento la producción. En el último muestreo no se presenta este mismo comportamiento ya que se vio un aumento en la precipitación y una disminución en la producción, que se puede deber a la presencia de patógenos causantes de mastitis, ver **Figura 24**.

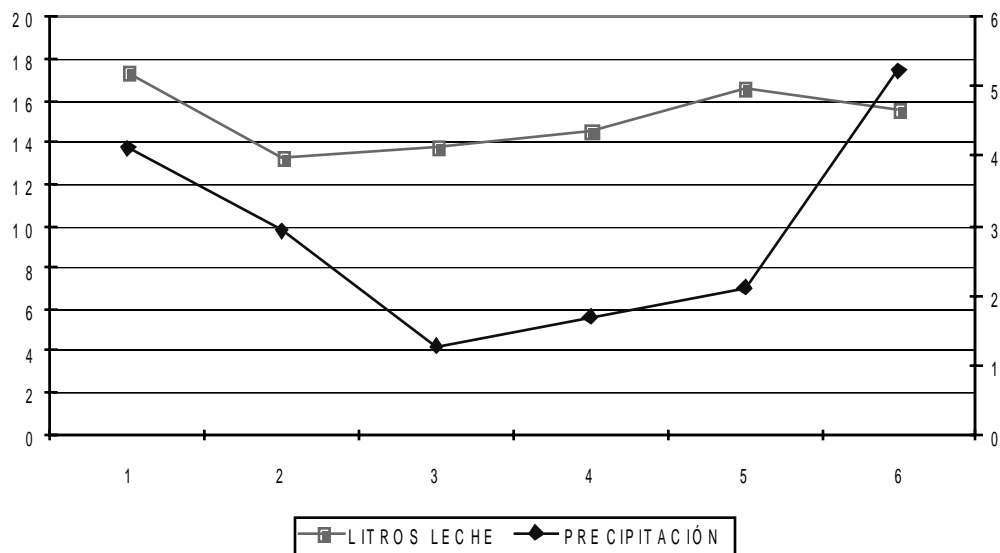


Figura 24. Dinámica productiva (litros de leche/ día) en función de la precipitación.

Fuente: Los Autores

El aumento en la producción que concuerda con un alto nivel de precipitación se puede relacionar un aumento en la cantidad de forraje disponible durante las épocas de mas lluvia, por el contrario, al disminuir la precipitación los animales bajan la producción al no tener la misma disponibilidad de pasto. Aunque esto también puede estar influenciado por otros factores como son la rotación de

potreros, fertilización de los mismos, así como la disponibilidad de otras fuentes de alimento, y presencia de mastitis.

Los registros altos de precipitación concuerdan con el primer y último muestreo. Luego de presentarse un pico de precipitación en el primer muestreo, los títulos de anticuerpos, empezaron a aumentar paulatinamente hasta alcanzar el pico entre el muestreo 2 (*L. pomona*) y 3 (*L. hardjo* e *L. icterohaemorrhagiae*), mas o menos un mes posterior al pico de precipitación, al disminuir la precipitación hacia el muestreo 2 y llegando al punto más bajo en el muestreo 3, los títulos de anticuerpos empezaron a disminuir, un mes después aproximadamente. Y hacia el final de los muestreos a medida que aumento la precipitación los títulos de anticuerpos a *L. icterohaemorrhagiae* comenzaron a subir, como se observa en la **Figura 25**.

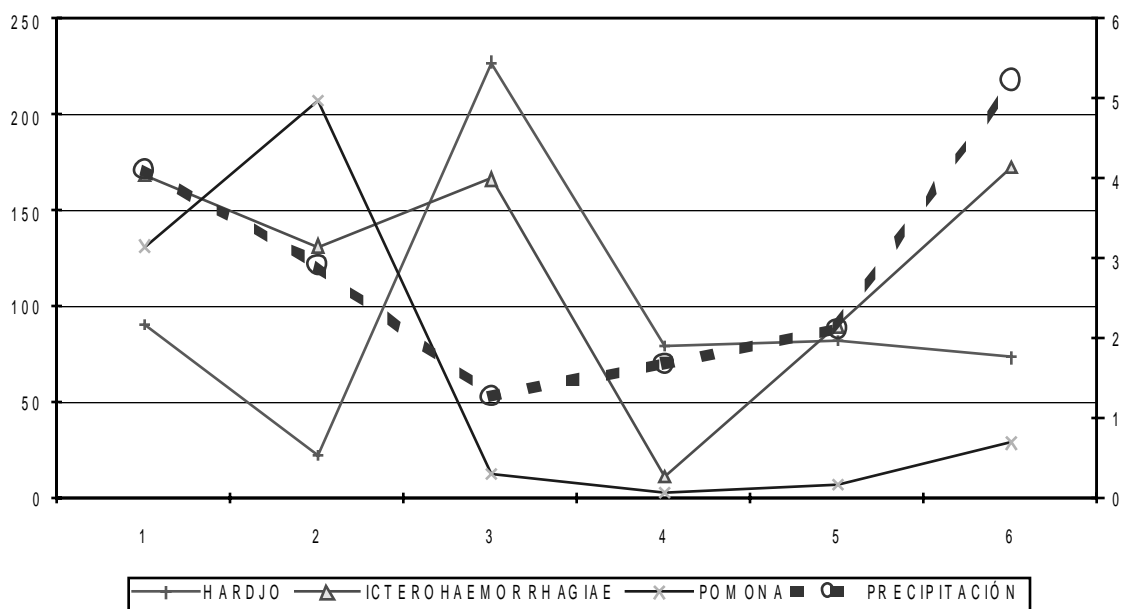


Figura 25. Dinámica serológica para los serovares más representativos en función de la precipitación.

Fuente: Los Autores

Los datos obtenidos para la dinámica serológica en función de la precipitación se pueden explicar porque al presentarse mayor precipitación se favorece la supervivencia del microorganismo, como se afirmó anteriormente por lo tanto los animales estarán más expuestos a la enfermedad, encontrándose respuestas serológicas a la misma. La respuesta inmune no se presenta de manera inmediata, es por esto que la serología a la enfermedad se ve afectada por la precipitación y estos efectos se ven reflejados en el muestreo inmediatamente siguiente al aumento o disminución.

Es importante tener en cuenta este comportamiento para el control de la enfermedad, dándole mayor importancia a las épocas con altas precipitaciones para tomar medidas de manejo de la misma.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio mostró resultados de serorreactividad en los cuales los serovares más representativos fueron L. icterohaemorrhagiae, L. hardjo y L. pomona, relacionándose de manera indirecta con los parámetros reproductivos intervalo entre partos y días abiertos, y de manera directa con el parámetro servicios por concepción. De la misma manera se relacionaron con la variable ambiental precipitación de manera directa. Sin embargo con la variable productiva, litros de leche/ día, no presentó ninguna relación.

El estudio mostró mayor serorreactividad para serovar L. icterohaemorrhagiae presentando promedio un de títulos de 1:159,72 . Otros serovares de importancia fueron L. hardjo (media = 107,72) y L. pomona (media = 91,87). Los serovares L. canicola y L. grippotyphosa presentaron una serorreactividad baja, lo cual nos da a entender que estuvieron presentes en las fincas como huéspedes accidentales. Estos resultados fueron diferentes de los de Parra (1994), Gallego (1994), CEISA (1993) entre otros estudios de prevalencia en el país en los cuales el serovar L. hardjo es el de mayor importancia. Esto puede obedecer a que el serovar L. hardjo es considerado de mantenimiento en los bovinos y adaptado a esta especie, por lo tanto su respuesta serológica será menor a serovares accidentales.

Según los datos obtenidos, se observa que el serovar L. icterohaemorrhagiae ha tomado importancia y tiene una presentación que compite con el serovar L. hardjo, e incluso es superior a este, y actualmente el de más relevancia en la sabana de Bogotá, por lo cual estamos de acuerdo con la afirmación que hace unos años hicieron Rincón y Céspedes (1996), que es posible esperar que en el transcurso de algunos años este serovar (L. icterohaemorrhagiae) reemplace al serovar L. hardjo y se convierta de esta manera en el huésped de mantenimiento de los bovinos del país o por lo menos alcance a competir con él. De manera similar a varios estudios de prevalencia nacional en los cuales el serovar L.

icterohaemorrhagiae aparece como uno de los más importantes (Parra1994, Rincón y Céspedes 1996).

Los animales con títulos positivos a Leptospira spp presentaron una mayor eficiencia reproductiva en comparación con los animales seronegativos, que tenían un aumento en el intervalo entre partos, y días abiertos. Esto indica que los animales que presentan una mejor respuesta inmunológica están viéndose afectados de menor manera por el microorganismo, ya que son animales que generan respuestas inmunes adecuadas al patógeno.

Los parámetros reproductivos evaluados, intervalos entre partos, días abiertos y servicios por concepción fueron altos para todas las fincas, evidenciando que no solo la Leptospira spp es la causa, sino que pueden existir otros factores tales como manejo inadecuado de las explotaciones lecheras, otras enfermedades con implicaciones reproductivas como DVB, IBR, brucela, entre otros, que muestran la ineficiencia reproductiva presente.

No se halló una correlación directa entre los servicios por concepción y títulos de anticuerpos a la enfermedad.

La producción representada por litros de leche/ día, también presentó una correlación directa con la precipitación, aunque no con los títulos de anticuerpos. Esto debido a una mayor disponibilidad de alimento en épocas con alta pluviosidad. Aunque es importante tener en cuenta que variables como la disponibilidad de forraje verde, y la administración de complementos alimenticios en la dieta, tienen una influencia marcada sobre este parámetro.

Se presentó una baja correlación entre producción láctea y títulos de anticuerpos la cual es argumentada por presentarse la enfermedad en estas fincas de manera endémica y crónica, lo que favorece presentaciones reproductivas, y no

hipogalácticas, que obedecen principalmente a una enfermedad aguda. Además algunos animales con títulos bajos pueden ser animales que presentan la enfermedad de manera crónica. Esta forma crónica de la enfermedad afecta principalmente la eficiencia reproductiva.

La evaluación de la correlación entre producción de leche y títulos de anticuerpos sería mejor interpretada si se tuvieran en cuenta algunos factores que influyen en la producción de leche, como son la genética presente en la finca, la raza, la nutrición y la presencia de mastitis, los cuales no se tuvieron en cuenta para este estudio.

El grupo etéreo que más serología positiva presentó a los diferentes serovares de Leptospira spp utilizados en este estudio, fue el grupo de novillas, a pesar que en este estudio no se tuvo en cuenta el manejo, la localización de estas, y si hubo o no una vacunación no registrada sin embargo este resultado puede ser explicado porque las novillas, al estar aisladas son más susceptibles al microorganismo por no tener una interacción constante con el agente patógeno. Al ser mezcladas las novillas con las vacas productivas, tienen una exposición más directa a un agente patógeno nuevo, por lo cual reaccionan inmunológicamente produciendo títulos serológicos altos.

Los títulos a los serovares L. hardjo, L. icterohaemorrhagiae y L. pomona mostraron una correlación con la precipitación mostrando esta variación en el muestreo siguiente, explicado por el tiempo que el sistema inmune requiere para producir anticuerpos, al aumentar la precipitación favorece la exposición a las leptospiras, produciendo una ineficiencia reproductiva reflejada en aumento de los parámetros reproductivos, días abiertos e intervalo entre partos, y servicios por concepción, estos parámetros mejoraron cuando el animal presentó una respuesta inmune al antígeno evidenciada por un aumento en los títulos.

Los resultados obtenidos en este estudio y en otros similares, obedecen de manera importante a las condiciones medioambientales específicas de cada región, por lo tanto es de esperar que sean distintos a estudios similares en otras zonas del país, y por lo tanto, que no sean aplicables en su totalidad a condiciones diferentes de la sabana de Bogotá.

A pesar que en el proceso de selección de las fincas, se eligieron hatos que llevaban un programa de registro de datos productivos y reproductivos, en el momento de la recolección de los mismos, se presentaron inconvenientes, debido a bases de datos desactualizadas e incompletas.

6. RECOMENDACIONES.

El presente estudio maneja datos dinámicos, que son más representativos que datos de prevalencia puntuales manejados en otros estudios. Se recomienda para investigaciones futuras de esta y otras enfermedades, la evaluación dinámica de los datos, para obtener resultados más reales de la situación de la enfermedad.

Los resultados del estudio se pueden ver influenciados por la época del año en que se realicen, por lo tanto, se recomienda para futuras investigaciones dinámicas, que se realicen por un periodo de un año o más.

Se recomienda para estudios similares, que quieran evaluar la relación entre seropositividad y producción de leche, tengan presente algunos factores que tienen una influencia marcada sobre la producción lechera tales como raza, nutrición, etapa productiva, genética y presencia de mastitis. Además sería adecuado calcular el potencial de producción de leche para cada finca con el fin de poder interpretar mejor los resultados.

Se recomienda tener en cuenta factores que tienen una influencia marcada sobre los servicios por concepción, como son enfermedades que tienen influencia reproductiva entre las cuales se encuentran DVB, IBR, brucela, listeria, además de la técnica de detección de celo, técnica de inseminación, calidad de las pajillas, etc.

La principal dificultad del estudio para la correlación con variables medioambientales se presentó, por una base datos inadecuada y poco actualizada del IDEAM, la ausencia de muchos datos climáticos, no permitió obtener algunos resultados deseados.

Se recomienda a los productores lecheros de la zona de la sabana de Bogotá la vacunación de las fincas con problemas de leptospirosis, en épocas de verano, cuando los animales están más susceptibles a la enfermedad por presentar bajos niveles de anticuerpos. Además se recomienda que la vacunación se realice cada 6 meses, ya que los niveles de anticuerpos se encuentran bajos después de este período de tiempo.

Se recomienda a los veterinarios y productores tener presente la leptospirosis como una enfermedad de gran importancia en la zona de la sabana de Bogotá y posible patógeno en fincas con problemas reproductivos, ya que como lo muestra este y otros estudios la Leptospira spp. esta presente en nuestro medio e influye de manera importante en la eficiencia reproductiva de nuestras ganaderías.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Acosta H., Moreno C. y Viáfara D. 1994 Leptospirosis Revisión. Revista Colombia médica. Vol. 25 No. 1. Páginas 36 – 48.

Adler B. y Faine S. 1993. Species and genus-specific antigens in *Leptospira*, revealed by monoclonal antibodies and enzyme immunoassay. Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg Ser. 255: 317-22

Almenteros C. y col. 2004. seroprevalencia de leptospirosis porcina en el departamento de Córdoba. Revista colombiana de ciencias pecuarias. Volumen 17, Numero 2. Páginas 141-146

Blood D. 2002. Medicina veterinaria. Editorial Mcgraw-Hill Interamericana. Novena edición. Madrid.

Bohórquez A. y col. 2002. Leptospirosis en bovinos del trópico alto de la zona central cafetera. Prevalencia por examen directo y cultivo de orina. Revista ACOVEZ. 27(1):11-15

Bolin C. A. 2001. Use of a monovalent leptospiral vaccine to prevent renal colonization and urinary shedding in cattle exposed to *Leptospira borgpetersenii* serovar hardjo. Am J Vet Res. 62(07): 995-999

Díaz R. C. 1995. Desarrollo y evaluación de procedimientos serológicos e inmunohistoquímicos en el diagnóstico de la leptospirosis bovina. Tesis de Maestría. Meritoria. Universidad Nacional de Colombia. Páginas 14-17,178

Díaz R. C. 2002. La leptospirosis. Una amenaza latente. Revista Medicina Veterinaria. Universidad de La Salle. 1(4):58-61

Ellis T. M., Robertson G. Hustas L. y Kirby M. 1983. Detection for leptospirosis in tissue using and immunoperoxidase staining procedure. Aust Vet J. 60:364-367

Ellis W. 1994. Leptospirosis as cause of reproductive failure. Veterinary clinics of North America food animal practice. 10(3): 463-476.

Faine S., Adler B., Bolin C. y Perolat P. 1999. Leptospira and Leptospirosis. Second Edition. MediSci. Melbourne, Australia. Página 272

FEDEGAN Anuario estadístico 2002.

Gallego M., Gallego J. 1994. Leptospirosis bovina diagnostico serológico y control. Revista del CEISA. 1(1-2): 49-65

Gallego M. I. Gallego J. F. 2000. Prevalencia a Leptospira spp en Colombia. Revista Corpoica. 2(2): 25-30

Góngora O. Villamil L. Vera L. Ramírez B. 1995. Diagnóstico de las principales enfermedades reproductivas en toros de la sabana de Bogotá. Revista de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional de Colombia. 44(1):37 – 41

Galán M. 2004. Influencia de la leptospirosis a nivel reproductivo en el ganado de leche. Tesis de grado Facultad de Medicina Veterinaria Universidad Nacional. Páginas 50-55

Guitian F. 2001. Serological study of the frequency of leptospiral infections among dairy cows in farms with suboptimal reproductive efficiency in Galicia, Spain. Veterinary Microbiology. 80(2001): 275-284

Hans A. 2001. Lechería en la región andina: algunos aspectos de producción, salud animal y salud pública.

Lottersberger J. 2002. Diseño y evaluación de un Elisa IgG (género específico) para el diagnóstico de leptospirosis bovina.

Manrique G. 1978. Leptospirosis bovina en Colombia. Revista ACOVEZ. 1(6): 21-24.

Miller D. A., Wilson M. A. y Beran G. W. 1996. Relationship between prevalence of Leptospira interrogans in cattle and regional, climatic and seasonal factors. Am J Vet Res. 52(11):1766-1768

Miller D. A., Wilson M. A. y Beran G. W. 1996. Survey to estimate prevalence of Leptospira interrogans in mature cattle in the United States. Am J Vet Res. 52(11):1761-1765

Moles L. 2001. Estudio serológico de la leptospirosis bovina en México.

Myers D. M. 1988. Manual of laboratory methods for the diagnosis of Leptospirosis. Panamerican Center of Zoonoses. Página 120

Ogilvie T. 1998. Large Animal Internal Medicine. Editorial Williams and wilkins. Primera edición.

Orrego V. A., Giraldo L., Bohorquez R. A. Rios A. y Escobar M. 2000. Leptospirosis: Prevalencia serológica de porcícolas vacunadas y no vacunadas. En [www.pronatta.gov.co]. Consultado en marzo 15 de 2004.

Orrego. 2002, Epidemiología y Diagnóstico de la Leptospirosis Bovina.

Otte E., Otte J., Navarrete, Orjuela M. 1991. Introducción de un sistema de asistencia técnica integral pecuaria. Proyecto ICA- GTZ. Bogotá Colombia

Parra J. 1994. Estudio dinámico de la diarrea viral bovina en fincas de la sabana de Bogotá, capítulo Influencia de la infección por Diarrea viral bovina y la coinfección con VLB, *Leptospira hardjo* e IBR en la producción de ganado de leche, tesis magíster scientiae en reproducción animal. UNAL. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Página 201

Prescott J. F y Nicholson V. 1991. Curso corto en Leptospirosis. Memorias. Universidad Nacional de Colombia. Página 40

Rincón G. y Céspedes D. 1996. Dinámica serológica de la Infección por *Leptospira*, correlacionada con variables climáticas, en predios de altillanura y piedemonte llanero. Trabajo de Grado para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de Los Llanos. Página 150

Rivera B., Aycardi E. y Torres B. 1981. Estudios de serología de leptospirosis bovina en los Llanos orientales. Revista ACOVEZ. 5(15):11-14

Schroeder H. 1999. Fisiopatología reproductiva de la vaca. Librería medica Celsus. Página 632

Smith B., 2002. Large animal internal medicine. Editorial Mosby. Third edition.

Steel R. y Torrie G. 1999. Bioestadística, principios y procedimientos. Segunda edición. Editorial McGraw Hill. Página 153

Thrusfield M. 1998. Epidemiología Veterinaria. Editorial Acribia S. A. Página 89

Tizard I. 2002. Inmunología veterinaria. Editorial Mcgraw-Hill interamericana. México D.F. sexta edición. Páginas 286-287

Urrego W. 2000. Aspectos epidemiológicos de la leptospirosis bovina en Colombia. Tesis de grado, Universidad Nacional. Páginas 17-85.

Vadillo S. 2002. Manual de microbiología veterinaria. Editorial Mcgraw-Hill Interamericana. Madrid España.

Vanasco N. 2001. Development and validation of an ELISA for the detection of leptospire-specific antibodies in rodents. Veterinary microbiology. 82(2001): 321-330

www.statistix.com consultado en marzo de 2006

www.cundinamarca.gov.co consultado en julio de 2005

Intranet.IDEAM.gov.co consultado en junio de 2005