



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE  
ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN VESICAL EN PERROS MEDIANTE  
ULTRASONOGRAFÍA**

PAULINA FERNANDA VERGARA VERA

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Clínicas

PROFESOR GUÍA: DANIEL SÁEZ VIDALES

SANTIAGO, CHILE

2012



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL  
VOLUMEN VESICAL EN PERROS MEDIANTE ULTRASONOGRAFÍA**

PAULINA FERNANDA VERGARA VERA

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Clínicas

PROFESOR GUÍA: LEONARDO DANIEL SÁEZ VIDALES .....

PROFESOR: ALICIA VALDÉS OLGUÍN .....

PROFESOR: LUIS IBARRA MARTÍNEZ .....

Nota Firma

SANTIAGO, CHILE

2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer especialmente a mi familia, amigos cercanos y al Doctor Sáez por toda la ayuda y paciencia que tuvieron para poder realizar esta memoria de título. También, la ayuda y facilidades que tuvieron docentes, funcionarios y doctores del Hospital Clínico de nuestra Facultad y del Hospital Veterinario de Santiago, como también al Doctor Egaña por permitir la utilización de los perros de los caniles. Y a todos los dueños de las mascotas que participaron en este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Página
<b>PORTADA</b>	i
<b>CONTRAPORTADA</b>	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iii
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b>	iv
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	vi
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	ix
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	2
<b>I. Anatomía Vesical</b>	2
<b>II. Ultrasonografía</b>	2
<b>III. Volumen Vesical</b>	3
<b>IV. Métodos de Medición del Volumen Vesical</b>	4
1. Método de Hakenberg <i>et al.</i> (1983) y Atalan <i>et al.</i> (1998) o F1	6
2. Método de Kuzmić <i>et al.</i> (2003) o F2	8
3. Método de Hwang <i>et al.</i> (2004) o F3	10
4. Método de Eves (1987) o F4	12
<b>V. Patologías que afectan la Micción</b>	13
1. Desórdenes Neurogénicos	13
2. Desórdenes Obstructivos	17
3. Complicaciones de la Incontinencia Urinaria	18
<b>OBJETIVOS</b>	19
<b>I. Objetivo General</b>	19
<b>II. Objetivos Específicos</b>	19
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	20
<b>I. Materiales</b>	20

1. Animales	20
2. Instrumental	20
II. Método	21
III. Análisis de las Imágenes	24
IV. Análisis Estadístico	27
<b>RESULTADOS</b>	32
I. Resultados Estadísticos	36
1. Prueba de <i>t</i> , Coeficiente de correlación de Pearson y CCC	36
2. Gráficos de Dispersión entre Volumen Real y Estimado	38
3. Método de Bland y Altman	41
4. Error Absoluto Fraccional	45
II. Resultados Estadísticos para los Volúmenes Corregidos por Peso	46
1. Prueba de Jerarquía Signada de Wilcoxon	48
2. Error Absoluto Fraccional	50
<b>DISCUSIÓN</b>	52
<b>CONCLUSIÓN</b>	56
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	57
<b>ANEXO Nro. 1</b>	62

## ÍNDICE DE TABLAS

		Página
TABLA Nro. 1	Volúmenes vesicales reales y estimaciones obtenidas con seis fórmulas, más el análisis estadístico de estas estimaciones versus los volúmenes reales en 60 perros realizado por Atalan <i>et al.</i> (1998).	8
TABLA Nro. 2	Coefficientes de corrección (k) con sus error estándar (S. E.), coeficientes de correlación de Pearson, valores de P para regresión y porcentaje error promedio con su desviación estándar (S. D.) basados en las ecuaciones originales para todos los grupos de formas vesicales y las muestras en su conjunto.	10
TABLA Nro. 3	Resultados del Error Fraccional Absoluto (FAE) (promedio y desviación estándar) del estudio de Hwang <i>et al.</i> (2004) y tres métodos de la literatura.	12
TABLA Nro. 4	Efecto de las lesiones según su localización sobre el sistema neuromuscular del proceso de micción.	16
TABLA Nro. 5	Resultados de la Prueba de Shapiro-Wilks (S & W), con el estadístico W y la probabilidad <i>p</i> , y la Prueba de Lilliefors, con el valor de <i>p</i> , para los volúmenes vesicales reales y los estimados con los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4), para cada una de las infusiones con suero fisiológico.	27
TABLA Nro. 6	Valores obtenidos de <i>Skewness</i> y <i>Kurtosis</i> para los volúmenes vesicales reales y los estimados con los cuatro métodos en estudio (F1, F2, F3, F4), para las dos infusiones de suero fisiológico.	28
TABLA Nro. 7	Resultados de la Prueba de Shapiro-Wilks (S & W), con el estadístico W y la probabilidad <i>p</i> , y la Prueba de Lilliefors, con el valor de <i>p</i> , para los volúmenes vesicales reales y los estimados corregidos por peso con los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4), para cada una de las infusiones con suero fisiológico.	30
TABLA Nro. 8	Valores obtenidos de <i>Skewness</i> y <i>Kurtosis</i> para los volúmenes vesicales reales y los estimados corregidos por peso con los cuatro métodos en estudio (F1, F2, F3, F4), para las dos infusiones de suero fisiológico.	31
TABLA Nro. 9	Valores obtenidos para cuatro mediciones (largo (L), ancho (A), profundidad longitudinal (P <sub>L</sub> ) y profundidad transversal (P <sub>T</sub> )) con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico en los 21 individuos.	32
TABLA Nro. 10	Valores obtenidos para cuatro mediciones (largo (L), ancho (A), profundidad longitudinal (P <sub>L</sub> ) y profundidad transversal (P <sub>T</sub> )) con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico en los 21 individuos.	33
TABLA Nro. 11	Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada	34

	individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.	
TABLA Nro. 12	Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.	35
TABLA Nro. 13	Valores estadísticos (medias, valores de $t$ y $p$ para la prueba de $t$ , coeficientes de correlación $r$ de Pearson y coeficientes de correlación de concordancia de Lin (CCC)) con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo para los resultados obtenidos con la aplicación de los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4) versus los volúmenes vesicales reales.	36
TABLA Nro. 14	Valores estadísticos (medias, valores de $t$ y $p$ para la prueba de $t$ , coeficientes de correlación $r$ de Pearson y coeficientes de correlación de concordancia de Lin (CCC)) con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo para los resultados obtenidos con la aplicación de los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4) versus los volúmenes vesicales reales.	37
TABLA Nro. 15	Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los cuatro métodos en el caso de la infusión con 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico.	45
TABLA Nro. 16	Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los cuatro métodos en el caso de la infusión con 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico.	45
TABLA Nro. 17	Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados corregidos por peso con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.	47
TABLA Nro. 18	Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados corregidos por peso con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.	48
TABLA Nro. 19	Medias, desviaciones estándar y resultados de la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon (estadístico $Z$ y probabilidad $p$ ) para el volumen vesical real y el volumen estimado corregido por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 3 ml/Kg. de peso vivo.	49
TABLA Nro. 20	Medias, desviaciones estándar y resultados de la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon (estadístico $Z$ y probabilidad $p$ ) para el volumen vesical real y el volumen estimado corregido por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 6 ml/Kg. de peso vivo.	49
TABLA Nro. 21	Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los volúmenes estimados corregidos por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 3 ml/Kg. de peso vivo.	50
TABLA Nro. 22	Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto	51

Fraccional (FAE) para los volúmenes estimados corregidos por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 6 ml/Kg. de peso vivo.

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

		Página
ILUSTRACIÓN Nro. 1	Esquema ejemplificador de las mediciones requeridas por el método de Hwang <i>et al.</i> (2004) mediante análisis de las imágenes vesicales en la vista longitudinal (largo (L), profundidad longitudinal ( $P_L$ ), profundidad longitudinal máxima ( $P_{Lmáx}$ )).	11
ILUSTRACIÓN Nro. 2	Esquema ejemplificador de las mediciones requeridas por el método de Hwang <i>et al.</i> (2004) mediante análisis de las imágenes vesicales en la vista transversal (ancho (A), profundidad transversal ( $P_T$ ), profundidad transversal máxima ( $P_{Tmáx}$ )).	11
ILUSTRACIÓN Nro. 3	Equipo portátil Sonosite M-Turbo.	21
ILUSTRACIÓN Nro. 4	Procedimiento realizado con el individuo en sujeción en decúbito dorsal sobre la mesa trabajo, mientras se realiza la toma de imágenes ecográficas luego de su cateterización uretral.	23
ILUSTRACIÓN Nro. 5	Imagen ecográfica de vejiga obtenida post-infusión de suero fisiológico en uno de los perros estudiados donde se han medido largo y profundidad en sus partes más amplias.	24
ILUSTRACIÓN Nro. 6	Imagen ecográfica (1) resultante después de obtener las mediciones mediante análisis con el programa Autocad 2008 donde las líneas de color rojo muestran los máximos diámetros (largo y profundidad), y un acercamiento (2) que muestra los valores de distintas profundidades obtenidas según lo que requiere el método F3 de Hwang <i>et al.</i> (2004).	26
ILUSTRACIÓN Nro. 7	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado con el método F1 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	39
ILUSTRACIÓN Nro. 8	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado el métodos F2 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	39
ILUSTRACIÓN Nro. 9	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado el método F3 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	39
ILUSTRACIÓN Nro. 10	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado el método F4 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	39
ILUSTRACIÓN Nro. 11	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el	40

	volumen estimado el método F1 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	
ILUSTRACIÓN Nro. 12	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado el método F2 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	40
ILUSTRACIÓN Nro. 13	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado el método F3 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	40
ILUSTRACIÓN Nro. 14	Gráfico de dispersión que muestra la relación entre el volumen estimado el método F4 (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.	40
ILUSTRACIÓN Nro. 15	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F1 para la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.	42
ILUSTRACIÓN Nro. 16	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F2 para la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.	42
ILUSTRACIÓN Nro. 17	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F3 para la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.	42
ILUSTRACIÓN Nro. 18	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F4 para la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.	42
ILUSTRACIÓN Nro. 19	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F1 para la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.	44
ILUSTRACIÓN Nro. 20	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F2 para la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.	44
ILUSTRACIÓN Nro. 21	Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F3 para la	44

ILUSTRACIÓN Nro. 22

infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.

Gráfico del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con la fórmula F4 para la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.

44

## **RESUMEN**

El objetivo de este proyecto fue comparar cuatro métodos de estimación del volumen vesical mediante ultrasonografía en perros, para definir el más exacto.

Se evaluaron 21 individuos, en los cuales se utilizaron dos volúmenes de infusión conocidos de suero fisiológico, 3 y 6 ml/Kg. de peso vivo. Ecográficamente se obtuvieron imágenes longitudinales y transversales de cada volumen para cada animal. Luego se analizaron las imágenes para obtener los datos necesarios para los cuatro métodos en estudio (largo, ancho, profundidad longitudinal y profundidad transversal). A continuación se realizó un análisis estadístico con el fin de determinar la exactitud de dichos métodos. Pero al analizar los datos se vio que existía gran variabilidad en el peso de los pacientes, y por ende, en los volúmenes, entonces se compararon los resultados luego de una corrección por peso.

Obtenidos los resultados, se llegó a la conclusión de que el método F4 de Eves (1987) fue el único concordante, el más exacto y sin diferencias estadísticamente significativas respecto de los volúmenes reales; incluso después de la corrección por peso. Por ende, podría ser utilizado en la práctica clínica para estimar el volumen vesical en los perros.

## **ABSTRACT**

The aim of this project was to compare four methods to estimate bladder volume by ultrasound examination in dogs and define which one is the most accurate.

Twenty one subjects were tested, and two known volumes of saline infusion were used, 3 and 6 ml/Kg. liveweight. Ultrasound images were obtained in longitudinal and transverse planes in each animals for both volumes. Then, images were analized to obtained the necessary data for the four methods under study (length, width, longitudinal depth and transverse depth). The following statistical analysis was performed to determine accuracy of such methods. But when data were analized, the variability in patient weight, and therefore, in volume, was notice, so the data were compared after weight correction.

With the results obtained, it was concluded that the method F4 of Eves (1987) was the only concordant, the most accurate and no statistically significant differences with respect to the actual volumes, even after correction of weight. Hence, could be used in clinical practice for estimating the urinary bladder volume in dogs.

## INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía es un método diagnóstico cada vez más utilizado en medicina veterinaria. Es una técnica con múltiples ventajas, por ejemplo: no invasiva, portátil y sin riesgos de radiación, que entrega los resultados de forma inmediata. La ultrasonografía permite además, evaluar las estructuras del sistema urinario, determinar el grado de distensión vesical y la presencia de orina en la vejiga (relacionado con el completo vaciamiento del órgano).

La medición del volumen vesical es de utilidad para diagnosticar obstrucciones severas del tracto urinario, disfunciones en la micción, desórdenes neurogénicos y estimar la producción de orina en un período de tiempo determinado.

En humanos se han estudiado varios métodos que permiten definir con cierta exactitud el volumen vesical mediante ecografía, pero con variaciones considerables en sus estimaciones; mientras que los trabajos en animales domésticos, especialmente en perros, son escasos.

Atalan *et al.* (1998), único trabajo en perros, realizaron una comparación entre dos métodos, uno lineal y otro bidimensional, donde se llegó a la conclusión que el método lineal era el que presentaba el valor más cercano al real. Trabajos en el hombre han llegado a conclusiones similares (Hvarness *et al.*, 2002).

En el presente trabajo se evaluaron cuatro métodos de estimación del volumen vesical mediante ultrasonografía, los cuales utilizan mediciones lineales (largo, ancho, profundidad longitudinal y profundidad transversal). El propósito fue definir cual de los cuatro métodos es el mejor para el perro.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **I. Anatomía Vesical**

La vejiga es un órgano músculo membranoso que permite el almacenamiento temporal de la orina. Su forma, tamaño y posición varían según su contenido. Es un saco ovoide o periforme situado sobre el suelo pélvico cuando está vacío o próximo a estarlo. Cuando está totalmente llena, se halla en posición abdominal y el cuello se asienta en el borde craneal de los huesos púbicos (Ellenport, 2004a). En la parte media del vértice (ápex), existe una masa de tejido cicatricial, vestigio del uraco que en el feto realiza la conexión entre la vejiga y el alantoides (Ellenport, 2004b).

La vejiga se encuentra fijada por tres pliegues peritoneales, los ligamentos laterales, tanto derecho como izquierdo, y el ligamento medio. El ligamento redondo, o vestigio de la arteria umbilical fetal, está dentro de los ligamentos laterales. Tiene un recubrimiento peritoneal prácticamente completo. Por tanto, no está cubierta por el omento mayor. En el cuello de la vejiga, existe un esfínter de musculatura lisa (Ellenport, 2004b).

### **II. Ultrasonografía**

La evaluación ultrasonográfica del tracto urinario se ha convertido en un procedimiento de rutina en la medicina veterinaria (Nyland *et al.*, 2002).

La vejiga es de fácil evaluación cuando está distendida con orina y puede servir como ventana acústica para visualizar estructuras adyacentes como el colon, útero y los linfonodos ilíacos. El grosor de la pared vesical, masas, cuerpos extraños, cálculos, coágulos, divertículos, uréteres ectópicos y ureteroceles son de fácil evaluación (Nyland *et al.*, 2002).

El útero se encuentra dorsal a la vejiga en las hembras, mientras que el colon descendente ocupa esta posición en los machos. La próstata rodea la uretra proximal y el cuello vesical en el macho. La vejiga está relacionada cranealmente con intestino delgado. La región que ocupa la vejiga está rodeada por grasa hiperecoica que aumenta el contraste con el contenido luminal anecoico (Nyland *et al.*, 2002).

Según la técnica de examen de este órgano descrita por Nyland *et al.* (2002), se recomienda la utilización de un transductor de entre cinco y diez megahertz (MHz), dependiendo del tamaño del animal a examinar. Otro autor (Kealy y McAllister, 2000) define un transductor de cinco MHz para perros grandes y uno de siete y medio MHz para los de tamaño pequeño y mediano. La vejiga debe ser escaneada en dos planos, longitudinal y transversal.

La pared vesical está constituida por una serosa hiperecoica, tres capas de musculatura lisa hipoecoica, una submucosa hiperecoica y la mucosa hipoecoica. La musculatura sigue el siguiente patrón: capa externa longitudinal, la capa central es circular y de mayor grosor, y la capa interna longitudinal. El grosor de la pared vesical varía según el grado de distensión de la misma (Nyland *et al.*, 2002).

### **III. Volumen Vesical**

Desde hace varios años se han concebido diversas fórmulas para estimar el volumen de orina en el hombre mediante ultrasonografía. Esta técnica ha sido utilizada para evaluar contractibilidad vesical, vejigas neurogénicas y obstrucciones en el tracto urinario de salida. La determinación del volumen vesical tiene la facultad de caracterizar disfunciones vesicales y evaluar las mejoras en el vaciamiento de la vejiga después de terapias medicamentosas o quirúrgicas (Nyland *et al.*, 2002).

Para tener como referencia, la producción de orina normal en perros varía desde 10 a 20 ml/libra/día (DiBartola, 2002) ó 1 a 1,5 ml/Kg./hora según distintos autores (Atalan *et al.*, 1998).

El volumen residual urinario es un criterio de importancia en la evaluación del funcionamiento del tracto urinario bajo, ya que puede ser indicativo de alteraciones patológicas en la micción. Obstrucciones uretrales y cistitis son las causas más frecuentes. Las obstrucciones en la uretra pueden ser producto de urolitiasis, patologías prostáticas, neoplasias, uretritis, procedimientos quirúrgicos, anomalías en el funcionamiento de la uretra, como son los asociados a problemas neurológicos espinales, y disinergia refleja (Atalan *et al.*, 1998).

Durante largos períodos de obstrucción, la vejiga se sobredistiende, lo que reduce el flujo de sangre e interrumpe las uniones entre las fibras musculares. Esto resulta en una vejiga no funcional y fibrótica. Al liberar la obstrucción, el músculo detrusor puede no estar apto para contraerse adecuadamente y expulsar la orina, lo que se traduce en grandes volúmenes residuales. Además, enfermedades que disminuyen la frecuencia normal de micción, se ha visto que predisponen a infecciones bacterianas en los humanos (Atalan *et al.*, 1998).

Para el diagnóstico de desórdenes neurogénicos es de utilidad detectar si la vejiga se vació completamente, ya que volúmenes mayores de 0,2 a 0,4 ml/Kg. (Lees, 2002) ó 10 ml según otros autores (Atalan *et al.*, 1998; Oliver, 1987), son aceptados como indicativos de alteraciones en el proceso normal de micción para el caso del perro.

En pacientes con lesiones reversibles del tronco encefálico, médula espinal o compresiones de nervios periféricos, se requiere de cateterizaciones periódicas para vaciar la vejiga; en estos casos, se debe observar si queda orina después del procedimiento, pues pueden presentarse serias complicaciones, como cistitis, reflujo ureteral, pielonefritis y uremia (Atalan *et al.*, 1998).

#### **IV. Métodos de Medición del Volumen Vesical**

Variados métodos han sido descritos para estimar el volumen vesical, siendo la cateterización el más utilizado, por ser una técnica muy exacta, sin embargo es un procedimiento invasivo, incómodo y doloroso, y puede predisponer a infecciones urinarias, además de edema producto del trauma al colocar el catéter, lo que puede aumentar una obstrucción uretral pre-existente. En

los casos en que existen lesiones uretrales o prostáticas que producen obstrucción en el tracto de salida, colocar un catéter puede resultar imposible (Atalan *et al.*, 1998; Kuzmić *et al.*, 2003).

En el hombre se han propuesto muchos otros métodos, por ejemplo, la palpación abdominal, pero que es inexacta. Otro método es la radiografía vesical post-micción como parte de una pielografía intravenosa descrita por Beer (1936) que, aunque es muy exacta, presenta riesgos por la radiación utilizada. Smith (1960) introdujo las pruebas de excreción usando fenolsulfonftaleína, que dependen del normal funcionamiento de los riñones y de la circulación sanguínea. Las técnicas radioisótopas han resultado en estimaciones bastante exactas, pero también tienen la desventaja que dependen del funcionamiento renal, y además no pueden ser utilizadas de manera rutinaria (Claunch *et al.*, 1961).

Un estudio realizado por Biertuempfel *et al.* (1981), mostró que el 20% de las perras sometidas a cateterización sufrieron de una infección urinaria, no así en el caso de los machos. Los factores que pueden predisponer a una colonización bacteriana del tracto urinario durante la cateterización incluyen: daño de la mucosa durante la inserción y mantención del catéter, contaminación del catéter, orina contaminada durante la colocación del catéter, la proximidad de la uretra a la fuente de microorganismos fecales, y el conducto que se forma con el exterior del catéter y la vejiga que puede potencialmente permitir la entrada de microorganismos desde el exterior o desde el sistema colector, con la orina del propio paciente (Bubenik y Hosgood, 2008).

Los métodos ya mencionados son caros, toman mucho tiempo, algunos son impracticables y no dan una estimación exacta en muchos casos. El método de elección debe ser simple, seguro, exacto, fácilmente repetible y no-invasivo (Atalan *et al.*, 1998). La ultrasonografía cumple con cuatro de los requisitos recién mencionados, desgraciadamente no ha tenido mucha popularidad debido a que a través de los años se han publicado variadas fórmulas, las cuales no han sido probadas lo suficiente para determinar sus grados de exactitud (Hakenberg *et al.*, 1983; Kuzmić *et al.*, 2003).

La fórmula más utilizada es el producto entre el ancho (A), el largo (L) y la profundidad (P) por una constante (n). Esta constante es el reflejo de la forma de la vejiga, que se modifica según el volumen que contenga y la variación individual. Cabe destacar que las variaciones en la

calidad de las imágenes de los equipos de ultrasonido y las diferentes configuraciones en cuanto a la forma de la vejiga, dificultan la elección de la fórmula más adecuada para las estimaciones de volumen (Hwang *et al.*, 2004).

**1. Método de Hakenberg *et al.* (1983) y Atalan *et al.* (1998) o F1:**

$$\text{Volumen estimado} = L \times A \times [(P_L + P_T)/2] \times 0,625$$

Esta fórmula nace de un estudio realizado por Hakenberg *et al.* (1983) donde toma un total de 86 mediciones en vejigas mediante ultrasonografía en humanos. En dos planos, longitudinal y transversal, se tomó el largo (L), ancho (A) y las profundidades, longitudinal ( $P_L$ ) y transversal ( $P_T$ ). El volumen real fue obtenido por la cantidad de líquido que era eliminada por micción voluntaria más lo infundido por vía sanguínea hasta el momento del examen. Se calculó volumen vesical con la fórmula  $L \times A \times [(P_L + P_T)/2]$ . Los autores trabajaron estadísticamente con el Método de los Mínimos Cuadrados para obtener la ecuación de la recta, lo que resultó en un factor de corrección de 0,625 determinando que la fórmula quedara de la siguiente manera:  $L \times A \times [(P_L + P_T)/2] \times 0,625$ .

Las conclusiones del estudio de Hakenberg *et al.* (1983) muestran que la exactitud de este método es limitada y que los rangos de variación son muy grandes,  $\pm 115$  mililitros (ml). Asimismo, la precisión de la fórmula decae a volúmenes más pequeños, por la dificultad de que los límites vesicales sean bien definidos por el equipo de ultrasonido. También se reconoce la restricción del método en cuanto a las variaciones de la forma de las vejigas que no son tomadas en cuenta.

El trabajo realizado por Atalan *et al.* (1998), consistió en probar el método de Hakenberg *et al.* (1983) en perros, y compararlo con otros cinco procedimientos ocupados en humanos y definir con los valores obtenidos cuál era la más exacta. Las seis fórmulas están a continuación:

$$\text{Fórmula de Hakenberg } et al. (1983) = [L \times A \times (P_L + P_T) \times 0,625] / 2$$

$$\text{Fórmula de McLean y Edell (1978)} = [(L \times A \times P_L) - 3,14] / 2,17$$

$$\text{Fórmula de Walther (1982)} = L \times A \times P_T \times 0,5$$

Fórmula de Poston <i>et al.</i> (1983)	=	$(L \times A \times P_L) \times 0,7$
Fórmula de Haylen <i>et al.</i> (1989)	=	$5,9 \times (L \times P_L) - 14,6$
Fórmula de Haylen <i>et al.</i> (1990)	=	$5,3 \times (L \times P_L) - 21$

Para realizar la comparación se utilizó una prueba no-paramétrica, la Prueba de Jerarquía Signada de Wilcoxon. Y para determinar la relación entre dos variables, el Coeficiente de Correlación de Spearman. Los valores obtenidos se encuentran expresados en la Tabla Nro. 1.

Los objetos de estudio fueron 60 perros que estaban siendo diagnosticados por alteraciones en el tracto urinario bajo. Bajo un protocolo, se tomaron las siguientes medidas: largo (L), máxima profundidad en el plano longitudinal ( $P_L$ ), máxima profundidad en el plano transversal ( $P_T$ ) y ancho (A). Luego, los pacientes fueron cateterizados y se midió el volumen obtenido (volumen real).

Entre los problemas encontrados por el autor, está la dificultad en definir los bordes de la vejiga, las variadas formas que ésta puede tomar, la imprecisión al medir órganos en dos o tres imágenes (vejigas de gran tamaño), la producción de orina entre las mediciones y la inexactitud para medir volúmenes pequeños (Atalan *et al.*, 1998).

**TABLA Nro. 1. Volúmenes vesicales reales y estimaciones obtenidas con seis fórmulas, más el análisis estadístico de estas estimaciones versus los volúmenes reales en 60 perros realizado por Atalan *et al.* (1998).**

FÓRMULA	VOLUMEN (ml)			PRUEBA DE JERARQUÍA SIGNADA DE WILCOXON	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN (r)
	Mínimo	Máximo	Mediana		
Volumen vesical real	5,0	590,0	45,0		
<b>Fórmula usada para estimar volumen vesical</b>					
$[(L \times A \times P_L) - 3,14] / 2,17$	1,0	463,0	28,0	$P < 0,0001$	0,955
$5,3 \times (L \times P_L) - 21$	-2,0	548,0	67,5	$P < 0,0001$	0,838
$L \times A \times P_T \times 0,5$	3,0	464,0	31,0	$P < 0,0001$	0,941
$5,9 \times (L \times P_L) - 14,6$	7,0	619,0	85,5	$P < 0,0001$	0,917
$[L \times A \times (P_L + P_T) \times 0,625] / 2$	4,0	579,0	40,0	$P = 0,0877$	0,952
$(L \times A \times P_L) \times 0,7$	4,0	706,0	45,0	$P = 0,0355$	0,956

Atalan *et al.*, 1998

## 2. Método de Kuzmić *et al.* (2003) o F2:

$$\text{Volumen estimado} = L \times A \times P_T \times k \text{ (coeficiente de corrección)}$$

Este estudio fue realizado en 146 niños. Las mediciones fueron realizadas en dos planos, largo en la vista longitudinal (L), y ancho (A) y profundidad en el plano transversal (P<sub>T</sub>). Las formas de las vejigas fueron categorizadas de la siguiente manera:

- Redonda: redondeada en la vista longitudinal y transversal.
- Elipsoide: elipsoide en la vista longitudinal y elíptica o redonda transversalmente.
- Cuboídea: con cuatro lados paralelos y de similar tamaño en ambas vistas.
- Triangular: triangular o con forma de pera en la vista longitudinal.

- Indefinida: aquellas que no pudieron incluirse en las otras categorías.

El volumen real de cada individuo se obtuvo por cateterización, y si existió micción, igualmente se realizó un sondaje uretral para vaciar completamente la vejiga (Kuzmić *et al.*, 2003).

El principal objetivo de los autores fue evaluar cuál era el real impacto de la forma de la vejiga en las estimaciones del volumen de este órgano y además, obtener fórmulas para cada una de estas formas. Los coeficientes de corrección (k) fueron obtenidos mediante análisis de regresión lineal, tanto para el conjunto de muestras como para los grupos según la forma vesical (Kuzmić *et al.*, 2003). La Tabla Nro. 2 presenta los resultados obtenidos.

El coeficiente de corrección más utilizado en la literatura es de 0,5, por lo que se compararon los resultados obtenidos con este valor. Tras estudios estadísticos con la Prueba de Jerarquía Signada de Wilcoxon, un valor de “k” específico para cada forma de vejiga obtiene los valores más exactos (Kuzmić *et al.*, 2003).

Los autores llegaron a la conclusión de que determinar coeficientes de corrección según la forma de la vejiga es más exacto que tener un valor de “k” igual para todas las muestras. Pero también han definido las limitaciones del método ecográfico: dependencia de la experiencia del examinador, calidad del equipo, técnica de examinación adecuada, deformación de la forma vesical por presión con el transductor y dificultad de la estimación de la forma vesical en pacientes con disfunciones severas (por ejemplo, con trabeculaciones y deformaciones en la pared vesical) (Kuzmić *et al.*, 2003).

**TABLA Nro. 2. Coeficientes de corrección (k) con sus error estándar (S. E.), coeficientes de correlación de Pearson, valores de P para regresión y porcentaje error promedio con su desviación estándar (S. D.) basados en las ecuaciones originales para todos los grupos de formas vesicales y las muestras en su conjunto.**

<b>Forma Vesical</b>	<b>Coef. de Corrección k</b>	<b>S.E. de k</b>	<b>r de Pearson</b>	<b>P</b>	<b>Porcentaje Error Promedio ± S. D.</b>
Conjunto de muestras, sin importar la forma	0,66	0,011	0,927	< 0,01	19,19 ± 9,59
Redonda	0,561	0,013	0,940	< 0,01	5,10 ± 8,30
Cuboídea	0,923	0,012	0,982	< 0,01	5,53 ± 6,86
Elipsoide	0,802	0,006	0,992	< 0,01	3,09 ± 3,52
Triangular	0,623	0,007	0,988	< 0,01	7,71 ± 8,66
Indefinida	0,749	0,048	0,976	< 0,01	15,18 ± 17,21

Kuzmić *et al.*, 2003

### 3. Método de Hwang *et al.* (2004) o F3:

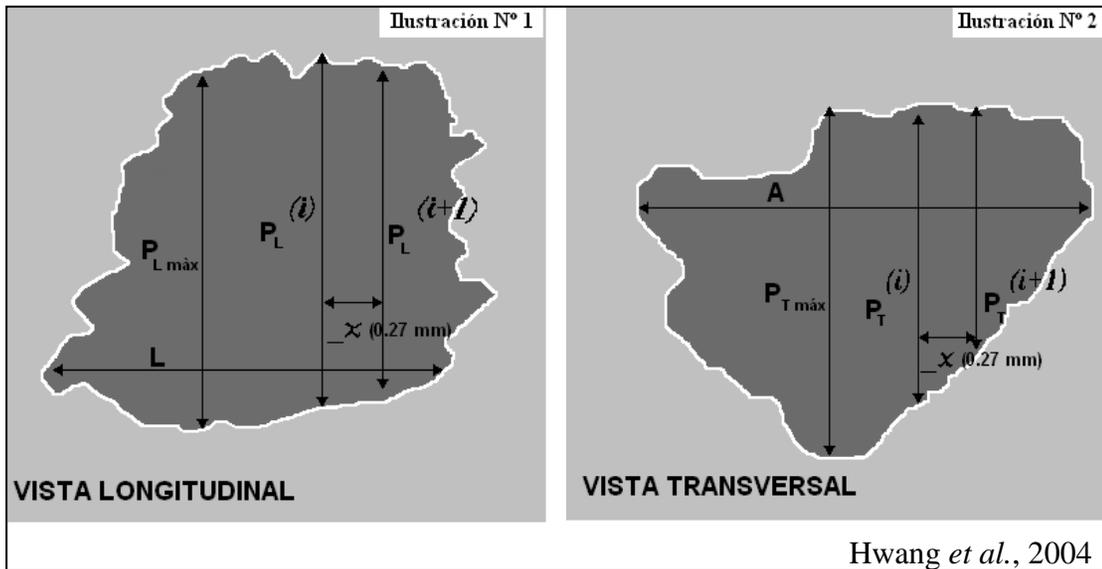
$$\text{Volumen estimado} = L \times A \times P_L \times \alpha \times \beta$$

En este estudio se desarrolló un nuevo método basado en dos constantes proporcionales determinadas para cada forma vesical individualmente. En la literatura la fórmula más utilizada está dada por el producto del largo (L), ancho (A) y profundidad en la vista longitudinal (P<sub>L</sub>), por una constante que es el reflejo de la configuración específica de la vejiga. Por lo tanto, la exactitud del volumen estimado se ve fácilmente afectada por la configuración del órgano, que varía según el volumen que contiene y la estructura individual de la vejiga (Hwang *et al.*, 2004).

Este estudio fue realizado en 116 humanos. El volumen real de cada individuo se obtuvo por cateterización (Hwang *et al.*, 2004).

Lo primero que se realizó fue delinear el contorno de cada vejiga. Deben obtenerse el largo y ancho (L y A). Estas dos medidas son divididas por una unidad definida, un pixel, que corresponde a 0,27 milímetros (mm) ( $\Delta\chi$ ), con lo que se obtienen un total de N<sub>L</sub> (longitudinales)

y  $N_T$  (transversales) puntos a lo largo de  $L$  y  $A$ . En cada uno de estos puntos se calcula la profundidad ( $P$ ), resultando en  $P_L(i)$  y  $P_T(i)$ , con una máxima profundidad en cada vista ( $P_{Lm\acute{a}x}$  y  $P_{Tm\acute{a}x}$ ) (Hwang *et al.*, 2004). Estas mediciones se encuentran graficadas en las Ilustraciones Nro. 1 y 2.



**ILUSTRACIONES Nros. 1 y 2. Esquemas ejemplificador de las mediciones requeridas por el método de Hwang *et al.* (2004) mediante análisis de las imágenes vesicales en la vista longitudinal (largo ( $L$ ), profundidad longitudinal ( $P_L$ ), profundidad longitudinal máxima ( $P_{Lm\acute{a}x}$ ) y transversal (ancho ( $A$ ), profundidad transversal ( $P_T$ ), profundidad transversal máxima ( $P_{Tm\acute{a}x}$ )).**

Luego, se reemplazan los valores obtenidos en las fórmulas descritas a continuación. Cada coeficiente tiene un valor positivo menor a 1 ( $0 < \alpha < 1$  y  $0 < \beta < 1$ ). Al determinar estos coeficientes, se conoce la distorsión promedio que tiene cada vejiga de un rectángulo. Los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  reflejan la configuración específica de la vejiga en las vistas longitudinal y transversal respectivamente (Hwang *et al.*, 2004).

$$\alpha = \frac{1}{N_L} \sum \frac{P_L(i)}{P_{Lm\acute{a}x}} ; N_L = \frac{L}{\Delta\chi} \qquad \beta = \frac{1}{N_T} \sum \frac{P_T(i)}{P_{Tm\acute{a}x}} ; N_T = \frac{A}{\Delta\chi}$$

El análisis estadístico se realizó calculando el coeficiente de correlación ( $r$ ) del volumen real versus el volumen estimado. Para probar las diferencias entre dos muestras, un valor estimado y

otro real, se usó la Prueba de T Pareada; y la exactitud de las fórmulas para el cálculo del volumen vesical fue evaluada analizando el promedio y la desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE, por las iniciales en inglés), determinada por la siguiente ecuación (Hwang *et al.*, 2004):

$$\text{FAE} = |\text{Volumen}_{\text{real}} - \text{Volumen}_{\text{estimado}}| / \text{Volumen}_{\text{real}}$$

Los resultados obtenidos fueron comparados con tres métodos que utilizan la misma fórmula base:  $L \times A \times P_L \times k$ , donde  $k$  se reemplazó por 0,7 (Poston *et al.*, 1983), 0,65 (Hartnell *et al.*, 1987) y 0,625 (Hakenberg *et al.*, 1983). La fórmula inicial ( $L \times A \times P_L \times \alpha \times \beta$ ) probó ser la más exacta. Además, los valores estimados no fueron estadísticamente diferentes a los reales (Hwang *et al.*, 2004). Estos resultados se ven reflejados en la siguiente tabla (Tabla Nro. 3):

**TABLA Nro. 3. Resultados del Error Fraccional Absoluto (FAE) (promedio y desviación estándar) del estudio de Hwang et al. (2004) y tres métodos de la literatura.**

	<b>Error Fraccional</b>	
	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>
Estudio actual (Hwang <i>et al.</i> , 2004)	0,17	0,10
Poston <i>et al.</i> , 1983	0,27	0,19
Hartnell <i>et al.</i> , 1987	0,24	0,16
Hakenberg <i>et al.</i> , 1983	0,22	0,17

Hwang *et al.*, 2004

#### 4. Método de Eves (1987) o F4:

$$\text{Volumen estimado} = \frac{4}{3} \pi abc \quad \text{donde } a = L/2$$

$$b = A/2$$

$$c = P_L/2$$

Esta fórmula corresponde al volumen de una figura elipsoide. Viene incluida como programa para estimar el volumen vesical en el equipo portátil Sonosite M-Turbo, que fue utilizado en el estudio. Se desconoce si ha sido probada su exactitud en perros.

Los valores requeridos para esta fórmula son los radios de la figura elipsoide: largo (L) dividido por dos (a), ancho (A) partido por dos (b) y profundidad longitudinal ( $P_L$ ) dividida por dos (c).

## **V. Patologías que afectan la Micción**

La micción es el proceso fisiológico de almacenaje y eliminación completa de orina. La organización neurológica del proceso de micción es la integración de los componentes parasimpáticos, simpáticos y somáticos que afectan el sistema nervioso en todos sus niveles (Oliver y Osborne, 1980).

Los signos exhibidos por los animales con desórdenes de la micción se correlacionan con la fase que es anormal. Los trastornos de la fase de almacenamiento, por lo general se manifiestan con incontinencia urinaria, mientras que aquellos que afectan la eliminación producen algún grado de vaciamiento incompleto y retención urinaria, aunque también puede ocurrir incontinencia (Lees, 2002). La falla del vaciamiento se debe a hipofunción contráctil del músculo detrusor (hipocontractibilidad vesical o atonía del detrusor), resistencia a la salida inapropiada (obstrucción anatómica o funcional), o ambas (Lane, 2002).

### **1. Desórdenes Neurogénicos**

Las anormalidades del sistema nervioso pueden causar almacenaje inadecuado, eliminación inapropiada de orina y ausencia de ésta. Todas estas alteraciones se pueden considerar como formas de incontinencia, la cual se define como la pérdida del control voluntario de la micción (Oliver y Osborne, 1980).

Las lesiones neurológicas que afectan los segmentos de la neurona motora superior (NMS) que intervienen en el proceso de micción deterioran el control voluntario de ésta y producen una vejiga neuropática espástica. Si las neuronas motoras inferiores (NMI) están intactas, puede ocurrir la contracción del detrusor. Sin embargo, las contracciones no están coordinadas con la

relajación del esfínter uretral, por lo que el vaciamiento será involuntario e incompleto (Lees, 2002).

En tanto, las lesiones neurológicas que alteran el segmento de la NMI del arco reflejo de la micción impiden la contracción del detrusor y producen una vejiga neuropática flácida. La capacidad de la vejiga es mayor que la normal. Se llena con orina hasta que la presión intravesical supera la resistencia a la salida, por lo que el flujo urinario está determinado por el tono esfinteriano (Lees, 2002).

La sobredistensión aguda o crónica debido a la disfunción u obstrucción neurogénica puede alterar la transmisión neural y muscular dentro del músculo detrusor, exacerbando la atonía. Las enfermedades asociadas con debilidad muscular generalizada también pueden afectar el funcionamiento vesical (Lane, 2002).

Algunas patologías que afectan la micción a nivel neurológico, se nombran a continuación:

- Enfermedades Encefálicas:
  - ✓ Traumatismo craneano.
  - ✓ Lesiones vasculares.
  - ✓ Procesos inflamatorios (encefalitis, mielitis, meningitis).
- Enfermedades de la Médula Espinal:
  - ✓ Anomalías vertebrales congénitas (por ejemplo, hemivértabras).
  - ✓ Mielopatía degenerativa.
  - ✓ Discoespondilitis.
  - ✓ Mielitis por Distemper.
  - ✓ Enfermedad discal intervertebral.
  - ✓ Mielopatía isquémica debida a embolismo fibrocartilaginoso.
  - ✓ Síndrome de Cauda Equina.
  - ✓ Neoplasias.
  - ✓ Trauma de la médula espinal.
- Enfermedades de los Nervios Periféricos:
  - ✓ Afecciones metabólicas y tóxicas.

- ✓ Neuropatías inflamatorias e inmunomediadas (por ejemplo, Miastenia Gravis).
- ✓ Neuropatías neoplásicas.
- ✓ Neuropatías idiopáticas.

A continuación se presenta un resumen de los distintos efectos en el proceso de micción dependiendo de la ubicación de la lesión en el sistema neuromuscular (Tabla Nro. 4).

**TABLA Nro. 4. Efecto de las lesiones según su localización sobre el sistema neuromuscular del proceso de micción.**

		<b>VEJIGA</b>					<b>ESFÍNTER</b>			
<b>LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN</b>	<b>FUNCIÓN NORMAL</b>	<b>CONTROL VOLUNTARIO</b>	<b>REFLEJO DETRUSOR SOSTENIDO</b>	<b>TONO</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>ORINA RESIDUAL</b>	<b>CONTROL VOLUNTARIO</b>	<b>REFLEJO (PERINEAL Y BULBOURETRAL)</b>	<b>TONO</b>	<b>SINERGIAS CON EL DETRUSOR</b>
Corteza Cerebral	Control voluntario	Ausente	Normal	Normal	Puede ser más grande o pequeño de lo normal	Ninguna	Ausente	Normal	Normal	Normal
Cerebelo	Modulación (inhibición) del reflejo detrusor	Normal, pero con frecuencia aumentada	Posible hipertrofia	Normal	Pequeño	Ninguna	Normal	Normal	Normal	Normal
Tronco Cerebral (Puente de Varolio a cordón espinal porción sacro)	Reflejo detrusor sostenido	Ausente	Perdido inicialmente; pequeñas contracciones no sincronizadas más tarde	Atónico inicialmente, posible incremento más tarde	Grande	Ninguna	Normal	Normal a hiperreflexia	Normal a aumentado	Ausente
Lesiones Parciales (Disinergia Refleja)	Reflejo detrusor sostenido	Puede estar presente	Puede estar presente	Normal a atónico	Grande	Pequeño a grande	Puede ser normal	Normal	Normal a aumentado	Ausente
Cordón Espinal del sacro o raíces	Motoneurona baja a detrusor y esfínter	Ausente	Ausente	Atónico	Grande	Grande	Ausente	Ausente	Flácido	Ausente
Dstrucción de las uniones	Difundir la excitación en el detrusor	Ausente	Ausente	Atónico	Grande	Grande	Ausente	Ausente	Normal	No puede ser evaluado

Oliver y Osborne, 1980

## 2. Desórdenes Obstructivos

Una serie de trastornos urinarios inferiores se asocian con resistencia excesiva a la salida durante el esfuerzo de la eliminación. Esta obstrucción típicamente produce disuria, estranguria y retención urinaria más que incontinencia (Lees, 2002).

Muchas enfermedades pueden producir una obstrucción del flujo normal de orina. Sin embargo, diferentes patologías resultan en un patrón común de respuestas del organismo a la obstrucción. Los signos clínicos y la fisiopatología en respuesta a una obstrucción se ven influenciados por el sitio, el grado, la duración de la obstrucción y la presencia o ausencia de infecciones bacterianas concomitantes (Finco y Barsanti, 1986).

Las anomalías funcionales se identifican cuando la vejiga y la uretra parecen tener estructuras normales, pero no funcionan adecuadamente. La causa más común de la incontinencia es la incompetencia del mecanismo esfinteriano, caracterizada por la incapacidad de mantener cerrada la salida durante la etapa de almacenamiento (Lees, 2002). La anomalía del detrusor, en general se desarrolla como secuela de la disfunción neurológica o sobredistensión vesical. En las lesiones medulares espinales suprasacras, las rutas motoras y sensorias del reflejo de micción se ven interrumpidas, mientras que el tono del esfínter estriado (externo) está preservado o aumentado. La vejiga se distiende con firmeza y a menudo es de expresión difícil. En cambio, cuando el daño es en los segmentos medulares sacros o nervios pélvicos o pudendos, la vejiga pierde sus funciones motoras y mayor parte de las sensorias, como la contractibilidad del esfínter muscular estriado. El tono del esfínter liso (interno) puede estar preservado y fijo, permitiendo una continencia parcial. La vejiga por lo usual es grande, flácida y de expresión variable (Lane, 2002).

Algunas patologías que afectan la micción como procesos obstructivos, se nombran a continuación:

- Urolitiasis (nefrolito, ureterolito, urocistolito, uretrolito).
- Uréteres Ectópicos.
- Ureterocele.
- Trauma Urinario.

- Uraco Persistente.
- Fístulas Uretrorrectales.
- Enfermedades Prostáticas:
  - ✓ Hipertrofia prostática benigna.
  - ✓ Prostatitis/absceso prostático.
  - ✓ Quistes de retención (verdaderos)/paraprostáticos.
  - ✓ Neoplasia prostática.
- Disinergia Refleja.
- Cistitis y Uretritis.

### **3. Complicaciones de la Incontinencia Urinaria**

La complicación más corriente de la incontinencia urinaria es la infección de las vías urinarias. Los procesos que promueven incontinencia habitualmente deterioran las defensas contra la infección. La disrupción de las uniones herméticas entre las fibras musculares lisas puede ocurrir como secuela de la sobredistensión vesical, produciendo disfunción adicional del músculo detrusor (Lees, 2002).

## **OBJETIVOS**

### **I. Objetivo General**

Evaluación de cuatro métodos de estimación del volumen vesical en perros mediante un examen ecográfico.

### **II. Objetivos Específicos**

1. Obtener los valores lineales de tamaño en vejigas distendidas con volumen conocido.
2. Estimar el volumen vesical mediante la aplicación de los valores obtenidos a medidas de cubicación.
3. Comparar y evaluar los valores de cubicación por modelo, con el valor de volumen conocido inicial.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **I. Materiales**

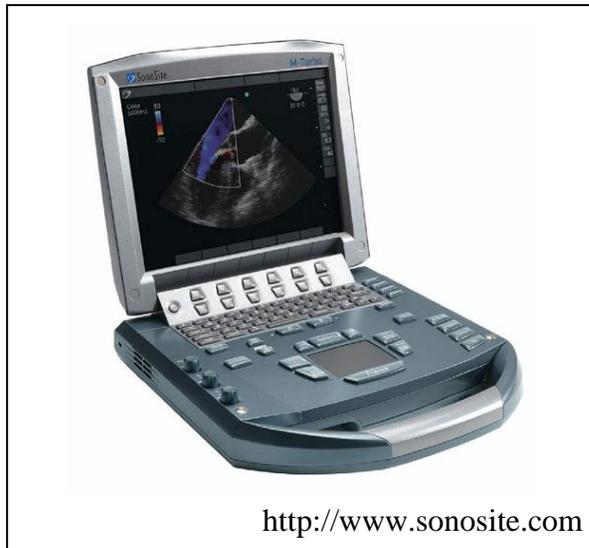
#### **1. Animales**

El estudio se llevó a cabo en 21 perros que no presentaban alteración a nivel del sistema urogenital (sin signos clínicos según indicaron los propietarios y al observar las estructuras ecográficamente). A cada uno de ellos se le infundieron en la vejiga dos volúmenes, 3 y 6 ml/Kg. de peso vivo, terminando con dos series de datos para su posterior análisis.

Los propietarios de los animales fueron informados y dieron su consentimiento (ANEXO Nro. 1).

#### **2. Instrumental**

- Mesa de trabajo (mesa de las salas de procedimiento más un posicionador).
- Sonda urinaria para perros de 2,6 x 500 mm BUSTER®.
- Alcohol desnaturalizado al 96%.
- Jeringa desechable de 60 ml sin aguja CRANBERRY®.
- Lidocaína clorhidrato al 2%, ampollas de 5 ml, Laboratorio Sanderson S.A.
- Cloruro de Sodio 0,9% APIROFLEX® Sanderson.
- Equipo portátil Sonosite M-Turbo con un transductor electrónico en arreglo de fases de ocho megahertz (MHz) (Ilustración Nro. 3).



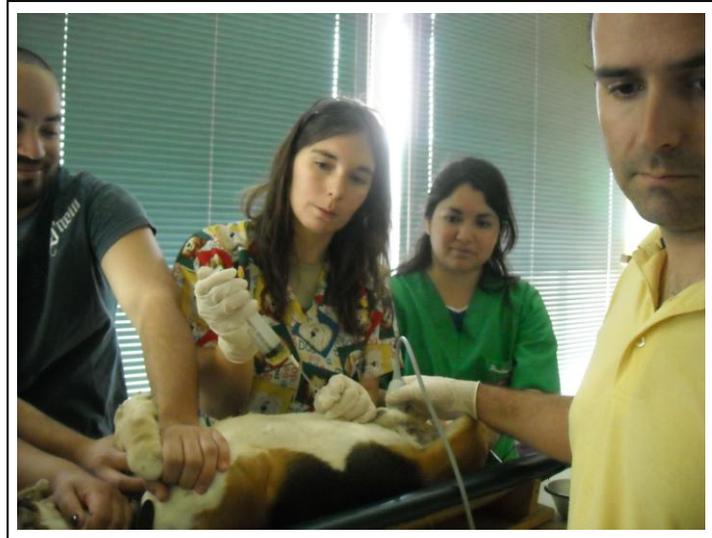
**ILUSTRACIÓN Nro. 3. Equipo portátil Sonosite M-Turbo.**

## **II. Método**

- El procedimiento fue realizado en dos centros: Clínica de Animales Pequeños FAVET de la Universidad de Chile y el Hospital Veterinario de Santiago (16 y 5 individuos, respectivamente).
- Los pacientes fueron pesados (valor requerido para calcular el volumen de las infusiones) y luego colocados en posición decúbito dorsal en una mesa de trabajo.
- Hubo dos tipos de pacientes, aquéllos que estando hospitalizados ya contaban con una vía de sondaje urinario y un segundo grupo de animales que hubo que cateterizar vía uretro-vesical (5 y 16 casos respectivamente). Para facilitar el procedimiento, sólo se utilizaron machos en este segundo grupo.
- A aquellos pacientes sin catéter urinario se les colocó uno. Primero se limpió el prepucio con alcohol. Se extrajo el pene manualmente y se introdujo la sonda con una técnica estéril. La

sonda con lidocaína en su interior (3 ml de lidocaína pura administradas con una jeringa), se fue introduciendo lentamente. A medida que avanzaba, se fue inyectando más lidocaína (0,5 ml aproximadamente). Se dejó alrededor de 30 segundos para que el anestésico hiciese efecto, y luego se continuó con el avance de la sonda. Este procedimiento se realizó dos o tres veces dependiendo del tamaño del animal. Cuando comenzó a salir orina por la sonda, se revisó mediante ecografía la ubicación exacta del catéter.

- A continuación, la vejiga fue vaciada en su totalidad, corroborándose mediante ultrasonografía.
- Se infundió suero fisiológico tibio en un volumen de 3 y 6 ml/Kg. de peso vivo (Kealy y McAllister, 2000), realizando el examen ecográfico para cada uno de los volúmenes. La introducción del suero se hizo evitando el ingreso de aire a la vejiga, para no producir artefactos que dificultasen el examen ecográfico y también evitar la entrada de microorganismos.
- El examinador determinó primero el mayor eje longitudinal de la vejiga. Con la ayuda de los calipers del equipo se marcaron los límites anterior, posterior, ventral y dorsal del órgano para conocer largo (L) y profundidad ( $P_L$ , profundidad longitudinal). Posteriormente, se buscó el mayor eje transversal girando el transductor en  $90^\circ$ . Entonces, de la misma manera, se determinó el ancho (A) y la profundidad ( $P_T$ , profundidad transversal). Esta técnica se realizó primero con 3 ml/Kg. de peso vivo y luego con 6 ml/Kg. de peso vivo (Ilustración Nro. 4).



**ILUSTRACIÓN Nro. 4. Procedimiento realizado con el individuo en sujeción en decúbito dorsal sobre la mesa trabajo, mientras se realiza la toma de imágenes ecográficas luego de su cateterización uretral.**

- Para terminar el procedimiento, la vejiga fue vaciada manualmente mediante la extracción del fluido con jeringas, todo siempre bajo la observación del ecógrafo. Luego se retiró lentamente la sonda uretral. Posteriormente el paciente fue bajado de la mesa de trabajo para permitirle orinar voluntariamente.

La Ilustración Nro. 5 presenta una de las imágenes vesicales obtenidas con el equipo de ultrasonido.



**ILUSTRACIÓN Nro. 5.** Imagen ecográfica de vejiga obtenida post-infusión de suero fisiológico en uno de los perros estudiados donde se han medido largo y profundidad en sus partes más amplias.

### III. Análisis de las Imágenes

Las imágenes obtenidas mediante ultrasonografía fueron analizadas con el programa AutoCAD Architecture 2008 (US Metric).

Cada imagen obtenida con el ecógrafo viene con una escala en centímetros en su lado derecho, que representa la profundidad real utilizada por el equipo. Al introducir las imágenes en el programa, haciendo uso de dicha escala, una de las herramientas de AutoCAD estandariza las imágenes en los centímetros reales. Esto fue necesario porque dependiendo del peso del animal, y por ende del volumen vesical, el operador utilizó diferentes profundidades con el equipo. Y

además, al trazar líneas dentro de la imagen (para obtener las distintas medidas requeridas por los cuatro métodos) se conoció automáticamente la longitud de ellas.

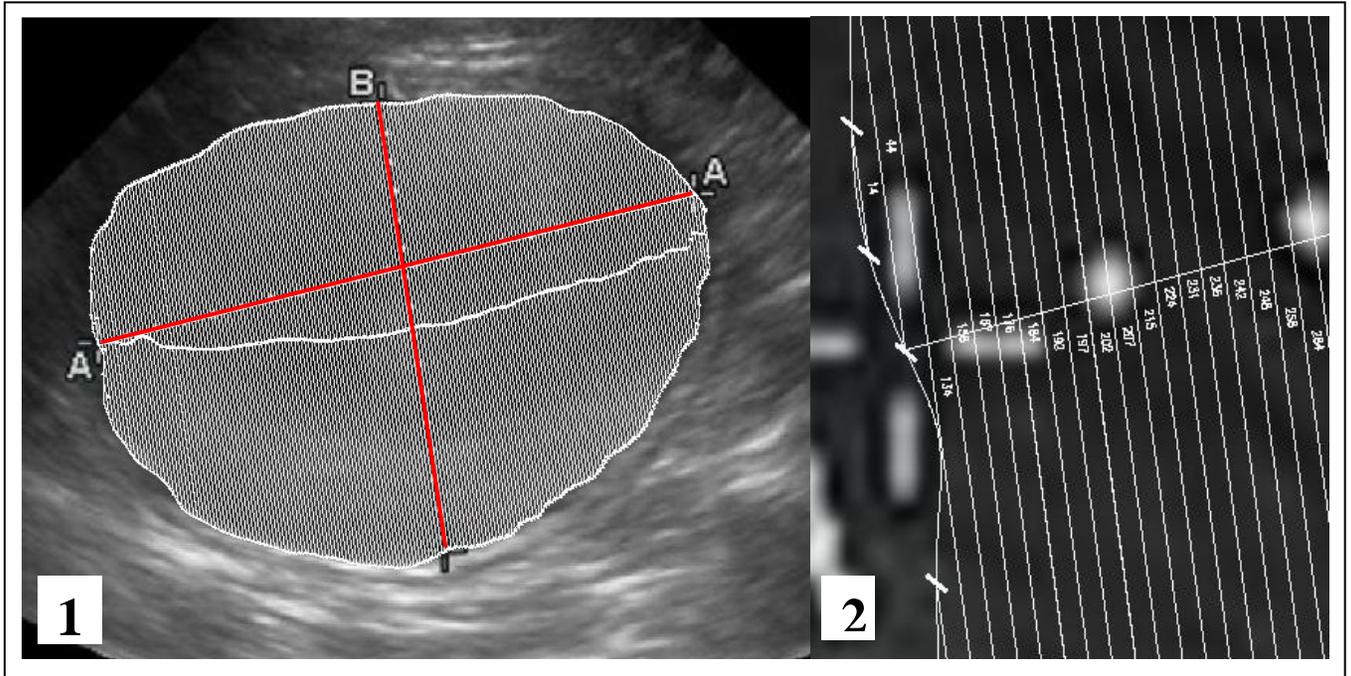
Luego se procedió a dibujar el contorno de la vejiga con ayuda de una herramienta del programa AutoCAD. Al poder ampliar las imágenes (500%), se corrigieron algunas de las medidas inicialmente tomadas con el equipo de ultrasonografía, y se obtuvieron los valores del largo y ancho en las imágenes longitudinal y transversal, respectivamente.

El largo y ancho, entonces fueron divididos según lo determina el método de Hwang *et al.* (2004), cada 0,27 mm, para obtener los valores de las profundidades en ambas vistas. Todos los valores obtenidos fueron transcritos a una hoja de Excel (Microsoft ® Office Excel 2003). Las máximas profundidades fueron identificadas de la lista de valores y utilizadas en las cuatro fórmulas según lo requirieron (los métodos F1, F2 y F4 sólo utilizaron las máximas profundidades,  $P_L$  y  $P_T$ , mientras que F3 requirió de todos los valores de las profundidades obtenidas). Este procedimiento se realizó con cada una de las imágenes.

Para calcular el volumen vesical mediante ultrasonografía se utilizaron cuatro métodos que han sido seleccionadas de la literatura. El primer método, de Hakenberg *et al.* (1983) y Atalan *et al.* (1998) (F1), ha sido probado en perros; en el caso del segundo, método de Kuzmić *et al.* (2003) (F2), incluye el factor forma vesical; el tercero, de Hwang *et al.* (2004) (F3), hace estimaciones individuales; y el cuarto, de Eves (1987) (F4), viene incorporado al equipo ultrasonográfico utilizado.

Los valores obtenidos fueron reemplazados en los cuatro métodos para los cálculos finales, con ayuda del programa Microsoft ® Office Excel 2003.

La Ilustración Nro. 6 muestra el resultado de todo el análisis de las imágenes, para la determinación de los valores requeridos por las cuatro fórmulas.



**ILUSTRACIÓN Nro. 6.** Imagen ecográfica (1) resultante después de obtener las mediciones mediante análisis con el programa Autocad 2008 donde las líneas de color rojo muestran los máximos diámetros (largo y profundidad), y un acercamiento (2) que muestra los valores de distintas profundidades obtenidas según lo que requiere el método F3 de Hwang *et al.* (2004).

#### IV. Análisis Estadístico

Lo primero que se realizó para poder determinar y efectuar las pruebas de análisis estadístico fue comprobar la distribución de los datos, de manera tal, de utilizar la metodología más adecuada, sea esta paramétrica o no-paramétrica (distribución normal o no respectivamente). Las distintas series de datos fueron introducidas en el programa de estadística OpenStat 2010 (A Free Statistics Package for Instruction and Analyses por William G. Miller) que como pruebas de normalidad utiliza Shapiro-Wilks y la prueba de Lilliefors. Los valores obtenidos con ambas infusiones se resumen en la Tabla Nro. 5.

**TABLA Nro. 5. Resultados de la Prueba de Shapiro-Wilks (S & W), con el estadístico W y la probabilidad  $p$ , y la Prueba de Lilliefors, con el valor de  $p$ , para los volúmenes vesicales reales y los estimados con los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4), para cada una de las infusiones con suero fisiológico.**

Pruebas de Normalidad	Valores obtenidos con la infusión de 3ml/Kg. de peso vivo					Valores obtenidos con la infusión de 6ml/Kg. de peso vivo				
	Vol. Real	F1	F2	F3	F4	Vol. Real	F1	F2	F3	F4
S & W W	0,9419	0,9517	0,9729	0,9543	0,9619	0,9419	0,9622	0,9716	0,9531	0,9571
S & W Probabilidad ( $p$ )	0,2371	0,3659	0,7951	0,4102	0,5550	0,2371	0,5613	0,7674	0,3897	0,3667
Lilliefors Estadístico ( $p$ )	0,146	0,115	0,096	0,109	0,124	0,146	0,131	0,128	0,111	0,147

Lo primero que se comparó fue el valor del estadístico W calculado a partir de la fórmula ( $W_{cal}$ ) con el valor de W tabulado ( $W_{tab}$ ) obtenido de una tabla estandarizada que incluye el nivel de significancia y el tamaño muestral. Para un  $\alpha$  de 0,05 y un tamaño muestral de 21, el valor  $W_{tab}$  fue de 0,908 (Shapiro y Wilk, 1965). Al ser  $W_{cal}$  mayor que  $W_{tab}$  la hipótesis de normalidad no se rechazó. Luego se compararon los valores de probabilidad ( $p$ ), utilizando un valor teórico de  $p$  de 0,05, la hipótesis de normalidad no se rechazó ya que el valor calculado de  $p$  fue mayor

al teórico (González, 2006). Y esto fue lo que sucedió con todas las variables en estudio, por lo que se concluyó que las distribuciones, según la prueba de Shapiro-Wilks, se ajustaron a una distribución normal.

Se estableció un nivel de significancia de 0,05 para la prueba de Lilliefors, y ya que todos los valores de  $p$  obtenidos fueron mayores a 0,05, no se rechazó la normalidad. Por lo que con esta segunda prueba se confirmó que las variables no difirieron de una distribución normal (StatSoft, 2011).

Junto con las pruebas de normalidad entregadas por el programa OpenStat 2010, se obtuvieron dos estadísticos que entregaron más información acerca de las variables en estudio, la Asimetría (*Skewness*) y el Apuntamiento (*Kurtosis*). El primero se midió el grado al cual la muestra de la población se desvió de la simetría con la media ubicada al centro. Adquirirá un valor de cero cuando la distribución es una curva simétrica. Mientras que el apuntamiento compara el ancho y alto de la distribución de frecuencias, siendo de valor cero para la normalidad (StatSoft, 2011).

Los resultados obtenidos para Asimetría y Apuntamiento para los cuatro métodos del estudio se encuentran a continuación en la Tabla Nro. 6. Éstos no presentaron grandes desviaciones de la normalidad.

**TABLA Nro. 6. Valores obtenidos de *Skewness* y *Kurtosis* para los volúmenes vesicales reales y los estimados con los cuatro métodos en estudio (F1, F2, F3, F4), para las dos infusiones de suero fisiológico.**

	Valores obtenidos con la infusión de 3ml/Kg. de peso vivo					Valores obtenidos con la infusión de 6ml/Kg. de peso vivo				
	Vol. Real	F1	F2	F3	F4	Vol. Real	F1	F2	F3	F4
<i>Skewness</i>	0,845	0,451	0,214	-0,069	0,290	0,845	0,531	0,537	0,813	0,535
<i>Kurtosis</i>	0,561	-0,332	-0,570	-0,775	-0,498	0,561	-0,180	-0,039	0,752	-0,292

Comprobada la distribución normal de los datos, las pruebas utilizadas para el análisis estadístico fueron:

- **Prueba de hipótesis para la diferencia entre las medias de dos muestras asociadas o apareadas (Prueba de *t*)** (Wayne, 2002a), con el objetivo de comparar las medias de los valores obtenidos mediante cada una de las cuatro fórmulas versus los volúmenes vesicales reales.
- **Coefficiente de correlación *r* momento-producto de Pearson** (Wayne, 2002b), para determinar el grado de asociación existente entre los valores de los volúmenes vesicales reales comparados con los obtenidos gracias a los cuatro métodos.
- **Coefficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC)** (Cortés *et al.*, 2010; King y Chinchilli, 2001; Lin, 1989), índice que permite medir el acuerdo o la concordancia entre dos métodos, determinando qué tan lejos se desvían los datos observados de una línea de 45° que pasa por el origen, que corresponde a la línea de concordancia o también llamada línea de igualdad. No existe una tabla de referencia para determinar si los métodos en estudio son concordantes o no, y, por ende, intercambiables, por lo que debe ser establecido en cada caso según la significancia clínica. Para este trabajo se decidió fijar un  $CCC \geq 0,85$  para que los métodos sean concordantes y sin diferencias clínicamente significativas.
- **Método de Bland y Altman** (Altman y Bland, 1983; Altman y Bland, 1986; Fernández y Díaz, 2004), representación gráfica de la diferencia versus la media entre dos métodos, que permite determinar los límites de concordancia y visualizar de forma gráfica las discrepancias observadas entre dichos métodos. Entre sus componentes existen algunas líneas horizontales que representan lo siguiente:
  - ✓ Línea verde: Línea de igualdad, diferencias entre los métodos igual a cero.
  - ✓ Línea azul: Promedio de las diferencias.
  - ✓ Línea roja: Límites de concordancia, límites de confianza del 95% para las diferencias.
- **FAE (Error Absoluto Fraccional)** (Hwang *et al.*, 2004), para evaluar la exactitud de las fórmulas utilizadas en la estimación del volumen vesical mediante ultrasonografía, comparando las medias y las desviaciones estándar para cada una de ellas. Es una proporción que muestra la diferencia entre los volúmenes reales y los estimados como parte de los reales y de esta manera cuantifica la exactitud de las distintas fórmulas y define cuál es la más fiel a la realidad.

$$FAE = \frac{|\text{Volumen}_{\text{real}} - \text{Volumen}_{\text{estimado}}|}{\text{Volumen}_{\text{real}}}$$

Además, para facilitar la comparación visual de los resultados, se representaron en gráficos de dispersión los volúmenes vesicales reales versus cada uno de los volúmenes vesicales estimados, con las cuatro fórmulas en las dos infusiones utilizadas. A cada uno de estos gráficos se les agregó una línea de igualdad o concordancia, de 45° y que pasó por el origen; esto representa lo ideal, es decir, que fuesen 100% concordantes los volúmenes comparados en cada caso (Mandeville, 2007). Este trabajo se llevó a cabo con el programa TeeChart Office 3.0 (TeeChart VCL 8, Steema Software 2007).

Al existir gran variabilidad en los pesos de los individuos, y por ende de los volúmenes infundidos, se hizo un análisis del volumen vesical presente por kilo de peso (corrección por peso, dividiendo el volumen estimado por el peso del individuo), para hacer una determinación más fidedigna de cuál de las cuatro fórmulas es la más exacta. Lo primero fue determinar la normalidad de los datos con las pruebas ya antes definidas. Los resultados se encuentran detallados en las Tablas Nro. 7 y 8.

**TABLA Nro. 7. Resultados de la Prueba de Shapiro-Wilks (S & W), con el estadístico W y la probabilidad  $p$ , y la Prueba de Lilliefors, con el valor de  $p$ , para los volúmenes vesicales reales y los estimados corregidos por peso con los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4), para cada una de las infusiones con suero fisiológico.**

Pruebas de Normalidad	Valores obtenidos por peso con la infusión de 3ml/Kg. de peso vivo					Valores obtenidos por peso con la infusión de 6ml/Kg. de peso vivo				
	Vol. Real 3ml	F1	F2	F3	F4	Vol. Real 6ml	F1	F2	F3	F4
S & W W	-	0,8767	0,8445	0,9672	0,8415	-	0,9198	0,9433	0,949	0,8723
S & W Probabilidad ( $p$ )	-	0,0127	0,0034	0,6714	0,003	-	0,086	0,2525	0,3255	0,0106
Lilliefors Estadístico ( $p$ )	-	0,244	0,211	0,095	0,259	-	0,147	0,099	0,12	0,177

A diferencia de lo sucedido con el análisis de los volúmenes totales, se observaron distribuciones que se alejaron de la normalidad y que, por ende, no permitieron trabajar con las mismas pruebas estadísticas.

Los volúmenes reales no siguieron una distribución normal, ya que fueron un mismo valor para todos los individuos, por lo que el programa OpenStat 2010 no arrojó ningún resultado, sólo errores. Para el caso de las cuatro fórmulas, se presentó una divergencia entre las dos pruebas utilizadas. Mientras la prueba de Lilliefors determinó que todas las muestras presentaron una distribución normal, la prueba de Shapiro-Wilks indicó lo contrario para los métodos F1, F2 y F4 para la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo, y para el método F4 con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo.

**TABLA Nro. 8. Valores obtenidos de *Skewness* y *Kurtosis* para los volúmenes vesicales reales y los estimados corregidos por peso con los cuatro métodos en estudio (F1, F2, F3, F4), para las dos infusiones de suero fisiológico.**

	Valores obtenidos por peso con la infusión de 3ml/Kg. de peso vivo					Valores obtenidos por peso con la infusión de 6ml/Kg. de peso vivo				
	Vol. Real 3ml	F1	F2	F3	F4	Vol. Real 6ml	F1	F2	F3	F4
<i>Skewness</i>	-	1,437	1,795	0,688	1,37	-	-0,52	-0,603	-0,529	-0,078
<i>Kurtosis</i>	-	2,383	5,477	0,831	1,445	-	2,75	-0,517	1,579	1,197

Los valores de *Skewness* y *Kurtosis* fueron más amplios que los vistos en el primer análisis, demostrando que se alejaron de la curva estándar de normalidad.

En base a estos resultados, las pruebas estadísticas que se pudieron llevar a cabo para obtener conclusiones equivalentes a lo sucedido con los volúmenes totales, fueron las siguientes:

- **Prueba de jerarquía signada de Wilcoxon** (Wayne, 2002c), prueba no paramétrica con el objetivo de comparar los valores obtenidos mediante cada una de las cuatro fórmulas versus los volúmenes vesicales reales cuando se realiza corrección por peso para su análisis.
- **FAE (Error Absoluto Fraccional)** (Hwang *et al.*, 2004).

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa estadístico MedCalc (Versión 12.0.0 del 2011, MedCalc Software bvba, Bélgica).

## RESULTADOS

Realizado el procedimiento en los individuos, se obtuvieron las mediciones correspondientes a las vistas longitudinales y transversales con ambos volúmenes de infusión (3 y 6 ml/Kg. de peso vivo) para cada uno de ellos. Los valores se observan en las Tablas Nros. 9 y 10.

**TABLA Nro. 9. Valores obtenidos para cuatro mediciones (largo (L), ancho (A), profundidad longitudinal (P<sub>L</sub>) y profundidad transversal (P<sub>T</sub>)) con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico en los 21 individuos.**

IDENTIFICACIÓN DEL INDIVIDUO	PESO (Kg.)	VOLUMEN INFUNDIDO (3ml/Kg. de peso vivo) (ml.)	MEDICIONES (cm.)			
			L	A	P <sub>L</sub>	P <sub>T</sub>
Nº 1	27	81	6,75	6,57	3,44	3,51
Nº 2	24,6	73,8	7,39	4,84	4,30	4,4
Nº 3	10,1	30,3	4,38	3,69	3,12	3,26
Nº 4	11,7	35,1	5,01	3,87	3,36	3,22
Nº 5	13,8	41,4	4,73	4,09	3,46	3,52
Nº 6	18,1	54,3	6,02	4,96	4	3,81
Nº 7	18,7	56,1	6,18	6,01	2,69	2,6
Nº 8	22,6	67,8	6,59	5,91	3,28	3,1
Nº 9	14,2	42,6	5,66	5,23	4,41	4,3
Nº 10	9,35	28,05	4,39	3,22	3,23	3,29
Nº 11	18,5	55,5	7,13	5,38	3,82	3,57
Nº 12	10,7	32,1	5,72	3,08	2,85	2,41
Nº 13	17,5	52,5	6,35	4,31	3,64	3,32
Nº 14	20,2	60,6	6,92	4,83	3,47	3,35
Nº 15	14	42	6,67	4,43	2,72	2,67
Nº 16	8	24	5,42	3,45	2	2,83
Nº 17	11,7	35,1	6,09	4,36	3,59	3
Nº 18	18	54	6,99	5,35	3,29	2,94
Nº 19	34	102	6,99	5,75	4,86	4,84
Nº 20	12,7	38,1	4,7	4,16	3,06	3,27
Nº 21	23,8	71,4	5,83	5,27	3,63	3,37

**TABLA Nro. 10. Valores obtenidos para cuatro mediciones (largo (L), ancho (A), profundidad longitudinal (P<sub>L</sub>) y profundidad transversal (P<sub>T</sub>)) con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico en los 21 individuos.**

IDENTIFICACIÓN DEL INDIVIDUO	PESO (Kg.)	VOLUMEN INFUNDIDO (6ml/Kg. de peso vivo) (ml.)	MEDICIONES (cm.)			
			L	A	P <sub>L</sub>	P <sub>T</sub>
Nº 1	27	162	8,4	7,68	4,77	3,9
Nº 2	24,6	147,6	9,01	5,97	5,66	5,58
Nº 3	10,1	60,6	5,19	5,29	4,43	4,02
Nº 4	11,7	70,2	6,26	4,99	4,19	4,26
Nº 5	13,8	82,8	6,08	5,62	4,64	4,57
Nº 6	18,1	108,6	6,65	6,28	5,08	4,85
Nº 7	18,7	112,2	7,37	6,69	4,18	3,65
Nº 8	22,6	135,6	8,12	6,7	4,8	5,47
Nº 9	14,2	85,2	6,38	5,21	4,83	4,79
Nº 10	9,35	56,1	4,6	3,71	3,71	3,77
Nº 11	18,5	111	8,37	6,63	5,16	5,19
Nº 12	10,7	64,2	7,42	4,8	4,04	3,22
Nº 13	17,5	105	7,97	5,07	4,88	5,02
Nº 14	20,2	121,2	8,5	6,14	4,3	4,15
Nº 15	14	84	9,75	4,93	4,57	3,34
Nº 16	8	48	7,2	5,14	3,45	2,93
Nº 17	11,7	70,2	7,73	5,47	3,67	3,48
Nº 18	18	108	8,64	6,02	4,61	4,44
Nº 19	34	204	9,06	7,4	5,71	5,98
Nº 20	12,7	76,2	6,16	5,28	4,21	4,37
Nº 21	23,8	142,8	8,84	7,45	5,73	3,9

Obtenidos los datos necesarios para la metodología, se reemplazaron los valores en los cuatro métodos a comparar (Tablas Nros. 11 y 12):

- Método de Hakenberg *et al.* (1983) y Atalan *et al.*(1998) o F1:

$$\text{Volumen estimado} = L \times A \times [(P_L + P_T)/2] \times 0,625$$

- Método Kuzmić *et al.*(2003) o F2:

$$\text{Volumen estimado} = L \times A \times P_T \times k \text{ (coeficiente de corrección)}$$

- Método de Hwang *et al.*(2004) o F3:

$$\text{Volumen estimado} = L \times A \times P_L \times \alpha \times \beta$$

- Método de Eves (1987) o F4:

$$\text{Volumen estimado} = 4/3 \pi abc$$

**TABLA Nro. 11. Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.**

<b>IDENTIFICACIÓN DEL INDIVIDUO</b>	<b>VOLUMEN REAL</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>FORMA VESICAL</b>
Nº 1	81	96,317	96,976	77,997	79,837	Triangular
Nº 2	73,8	97,243	98,046	89,525	80,489	Triangular
Nº 3	30,3	32,223	42,256	32,267	26,39	Elipsoide
Nº 4	35,1	39,868	50,07	43,319	34,093	Elipsoide
Nº 5	41,4	42,198	54,614	42,631	35,03	Elipsoide
Nº 6	54,3	72,875	70,875	72,094	62,505	Triangular
Nº 7	56,1	61,4	72,33	65,503	52,287	Indefinida
Nº 8	67,8	77,65	90,431	67,596	66,854	Indefinida
Nº 9	42,6	80,572	95,339	74,587	68,318	Indefinida
Nº 10	28,05	28,802	37,298	29,412	23,895	Elipsoide
Nº 11	55,5	88,586	85,316	80,183	76,686	Triangular
Nº 12	32,1	28,959	31,801	25,866	26,277	Indefinida
Nº 13	52,5	59,526	68,057	67,884	52,135	Indefinida
Nº 14	60,6	71,234	83,865	77,139	60,696	Indefinida
Nº 15	42	49,77	59,091	50,859	42,061	Indefinida
Nº 16	24	28,224	39,636	22,068	19,572	Indefinida
Nº 17	35,1	54,681	59,663	51,511	49,886	Indefinida
Nº 18	54	72,806	82,349	77,741	64,388	Indefinida
Nº 19	102	121,834	121,193	107,875	102,226	Triangular
Nº 20	38,1	38,676	51,276	41,776	31,311	Elipsoide
Nº 21	71,4	67,209	77,552	82,843	58,367	Indefinida

**TABLA Nro. 12. Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.**

<b>IDENTIFICACIÓN DEL INDIVIDUO</b>	<b>VOLUMEN REAL</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>FORMA VESICAL</b>
Nº 1	162	174,787	156,745	182,383	161,041	Triangular
Nº 2	147,6	188,936	186,991	178,086	159,329	Triangular
Nº 3	60,6	72,499	88,516	78,691	63,651	Elipsoide
Nº 4	70,2	82,486	106,723	86,829	68,496	Elipsoide
Nº 5	82,8	98,344	125,236	95,154	82,973	Elipsoide
Nº 6	108,6	129,593	162,442	132,458	111,026	Elipsoide
Nº 7	112,2	120,644	112,118	124,915	107,857	Triangular
Nº 8	135,6	174,603	185,398	141,689	136,663	Triangular
Nº 9	85,2	99,927	99,193	106,584	84,02	Triangular
Nº 10	56,1	39,892	51,6	40,114	33,135	Elipsoide
Nº 11	111	179,485	179,43	156,093	149,854	Triangular
Nº 12	64,2	80,804	85,898	100,107	75,302	Indefinida
Nº 13	105	125,012	151,933	115,618	103,196	Indefinida
Nº 14	121,2	137,814	134,935	152,436	117,445	Triangular
Nº 15	84	118,817	100,02	129,251	114,96	Triangular
Nº 16	48	73,785	67,554	69,536	66,818	Triangular
Nº 17	70,2	94,476	91,671	95,728	81,21	Triangular
Nº 18	108	147,099	143,874	147,621	125,484	Triangular
Nº 19	204	244,92	249,775	255,943	200,343	Triangular
Nº 20	76,2	87,207	113,991	87,925	71,66	Elipsoide
Nº 21	142,8	198,191	205,991	229,348	197,488	Elipsoide

A simple vista se puede decir que, en general, existió una sobreestimación del volumen real por parte de las tres primeras fórmulas. Muy diferente a los resultados obtenidos con el método F4, que en algunos individuos fueron prácticamente iguales al volumen real para las dos infusiones.

En el caso de las formas vesicales, sólo se categorizaron vejigas elipsoides (23,81 y 33,33%), triangulares (23,81 y 57,14%) e indefinidas (52,38 y 9,52%), según la clasificación utilizada por Kuzmić *et al.* (2003) para el método F2, para ambos volúmenes de infusión (3 y 6 ml/Kg. de peso vivo, respectivamente).

## I. Resultados Estadísticos

### 1. Prueba de $t$ , Coeficiente de correlación de Pearson y CCC

Con los valores encontrados, se realizó el análisis estadístico ya predeterminado. Las Tablas Nros. 13 y 14 muestran las medias, los resultados de la prueba de  $t$ , los coeficientes de correlación de Pearson y los coeficientes de correlación de concordancia de Lin para los cuatro métodos.

**TABLA Nro. 13. Valores estadísticos (medias, valores de  $t$  y  $p$  para la prueba de  $t$ , coeficientes de correlación  $r$  de Pearson y coeficientes de correlación de concordancia de Lin (CCC)) con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo para los resultados obtenidos con la aplicación de los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4) versus los volúmenes vesicales reales.**

	VOLUMEN PROMEDIO (ml.) (media)	PRUEBA DE $t$ $t$	PRUEBA DE $t$ $p$	COEF. DE CORRELACIÓN $r$	CCC
Volumen Real	51,32				
F1	62,41	4,428	0,0003	0,9091	0,7818
F2	69,91	8,04	<0,0001	0,8972	0,6397
F3	60,98	4,373	0,0003	0,9026	0,8061
F4	53,01	0,807	0,4293	0,9014	0,8925

Se observó disparidad entre las medias con los métodos F1, F2 y F3, distinto es lo que ocurrió con F4, que fue muy cercana a la del volumen vesical real (53,01 ml. versus 51,32 ml., respectivamente). Cuando se aplicó la prueba de  $t$  para obtener estadísticamente la diferencia entre las medias, los valores del estadístico  $t$  calculados fueron comparados con un  $t$  tabulado de 2,085 (correspondiente con 20 grados de libertad y un  $\alpha = 0,05$ ) (MedCalc, 2011). Al encontrarse valores mayores al  $t$  tabulado, se pudo concluir que las medias fueron estadísticamente diferentes para los tres primeros métodos. Y los resultados para el cuarto método F4 ( $t = 0,807$  y  $p = 0,4293$ ) determinaron que estadísticamente ambas medias no fueron diferentes significativamente.

Los resultados de los coeficientes de correlación de Pearson mostraron que la asociación de los resultados con el volumen real fue muy alta (valores de  $r$  cercanos o superiores a 0,9). En el caso de los coeficientes de correlación de concordancia de Lin (CCC), el único valor que entraría en la categoría de concordante ( $\geq 0,85$ ) sería el del método F4. Aún cuando los valores no fueron muy altos, se pudo ver una tendencia que le entregó más fuerza que a los otros resultados ya vistos, que fue que el método F4 presentó el valor más cercano a 1.

**TABLA Nro. 14. Valores estadísticos (medias, valores de  $t$  y  $p$  para la prueba de  $t$ , coeficientes de correlación  $r$  de Pearson y coeficientes de correlación de concordancia de Lin (CCC)) con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo para los resultados obtenidos con la aplicación de los cuatro métodos (F1, F2, F3, F4) versus los volúmenes vesicales reales.**

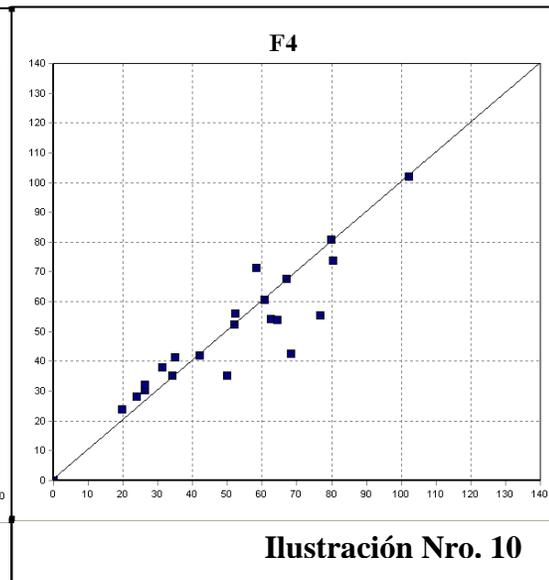
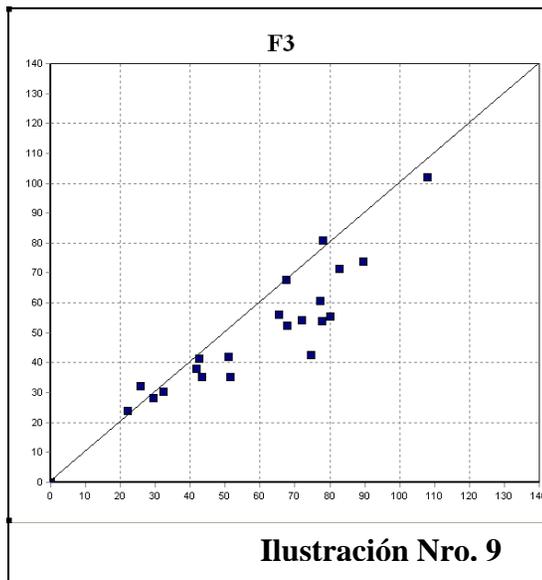
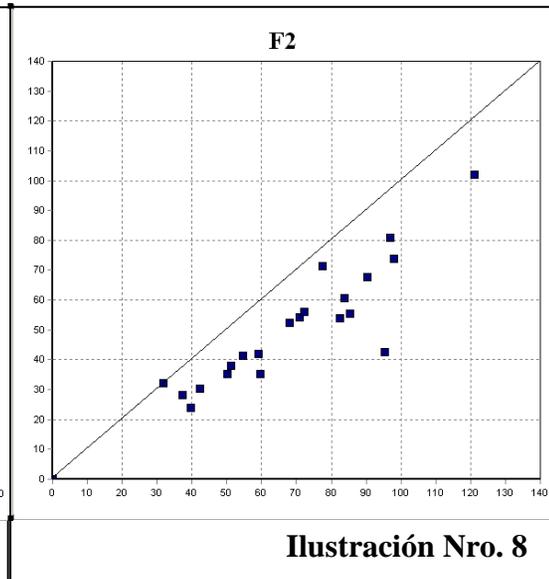
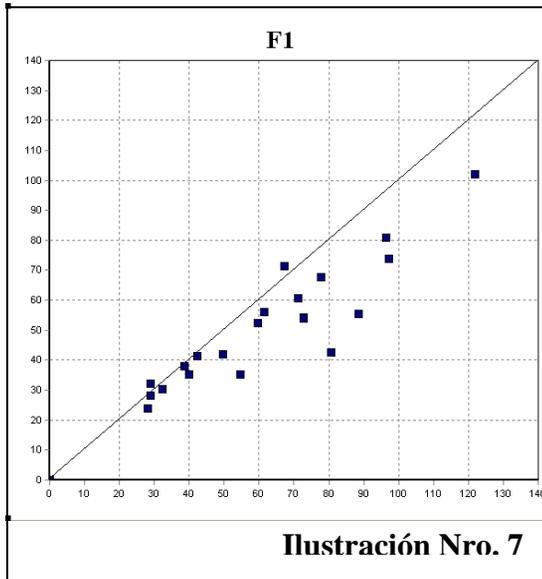
	<b>VOLUMEN PROMEDIO (ml.) (media)</b>	<b>PRUEBA DE <math>t</math> <math>t</math></b>	<b>PRUEBA DE <math>t</math> <math>p</math></b>	<b>COEF. DE CORRELACIÓN <math>r</math></b>	<b>CCC</b>
Volumen Real	102,64				
F1	127,11	6,059	<0,0001	0,9489	0,7985
F2	133,34	6,723	<0,0001	0,9143	0,7158
F3	128,88	5,8	<0,0001	0,9344	0,7701
F4	110	1,955	0,0647	0,9241	0,9026

Para el segundo volumen infundido también se observó disparidad entre las medias con las fórmulas F1, F2 y F3, mientras que nuevamente, la F4 fue la más cercana a la real (110 ml. versus 102,64 ml., respectivamente). Al analizar los resultados de la prueba de  $t$ , las conclusiones fueron las mismas. Al obtener valores mayores al  $t$  tabulado, las medias fueron estadísticamente diferentes para las tres primeras fórmulas, no así para la F4 ( $t = 1,955$  y  $p = 0,0647$ ).

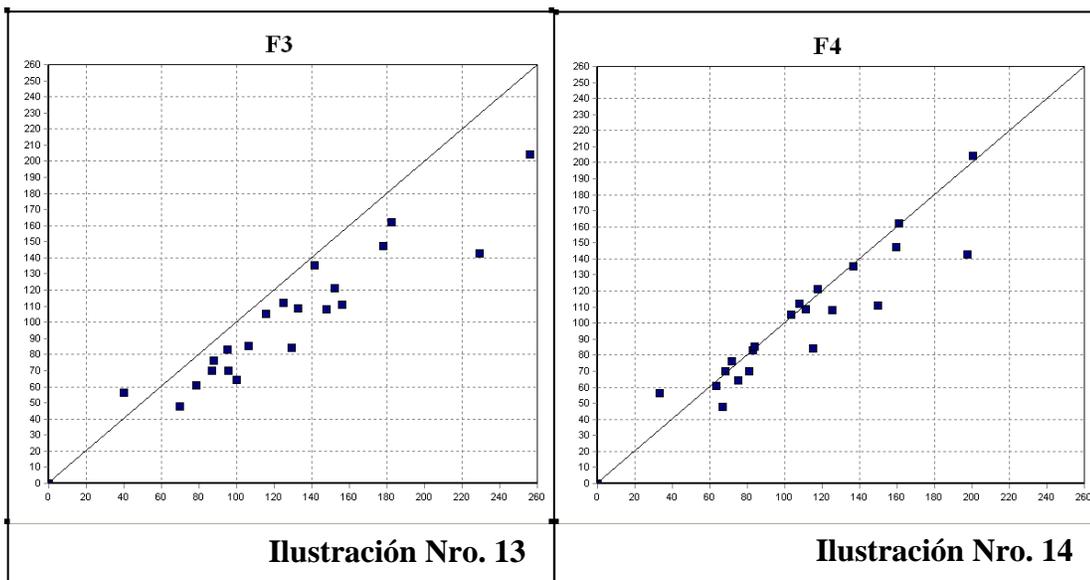
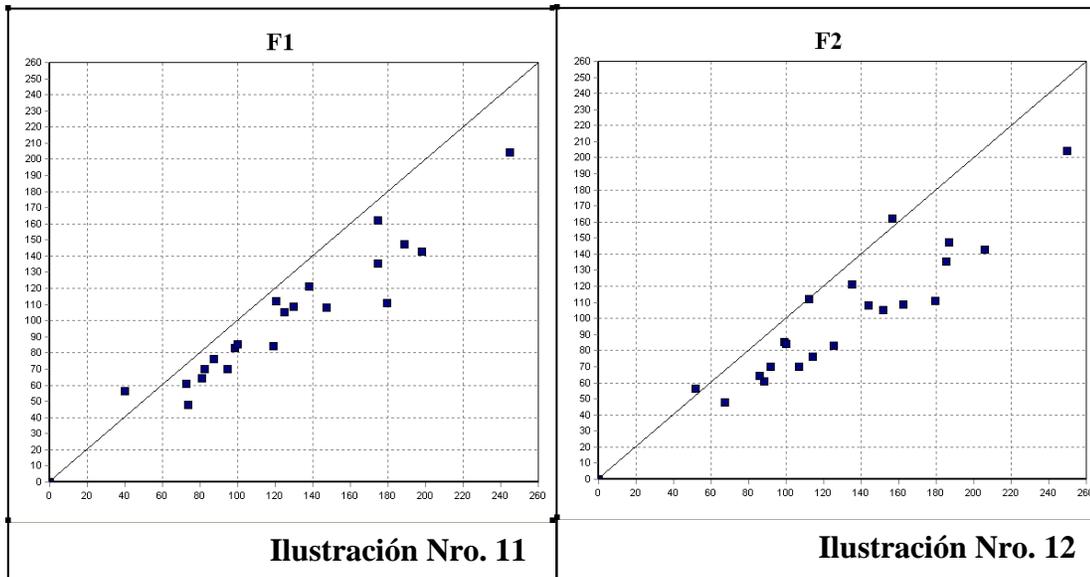
Los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos también demostraron una alta asociación lineal entre los volúmenes reales y los estimados. Y en el caso del coeficiente de correlación de concordancia de Lin, la tendencia fue la misma, siendo el valor de la fórmula F4 el único concordante.

## **2. Gráficos de Dispersión entre Volumen Real y Estimado**

El análisis estadístico anterior permitió definir cuál de los cuatro métodos no presentó diferencias estadísticamente significativas con los volúmenes vesicales reales. Los gráficos a continuación (Ilustraciones Nros. 7 a 14) muestran el nivel de concordancia entre los valores reales y estimados, lo que constituye el primer paso antes de efectuar el siguiente análisis estadístico, el método de Bland y Altman (Altman y Bland, 1986).



**ILUSTRACIONES Nros. 7 a 10.** Gráficos de dispersión que muestran la relación entre el volumen estimado con cada una de los métodos (F1, F2, F3, F4) (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia.



**ILUSTRACIONES Nros. 11 a 14.** Gráficos de dispersión que muestran la relación entre el volumen estimado con cada una de los métodos (F1, F2, F3, F4) (eje x) y el volumen vesical real con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo (eje y), además de la línea de concordancia o igualdad.

Para el primer volumen infundido los gráficos muestran varios puntos interesantes: el método F1 mostró un nivel de concordancia alto con el volumen vesical real cuando los valores fueron pequeños; mientras que al aumentar el volumen, apareció una sobreestimación por parte de este

método y la concordancia se fue perdiendo. El segundo método, F2, fue el menos concordante de los cuatro; aunque existió un valor sobre la línea de igualdad, el resto de los valores sobreestimaron la realidad. La Ilustración Nro. 9 muestra lo que ocurrió con el método F3; de los tres métodos ya vistos fue el más concordante, aunque también tendió a la sobreestimación cuando el volumen aumentó. En el caso de F4, el alto valor del CCC (coeficiente de correlación de concordancia de Lin), 0,8925, se vio claramente graficado, ya que la mayoría de los puntos se acercaron a la línea de igualdad; a diferencia de lo ocurrido con los tres métodos anteriores que tendieron a la sobreestimación.

La Ilustración Nro. 11 muestra lo que ocurrió con F1 para el segundo volumen de infusión (6 ml/Kg. de peso vivo), a diferencia de lo que ocurrió con el primero, existió una sobreestimación general de los volúmenes reales y aún cuando los valores más pequeños estuvieron más cercanos a la línea de igualdad, la concordancia fue menor. Para F2 las características fueron similares, sobreestimación general, aunque se observaron tres puntos prácticamente sobre la línea de concordancia. A diferencia de lo sucedido con el volumen anterior, ha medida que los valores aumentaron, los puntos se alejaron de esta línea, aumentando también la sobreestimación. El método F3 presentó una distribución similar a F1, sobreestimación general de los valores, sin la concordancia que se vio para la primera infusión con los volúmenes pequeños. Y nuevamente se repitió la alta concordancia del último método, F4 (CCC = 0,9026), pero sin la subestimación vista con los 3 ml/Kg. de peso vivo, sino, que tendió levemente a la sobreestimación.

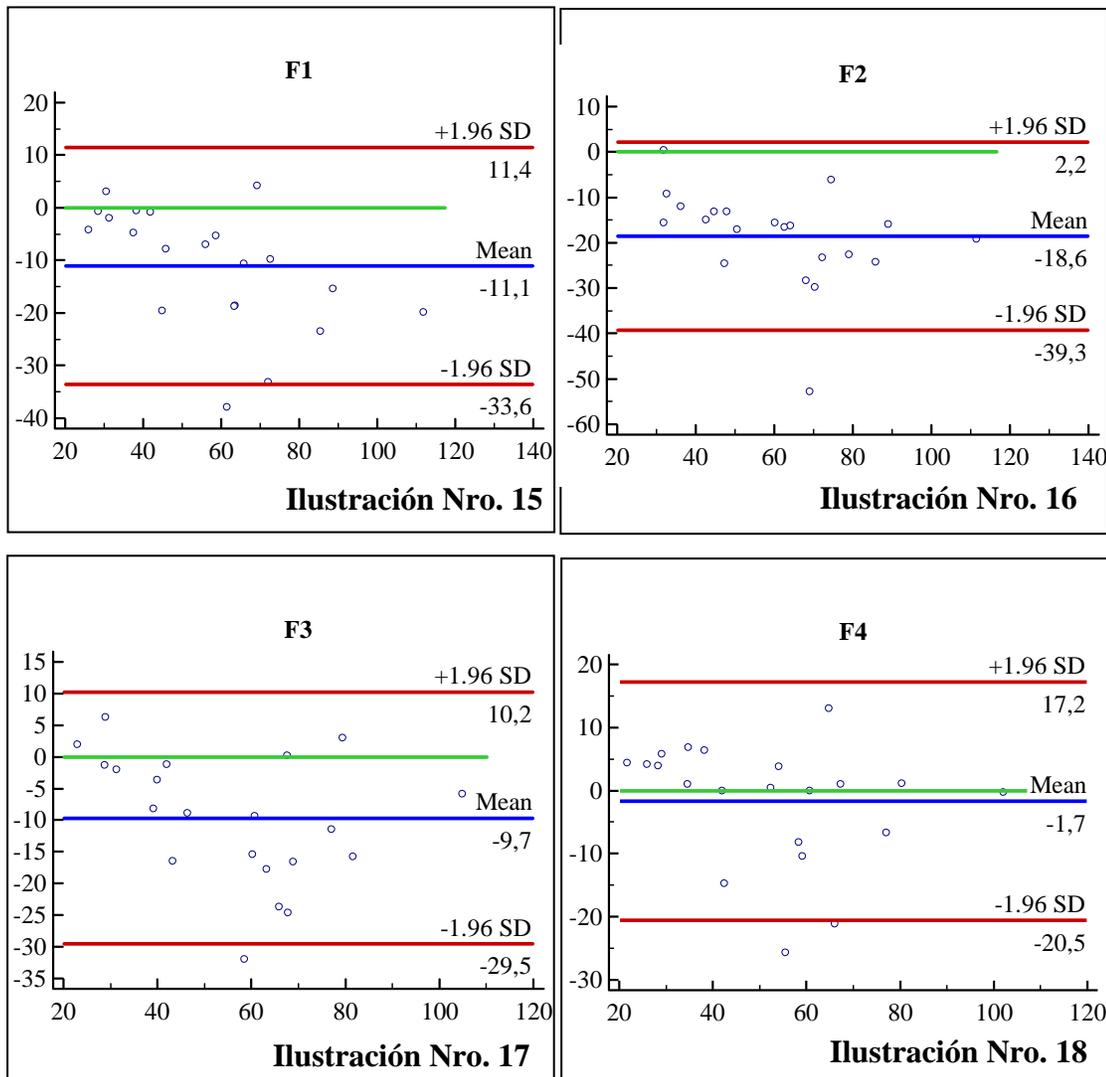
### **3. Método de Bland y Altman**

Los gráficos de Bland y Altman representan las diferencias de dos métodos frente a su media; para este estudio, el volumen real versus cada uno de los volúmenes estimados con cada fórmula.

Las Ilustraciones Nros. 15 a 22 muestran los resultados del Método de Bland y Altman para cada comparación entre volumen real y estimado con cada fórmula para ambas infusiones.

Entre sus componentes existen algunas líneas horizontales que representan lo siguiente:

- Línea verde: Línea de igualdad, diferencias entre los métodos igual a cero.
- Línea azul: Promedio de las diferencias.
- Línea roja: Límites de concordancia, límites de confianza del 95% para las diferencias.

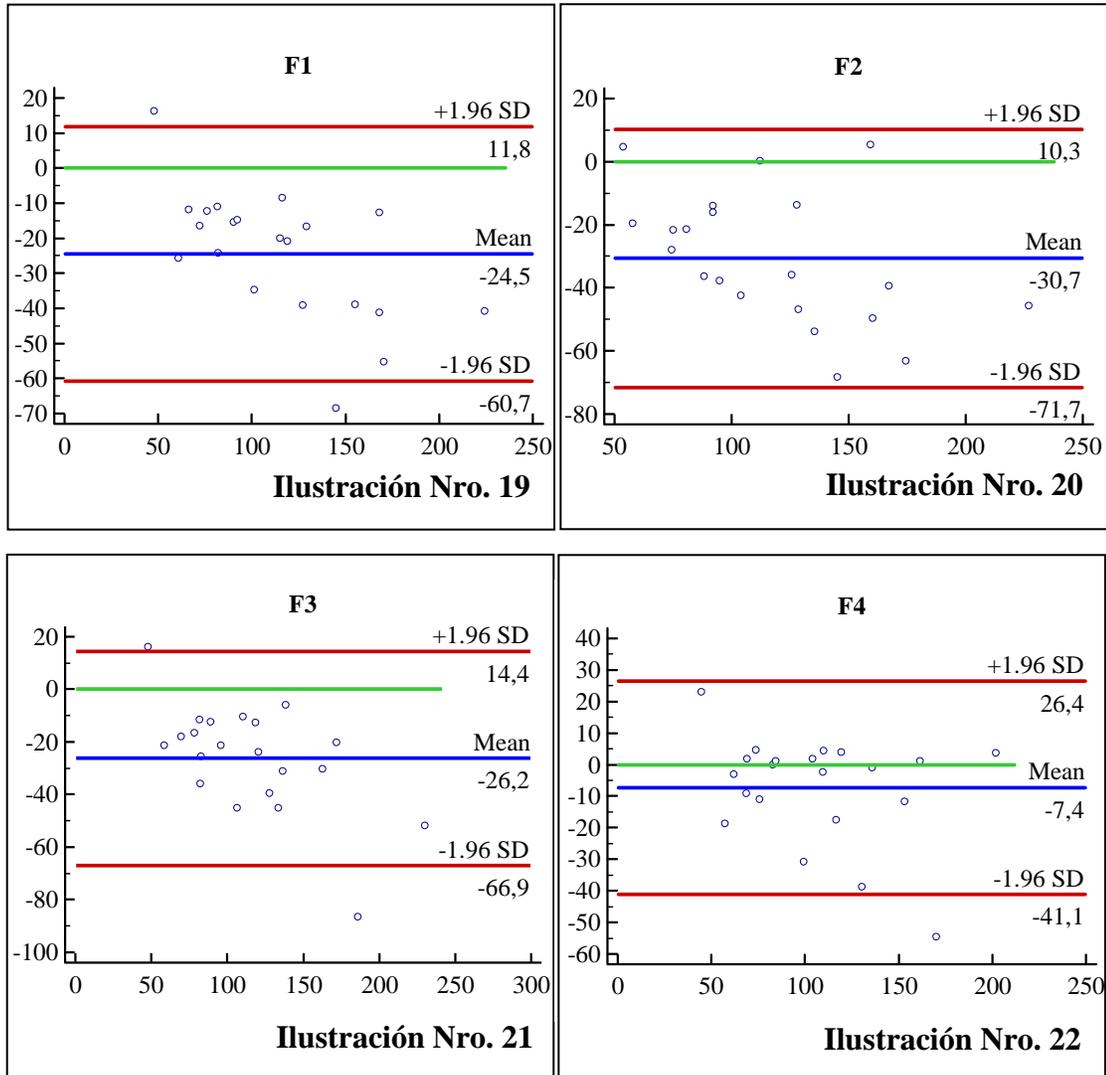


**ILUSTRACIONES Nros. 15 a 18.** Gráficos del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con cada una de las fórmulas (F1, F2, F3, F4) para la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.

Los cuatro gráficos mostraron una misma tendencia, mientras el volumen aumenta, así también lo hicieron las diferencias entre los métodos para estimar y el volumen real, ya que los puntos se hicieron más dispersos y se alejaron de la línea de igualdad.

Otro punto fue lo que sucedió al comparar las líneas de igualdad y las medias (línea azul). Claramente F4 presentó una diferencia promedio muy pequeña en comparación con los otros métodos (-1,7 ml). Además, F1 y F4, presentaron la mayor cantidad de individuos con diferencias de no más de 10 ml en referencia al volumen vesical real.

Se pudo observar que en las cuatro ilustraciones hay un punto que se salió de los límites de concordancia. Al revisar los valores específicos, se determinó que es el mismo individuo en los cuatro casos, lo que podría significar, por ejemplo, un error en el procedimiento.



**ILUSTRACIONES Nros. 19 a 22.** Gráficos del Método de Bland y Altman entre el volumen real y el volumen estimado con cada una de las fórmulas (F1, F2, F3, F4) para la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo, donde en el eje x está la media entre el volumen real y el estimado, y en el eje y está la diferencia entre ambos volúmenes.

Al observar los gráficos con la segunda infusión, se vio que la tendencia se repitió, mientras aumentó el volumen, así también las diferencias entre los cuatro métodos con el volumen real. También lo hizo el que F4 fue el método que presentó un promedio de las diferencias menor a los otros tres. Además se pudo observar una mayor cantidad de individuos con F4 cercanos a la línea de igualdad, no así con el resto de los métodos.

#### 4. Error Absoluto Fraccional

Las Tablas Nros. 15 y 16 presentan los resultados para el análisis del Error Absoluto Fraccional para los cuatro métodos en ambas infusiones estudiadas.

**TABLA Nro. 15. Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los cuatro métodos en el caso de la infusión con 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico.**

<b>ERROR ABSOLUTO FRACCIONAL</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
F1	0,227	0,221
F2	0,395	0,253
F3	0,219	0,187
F4	0,149	0,156

Estos resultados reafirmaron los anteriormente vistos. El cuarto método en estudio, F4, fue el más cercano y exacto a los volúmenes vesicales reales, y con una gran diferencia frente a los otros (media de 0,149 versus media de 0,219 del método más cercano); además su desviación estándar fue la menor (0,156).

**TABLA Nro. 16. Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los cuatro métodos en el caso de la infusión con 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico.**

<b>ERROR ABSOLUTO FRACCIONAL</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
F1	0,263	0,141
F2	0,324	0,177
F3	0,285	0,157
F4	0,132	0,152

Lo que sucedió con el segundo volumen de infusión fue aún más claro en diferencias, con apenas 0,132 como media para el Error Absoluto Fraccional con el método F4.

Haciendo un resumen, con los datos obtenidos se pudo señalar que el método F4 (Eves, 1987) fue el más concordante y exacto cuando se utilizó para calcular el volumen vesical en perros tanto para la infusión de 3 como para la de 6 ml/Kg. de peso vivo.

## **II. Resultados Estadísticos para los Volúmenes Corregidos por Peso**

Para la segunda parte del análisis, los volúmenes fueron corregidos por peso y sometidos a pruebas estadísticas. Las Tablas Nros. 17 y 18 revelan los resultados de esta corrección para los 21 individuos, en el caso de las dos infusiones y para los cuatro métodos estudiados.

**TABLA Nro. 17. Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados corregidos por peso con la infusión de 3 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.**

<b>IDENTIFICACIÓN DEL INDIVIDUO</b>	<b>VOLUMEN REAL</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>FORMA VESICAL</b>
Nº 1	3	3,567	3,592	2,889	2,957	Triangular
Nº 2	3	3,953	3,986	3,639	3,272	Triangular
Nº 3	3	3,19	4,184	3,195	2,613	Elipsoide
Nº 4	3	3,408	4,279	3,702	2,914	Elipsoide
Nº 5	3	3,058	3,958	3,089	2,538	Elipsoide
Nº 6	3	4,026	3,916	3,983	3,453	Triangular
Nº 7	3	3,283	3,868	3,503	2,796	Indefinida
Nº 8	3	3,436	4,001	2,991	2,958	Indefinida
Nº 9	3	5,674	6,714	5,253	4,811	Indefinida
Nº 10	3	3,08	3,989	3,146	2,556	Elipsoide
Nº 11	3	4,788	4,612	4,334	4,145	Triangular
Nº 12	3	2,706	2,972	2,417	2,456	Indefinida
Nº 13	3	3,401	3,889	3,879	2,979	Indefinida
Nº 14	3	3,526	4,152	3,819	3,005	Indefinida
Nº 15	3	3,555	4,221	3,633	3,004	Indefinida
Nº 16	3	3,528	4,955	2,759	2,447	Indefinida
Nº 17	3	4,674	5,099	4,403	4,264	Indefinida
Nº 18	3	4,045	4,575	4,319	3,577	Indefinida
Nº 19	3	3,583	3,565	3,173	3,007	Triangular
Nº 20	3	3,045	4,037	3,289	2,465	Elipsoide
Nº 21	3	2,824	3,258	3,481	2,452	Indefinida

**TABLA Nro. 18. Volúmenes vesicales (en ml.) reales y estimados corregidos por peso con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo de suero fisiológico para cada individuo con cada fórmula (F1, F2, F3, F4) y las formas vesicales encontradas.**

<b>IDENTIFICACIÓN DEL INDIVIDUO</b>	<b>VOLUMEN REAL</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>FORMA VESICAL</b>
Nº 1	6	6,474	5,805	6,755	5,964	Triangular
Nº 2	6	7,68	7,601	7,239	6,477	Triangular
Nº 3	6	7,178	8,764	7,791	6,302	Elipsoide
Nº 4	6	7,05	9,122	7,421	5,854	Elipsoide
Nº 5	6	7,126	9,075	6,895	6,013	Elipsoide
Nº 6	6	7,16	8,975	7,318	6,134	Elipsoide
Nº 7	6	6,452	5,996	6,68	5,768	Triangular
Nº 8	6	7,726	8,203	6,269	6,047	Triangular
Nº 9	6	7,037	6,985	7,506	5,917	Triangular
Nº 10	6	4,267	5,519	4,29	3,544	Elipsoide
Nº 11	6	9,702	9,699	8,437	8,1	Triangular
Nº 12	6	7,552	8,028	9,356	7,038	Indefinida
Nº 13	6	7,144	8,682	6,607	5,897	Indefinida
Nº 14	6	6,822	6,68	7,546	5,814	Triangular
Nº 15	6	8,487	7,144	9,232	8,211	Triangular
Nº 16	6	9,223	8,444	8,692	8,352	Triangular
Nº 17	6	8,075	7,835	8,182	6,941	Triangular
Nº 18	6	8,172	7,993	8,201	6,971	Triangular
Nº 19	6	7,204	7,346	7,528	5,892	Triangular
Nº 20	6	6,867	8,976	6,923	5,643	Elipsoide
Nº 21	6	8,327	8,655	9,636	8,298	Elipsoide

Al observar los valores corregidos, se vio que las tendencias fueron las mismas, sobreestimación en el caso de los tres primeros métodos, en menor grado para F3; y para el método F4, subestimación y sobreestimación, pero con valores muy cercanos al real. Con la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo, los valores corregidos tendieron a la sobreestimación con las cuatro fórmulas en general, aunque en menor grado con F4.

### **1. Prueba de Jerarquía Signada de Wilcoxon**

Las Tablas Nros. 19 y 20 presentan los resultados del análisis estadístico mediante la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon para los volúmenes vesicales corregidos por peso.

**TABLA Nro. 19. Medias, desviaciones estándar y resultados de la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon (estadístico  $Z$  y probabilidad  $p$ ) para el volumen vesical real y el volumen estimado corregido por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 3 ml/Kg. de peso vivo.**

	<b>MEDIAS</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>PRUEBA DE WILCOXON <math>Z</math></b>	<b>PRUEBA DE WILCOXON <math>p</math></b>
3 ml	3	0		
F1	3,6357	0,7072	3,6321	0,0003
F2	4,182	0,7643	3,9797	0,0001
F3	3,5664	0,6562	3,2498	0,0012
F4	3,0795	0,6508	0,3649	0,7151

Al comenzar con el análisis estadístico y comparar visualmente las medias, se hizo evidente que F4 fue el que presentó menores diferencias con los valores reales. Y al tomar los valores entregados por la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon, se vio que fue el último método, el único que no tuvo diferencias estadísticamente significativas con los volúmenes reales ( $p = 0,7151$ ) al tomar como referencia un valor de  $p = 0,05$ .

**TABLA Nro. 20. Medias, desviaciones estándar y resultados de la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon (estadístico  $Z$  y probabilidad  $p$ ) para el volumen vesical real y el volumen estimado corregido por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 6 ml/Kg. de peso vivo.**

	<b>MEDIAS</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>PRUEBA DE WILCOXON <math>Z</math></b>	<b>PRUEBA DE WILCOXON <math>p</math></b>
6 ml	6	0		
F1	7,4155	1,1101	3,4931	0,0005
F2	7,8822	1,1777	3,8059	0,0001
F3	7,5478	1,2032	3,5626	0,0004
F4	6,437	1,1324	1,3381	0,1808

Aunque siguió siendo el método F4 el que presentó la media más cercana al promedio del volumen real, se alejó un poco si se compara con lo que sucedió con los 3 ml/Kg. de peso vivo. Además, las desviaciones estándar fueron mucho más amplias para los cuatro métodos que en la primera infusión. La prueba de jerarquía signada de Wilcoxon arrojó las mismas conclusiones anteriores, los primeros tres métodos presentaron diferencias estadísticamente significativas, no así el cuarto método.

## 2. Error Absoluto Fraccional

Las Tablas Nros. 21 y 22 presentan los resultados del promedio y la desviación estándar del Error Absoluto Fraccional, para los cuatro métodos del estudio con los volúmenes corregidos por peso.

**TABLA Nro. 21. Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los volúmenes estimados corregidos por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 3 ml/Kg. de peso vivo.**

<b>ERROR ABSOLUTO FRACCIONAL</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
F1	0,227	0,221
F2	0,395	0,253
F3	0,219	0,187
F4	0,149	0,156

**TABLA Nro. 22. Valores de la media y desviación estándar del Error Absoluto Fraccional (FAE) para los volúmenes estimados corregidos por peso con cada uno de los cuatro métodos en el caso de la infusión con 6 ml/Kg. de peso vivo.**

<b>ERROR ABSOLUTO FRACCIONAL</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>
F1	0,263	0,141
F2	0,324	0,177
F3	0,285	0,157
F4	0,132	0,152

Estos resultados, entregados con el Error Absoluto Fraccional, mostraron lo mismo que con los volúmenes no corregidos por peso, lo que reafirmó la conclusión que el método F4 fue el más exacto para estimar el volumen vesical mediante ultrasonografía en perros con infusiones de 3 y 6 ml/Kg. de peso vivo.

## DISCUSIÓN

Los resultados encontrados no fueron los que se esperaban. Se contó con cuatro métodos, los cuales tomaron diferentes caminos al buscar el volumen vesical más semejante al real.

Los métodos F1 y F4 cuentan con constantes predefinidas por los autores. Atalan *et al.* (1998) resumen la fórmula más utilizada según la literatura para el cálculo del volumen vesical mediante ultrasonografía. Mientras que Eves (1987) utiliza una fórmula muy categórica y matemática, diferente a la de los demás métodos, el cálculo de volumen para una figura elipsoide. Partiendo con estas dos fórmulas, no era esperable que alcanzaran los valores que se obtuvieron, sino más bien, que reflejaran números “irreales”, inexactos y no concordantes.

Al analizar las fórmulas F2 y F3, éstas toman en cuenta un factor que es de gran importancia en este órgano, la forma. Según su contenido, la anatomía individual del animal y la presión que realizan los órganos colindantes, la forma de la vejiga se verá afectada (Ellenport, 2004a; Nyland *et al.*, 2002). Un problema que se suscitó al analizar y clasificar las imágenes, fue que la categorización por formas de Kuzmić *et al.* (2003) fue hecha en niños, por lo que dicha clasificación no necesariamente se corresponde con lo que sucedió en los perros. Lamentablemente no se encontró literatura que se refiriera al respecto. Además, la misma clasificación en cada forma fue subjetiva. Lo esperable hubiese sido que el método de Hwang *et al.* (2004) entregara los valores más exactos, ya que los coeficientes de corrección que utiliza son completamente individuales y consideran las variaciones anatómicas que puede presentar el órgano en ambos planos, tanto el longitudinal como el transversal.

Los primeros análisis estadísticos que se llevaron a cabo, siguen la misma línea de los realizados por la literatura especializada. Aunque las conclusiones entre las distintas pruebas estadísticas llegan a lo mismo, permiten analizar los datos de varias maneras. El primer análisis fue la Prueba de hipótesis para la diferencia entre las medias de dos muestras asociadas o apareadas (Prueba de *t*) (Wayne, 2002a). Prueba paramétrica muy utilizada para la comparación de dos métodos, que aunque permite determinar si las medias entre dos series de datos difieren,

no hace un aporte acerca de la exactitud de las mediciones. Como ya se mencionó, los resultados fueron inesperados; el método F4 fue el único que no entregó diferencias estadísticamente significativas, al compararlo con los volúmenes reales para ambas infusiones ( $p = 0,4293$  y  $0,0647$ ; 3 y 6 ml/Kg. de peso vivo respectivamente).

El siguiente valor estadístico calculado fue el Coeficiente de correlación  $r$  momento-producto de Pearson (Wayne, 2002b). En general, los autores de los métodos utilizados en este estudio, lo utilizan como complemento de la Prueba de  $t$  para el análisis estadístico. Cabe recordar que sólo entrega información acerca de la asociación lineal entre las variables, y no acerca de la concordancia o exactitud entre ellas. Distintos autores están en desacuerdo sobre su utilización en la comparación de datos. Por ejemplo, Westgard y Hunt (1973) dicen: “*El coeficiente de correlación...no es de uso práctico en el análisis estadístico al comparar datos*”.

Existe distinta bibliografía que señala que al momento de comparar dos métodos, lo mejor es medir la concordancia o grado en que están de acuerdo entre ellos. Y para ello se utilizaron el Coeficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC) y el Método de Bland y Altman (Cortés *et al.*, 2010). Lin (1989) ha mostrado que el método de evaluar concordancia, mediante el CCC, es superior al de comparación de coeficientes de variación, prueba de  $t$ , regresión, coeficiente de correlación de Pearson y correlación intraclase.

Uno de los resultados del CCC que más sorprendió fue el de F2, que obtuvo los valores más bajos (0,6397 y 0,7158 para cada una de las infusiones). Esto reafirmó el supuesto anteriormente dicho, que es muy probable que las categorías de formas vesicales en niños (Kuzmić *et al.*, 2003) no sean las mismas que se observaron en los perros. Pero también podemos determinar que F4 fue el único método que entró en el nivel concordante para el CCC previamente establecido (0,85).

El Método de Bland y Altman es una aproximación complementaria para el CCC. Éste aconseja inicialmente que se representen los datos en un gráfico de dispersión más la línea de concordancia, para luego realizar el gráfico de las diferencias versus las medias entre los métodos (Altman y Bland, 1986). Hecho esto, se reafirmaron los resultados estadísticos previos. Pero permitieron hacer una observación: cuando los volúmenes aumentaron, la diferencia entre

los métodos comparados también se amplió. Con esto vale preguntarse entonces, ¿por qué el CCC para la infusión de 6 ml/Kg. de peso vivo fue mayor? Atalan *et al.* (1998) definen algunas causas de inexactitud en las mediciones: interferencia con el pubis, varias formas vesicales en el mismo paciente a diferentes volúmenes e imprecisión en la definición de los bordes del órgano. Algunas de éstas situaciones podrían explicar y responder la pregunta, ya que los resultados mostraron gran variabilidad de la forma vesical a distintos volúmenes. Y varios estudios en humanos han encontrado los mismos resultados, estimaciones del volumen vesical más exactas a mayores volúmenes, Holmes (1967), Alfthan y Mattsson (1969), Pedersen *et al.* (1975) y Hakenberg *et al.* (1983).

Los resultados del Error Absoluto Fraccional también concluyeron que F4 fue el método más exacto para estimar el volumen vesical en los perros mediante ultrasonografía.

Tomando en cuenta la opinión de varios autores (Cortés *et al.*, 2010; Lin, 1989; Westgard y Hunt, 1973), y complementando el análisis estadístico utilizado en la literatura, lo primero que se hizo fue probar la distribución de los datos obtenidos y determinar si seguían un patrón de normalidad o no. Se utilizaron dos pruebas: Shapiro-Wilks y Lilliefors. Ambas son consideradas muy potentes para el análisis de normalidad y además son recomendadas cuando el número de observaciones es pequeño (González, 2006).

Al realizar la corrección de los volúmenes por peso, se buscó controlar variable tamaño y poder realizar una comparación más precisa. Debido a las distribuciones de los volúmenes reales (3 y 6 ml), no pudieron llevarse a cabo los mismos análisis estadísticos. Aún así, la Prueba de jerarquía signada de Wilcoxon (Wayne, 2002c) y el cálculo del Error Absoluto Fraccional entregaron resultados que permitieron llegar a la misma conclusión, que F4 fue el método más exacto.

Para tratar de corregir las falencias de los trabajos analizados de la literatura, se utilizó un equipo ultrasonográfico de última generación, lo que significó una mejor resolución de las imágenes. Pese a ello, al realizarse el análisis de las imágenes con el programa AutoCAD 2008 para delimitar la vejiga, hubo bordes difíciles de definir. Además hubo dos individuos cuya

vejiga no pudo ser incluida en una sola imagen, dado por su tamaño y la anatomía del animal, igual que lo sucedido con Atalan *et al.* (1998).

Otra diferencia con la literatura revisada fue que la variabilidad entre operadores y equipos no existió, a diferencia del caso de Hwang *et al.* (2004) (F3), donde los estudios fueron realizados en dos instalaciones distintas, con dos operadores y equipos diferentes. En el presente estudio hubo un sólo operador y equipo.

Lo que permitiría, en futuros trabajos acercarse a un mejor método en la estimación del volumen vesical, es primero definir las posibles formas que puede tomar el órgano, para así utilizar la fórmula más adecuada para cada caso. Mientras tanto lo aconsejable sería utilizar el método F3 de Hwang *et al.* (2004) que corrige individualmente las variaciones y que en su trabajo obtuvo conclusiones muy claras acerca del grado de exactitud que puede obtener.

## CONCLUSIÓN

De los cuatro métodos utilizados para estimar el volumen vesical mediante ultrasonografía en perros en este estudio, la fórmula F4 (Eves, 1987) fue concordante, la más exacta y la única que no presentó diferencias estadísticamente significativas. Esto se determinó con el análisis tanto de sus medias como de sus medianas (prueba de *t* y de Wilcoxon, respectivamente), en relación a los volúmenes reales, al comparar infusiones de 3 y 6 ml/Kg. de peso vivo, y al corregir estos valores por peso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ALFTHAN, O.; MATTSSON, T.** Ultrasonic method of measuring residual urine. Annales chirurgiae et gynaecologiae Fenniae 58:300-303. 1969.
2. **ALTMAN, D.G.; BLAND, J.M.** Measurement in medicine: the analysis of method comparison Studies. The Statistician 32: 307-317. 1983
3. **ALTMAN, D.G.; BLAND, J.M.** Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. [en línea] <[www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/ba.pdf](http://www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/ba.pdf)> [consulta: 14 de Septiembre de 2011]
4. **ATALAN, G.; BARR, F.; HOLT, P.** Assessment of urinary bladder volume in dogs by use of linear ultrasonographic measurements. American Journal of Veterinary Research 59(1):10-15. Enero 1998.
5. **BEER, E.** Visualization of amount of residual urine. The Journal of the American Medical Association 107:1886-1888. 1936.
6. **BIERTUEMPFEL, P.; LING, G.V.; LING, G.A.** Urinary tract infection resulting from catheterization in healthy adult dogs. The Journal of the American Veterinary Medical Association 178(9):989-991. Mayo 1981.
7. **BUBENIK, L.; HOSGOOD, G.** Urinary tract infection in dogs with thoracolumbar intervertebral disc herniation and urinary bladder dysfunction managed by manual expression, indwelling catheterization or intermittent catheterization. Veterinary Surgery 37(8):791-800. Diciembre 2008.
8. **CLAUNCH, B.C.; BARNES, W.T.; O'HARA, V.** Determination of volume of residual urine using diodrast I<sup>131</sup>. Journal of Urology 86:551-553. 1961.
9. **CORTÉS, E.; RUBIO, J.A.; GAITÁN, H.** Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología 61(3):247-255. 2010.

10. **DIBARTOLA, S.P.** Capítulo 167: Aproximación clínica y evaluación de laboratorio de la enfermedad renal. En: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. Tratado de Medicina Interna Veterinaria. Enfermedades del perro y el gato. 5<sup>ta</sup> Edición. Buenos Aires, República Argentina. Inter-Médica Editorial. 2002. pp. 1782-1797.
  
11. **ELLENPORT, C.R.** Aparato urogenital de los carnívoros. En: SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. Anatomía de los Animales Domésticos. 5<sup>ta</sup> Edición. Barcelona, España. Masson. 2004a. pp. 1728-1745.
  
12. **ELLENPORT, C.R.** Sistema urogenital. En: SISSON, S.; GROSSMAN, J.D. Anatomía de los Animales Domésticos. 5<sup>ta</sup> Edición. Barcelona, España. Masson. 2004b. pp. 166-171.
  
13. **EVES, H.** Geometry. Mensuration Formulas: Planes Figures and Solids. En: BEYER. CRC Standard Mathematical Tables. 28<sup>va</sup> Edición. Florida, Estados Unidos. CRC Press, Inc. 1987. pp. 121-133.
  
14. **FERNÁNDEZ, P.; DÍAZ, P.** La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. [en línea] España. <[www.fisterra.com/mbe/investiga/conc\\_numerica/conc\\_numerica.asp](http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica.asp)> [consulta: 6 de Septiembre de 2011]
  
15. **FINCO, D.; BARSANTI, J.** Obstructive uropathies. En: KIRK, R.W. Current Veterinary Therapy IX. Small Animal Practice. Philadelphia, USA. WB Saunders Co. 1986. pp. 1164-1167.
  
16. **GONZÁLEZ, B.H.** La Prueba de Shapiro & Wilks para verificar la normalidad de un conjunto de datos provenientes de muestras pequeñas. [en línea] Guatemala. <[byrong.50g.com/estadistica/estadap/shapiro\\_wilks\\_byrong.pdf](http://byrong.50g.com/estadistica/estadap/shapiro_wilks_byrong.pdf)> [consulta: 16 de Mayo de 2011]
  
17. **HAKENBERG, O.; RYALL, R.; LANGLOIS, S.; MARSHALL, V.** The estimation of bladder volume by sonocystography. Journal of Urology 130(2):249-251. Agosto 1983.
  
18. **HARTNELL, G.G.; KIELY, E.A.; WILLIAMS, G.; GIBSON, R.N.** Real-time ultrasound measurement of bladder volume: a comparative study of three methods. British Journal of Radiology 60(719):1063-1065. Noviembre 1987.

19. **HAYLEN, B.T.; FRAZER, M.I.; SUTHERST, J.R.; WEST, C.R.** Transvaginal ultrasound in the assessment of bladder volumes in women: preliminary report. British Journal of Urology 63(2):149-151. Febrero 1989.
20. **HAYLEN, B.T.; PARY, B.T.; WEST, C.R.** Transrectal ultrasound to measure bladder volumes in men. Journal of Urology 143(4):687-689. Abril 1990.
21. **HOLMES, J.H.** Ultrasonic studies of the bladder. Journal of Urology 97:654-663. 1967.
22. **HVARNESS, H.; SKJOLDBYE, B.; JAKOBSEN, H.** Urinary bladder volume measurements: comparison of three ultrasound calculation methods. Scandinavian Journal of Urology and Nephrology 36(3):177-181. 2002.
23. **HWANG, J.Y.; BYUN, S.S.; OH, S.J.; KIM, H.C.** Novel algorithm for improving accuracy of ultrasound measurement of residual urine volume according to bladder shape. Urology 64(5):887-891. Noviembre 2004.
24. **KEALY, J.K.; MCALLISTER, H.** Chapter 2: The Abdomen. En: Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat. 3<sup>th</sup> Edition. United States of America. W.B. Saunders Company. 2000. pp. 19-148.
25. **KING, T.S.; CHINCHILLI, V.M.** A generalized concordance correlation coefficient for continuous and categorical data. Statistics in Medicine 20: 2131-2147. 2001.
26. **KUZMIĆ, A.C.; BRKLAČIĆ, B.; IVANKOVIĆ, D.** The impact of bladder shape on the ultrasonographic measurement of bladder volume in children. Pediatric Radiology 33(8):530-534. Agosto 2003.
27. **LANE, I.F.** Capítulo 26: Obstrucción urinaria y retención funcional de la orina. En: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. Tratado de Medicina Interna Veterinaria. Enfermedades del perro y el gato. 5<sup>ta</sup> Edición. Buenos Aires, República Argentina. Inter-Médica Editorial. 2002. pp. 103-106.
28. **LEES, G.E.** Capítulo 25: Incontinencia, enuresis, disuria y nicturia. En: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. Tratado de Medicina Interna Veterinaria. Enfermedades del perro y el gato. 5<sup>ta</sup> Edición. Buenos Aires, República Argentina. Inter-Médica Editorial. 2002. pp. 99-102.

29. **LIN, L.** A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. Biometrics 45:255-268. Marzo 1989.
30. **MANDEVILLE, P.B.** Tema 13: El coeficiente de correlación de concordancia de Lin. [en línea] Monterrey, México. <[www.redalyc.uaemex.mx/pdf/402/40210119.pdf](http://www.redalyc.uaemex.mx/pdf/402/40210119.pdf)> [consulta: 18 de Mayo de 2011]
31. **MCLEAN, G.K.; EDELL, S.T.** Determination of bladder volumes by gray scale ultrasonography. Radiology 128(1):181-182. Julio 1978.
32. **MEDCALC ®.** MedCalc Software Manual. [en línea] Bélgica. <<http://www.medcalc.org/manual/t-distribution.php>> [consulta: 22 de Julio de 2011]
33. **NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S.; HERRGESELL, E.J.; WISNER, E.R.** Urinary tract. En: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. Small Animal Diagnostic Ultrasound. 2<sup>da</sup> Edición. Philadelphia, United States. Saunders. 2002. pp. 158-195.
34. **OLIVER, J.E.** Disorders of micturition. En: OLIVER, J.E.; HOERLEIN, B.F.; MAYHEW, I.G. Veterinary neurology. Philadelphia, United States of America. W.B. Saunders Company. 1987. pp. 342-352.
35. **OLIVER, J.E.; OSBORNE, C.A.** Neurogenic urinary incontinence. En: KIRK, R.W. Current Veterinary Therapy VII. Small Animal Practice. Philadelphia, USA. WB Saunders Co. 1980. pp. 1100-1105.
36. **PEDERSEN, J.F.; BARTUM, J.F.; GRYTTER, C.** Residual urine determination by ultrasonic scanning. American Journal of Roentgenology 125:474-478. 1975.
37. **POSTON, G.J.; JOSEPH, A.E.A.; RIDDLE, P.R.** The accuracy of ultrasound in the measurement of changes in bladder volume. British Journal of Urology 55(4):361-363. Agosto 1983.
38. **SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B.** An analysis of variance test for normality. Biometrics 52:591-611. 1965.
39. **SMITH, D.R.** Estimation of the amount of residual urine by means of the phenolsulfonphthalein test. Journal of Urology 83:188-191. Febrero 1960.

40. **STATSOFT** ® Electronic Statistics Textbook. [en línea] Estados Unidos. <<http://www.statsoft.com/textbook/statistics-glossary/>> [consulta: 16 de Mayo de 2011]
41. **WALTHER, B.** Die Sonographische untersuchung des kleinen beckens. En: KREMER, H. Sonographische diagnostic innere. Erkrankungen. Ed. München: Urban & Schwarzenberg. 1982. pp.104-110.
42. **WAYNE, D.W.** 2002a. Pruebas de hipótesis. En: Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4<sup>ta</sup> Edición en español. México. Limusa-Wiley. pp. 204-294.
43. **WAYNE, D.W.** 2002b. Regresión y correlación lineal simple. En: Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4<sup>ta</sup> Edición en español. México. Limusa-Wiley. pp. 400-473.
44. **WAYNE, D.W.** 2002c. Estadística no paramétrica. En: Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4<sup>ta</sup> Edición en español. México. Limusa-Wiley. pp. 658-736.
45. **WESTGARD, J.O.; HUNT, M.R.** Use and interpretation of common statistical tests in method-comparison studies. Clinical Chemistry 19(1):49-57. 1973.

**ANEXO Nro. 1**

**AUTORIZACIÓN DE PROCEDIMIENTO**

Fecha:.....

Lugar:.....

Yo....., he sido informado (a) de los propósitos, ventajas y desventajas, así como también de los pasos a realizar para poder llevar a cabo el estudio en cuestión, autorizo que a mi mascota de nombre.....se le realice un sondaje uretral y una ecografía abdominal.

\_\_\_\_\_  
Firma del propietario

\_\_\_\_\_  
Firma del Encargado