

131
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DESCRIPCION DE LOS METODOS ESTADISTICOS
UTILIZADOS EN PUBLICACIONES DE UNA REVISTA
ESPECIALIZADA EN PARASITOLOGIA VETERINARIA
DE ENERO DE 1992 A ENERO DE 1993.**

T E S I S

PRESENTADA ANTE LA

**DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

DE LA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P O R

MARIA GUADALUPE SANCHEZ GONZALEZ

ASESORES: M.V.Z. DR. C.V. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS

M.V.Z. M.P.A. FRIDA BALMERON BOBA

M.V.Z. M.P.A. GRACIELA TAPIA PEREZ

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi mamá: MARIA DE LA LUZ GONZALEZ R.

Por su apoyo y confianza que siempre me brindo, este trabajo es el resultado de su esfuerzo.

A mis tíos: MARIA DEL CARMEN GONZALEZ R.

JAVIER MARTINEZ B.

Porque han estado conmigo siempre en los momentos más importantes de mi vida, y por su ayuda prestada a lo largo de toda la carrera.

A mis hermanos y primas:

CESAR, FERNANDO, MARA, DIANA Y MARIANA.

Por su apoyo y amistad.

A mi abuelita: SOCORRO RIVERA G.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores: M.V.Z. Dr. C.V. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS
M.V.Z. M.P.A. FRIDA SALMERON SOSA
M.V.Z. M.P.A. GRACIELA G. TAPIA PEREZ

Por su ayuda y paciencia para la realización de este trabajo, que servirá para alcanzar la meta que me he trazado.

A la Dra. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS, a quien debó una parte de mi formación como profesional.

A la M.P.A. FRIDA SALMERON SOSA, por su amistad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Por mi formación académica.

A mi Honorable Jurado.

**SER SIEMPRE MAS,
SER SIEMPRE MEJOR.**

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
JUSTIFICACION	4
OBJETIVO	4
REVISION DE LITERATURA	
1. Importancia de la Parasitología.	5
2. Revista <i>Veterinary Parasitology</i>	6
3. Estadística	
3.1 Fenómeno aleatorio y fenómeno determinístico.	6
3.2 Antecedentes de la Estadística.	7
3.3 Tipos de estudio	8
3.4 Conceptos básicos de Estadística.	
3.4.1 Variable	10
3.4.1.1 Tipos de variables	10
3.4.2 Concepto de Población y Muestra	
3.4.2.1 Población	10
3.4.2.2 Muestra	10
3.4.2.2.1 Tipos de muestra	11
3.4.3 Escalas de medición	11
3.4.4 Concepto de Parámetro y	

Estimador o Estadístico	
3.4.4.1 Parámetro	11
3.4.4.2 Estimador o Estadístico	11
3.5 Estadística descriptiva.	
3.5.1 Estadística descriptiva gráfica	11
3.5.1.1 Tipos de gráficos	12
3.5.2 Estadística descriptiva numérica	13
3.5.2.1 Medidas de Tendencia Central	14
3.5.2.2 Medidas de Dispersión	14
3.5.2.3 Medidas de Asociación	15
3.6 Estadística inferencial.	
3.6.1 Estimación	15
3.6.1.1 Estimación puntual.	15
3.6.1.2 Estimación por intervalo	15
3.6.2 Pruebas de Hipótesis	17
3.6.2.1 Estadística paramétrica	17
3.6.2.2 Estadística no paramétrica	19
3.7 Transformación de datos..	19
3.8 Importancia del análisis estadístico en las publicaciones científicas.	20
3.9 Error estadístico más frecuente.	20
4 Requisitos en el área de estadística para preparar un manuscrito enviado a revistas biomédicas.	20
MATERIAL Y METODOS	22
RESULTADOS	25
DISCUSION	31

CONCLUSIONES	37
LITERATURA CITADA	38
FIGURA 1	41
GRAFICAS	42
CUADROS	50

RESUMEN

SANCHEZ GONZALEZ MARIA GUADALUPE. Descripción de los métodos estadísticos utilizados en Publicaciones de una Revista Especializada en Parasitología Veterinaria de Enero de 1992 a Enero de 1993. (bajo la dirección de Evangelina Romero Callejas, Frida Salmerón Sosa y Graciela G. Tapia Pérez).

El objetivo de este trabajo fue describir los métodos estadísticos más utilizados por los investigadores que publican en la revista *Veterinary Parasitology* de Enero de 1992 a Enero de 1993; se estudiaron 150 artículos publicados en dicha revista, de los cuales solamente 91 contenían algún método estadístico para el análisis de sus datos, y fueron los utilizados para obtener los resultados del presente estudio, estos artículos se clasificaron según su *Phylum*, objetivo del estudio, tipo de estudio, tipo de variable de respuesta, y el tipo de estadística que empleaban para el análisis de sus datos. Los resultados obtenidos para el *Phylum* el más frecuente es el de los *Nematelminthes* (40 estudios). La evaluación de fármacos fue el principal objetivo de los estudios (26 artículos). El experimento es el tipo de estudio más frecuente con 75 artículos. Para la metodología estadística empleada, el uso de estadística descriptiva e inferencial conjuntamente fue utilizada por 60 autores. Dentro de la estadística descriptiva gráfica la más empleada fue el polígono de frecuencias y para la estadística descriptiva numérica fue la media aritmética. Para la toma de decisiones, los autores emplearon pruebas de hipótesis en 64 estudios, 2 utilizan estimación por intervalo, 5 utilizaron estimación por intervalo y pruebas de hipótesis aquí un artículo no menciona el nombre de la prueba de hipótesis y en otros 6 artículos que emplean pruebas de hipótesis no mencionan el nombre de dicha prueba. En cuanto a las pruebas paramétricas, el Análisis de varianza fue el más utilizado por los autores (33 estudios) y para las pruebas no paramétricas la más empleada es la Ji-cuadrada en 12 estudios. Solamente 24 artículos mencionan el uso de una transformación de los datos siendo la más utilizada la transformación logarítmica. La variable de respuesta más estudiada en el área de parasitología es el número de huevos por gramo de heces en 56 estudios. Se concluye que los errores más frecuentemente cometidos por los autores son: el analizar de muestras dependientes como si fueran independientes; no tomar en cuenta el número de poblaciones bajo estudio para seleccionar la prueba estadística adecuada; no mencionar el cumplimiento de los supuestos de cada prueba; uso de estadísticas inadecuadas para analizar variable discretas y continuas.

INTRODUCCION

La producción de conocimientos científicos sobre cualquier asunto que compete a la medicina veterinaria o cualquier otra ciencia se efectúa fundamentalmente mediante la actividad de investigación, por ello, el desarrollo de la investigación parasitológica se ha incrementado en los últimos años, para conocer el comportamiento de los parásitos y sus efectos en el huésped, la acción de diferentes productos, la eficacia de los desparasitantes y la resistencia por parte de los parásitos a los diferentes fármacos utilizados en los animales domésticos.^{12,14,16,17,19}

Es por esto que la Parasitología se auxilia de diferentes campos como: Bioquímica, Fisiología, Biología Celular, Inmunología, Farmacología y para analizar la información y tomar decisiones de la Estadística.^{12,14,17,19}

Actualmente la estadística se ha convertido en una herramienta indispensable para la mayor parte de los científicos, y es utilizada por un creciente número de disciplinas. Su objetivo es hacer inferencias (predicciones) acerca de una población, sobre la base de la información analizada de una muestra, contribuyendo con el diseño de experimentos y encuestas, reduciendo de este modo los costos y tamaño de muestra.^{8,11,18}

La mayor parte de información científica que se produce, es difundida por medio de artículos científicos, publicados en revistas de frecuencia periódica, lo que constituyen la vía más inmediata y activa de comunicación entre investigadores.¹⁶

En el área de Parasitología, existe un gran número de revistas en esta área del conocimiento, una de ellas es la revista *Veterinary Parasitology*, editada desde 1975, es el órgano de información oficial de la *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.)*.

El análisis estadístico en las publicaciones médicas era raro, pero ahora es frecuente encontrarlo en esta literatura y las revistas veterinarias no son la excepción.¹⁵

Tales análisis tienen inmensa importancia práctica, ya que sus resultados son frecuentemente la base para la toma de decisiones acerca del cuidado de los pacientes; de tal manera sin el análisis estadístico inferencial adecuado un tratamiento efectivo puede ser desaprovechado y un tratamiento ineficaz puede ser adoptado, o pueden ser ignorados sus efectos nocivos así como sus efectos inocuos, por esto es esencial que el análisis estadístico sea el correcto.¹⁵

Shott¹⁵ en 1985, realiza una evaluación crítica de los análisis estadísticos presentes, en los artículos de las revistas *Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)* y *American Journal of Veterinary Research (AJVR)*, de Julio de 1982 a Junio de 1984. La revisión se realizó en 100 artículos de JAVMA y 535 de AJVR, estos artículos fueron evaluados acerca de la información sobre el procedimiento estadístico utilizado y si este procedimiento era el correcto, sin embargo, los resultados obtenidos demostraron que en JAVMA 19 de ellos su información era insuficiente para permitir su evaluación y 12 tenían errores estadísticos, mientras que AJVR, 96 daban insuficiente información para evaluar y 42 tenían errores estadísticos.

JUSTIFICACION

Viendo la importancia que la Estadística reviste en la toma de decisiones en cualquier área de las ciencias, en el área parasitológica, es necesario que se aprecien, discutan e interpreten cuantitativamente sus resultados, sin que se haga un uso indiscriminado de los métodos estadísticos. Por tal motivo, es importante conocer cuales son los que se utilizan con más frecuencia en este campo y describir si el método en cuestión es el adecuado.

OBJETIVO

Describir los métodos estadísticos más utilizados por los investigadores que publicaron en la Revista *Veterinary Parasitology* de Enero de 1992 a Enero de 1993.

REVISION DE LITERATURA

1. Importancia de la Parasitología

Se hace evidente que la manipulación de las poblaciones por el hombre y la zootecnia al servicio de una mayor producción de alimentos de origen animal han roto el equilibrio parásito-hospedero provocando que las parasitosis se tornen en un grave problema para la producción, éstas pueden ser internas o externas y en algunos casos se presentan juntas.^{1,12,19}

Los parásitos causan una gran variedad de enfermedades a los animales afectados, ya que estas influyen sobre la absorción de nutrientes, crecimiento del esqueleto, hematopoyesis, metabolismo de glúcidos, lípidos y minerales; los signos de las enfermedades pueden ir desde falta de apetito, retraso en el crecimiento, debilidad, caquexia, diarrea, anemia y disminución de la producción de leche, carne, lana y huevo.^{12,19}

Por consiguiente, los animales no responden satisfactoriamente a la aplicación de vacunas o bacterinas y tratamientos rutinarios, ya que el organismo de estos se encuentra debilitado por la presencia de los parásitos llegando a ocasionar incluso la muerte, lo que repercute en grandes pérdidas económicas, tanto en animales, como en la producción.^{12,19}

En los últimos años, la Parasitología ha cobrado gran importancia, en parte por las pérdidas económicas que ocasiona a la ganadería del país y los problemas de Salud Pública que produce, su campo de estudio es muy amplio y aumenta constantemente, ya sea para el estudio de su prevención, diagnóstico,

epidemiología, patogenia, ciclo biológico, control, o terapéutica a base de compuestos más eficaces contra los diferentes estadios parasitarios y la resistencia por parte del parásito a estos productos.^{12,14,17,19}

2. Revista *Veterinary Parasitology*

La información científica, que se genera día con día, es difundida por medio de artículos científicos, publicados en revistas editadas en forma periódica; en el área de Parasitología, existe un gran número de revistas, una de ellas es *Veterinary Parasitology*, editada desde 1975. Esta revista es el órgano de información oficial de la *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.)*, presenta diversos aspectos de la parasitología de interés para los investigadores y veterinarios, con la intención de dar una especial atención a nuevos aspectos de la parasitología veterinaria.

3 Estadística

3.1 Fenómeno Aleatorio y Fenómeno Determinístico.

El hombre desde sus etapas más primitivas ha tratado de explicarse los fenómenos que ocurren a su alrededor, al principio su interés era explicarse el por qué de los fenómenos naturales, a medida que la población fue creciendo se vió en la necesidad de empezar a comprender los fenómenos sociales, en su afán de conocer la realidad que le rodea, ha tratado de abstraer las propiedades más relevantes de los fenómenos y establecer relaciones entre ellas con la finalidad de predecir los posibles resultados. Parte de esto lo ha logrado mediante la creación de

modelos matemáticos que representan las relaciones entre las diferentes propiedades de los fenómenos.⁷

Existen fenómenos que pueden representarse mediante un modelo matemático, por lo que su resultado es prácticamente igual al del modelo. A este tipo de modelos se les conoce como determinísticos. En cambio otro tipo de fenómenos, donde la realidad no puede ser representada satisfactoriamente mediante un modelo matemático tipo determinístico, dichos modelos se denominan aleatorios y se caracterizan porque no se puede predecir con suficiente precisión lo que sucederá en su estado final y sólo se cuenta con cierto grado de certidumbre.⁷

3.2 Antecedentes de la estadística.

En sus orígenes, la estadística consistía en una serie de técnicas que se limitaban a resumir y describir, gráficamente y numéricamente, datos previamente capturados, lo que se conoce en la actualidad como estadística descriptiva. Sin embargo, a lo largo de los años la estadística se ha desarrollado de tal modo que sus alcances van mucho más allá de una simple descripción de un conjunto de datos, se podría decir que la estadística actual es un conjunto de conceptos y métodos usados para coleccionar, analizar e interpretar datos relativos a una área particular del conocimiento y sacar conclusiones en situaciones donde la incertidumbre y la variabilidad están presentes. Es decir, la estadística es una herramienta fundamental para el estudio de los fenómenos aleatorios.⁷

La estadística, es una ciencia que ha tenido un rápido crecimiento con mucho material original, la cual se enriquece a medida que los estadísticos encuentran respuestas a los problemas propuestos por los investigadores. Su desarrollo se ha

debido a la necesidad de tratar problemas con las leyes de causa y efecto, que no son claras al observador.^{8,11,13,18}

En la actualidad la parte más importante de la estadística, es la que se conoce como Estadística Inferencial, cuyo objetivo es obtener conclusiones para una población, a partir de una muestra tomada de ella y dar una medida de la confiabilidad que se le puede tener a dichas conclusiones. Para ello, el estadístico estudia y busca procedimientos de inferencias, para utilizar el mejor predictor o estimador para una situación dada, este se logra estableciendo los procedimientos tanto para obtener las muestras como para obtener las conclusiones a partir de ellas.^{7,8,11,18}

De lo anterior se deduce que la estadística participa en lo que se conoce como Método Científico, en el planteamiento de diseño de la investigación que da origen a las hipótesis operativas, al determinar cómo deben obtenerse las observaciones que sirven para contrastar las hipótesis planteadas y posteriormente en el análisis de las observaciones obtenidas para determinar de una manera objetiva si se rechaza o no la hipótesis, dando una medida del error que se puede cometer en las conclusiones obtenidas.⁷

Al conjunto de técnicas estadísticas que se aplican en las Ciencias Biológicas se le conoce como Bioestadística.⁷

3.3 Tipos de estudio.

Clasificación de los tipos de estudio según Mendez y Col.⁹

1.- De acuerdo al Período en que se captó la información, podrá ser:

- a) Retrospectivo, cuando la información fue obtenida antes de su planeación, con fines ajenos al trabajo que se pretendió realizar.
- b) Prospectivo, cuando la información se recopila después de la planeación de la investigación.

2.- De acuerdo con las mediciones realizadas, se puede clasificar como:

- a) Longitudinal, cuando en el estudio se midieron en varias ocasiones las variables involucradas.
- b) Transversal, en donde las variables se midieron una sola vez.

3.- Por el número de poblaciones utilizadas en el estudio este fue:

- a) Descriptivo, si solo se realizó en una población que se describe en función de un grupo de variables.
- b) Comparativo, en el cual existen dos o más poblaciones mismas que se compararon, en función de algunas variables para contrastar una o varias hipótesis centra

c) 4.- De acuerdo con la inferencia del investigador en el fenómeno que se analizó, estos puede ser:

- a) Observacional, en el cual el investigador sólo puede describir o medir el fenómeno, por lo tanto no puede modificar a voluntad propia ningún factor que intervenga en el proceso.
- b) Experimental, cuando el investigador modifica a voluntad una o varias de las variables del fenómeno.

Según la combinación de los criterios descritos anteriormente se tuvieron los siguientes tipos de estudios: Encuesta descriptiva o Encuesta comparativa; Revisión

de Casos y Controles; Perspectiva histórica; Estudio de una o varias Cohortes y el Experimento.

3.4 Conceptos básicos de Estadística.

3.4.1 Variable.

Se le llama variable a la propiedad de interés, que se presenta en diversas modalidades en la población en estudio.^{3,7}

3.4.1.1 Tipos de variables.

Variable independiente es la que se encuentra bajo el control del investigador.

Variable dependiente es la variable de respuesta.^{3,7}

Variable discreta es aquella que identifica modalidades que cambian de unidad en unidad es decir que son valores fijos que ésta puede tomar.^{3,7,8}

Variable continua es la que identifica modalidades que cambian de un objeto a otro en forma ininterrumpida, es decir entre dos valores existe un número infinito de valores intermedios.^{3,7,8}

3.4.2 Concepto de Población y Muestra.

3.4.2.1 Población.

Es el conjunto total de unidades de las cuales se desea conocer una o varias características.⁷

3.4.2.2 Muestra.

Es un subconjunto de la población que se obtiene para conocer una o varias características de la misma.⁷

3.4.2.2.1 Tipos de Muestra.

Muestras independientes, son aquellas que utilizan un conjunto de fuentes diferentes para obtener los datos que representan a cada población.⁵

Muestras dependientes o relacionadas, son aquellas que utilizan el mismo conjunto de fuentes para obtener los datos que representan ambas poblaciones.⁵

3.4.3 Escalas de medición.

Son las formas de medir las propiedades de los fenómenos aleatorios, siendo éstas: nominal, ordinal, de intervalo, relación o razón y absoluta.^{7,9,10}

3.4.4. Concepto de Parámetro y Estimador o Estadístico.

3.4.4.1 Parámetro.

Medida descriptiva numérica que se obtiene apartir de los datos de una población.^{3,5,7}

3.4.4.2 Estimador o Estadística.

Medida decriptiva numérica que se obtiene apartir de los datos de una muestra.^{3,5,7}

3.5 Estadística descriptiva.

La estadística descriptiva se encarga de resumir y exponer los aspectos más importantes de un conjunto de datos.⁷

3.5.1 Estadística descriptiva gráfica

La estadística descriptiva gráfica se encarga de mostrar por medio de diferentes tipos de gráficos el comportamiento de los datos, ya sean de una o más población, y de una o más muestra.⁷

Los métodos gráficos son útiles para dar una descripción y presentación rápida, en forma general, de los datos recolectados. Sin embargo una limitación de estos métodos es que son difíciles de usar para propósitos de inferencia estadística, pues si bien se puede suponer que existe una similitud entre los gráficos que corresponden a una muestra y los de una población, no se resuelve el problema de medir este grado de similitud o visto de otra forma el grado de diferencia entre ellos.⁷

3.5.1.1 Tipos de gráficos.

Gráfica Barras, se utiliza para variables de respuesta discretas, medidas en escalas nominal u ordinal. En el eje horizontal se colocan las categorías, es importante aclarar que este eje no tiene una escala graduada, y por lo tanto solo es importante la altura de la barra.^{5,7}

Gráfica Sectorial, de Pastel o Pie, se emplea para variables discretas, medidas en escala nominal u ordinal. Se utiliza para mostrar el total de observaciones distribuidas de forma proporcional entre un grupo de categorías.^{5,7}

Gráfica de caja, se utiliza para variables de tipo continuo, resume datos con 5 números, que son: el valor más pequeño del conjunto de datos, el primer cuantil (Q_1), la media o la mediana, el tercer cuantil (Q_3) y el valor más grande del conjunto de datos. Permite observar la variación de los datos los cuales se dividen en cuatro partes, y se puede visualizar la posición de un dato específico en relación con el resto de la muestra.⁵

Diagrama de dispersión, es una gráfica en un sistema de ejes de todos los pares ordenados que forman los datos bivariados., se caracteriza en que la escala

vertical se indica la frecuencia en las distintas categorías (variable dependiente o de respuesta), y el eje horizontal indica la variable X (variable independiente), se emplea para ver si existe alguna relación entre dichas variables.⁵

Histograma, se emplea para datos que representan mediciones en escala de intervalo o razón (variables continuas), el eje horizontal tiene una escala graduada y las frecuencias (relativas o absolutas) se representan por las áreas de los rectángulos, de este modo su altura corresponde a las frecuencias correspondientes. Al construir un histograma, los valores de la variable en consideración constituyen el eje horizontal, mientras que el eje vertical tiene como escala a la frecuencia de ocurrencia, las barras de un histograma deben quedar unidas.^{3,5,7}

Polígono de frecuencias, es una gráfica en cual se muestra una línea que une las alturas correspondientes a las marcas de clase de todos los intervalos de un histograma. Se obtiene uniendo mediante una línea los puntos medios de los techos de los rectángulos de un histograma. La línea se traza a partir del eje horizontal, en la marca de clase de un intervalo imaginario anterior al primero que se obtuvo, esto con el objeto de indicar que no existen observaciones que tengan valores inferiores a los que se indica en el primer intervalo de clase, y por esta razón también se terminara la línea en una marca de clase de un intervalo imaginario superior al último considerado, nos permite graficar variables medidas en escala de razón o relación.^{3,7}

3.5.2 Estadística descriptiva numérica.

Los métodos numéricos son útiles para la inferencia estadística pues permiten obtener conclusiones acerca de la población y además permiten medir el grado de similitud o el error que existe en las conclusiones.⁵

3.5.2.1 Medidas de Tendencia Central

Tienen como objeto describir el centro del conjunto de datos. Las medidas de tendencia central más conocidas son: la media aritmética (promedio), la mediana, y la moda; otros ejemplos de medidas son la media geométrica y media ponderada.⁷

Por otro lado hay medidas que no pretenden localizar el centro de los datos, sino que describen una localización específica, dichas medidas se llaman en general percentiles, de las cuales los cuantiles son los más importantes.⁷

3.5.2.2 Medidas de dispersión.

La dispersión de un conjunto de observaciones se refiere a la variedad que exhiben los valores de las observaciones. Si todos los valores fueran iguales no existiría dispersión o variabilidad, lo cual no sucede cuando se estudia un fenómeno aleatorio, por lo que existe una dispersión o variabilidad. Las medidas de dispersión describen la magnitud de esta dispersión. La variabilidad es un aspecto muy importante cuando se analiza una serie de datos, ya que aunque dos conjuntos de observaciones tengan el mismo valor central, éstos pueden diferir considerablemente debido a la variabilidad.^{3,7}

Entre las medidas de dispersión más conocidas se puede citar: rango, amplitud o recorrido (es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo); varianza (determina la distancia de cada observación con respecto a su media, expresada en unidades cuadráticas); desviación estándar (es la raíz cuadrada de la varianza, es decir, es la distancia de las observaciones con respecto a su media expresada en unidades originales); coeficiente de variación (nos permite comparar la dispersión entre dos conjuntos de datos).^{3,5,7,8,18}

3.5.2.3 Medidas de asociación.

Se emplean para saber acerca de la relación que existe entre dos variables. La regresión lineal simple o múltiple es útil para averiguar la forma probable de la relación entre las variables y su finalidad es, por lo general, estimar el valor de una variable que corresponde a un valor determinado de otra variable. Por otra parte el análisis de correlación su finalidad es medir la intensidad de la relación entre las variables. Tanto para la correlación y la regresión las variables deberán ser medidas en escala continua o para variables dicotómicas (1,0).³

3.6 Estadística Inferencial.

Se encarga de llegar a inferencias acerca de una población con base en los resultados obtenidos de una muestra extraída de esa población. La estadística inferencial se divide en:^{3.5}

3.6.1 Estimación.

La estimación es un proceso mediante el cual se calcula, a partir de una muestra, una estadística que se ofrece como aproximación del parámetro correspondiente de la población de la cual se extrajo la muestra.³

3.6.1.1 Estimación puntual.

Su objetivo es producir un número a partir de la muestra que se considera que es probablemente parecido al valor desconocido del parámetro.³

3.6.1.2 Estimación por intervalo.

Su objetivo es estimar un intervalo (rango) acotado por dos números, se emplean para estimar el valor de un parámetro poblacional. Los valores que limitan este intervalo son estadísticas calculadas a partir de la muestra que está sirviendo

como base para la estimación. El ejemplo de este tipo de estimación son los intervalos de confianza, que son empleados para estimar con un cierto grado de confianza (probabilidad que el intervalo construido contenga a la media poblacional).³

Se pueden obtener intervalos de confianza para:

Estimación de una Media: Intervalo de confianza para la μ cuando la σ^2 es desconocida, este tipo de intervalo puede obtenerse cuando la muestra es grande ($n > 30$), o bien, cuando la muestra es pequeña ($n < 30$), también se obtiene para una proporción cuando el tamaño de la muestra es grande ($n > 30$) y para la varianza de una población normal.^{3,5,8,11}

Estimación para la diferencia de medias: Se puede obtener para cuando las muestras son independientes y normales, varianza desconocida tanto iguales como diferentes y muestra pequeña; o bien, que las muestras sean grandes e independientes, con distribución de probabilidad cualquiera y varianzas desconocidas. Otro caso es cuando las muestras son dependientes o relacionadas, por lo que se obtiene el intervalo para la diferencia de medias de las diferencias cuando la muestra sea chica con distribución normal, o cuando la muestra sea grande con cualquier distribución. Con este tipo de estimación se obtiene también intervalos de confianza para la diferencia de proporciones y para comparación de varianzas de dos poblaciones normales.^{3,5,8,11}

3.6.2 Pruebas de hipótesis.

El propósito de las pruebas de hipótesis es auxiliar en la toma de decisiones en torno a una población, examinando una muestra de ella, esto se realiza mediante el contraste de hipótesis.³

3.6.2.1 Estadística paramétrica

Son técnicas basadas en suposiciones acerca de las poblaciones de donde se toman las muestras (normalidad, igualdad de varianzas, etc.). Son pruebas cuyo modelo asociado especifica ciertas condiciones que debe cumplirse, su validez depende de si se cumplen las suposiciones. Nivel mínimo requerido intervalo.³

Dentro de las pruebas paramétricas las más utilizadas son:

Prueba de t-de Student, esta se obtiene para una sola media o para la diferencia de medias, se aplica cuando la muestra es pequeña ($n \leq 30$) pero la muestra procede de una población cuya variable bajo estudio se distribuye de forma normal. En el caso de diferencia de medias uno de los supuestos es la independencia de las muestras, en caso de que las muestras sean tomadas del mismo sujeto la muestra es dependiente y por lo tanto se deberá realizar una prueba de t-Students para muestras relacionadas.^{3,5,8,9}

En caso de que la muestra sea grande ($n > 30$) la estadística a emplear es la denominada Prueba de Z, esta prueba se emplea para comparar una media contra un parámetro, para la diferencia de medias, proporciones o para el cociente de varianzas de dos poblaciones normales. Para esta prueba las muestras pueden ser independientes o dependientes.^{3,5,8,9}

Diseños Experimentales (Modelo General Lineal), son técnicas mediante las cuales la variación total presente en un conjunto de datos se distribuye en varios componentes. A cada componente se encuentra asociada una causa identificable de fuente de variación y además existe un componente que representa la variación debida a factores no identificados y la variación debida a errores en las mediciones. Se utilizan para estimar y hacer inferencia (prueba de hipótesis) acerca de medias de más de 2 poblaciones y también estimaciones y pruebas de hipótesis acerca de varianzas de varias poblaciones. El diseño más conocido es el Diseño Completamente Aleatorizado (Análisis de Varianza). Entre las suposiciones que maneja están: Los k conjuntos de datos observados constituyen k muestras aleatorias independientes de las poblaciones respectivas, es decir los resultados de una observación del experimento no afecta los resultados de cualquier otra observación; cada población de la cual provienen las muestras tienen un a distribución normal (Distribución normal, es una familia de distribuciones donde la más conocida es la distribución normal estandar, muestra la distribución de probabilidad de una variable continua, se caracteriza porqué el área total bajo la curva es uno, presenta dos parametros $\mu=1$ y $\sigma^2=0$ y la probabilidad esta determinada por el área bajo la curva entre dos puntos a y b); todas las poblaciones tienen igual varianza ($\sigma_1^2=\sigma_2^2=\dots=\sigma_k^2=\sigma^2$ Varianza común), a esto se le conoce como homogeneidad de varianzas; los efectos del tratamiento son constantes desconocidas y su suma es "0". 3.5.8.9.18

3.6.2.2 Estadística no paramétrica.

Tiene menos suposiciones sobre el comportamiento de la población de donde proceden la muestra. Son pruebas cuyo modelo asociado no establece condiciones acerca del comportamiento de la población de la cual la muestra se obtuvo, existen suposiciones pero más débiles. Escala mínima ordinal y a veces hasta nominal.^{3,6}

3.7 Transformación de datos.

Se le denomina transformación al proceso de cambio de los datos, su objetivo es proporcionar un procedimiento más fácil de ajuste y los procedimientos válidos de estimación y prueba.¹⁸

Los datos pueden transformarse o medirse en una nueva escala de medida de tal manera que los datos transformados se distribuyan de forma aproximadamente normal, tales transformaciones también se proponen hacer que las medias y las varianzas sean independientes y que las varianzas resultantes sean homogéneas. La transformación de los datos implica que los errores experimentales se distribuyan normal e independientemente en la escala transformada.¹⁸

Este resultado no siempre se consigue, cuando es imposible hallar una transformación que haga que las medias y las varianzas sean independientes y las varianzas estables, entonces deben usarse otros métodos de análisis.¹⁸

Las transformaciones más comunes son la raíz cuadrada, la logarítmica y la arco-seno.¹⁸

3.8 Importancia del análisis estadístico en las publicaciones científicas.

El análisis estadístico en las publicaciones médicas era raro, pero ahora es frecuente encontrarlo en esta literatura y las revistas veterinarias no son la excepción.¹⁵

Tales análisis tienen inmensa importancia práctica, ya que sus resultados son frecuentemente la base para la toma de decisiones acerca del cuidado de los pacientes; de tal manera sin el análisis estadístico inferencial adecuado un tratamiento efectivo puede ser desaprovechado y un tratamiento ineficaz puede ser adoptado o pueden ser ignorados sus efectos nocivos así como sus efectos inocuos, por esto es esencial que el análisis estadístico sea el correcto.¹⁵

3.9 Error estadístico más frecuentes.

El error estadístico más frecuente es el emplear métodos estadísticos que requieren muestras independientes cuando en realidad se trata de muestras realizadas en el mismo sujeto es decir son muestras dependientes o relacionadas.¹⁵

4. Requisitos en el área de estadística para preparar un manuscrito enviado a revistas biomédicas.

La revista *Bol. Of Sanit Panam*² (BOSP) publica en 1994, una comunicación sobre los requisitos para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas, en este escrito hacen referencia a los puntos que debe cumplir los artículos con respecto al área de estadística, entre los puntos que menciona están: los métodos estadísticos se describirán con detalle suficiente para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados; los resultados se deberán cuantificar y presentarlos con indicadores apropiados de error

(intervalos de confianza), no se dependerá exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas; se analizará la elegibilidad de los sujetos de experimentación; se proporcionarán los datos del proceso de aleatorización; informar sobre las complicaciones del tratamiento; especificará el número de observaciones, así como las pérdidas de sujetos de observación; de ser posible describirá el diseño del estudio y los métodos estadísticos a emplear así como los artículos originales donde se describieron por vez primera; especificar cualquier programa computacional de uso general que se haya empleado. En la sección de resultados se especificara los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos; el número de cuadros y figuras serán limitados para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya; se recomienda el uso de gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; y evitar el uso de términos de la estadística, tales como ' al azar', 'normal', ' significativo'. Definir los términos, abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos. Todos estos requisitos son necesarios para una mejor comprensión de los artículos científicos.

MATERIAL Y METODOS

Para la realización del presente trabajo se revisaron 150 artículos de la Revista *Veterinary Parasitology* correspondiente al período de Enero 1992-Enero 1993. Para el análisis se seleccionaron aquellos artículos que utilizaron algún método estadístico.

En cada artículo se tomo en cuenta el Phylum al que pertenece el parásito bajo estudio, donde se tienen los siguientes grupos: Protista, Platyhelminthes, Nematelminthes y Arthropoda; determinándose el número de artículos dentro de cada grupo.

Se hizo una clasificación con los objetivos más frecuentes de los artículos, siendo ésta la siguiente.

A) Descripción y clasificación de una población de parásitos, donde se incluyeron aquellos artículos que estudian y describen el comportamiento del parásito bajo diferentes condiciones climáticas, (52 artículos).

B) Evaluación de fármacos, se estudio el efecto que tienen los diferentes desparasitantes sobre los parásitos y sobre el hospedero,(28 artículos).

C) Estudio de lesiones producidas por el parásito, hicieron un análisis de las lesiones producidas por el parásito sobre el hospedero, (10 artículos).

D) Estudio de respuesta inmune, en este tipo de artículos se incluyeron aquellos que evaluaron la respuesta inmune tanto del parásito como del hospedero, (32 artículos).

E) Programas de control parasitario, se incluyeron artículos que evaluaron algún programa para el control de los parásitos, (8 artículos).

Los 20 artículos restantes contienen más de una objetivo. Posteriormente se determinó el número de artículos dentro de cada categoría.

Cada artículo fue clasificado según el tipo de investigación (para este fin se tomó como base el criterio de clasificación utilizado por Méndez y Col.⁹).

1.- De acuerdo al Período en que se captó la información (Prospectivo o Retrospectivo).

2.- De acuerdo con las mediciones realizadas (Longitudinal o Transversal).

3.- Por el número de poblaciones utilizadas en el estudio (Comparativo o descriptivo).

4.- De acuerdo con la inferencia del investigador en el fenómeno que se analizó (Observacional o Experimental).

Según la combinación de los criterios, se tuvieron los siguientes tipos de estudios: Encuesta descriptiva o Encuesta comparativa; Revisión de Casos y Controles; Perspectiva histórica; Estudio de una o varias Cohortes y el Experimento.

Una vez determinado el tipo de investigación, se procedió a obtener las variables independientes y de respuesta, su tipo y la escala de medición.

En cuanto a la metodología estadística los artículos fueron clasificados en base a la Figura 1.

Para describir los resultados de esta revisión se utilizó Estadística descriptiva gráfica para ilustrar: el Phylum más estudiado, el objetivo de los artículos más

empleado, los tipos de estudio más frecuentes, las variables más comunes y los métodos estadísticos más utilizados.

RESULTADOS

El total de artículos científicos revisados de Enero 1992 - Enero 1993 en la revista *Veterinary Parasitology* son 150, a continuación se presentan los resultados del estudio hecho a los 91 artículos que emplean alguna metodología estadística por ser los únicos que cumplen con este requisito establecido.

En la gráfica 1 se aprecia el número de artículos según el *Phylum* del parásito estudiado, siendo el más frecuente el que corresponde a los *Nemathelminthes*. Sin embargo 7 artículos presentan el estudio de 2 o 3 *Phylum* al mismo tiempo.

Al clasificar los artículos según su objetivo, se encontró que el más frecuente fue la evaluación de fármacos con 26 estudios, seguido de la descripción y clasificación de una población de parásitos con 25 artículos. Aquí nuevamente se presentan 10 artículos con más de un objetivo. (Gráfica 2)

Los resultados en cuanto al tipo de estudio se presentan en la gráfica 3, en este se puede observar que el estudio experimental es el principal con un total de 75 artículos.

Del total de artículos revisados (150 artículos) solo 91 emplean estadística y los 65 restantes son reportes de casos clínicos, estudio de respuesta inmune, estudios que describen patogenicidad y descripción de una población de parásitos principalmente, los datos se muestran en la gráfica 4.

La gráfica 5 muestra la distribución de artículos según el tipo de metodología estadística empleada por los investigadores para presentar, analizar y tomar

decisiones según sus datos obtenidos: 14 artículos emplean estadística descriptiva, 17 estadística inferencial y los 60 restantes ambas estadísticas.

Con respecto al tipo de estadística descriptiva utilizada los resultados se presentan en la gráfica 6, donde la estadística descriptiva gráfica es empleada por los investigadores para reportar sus resultados con un total de 22 artículos, 22 utilizan estadística descriptiva numérica y 30 echan mano de ambas.

En el cuadro 1 se muestra el tipo de metodología estadística descriptiva gráfica más empleada por los investigadores para presentar sus resultados, siendo el más utilizado el polígono de frecuencias (37 artículos), seguido de la gráfica de barras (26 estudios).

Para la estadística descriptiva numérica los resultados se presentan en el cuadro 2, donde la estadística más empleada es la media aritmética, en 43 artículos y la desviación estándar en 25; se maneja también la media geométrica en 4 investigaciones, en 6 el rango, 6 utilizan el error estándar y uno el coeficiente de variación y el porcentaje. Respecto a las medidas de asociación, 8 artículos emplean la correlación y dos muestran la recta de regresión lineal simple.

Una parte importante en la investigación es el análisis y la toma de decisiones; con respecto a los datos obtenidos en la investigación, para ello, los investigadores se ayudan de la estadística inferencial, en la gráfica 7 se muestra la distribución de los artículos según el tipo de estadística inferencial empleada; en esta se observa que la estimación por intervalos se utiliza solo en 2 artículos, la mayoría realiza pruebas de hipótesis (64 estudios); 5 estudios utilizan estimación por intervalo y pruebas de hipótesis, pero en uno de estos artículos la prueba de hipótesis no se

menciona; en 6 artículos, el nombre de la prueba de hipótesis no es citado, pero al revisar cada uno de los artículos se puede observar que si la emplean.

Para las pruebas de hipótesis la clasificación de los artículos se basó en dividir a las pruebas en paramétricas y no paramétricas, y los resultados se presentan a continuación: 49 artículos emplean pruebas paramétricas, 13 pruebas no paramétricas, 6 utilizan ambas y en 7 no se menciona el nombre pero se utiliza alguna prueba de hipótesis. (Gráfica 8)

Las pruebas de hipótesis paramétricas más empleadas se muestran en el cuadro 3, siendo la más utilizada el Análisis de Varianza en 33 estudios seguida por la Prueba de t-de Student con 19 y el Análisis de Regresión con 10.

Para los estudios que tratan de explicar la variación mediante algún modelo estadístico es necesario, si este muestra diferencia estadística significativa hacer una prueba de comparación múltiple de medias, en el cuadro 4 se observan las pruebas más empleadas por los investigadores para este fin: se puede observar que la más empleada es la de Duncan.

El cuadro 5 presenta la distribución de las pruebas de hipótesis no paramétricas, donde la Ji-cuadrada es la que se utilizó con mayor frecuencia y se observó que 12 estudios la emplearon.

En el cuadro 6 se muestra el número de artículos científicos con metodología estadística descriptiva gráfica de acuerdo a la clasificación del tipo de la variable de respuesta, donde se puede observar que en la gráfica de barras la variable más frecuente es de tipo discreto medidas en escalas nominal y ordinal en 22 estudios y 4 artículos la variable de respuesta es discreta pero medida en escala absoluta; los

estudios que emplean gráficas de caja las utilizan para variables de respuesta continuas; los trabajos que utilizan diagramas de dispersión, grafican variables discretas (2 artículos) y continuas (4 artículos); el polígono de frecuencias es utilizado para variables de respuesta discreta en 25 estudios y para variables de respuesta continua en 12 estudios; el histograma fue utilizado para variables de respuesta continuas en 3 artículos científicos.

Al clasificar los artículos con la estadística descriptiva numérica según la clasificación del tipo de variable de respuesta los resultados se presentan en el cuadro 7, se puede observar que el uso de la media aritmética es más frecuente en variables discretas (25 estudios) que en variables continuas (13 estudios) y en 5 investigaciones es utilizada para describir ambos tipos de variables; para el uso de la media geométrica 4 estudios la aplican en variables de tipo discreto; el rango se calculo en variables de respuesta discretas lo mismo sucedió para el porcentaje; en los estudios donde se obtuvo la desviación estándar la variable de respuesta más frecuente fue la discreta en 13 artículos, en 10 fue continua y en 2 es obtenidas para variables discretas como continuas; respecto al error estándar encontramos 4 estudios que lo calculan en variables de respuesta discretas, 2 con variables continuas; en la regresión el tipo de variable de respuesta fue continuo y para los que utilizan correlación la calcularon con variables de respuesta discretas (3 artículos) y continuas (5 artículos).

Con respecto a la distribución de artículos, de acuerdo a la clasificación del tipo de la variable de respuesta para la pruebas de hipótesis paramétricas, los resultados se presentan en el cuadro 8: para la T-Student el tipo de la variable de

respuesta es discreta en 8 estudios, continua en 9 artículos y en 2 casos se estudiaron variables de ambos tipos, (discretas con escala absoluta y continuas); el uso de la T-Pareada se observó en variables de respuesta de tipo discreto en 2 artículos y continuo en 2 estudios; el análisis de covarianza se utilizó para en variables de respuesta continuas (1 artículo); en el análisis de varianza se encontraron 19 estudios que la utilizaron con variables de tipo discreto, 8 con variables de tipo continuo, 6 artículos que contienen variables de respuesta discretas y continuas; en el modelo general lineal se presentan 2 estudios con variables de respuesta de tipo discreto, 1 de tipo continuo y 3 que analizan variables tanto de tipo discreto y continuo; en el análisis de regresión lineal simple se presentan 5 artículos con variables de respuesta discretas y 4 con variable de respuesta continuas, 1 artículo presenta los 2 tipos de variables; en el análisis de regresión múltiple se calcula para variables de tipo continuo y discreto (1 artículo) y en el análisis de regresión no lineal el tipo de variable de respuesta utilizada es discreta. Solamente un artículo hace una prueba de normalidad y el tipo de la variable de respuesta es discreto.

Y para los artículos con pruebas de hipótesis no paramétricas su distribución según la clasificación del tipo de la variable de respuesta se muestra en el cuadro 9 siendo la siguiente: en la χ^2 el tipo de variable más frecuente fue el discreto en 12 estudios; la prueba de Fisher se utilizó en 5 artículos con variables de tipo discreto; en la prueba de suma de rangos de Wilcoxon se presenta 2 estudio con variable de tipo discreto; 2 estudios presenta variables de respuesta de tipo discreto, en artículos

que utilizan la prueba de Kruskal-Wallis; en la prueba de Mann-Witney el tipo de la variable de respuesta es discreta; y para la prueba T-Kendal y la prueba de Bartlett el tipo de la variable de respuesta es discreta; y en el modelo binomial negativo el tipo de la variable de respuesta es discreta.

La variable de respuesta más frecuente correspondió al número de huevos por gramo de heces en 36 estudios, seguida por el número de L₃ (larva 3) para determinar la proporción del género y la especie de los parásitos bajo estudio (21 artículos). Otras variables analizadas fueron el peso corporal y la ganancia de peso en los animales domésticos donde se llevó a cabo la investigación, al igual que los parámetros hemáticos en dichos animales.

Solamente 24 artículos que emplean pruebas de hipótesis paramétricas mencionan que realizan una transformación en sus datos ya que estos no se distribuyen de forma normal, lo cual es un requisito para poder aplicar estas pruebas, la transformación más frecuentemente utilizada es la logarítmica en 21 artículos, 2 utilizan la transformación probit y 1 la transformación arcoseno.

DISCUSION

Como demuestra el análisis, el *Phylum* más estudiado fue el de los Nematelminthes, posiblemente debido a que este comprende una gran cantidad de géneros y especies que afectan a los animales domésticos, y que su distribución geográfica es muy amplia, además de la gran cantidad de pérdidas económicas que producen en la producción animal.

El dato que revela el estudio para el objetivo del artículo donde el principal es la evaluación de fármacos, es hasta cierto punto comprensible por el área donde se realizó el estudio ya que los investigadores están concientes de las pérdidas económicas que sufre el productor al tener que convivir frecuentemente con las parasitosis en sus animales, y tratan de buscar el fármaco más eficiente para poder combatir a los parásitos por esta vía; pero un aspecto que se descuida es el considerar los programas de control parasitario, así como el conocer el comportamiento de dichos parásitos en una área geográfica determinada, ya que con estos tres puntos el control de las parasitosis llegaría a ser más eficaz.

Como en todas las áreas de las ciencias biológicas el investigador propone hipótesis y para poder rechazar o no éstas, es necesario que realice diferentes tipos de estudios, en este caso el experimento permite al investigador tener un control de los diferentes tratamientos a evaluar, el control de los posibles factores de confusión, permite la aleatorización de los sujetos bajo estudio, comparar los efectos del tratamiento entre individuos expuestos y no expuestos.

Aunque no es de sorprender que de los 150 artículos publicados en la revista *Veterinary Parasitology* en el período de Enero 1992-Enero 1993, solamente 91 contengan algún método estadístico, lo que representa un 58%, esto revela una proporción que tiende a aumentar, ya que actualmente algunas revistas científicas sobre todo en el área de la medicina, uno de sus requerimientos para publicar artículos es que el método estadístico empleado para el análisis de los datos obtenidos de la investigación sean avalados o respaldados por un estadístico, con lo que en el futuro los errores en esta área podrán verse disminuidos notablemente.

El hecho de que una gran cantidad de investigadores empleen estadística descriptiva e inferencial para informar sus resultados es comprensible dado que emplean la primera para describir sus muestras y posteriormente para rechazar sus hipótesis utilizan inferencia estadística.

Un aspecto que es importante señalar corresponde al hecho de que la mayoría de los autores al final de la descripción de los procedimientos del experimento mencionan el o los métodos estadísticos a emplear pero algunos autores lo omiten.

A excepción de un autor, el resto no hace referencia al cumplimiento de los supuestos estadísticos en las pruebas de hipótesis; estos supuestos se deberán cumplir, ya que como menciona Daniel³, Mendenhall⁸ y Mendez y Col⁹: Para poder aplicar una prueba estadística ya sea paramétrica o no paramétrica es necesario que la muestra cubra ciertos requisitos (supuestos), de no ser así esta prueba no se deberá ocupar y se seleccionará otra más adecuada para esa muestra en particular. Esto se debe valorar sobre todo porque las variables trabajadas en esta área

(parasitología) son de tipo discreto cuya escala de medición es absoluta en su mayoría; generalmente su distribución de probabilidad no es normal si la muestra es pequeña ($n < 30$). En estos casos es necesario hacer una transformación de los datos.

Steel y Torrie ¹⁸ mencionan: 'En caso de usar una transformación para los datos esto se debe aclarar al lector, además de informar si los resultados se presentan en la escala original o con la escala de datos transformados'. El uso de una transformación en esta revisión solo se menciona en un 32% de los artículos probablemente el resto de los autores la realizan pero esto no se menciona en los procedimientos.

El error que se observó en el presente estudio frecuentemente es el análisis de muestras relacionadas como si fueran muestras independientes al realizar las pruebas de hipótesis, y en esto se concuerda con lo observado por Shott¹⁵, que menciona "Uno de los errores más frecuentes es el análisis de observaciones realizadas en los mismos sujetos, es decir son muestras dependientes o relacionadas, pero los autores utilizan métodos estadísticos que requieren observaciones independientes para el análisis de dichos datos". El estudio que realizó indica que es el error estadístico más comúnmente encontrado: 8 (67%) de los artículos del *JAVMA*, y 39 (93%), de los artículos del *AJVR* con errores estadísticos; en el presente estudio, de los artículos que emplean pruebas de hipótesis, 15 analizan sus datos como si fueran muestras independientes cuando en realidad son muestras dependientes.

El número de tratamientos ayuda a definir el tipo de pruebas de hipótesis a emplear tanto para pruebas paramétricas como para pruebas no paramétricas, los resultados revelaron que para el análisis de los datos un autor utilizó por ejemplo una prueba de t-de Student (Esta prueba según Daniel², Johnson⁴ y Mendenhall⁷ se utiliza para comparar una media contra un parámetro, o bien, para la diferencia de dos medias), cuando tiene 3 tratamientos en lugar de emplear un análisis de varianza (El análisis de varianza se utiliza cuando se tiene dos o más muestras bajo estudio^{2,4,7,8}).

Por otro lado, dos autores emplean una prueba no paramétrica como es la suma de rangos de Wilcoxon cuando tienen tres muestras o más y deberían emplear una Prueba de Kruskal-Wallis. Esto es un error ya que según Leach⁵ la prueba de suma de rangos de Wilcoxon se ocupa para comparar dos muestras mientras que la prueba de Kruskal-Wallis compara las distribuciones de 2 o más poblaciones.

En otro caso hacen un uso innecesario de las pruebas de hipótesis, ya que el grupo tratado al compararlo con el grupo testigo tiene una efectividad en la mayoría de las repeticiones del 100%, por lo que es estadísticamente significativo, en este caso se recomienda, es hacer un análisis descriptivo o una estimación por intervalos.

El tipo de variable nos permite determinar en mayor o menor grado la elección de la estadística a emplear, los resultados obtenidos en este estudio llevan a pensar que una gran cantidad de artículos tienen errores en este aspecto, pues hay estudios que utilizan polígono de frecuencia en variables discretas (que se debe utilizar para variables continuas, según Lecumberri, y Ducoing⁷).

Con lo que respecto a las pruebas de hipótesis principalmente las paramétricas, este tipo de errores se presentan en estudios que aplican pruebas como la t-de Student, Prueba de t-de Student para muestras relacionadas, Análisis de varianza, Modelos lineales generales, ya que uno de los principales supuestos de estas pruebas según Daniel³, Johnson⁵, Mendenhall⁸ y Mendez y Col⁹, es que, las muestras provengan de una población cuya distribución sea normal, y es poco probable que las variables discretas donde son aplicadas la tengan, y como ya se menciono anteriormente una pequeña proporción de artículos mencionan el uso de una transformación.

En el presente estudio para los artículos publicados en la revista *Veterinary Parasitology*, los requisitos para publicar manuscritos en revistas biomédicas no se cumplen, al grado de que 7 estudios no mencionan la prueba de hipótesis a realizada, otros no describen la elección y asignación de unidades experimentales y las pérdidas de estas, 10 artículos en la sección de resultados especifican los métodos estadísticos que utilizaron para su análisis, y en la mayoría se utilizan términos estadísticos para presentar los resultados.

El presente trabajo permitió presentar un panorama sobre la problemática de la parasitología para el análisis estadístico de sus datos, al cual posiblemente se pueda disminuir con las siguientes recomendaciones:

La descripción detallada de la investigación, esto permitirá entender mejor los objetivos de la investigación.

Se recomienda describir la forma de elegir a los sujetos de experimentación, su número inicial y las pérdidas durante el proceso, así como su asignación a los diferentes tratamientos.

La descripción detallada de cada uno de los diferentes tratamientos, así como sus posibles complicaciones.

En lo que concierne a los procedimientos estadísticos, se recomienda mencionar los métodos estadísticos empleados para el análisis, el cumplimiento de los supuestos y el uso de transformación de los datos cuando sea necesario.

La publicación de los resultados deberá ser a base de cuadros, figuras o gráficas que indiquen en forma sencilla los principales resultados obtenidos así como la prueba estadística que se empleó para su análisis.

Se sugiere que los estudios publicados no sólo en esta revista evaluada, sino en general en todas las investigaciones en el área de las ciencias veterinarias contengan o sean respaldadas por un estadístico, o bien, que alguno de los autores manejen la metodología estadística que respalde dicho estudio.

La estadística cada día cobra mayor importancia no sólo en esta área de la ciencias, por lo que su difusión en las universidades debería ser mayor, con lo que probablemente los errores de análisis estadístico en las investigaciones se vería disminuido.

CONCLUSIONES

Los artículos publicados en *Veterinary Parasitology* de Enero de 1992 a Enero de 1993 en su mayoría presentan errores en la metodología estadística.

Los errores en la metodología estadística más frecuentes fueron:

- A) Emplear un análisis para muestras independientes cuando se tienen muestras dependientes o relacionadas.
- B) Utilización de metodología estadística para 2 muestras cuando el estudio fue con más de 2.
- C) Utilización de pruebas paramétricas sin probar los supuestos.
- D) Utilizar metodología estadísticas descriptivas para variables continuas cuando se tienen variables discretas.
- E) No hacer mención de transformaciones de los datos.

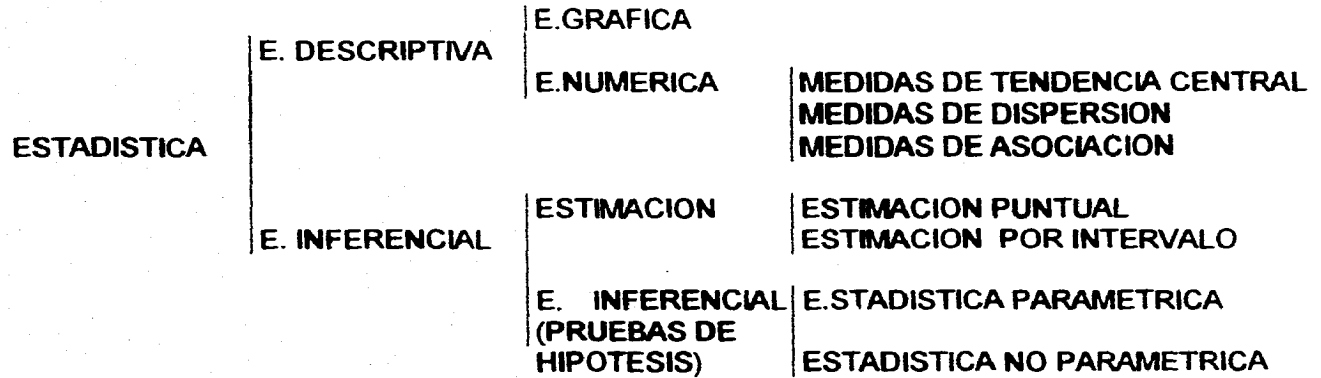
LITERATURA CITADA

- 1.- Chandler, A.C. y Read, C.P.; Introducción a la Parasitología. *Omega*. Barcelona España, 1965.
- 2.- Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas; Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas. Comunicación biomédica. *BOSP*. 116:146-159 (1994).
- 3.- Daniel, W.W.: Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 3ª ed. *Limusa*. México,D.F. 1990.
- 4.- Editorial; *Vet. Parasitology*, 45:3-4 (1993).
- 5.- Johnson, R.: Estadística elemental. *Grupo Editorial Iberoamérica*. México, D.F. 1990.
- 6.- Leach, C.: Fundamentos de estadística . Enfoque no paramétrico para ciencias sociales. *Limusa*.México,D.F.,1982.
- 7.- Lecumberri, L. J. y Ducoing, W. A: Notas del curso preeliminar para ingresar a los cursos de posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Notas ineditas.Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.,1996.
- 8.- Mendenhall, W.: Introducción a la Probabilidad y la Estadística. *Grupo Editorial Iberoamérica*. México,D.F., 1987.
- 9.- Méndez, R.I., Namihara, G.D., Moreno, A.L. y Sosa, M.C.: El Protocolo de Investigación. Lineamientos para su elaboración y Análisis. *Trillas*. México,D.F., 1984.

- 10.- Méndez, I.: Consideraciones relativas a la postulación y contrastación de Hipótesis científicas. Comunicaciones técnicas. *Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas*. Universidad Nacional Autónoma de México. 4: 29 (1977).
- 11.- Milton, J.S. y Tsokos, J.O.: Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. *Interamericana*. Madrid, España, 1987.
- 12.- Ortega, E.E.: Eficacia de las Ivermectinas en Ovinos Estabulados, Infectados con Nemátodos Gastroéntericos, Evaluados por Exámenes Coproparasitológicos en San Andrés Toluquepec, D.F.. Tesis de Licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1993.
- 13.- Pascua, M.: Metodología Bioestadística para Médicos y Oficiales Sanitarios. 2ª ed. *Paz Montalvo*. España. 1974.
- 14.- Segura, C.R.: Reinfestación Posttratamiento de Nemátodos Gastroéntericos en Bovinos Semiestabulados por Exámenes Coproparasitológicos en Texcoco. Edo. de México. Tesis de Licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1993.
- 15.- Shott, S.: Statistics in veterinary research. *JAVMA*. 187:138-141 (1985).
- 16.- Silva, L.C., Pino, A., Miranda, Z., Martínez, V. y Pérez, C.: Origen nacional de los artículos publicados o citados en el *Boletín de la OSP* de 1971 a 1990. *BOSP*. 116: 331-337 (1994).
- 17.- Soulsby, E.J.L.: Parasitología y Enfermedades Parasitarias en los Animales Domésticos. 7ª ed.. *Interamericana*. México, D.F., 1987.

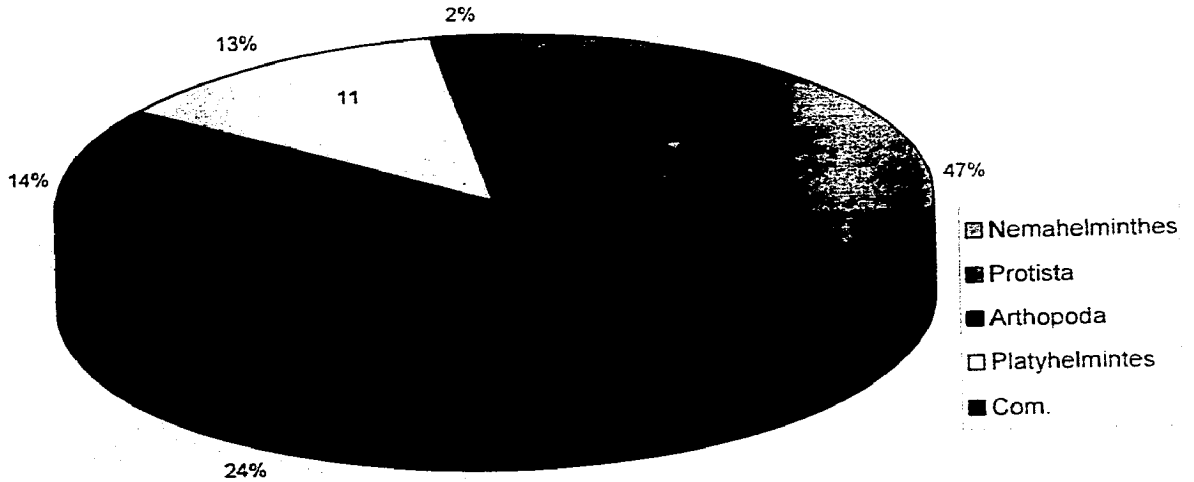
- 18.- Steel,G.D. y Torrie,J.H.: Bioestadística: Principios y Procedimientos. *McGraw-Hill*. México,D.F.,1986.
- 19.- Sumano,L.H. y Ocampo,C.L.: Farmacología Veterinaria. *McGraw-Hill*. México, D.F.,1992.

FIGURA 1



GRAFICA 1

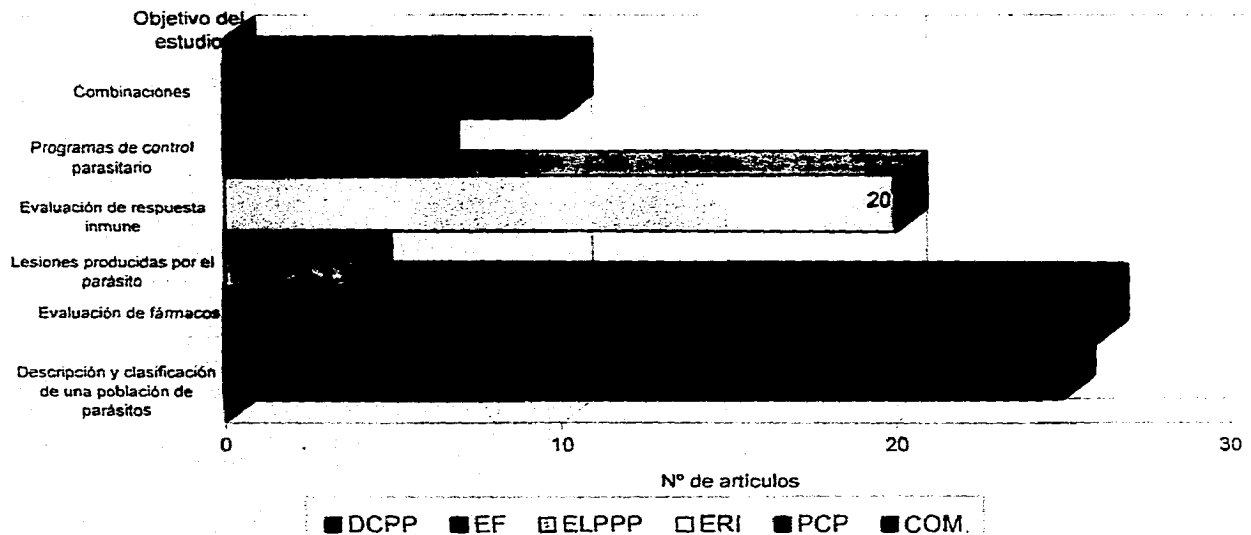
Frecuencia de estudios por Phylum



*Articulos con más de un Phylum

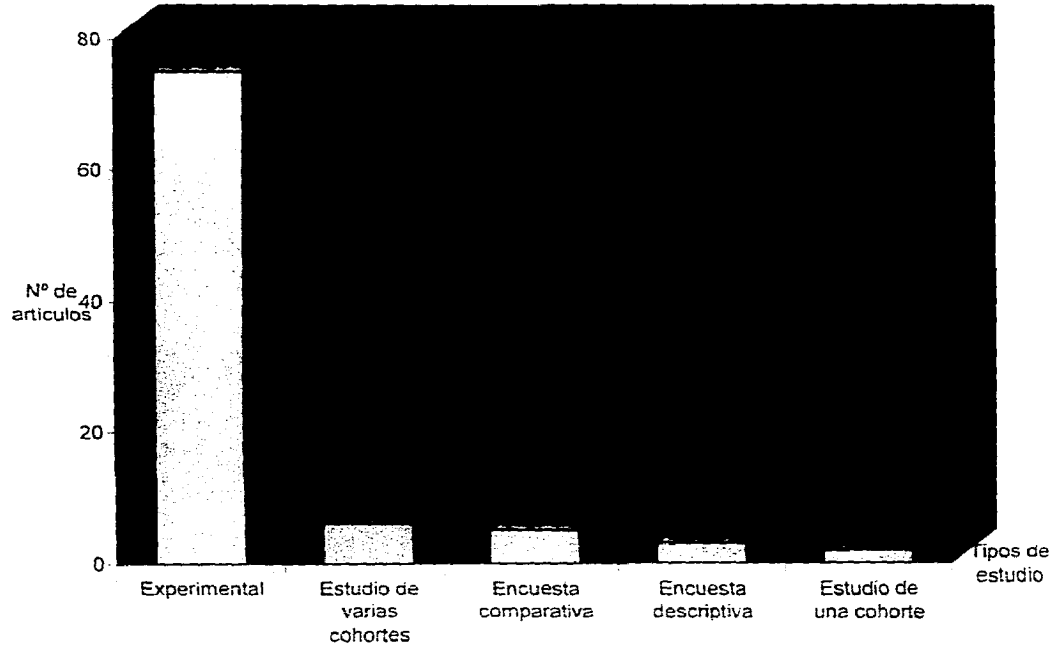
GRAFICA 2

Frecuencia de artículos según el objetivo del estudio



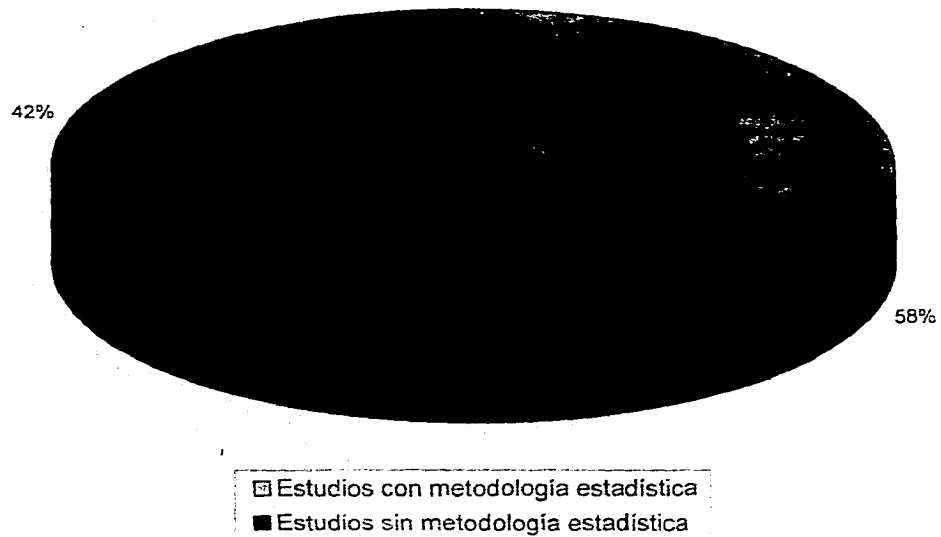
GRAFICA 3

Frecuencia de artículos según el tipo de estudio



GRAFICA 4

Frecuencia de artículos que emplean
metodología estadística

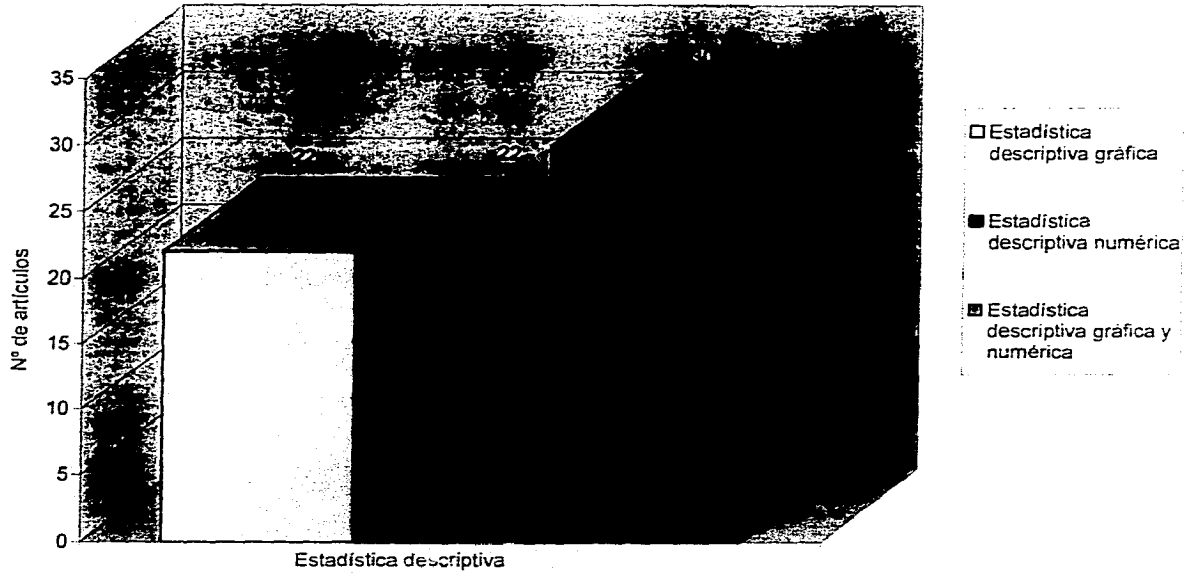


GRAFICA 5

Frecuencia de artículos según el tipo de estadística empleada

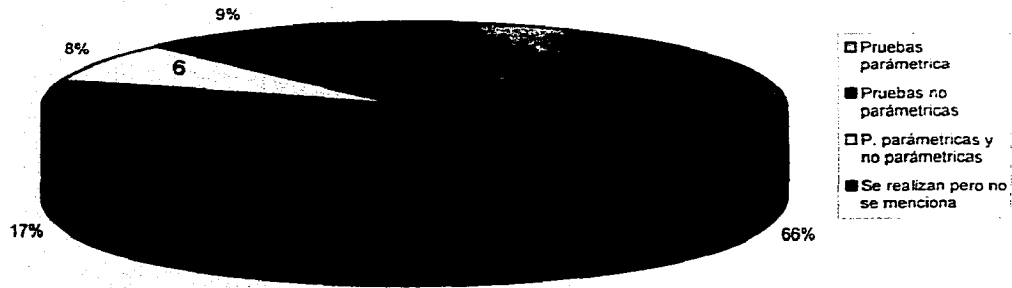


GRAFICA 6
Frecuencia de artículos según la estadística
descriptiva utilizada



GRAFICA 8

Frecuencia de artículos según la prueba de hipótesis



CUADRO 1

Frecuencias de las metodologías estadísticas descriptivas gráficas empleadas en los estudios

<i>Estadística descriptiva gráfica</i>	Nº de artículos
Gráfica de barras	26
Gráfica de caja	1
Diagrama de dispersión	6
Polígono de frecuencias	37
Histograma	3

CUADRO 2

Frecuencias de las metodologías estadísticas descriptivas numéricas empleadas en los estudios

<i>Estadística descriptiva numérica</i>	Nº de artículos
Media	43
Media geométrica	4
Rango	6
Porcentaje	1
Desviación estándar	25
Error estándar	6
Coefficiente de variación	1
Correlación	8
Regresión lineal simple*	2

*Utilizada como medida de asociación entre variables.

CUADRO 3

Frecuencia de las pruebas paramétricas empleadas en los estudios.

<i>Pruebas paramétricas</i>	Nº Artículos
t-Students para muestras independientes	19
t-Students para muestras relacionadas	4
Análisis de covarianza	1
Análisis de varianza	33
Modelo lineal general	6
Análisis de regresión lineal simple	10
Regresión múltiple	1
Regresión no lineal	1
Prueba de normalidad	1

CUADRO 4

Frecuencia de las pruebas de comparación múltiple de medias
empleadas en los estudios

<i>Pruebas de comparación múltiple de medias</i>	Nº ARTICULOS
Duncan	6
Bonferroni	5
Diferencia mínima significativa	4
Tukey	3
Newman-Keuls	3
P. de Fisher	2
Scheffé	1

CUADRO 5

Frecuencia de las pruebas de hipótesis no paramétricas empleadas en los estudios

<i>Pruebas no paramétricas</i>	Nº ARTICULOS
χ^2	12
Prueba de Fisher	2
P. de suma de rangos de Wilcoxon	2
P. Kruskal-Wallis	2
P. Mann-Witney	4
P. de Friedman	1
P. T-Kendall	1
P. de Bartlett	1
Modelo binomial negativo	2

CUADRO 6

Nº de artículos con estadística descriptiva gráfica de acuerdo a la clasificación de la variable de respuesta.

<i>Estadística descriptiva gráfica</i>					
Tipo de variable	Gráfica de barras	Gráfica de caja	Diagrama de dispersión	Polígono de Frecuencia	Histograma
Discreta (Nominal y ordinal)	22	0	0	0	0
Discreta (Absoluta)	4	0	2	25	0
Continua	0	1	4	12	3
Total	26	1	6	37	3

CUADRO 7

Nº de artículos con estadística descriptiva numerica de acuerdo a la clasificación de la variable de respuesta.

<i>Estadística descriptiva numérica</i>									
Tipo de variable	Media	Media Geométrica	Rango	%	Desviación estándar	Error estándar	Coeficiente de variación	Regresión	Correlación
Discreta (absolutal)	25	4	6	1	13	4			3
Continua	13				10	2	1	2	5
Discreta (absoluta) y continuas	5				2				
Total	43	4	6	1	25	6	1	2	8

CUADRO 8

Nº de artículos con pruebas de hipótesis paramétricas de acuerdo a la clasificación de la variable de respuesta.

<i>Pruebas de hipótesis paramétricas</i>									
Tipo de variable	T-Student para muestras independiente	T-Student para datos pareados	A. covarianza	Análisis de varianza	Modelo general lineal	A. Regresión lineal simple	A. Regresión múltiple	A. regresión no lineal	P. normalidad
Discreta (absoluta)	8	2		19	2	5		1	1
Continua	9	2	1	8	1	4			
Discreta y continua	2			6	3	1	1		
Total	19	4	1	33	6	10	1	1	1

CUADRO 9

Nº de artículos con pruebas de hipótesis no paramétricas de acuerdo a la clasificación de la variable de respuesta.

Pruebas de hipótesis no paramétricas									
Tipo de variable	χ^2	Fisher	Suma de rangos de Wilcoxon	Friedman	Kruskal-Wallis	Mann-Witney	T-Kendal	Bartlett	Modelo binomial negativo
Discreta	12	2	2	1	2	4	1	1	2
Continua									
Total	12	2	2	1	2	4	1	1	2