



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

## **“DESEMPEÑO MASTICATORIO EN ADULTOS JOVENES CON OCCLUSIÓN NORMAL”**

### **T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

**P R E S E N T A**

C.D.E.O. FILIBERTO HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

TUTORA: DRA. ANA MARIA WINTERGERST LAVÍN

CIUDAD UNIVERSITARIA MEXICO D.F. OCTUBRE DE 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

DEDICATORIA:

A Dios fuente del conocimiento y Sabiduría.

A mis Padres; Biviana y Gregorio, que me enseñaron que no hay límites para alcanzar los sueños más profundos y que el secreto es el trabajo arduo y la disciplina.

A mis hermanos Demetria, Juan Carlos, Oscar y Angélica, que compartimos muchas vivencias y siempre felices.

A ti Lili mi Amor que siempre has estado aquí en las buenas en las malas y en las peores, que siempre has confiado en mi capacidad incluso más que yo, este logro también es tuyo.

A mis hijitos David y Omar, tan solo verlos me contagian de su energía y vitalidad, no conocen límites para sus travesuras e imaginación. Entendí que bastan solo un par de horas para cargar la batería al 100 %. Sus por qué? y por qué? muestran gran inquietud por comprender las cosas con tantas ansias como las de un Investigador. Gracias a ustedes entendí que aprender es un proceso para toda la vida.

Un agradecimiento especial a la Dra. Ana María Wintergerst por su paciencia y disposición, además por compartirme sus conocimientos sin egoísmo y reservas.

A mi alma Mater Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Odontología te llevo tatuada en mi piel y mi corazón.....

## ÍNDICE

	<b>Páginas</b>
<b>1.- Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>2.- Introducción</b> .....	<b>6</b>
<b>3.- Antecedentes</b> .....	<b>7</b>
<b>4.- Planteamiento del problema</b> .....	<b>19</b>
<b>5.- Justificación</b> .....	<b>19</b>
<b>6.- Objetivos</b> .....	<b>20</b>
<b>7.- Metodología</b> .....	<b>21</b>
<b>8.- Resultados</b> .....	<b>33</b>
<b>9.- Discusión</b> .....	<b>97</b>
<b>10.- Conclusiones</b> .....	<b>102</b>
<b>11.- Bibliografía</b> .....	<b>103</b>
<b>12.- Anexos</b> .....	<b>113</b>

## RESUMEN

Existen varias formas de medir la función masticatoria; una de ellas es la determinación del desempeño masticatorio (DM) que refleja la capacidad de un individuo para fragmentar sus alimentos. A pesar de que la evaluación del DM se ha utilizado en diversos campos de la Odontología no hay parámetros de —normalidad—. **Objetivo:** Establecer un —intervalo de referencia” para DM en adultos jóvenes del sexo masculino y otro para el sexo femenino con una oclusión —normal” utilizando un material de prueba sintético (tabletas de Optosil Comfort®), así como comparar el DM entre hombres y mujeres. **Metodología:** Para este estudio se siguieron los lineamientos de la *International Federation of Clinical Chemistry* (IFCC) y el *National Committee of Laboratory Medicine* (NCLM) para la construcción de intervalos de referencia. La determinación del DM se llevó a cabo en una población de 18 a 25 años, tomando como muestra a 100 mujeres y 100 hombres con oclusión normal (clase I molar de Angle, apiñamiento menor a 2 mm, sobremordida vertical y horizontal de 1-3 mm, y sin mordida cruzada). Se utilizó un alimento prueba (Optosil Comfort®) preparado de acuerdo a un método estandarizado. Se evaluó el DM tanto al umbral de la masticación como a los 20 ciclos masticatorios. El producto de cada una de las pruebas se tamizó, se pesó el contenido de cada tamiz y en base a los porcentajes de peso acumulado se determinó el tamaño medio de partículas (TMP) como valor del DM utilizando la ecuación de Rosin – Ramler. Además se cronometraron las secuencias y se contó el número de ciclos para llegar al umbral de la deglución. Con base en esto se calculó la duración de cada ciclo masticatorio. Los intervalos de referencia se construyeron con el programa Reference Value Advisor. La comparación por sexo se realizó con la prueba U. Mann-Whitney, tomando como significancia estadística  $p \leq 0.05$ . **Resultados:** El producto de este trabajo es una tabla con los intervalos de referencia para las 9 variables. Existe una amplia variabilidad en estas variables compatible con —normalidad—. Hubo diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres en TMP a los 20 ciclos ( $p=0.001$ ), número de ciclos al umbral de la deglución ( $p=0.001$ ), duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos ( $p=0.000$ ) y duración del ciclo masticatorio al umbral de la deglución ( $p=0.000$ ). **Conclusión:** Se cuenta ahora con intervalos de referencia establecidos en base a lineamientos bien fundamentados y establecidos de DM para hombres y mujeres adultos jóvenes mexicanos. Se observaron diferencias entre hombres y mujeres solo a los 20 ciclos masticatorios y no al umbral de la deglución. Las mujeres, tienen ciclos más largos y necesitan un mayor número de ciclos para llegar al umbral de la deglución, de alguna forma compensan, pero no degluten partículas más grandes que los hombres.

## Masticatory Performance in Young Adults with —Normal” Occlusion

### ABSTRACT

There are different methods to evaluate masticatory function. One of these is masticatory performance (MP) which describes an individual's capacity to breakdown food. Even though the evaluation of MP has been used in different areas of dentistry, there are no parameters of —normality”. **Objectives:** Establish —reference intervals” for MP with an artificial test food in young adults with a —normal” occlusion (one for men, one for women) and compare MP between men and women. **Materials and Methods:** The guidelines of the International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) and the National Committee of Laboratory Medicine (NCLM) were carefully followed for the construction of reference intervals. MP was assessed in 18 to 25 year old subjects; sample size, 100 women and 100 men with a normal occlusion (canine and molar Angle class I, less than 2 mm of incisor crowding, between 1 and 3 mm of overbite and overjet, and no crossbite). An artificial test food (tablets made out of Optosil Comfort®) was prepared following a standardized protocol. MP was evaluated till swallowing threshold and after 20 chewing cycles. The product of each of these tests was sieved, the chewed food on each of the sieves was weighed and medium particle size (MPS) and broadness of particle distribution (BPD) which represent MP were determined using the Rosin-Ramler equation using the percentages of accumulated weight on each sieve. Sequences were timed and the number of cycles needed to reach swallowing threshold were counted. With this data the duration of each chewing cycle was calculated. Reference intervals were established using the Reference Value Advisor software. Sex comparisons were made with Mann-Whitney U tests with a  $p \leq 0.05$  for statistical significance. **Results:** The product of this project is a table with the reference intervals for the 9 variables studied. There is a lot of variability for these variables which is compatible with —normality”. There were statistically significant differences between men and women for MPS after 20 chewing cycles ( $p=0.001$ ), number of cycles till swallowing threshold ( $p=0.001$ ), cycle duration after 20 cycles ( $p=0.000$ ) and swallowing threshold ( $p=0.000$ ). **Conclusion:** We now have reference intervals constructed following well established guidelines for young Mexican men and women. Differences between men and women were found after 20 chewing cycles but not when chewing until swallowing threshold. Women have longer cycles and need more cycles to reach swallowing threshold; they compensate with this —strategy” and do not swallow larger food particles than men.

## INTRODUCCIÓN

La masticación es la función más importante del sistema estomatognático pues gracias a ella se preparan los alimentos para la digestión y absorción de nutrientes para mantener las funciones vitales del organismo. La masticación es un proceso complejo en el que intervienen varias estructuras anatómicas como los dientes, músculos, huesos, articulación temporomandibular y el sistema nervioso central, los cuáles deben funcionar en forma integral.

Hay muchos factores que influyen sobre el desempeño del aparato estomatognático como el número de dientes presentes, el efecto de la edad, sexo, la coordinación de la actividad muscular, las superficies oclusales activas, y alteraciones como disfunción de ATM y la fuerza oclusal ejercida durante el proceso.

Hay varias formas de evaluar la función masticatoria pero una de las más utilizadas, fáciles y confiables es la evaluación del desempeño masticatorio de manera objetiva que consiste en la medición de la fragmentación que un individuo logra sobre sus alimentos. Esta evaluación a pesar de que puede ser realizada con alimentos naturales se estudia más confiablemente con alimentos prueba artificial (Optosil Comfort®) en un determinado número de ciclos masticatorios y al umbral de la deglución.

La odontología está enfocada a mantener o restaurar la salud buco-dental desde una visión estética y funcional. Sin embargo, a diferencia de la medicina y algunas áreas de la Odontología como la Ortodoncia no hay normas de valores normales para desempeño masticatorio (DM).

Por lo que sería conveniente contar con parámetros para determinar si una persona tiene o no un adecuado desempeño masticatorio, evaluando sujetos sin maloclusión (oclusión normal) y de esta forma obtener valores de desempeño masticatorio ideales (intervalos de referencia) para la población mexicana. Esta información será útil en todas y cada una de las áreas de la odontología y en caso de estudios posteriores podrá tomarse como parámetro de comparación.

En este estudio se evaluó el desempeño masticatorio al umbral de la deglución y a los 20 ciclos en una muestra de 100 hombres y 100 mujeres con oclusión normal, para establecer intervalos de referencia en tamaño medio de partícula (TMP) amplitud de distribución de partícula (ADP), número de ciclos al umbral de la deglución (UD), así como duración del ciclo masticatorio, además se hicieron comparaciones en estas mismas variables entre hombres y mujeres ya que la literatura científica ha reportado diferencias entre sexos en la capacidad para fracturar los alimentos.

Los valores obtenidos sobre desempeño masticatorio agrupados constituyen “intervalos de referencia” que pueden ser utilizados como uno de los parámetros para evaluar la salud del sistema estomatognático; son valores cuantitativos con fines de prevención, diagnóstico y tratamiento en diversas áreas de la odontología. Debido a la diferencia existente en el desempeño masticatorio entre hombres y mujeres se ha establecido un intervalo de referencia para cada sexo.

## **ANTECEDENTES**

### **DESEMPEÑO MASTICATORIO Y SU EVALUACIÓN.**

La masticación es el proceso por el cual los alimentos son triturados y mezclados con saliva para formar el bolo alimenticio que será deglutido y posteriormente digerido; es determinada por varias estructuras anatómicas que van desde los huesos, articulación temporomandibular, músculos masticadores, dientes y estructuras neurológicas (Ramfjord y Ash 1996).

La unidad básica de la masticación es el ciclo masticatorio. Cada ciclo masticatorio es un movimiento tridimensional resultante de la interacción de movimientos de apertura, cierre y lateralidad además de protrusión y retrusión. El movimiento de cierre a su vez puede dividirse en dos fases, la de aplastamiento y la de trituración (Miyamaki et al, 2001). Cada ciclo masticatorio dura aproximadamente 743 milésimas de segundo (Bhatka et al, 2004). Los movimientos mandibulares se adaptan a la información sensorial proveniente de los alimentos como la dureza, textura, así como el tamaño del bolo (Shiga et al, 2001).

Los movimientos de masticación en la mandíbula siguiendo el curso de un ciclo completo desde una vista frontal describen un movimiento en forma de lágrima, donde se pueden observar perfectamente la fase de apertura y cierre. Los movimientos masticatorios son ajustados en primer nivel a través del patrón central generador (PCG) cuyos núcleos se encuentran ubicados en el tronco encefálico (puente y bulbo raquídeo). El PCG es el encargado de la producción de estímulos motores cíclicos y rítmicos; esta información se coordina con mecanorreceptores localizados en la lengua y mucosa bucal junto a los fascículos musculares y propioceptores periodontales (Lund y Kolta, 2006). La activación de cada músculo masticatorio depende del tamaño y textura del bolo alimenticio que es triturado en los molares (Piancino et al, 2008). También sabemos que en cuanto a la cinemática del ciclo masticatorio los individuos que presentan buen desempeño masticatorio tienen patrones masticatorios más regulares en comparación con los individuos que presentan pobre desempeño masticatorio, pues presentan patrones masticatorios irregulares (Lepley et al, 2010).

La eficacia de la digestión total parece estar relacionada con qué tan bien se mastican los alimentos. Se ha encontrado que los individuos con una pobre función masticatoria presentan problemas gastrointestinales que van desde desnutrición, gastritis y úlcera gástrica hasta carcinoma gástrico. (Mercier y Poitras, 1992).

Hay varias formas de medir la función masticatoria, entre ellas están la cinemática del ciclo masticatorio, la medición del desempeño masticatorio, la electromiografía, medición de fuerza oclusal, etc.

El desempeño masticatorio (DM) refleja la capacidad de un individuo de romper sus alimentos y prepararlos para ser deglutidos. Puede evaluarse de dos formas:

1.- Subjetiva: Consiste en cuestionarios dirigidos a evaluar la capacidad de masticación de un individuo por medio de preguntas acerca de que si puede masticar determinados alimentos; a través de su autopercepción.

2.- Objetiva: Se evalúa el efecto de la masticación del individuo sobre algún alimento. El desempeño masticatorio objetivo corresponde al grado de trituración de un alimento prueba natural o artificial en un determinado número de ciclos masticatorios y se define como el porcentaje del peso del alimento masticado que puede pasar a través de tamices de apertura fija y se puede expresar como una función logarítmica de su apertura o del tamaño de la partícula.

Para estudiar el DM de forma objetiva se han utilizado alimentos naturales como las avellanas, nueces, almendras, papa, manzana, zanahoria, pan, cacahuates, coco rallado, carne, maíz y gelatina (Yurkstas y Manly, 1949; Manly y Braley, 1950; Hiiemae et al 1996). Sin embargo, los alimentos naturales son susceptibles a variación según la estación, medio geográfico y estado físico. (Edlund y Lamm, 1980). Por otra parte al utilizar alimentos naturales hay una pérdida de material al tamizarlo que va desde 20% del peso en el caso de los cacahuates, 60 % para el coco rallado debido al contenido de humedad y más del 90 % en el caso de las zanahorias y las pasitas por lo cual estos alimentos no son ideales para este tipo de estudio. Los alimentos ideales no deben absorber agua, disolverse en saliva y deben tener sabor agradable (Edlund y Lamm, 1980). El alimento sintético más utilizado actualmente es la silicona por condensación (van der Bilt et al, 2004). El Optosil Comfort® (silicona por condensación) se ha convertido en el material estándar para la evaluación del desempeño masticatorio estandarizado. A diferencia de los alimentos naturales que incrementan la variabilidad y error el Optosil Comfort® no se disuelve o expande con saliva, no se rompe a través de líneas de fractura predeterminadas, no es pegajoso y sus características físicas se pueden estandarizar (Albert et al, 2003).

Es importante tener en cuenta el tamaño del alimento prueba artificial en estos estudios. El mayor tamaño del bolo incrementa la excursión mandibular. En general se acepta que un bolo pequeño es lo más indicado para estudiar la

función masticatoria (Buschang et al, 1997). Prinz (1999) sugiere que en el caso de la goma de mascar el peso ideal es de 1.9 gr. La porción optima de Optosil Comfort ® para reducir la variabilidad intraindividual en los movimientos de masticación es de 2 gr (Buschang et al, 1997).

Existen diversos métodos para poder medir el tamaño del alimento prueba masticado, sin embargo, el más aceptado es utilizando tamices. En el pasado la mayoría de los estudios sobre desempeño masticatorio han utilizado uno (Yurkstas y Emerson, 1964; Astrand, 1974), dos (Helkimo et.al, 1978; Haroldson y Carlsson 1979) o tres tamices (Edlund y Lamm 1980), pero el número más adecuado de tamices es 7 (Omar et al 1987). El tiempo posterior a la prueba experimental para el tamizado no influye sobre el resultado. Albert et al, (2003) y van der Bilt et al, (2004), afirman que no cambian las dimensiones y peso de las partículas con el tiempo, siempre y cuando no se sometan a temperaturas y condiciones extremas. En estos mismos artículos se menciona que sí puede cambiar la dureza del material, por lo tanto, las tabletas se mantienen viables para las pruebas de masticación solo 8 días después de su elaboración.

El valor de desempeño masticatorio obtenido varía dependiendo del estado del aparato estomatognático y puede variar también dependiendo de la edad, el sexo y la presencia de algunas enfermedades. Uno de los factores que determinan el desempeño masticatorio es el número de dientes presentes. El desempeño masticatorio disminuye de forma importante a medida que disminuye el número de dientes (Lambrecht, 1965; van der Bilt et al, 1993; van der Bilt et al, 2004; Felício et al, 2007; Wintergerst y Sánchez, 2010). Toro et al, (2006) encontraron en una población de jóvenes de 9 a 15 años que la edad puede ser un factor importante en el DM y que el DM fue mejor en individuos con oclusión normal, que con maloclusión clase I y clase II molar. Ellos definieron la oclusión normal como una relación molar clase I de Angle, 0 – 3 mm de apiñamiento y una sobremordida horizontal y vertical de 1 – 3 mm. English et al, 2002 encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.001$ ) entre adultos jóvenes al comparar individuos con oclusión normal (clase I molar de Angle, apiñamiento de hasta 3 mm, sobremordida horizontal y vertical de 1 – 3 mm), que en maloclusión clase I, clase II y clase III. Los grupos con maloclusión clase I, II y III mostraron un DM menor con una diferencia de 9% en clase I, 15% en clase II y 34 % en clase III con respecto al grupo de oclusión normal.

Owens et al en 2002 encontraron que hay una relación importante entre DM y las áreas de contactos oclusales; al comparar 4 grupos de individuos 1) oclusión normal, 2) clase I, 3) clase II y 4) clase III. Tienen mejor desempeño masticatorio ( $p=0.01$ ) y mayores superficies de contacto oclusal, los sujetos con oclusión normal en comparación con los grupos de maloclusiones I, II y III. El grupo que presentó menor desempeño masticatorio y menor superficie de contacto fue el de clase III ( $p=0.001$ ). Aunque hay varios estudios que evalúan el

desempeño masticatorio en diferentes grupos (niños, adultos y personas mayores) y diferentes condiciones de salud bucal (con maloclusión, falta de dientes, uso de prótesis, problemas articulares, etc), no hay valores de referencia en desempeño masticatorio como parámetro de comparación, además de que se dificulta la realización de estos estudios, puesto que se debe contar siempre con un grupo control, para comparar e interpretar los resultados obtenidos.

## **INTERVALOS DE REFERENCIA**

La definición más aceptada en la actualidad con respecto al concepto de salud es la de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1948), plasmada en el preámbulo de su Constitución y que dice: "La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Durante mucho tiempo se han buscado herramientas para poder evaluarla en la clínica, observando signos y síntomas para poder determinar el estado de salud de los individuos, sin embargo la probabilidad de error es alta pues es una medición subjetiva (Schwartz et al, 1973, Sunderman, 1975). Por tal motivo, se utilizan mediciones de laboratorio para poder establecer un diagnóstico más objetivo y acertado (Horowitz 2008).

Durante años los investigadores en salud se han preguntado si es válido utilizar el término "normal" para referirse a una persona sana y se han enfrentado a la dificultad de encontrar un método ideal para evaluar esa "normalidad" (Sunderman, 1975).

La "International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine" (IFCC) es una organización internacional que coordina la labor de establecer intervalos de referencia adecuados en relación a pruebas de laboratorio. La "Clinical Laboratory Standards Institute" (CLSI) es un instituto reconocido y que se ha unido a la IFCC para estandarizar procedimientos en laboratorios clínicos.

En 1969 con ocasión del XII Congreso de la Asociación Escandinava de Química Clínica Grasbeck y Saris propusieron la denominación de valores de referencia en sustitución de los hasta entonces llamados valores normales. En 1970 la International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) emitió recomendaciones en la teoría de los valores de referencia. A partir de esta fecha el Comité de Expertos de la IFCC ha publicado seis documentos. En estos establecen conceptos sobre los valores de referencia: un valor de referencia se define como el resultado analítico obtenido en un individuo de referencia que se caracteriza fundamentalmente por disfrutar de un estado de salud definido por el propio investigador, no un estado de salud "absoluto". Todos los individuos que cumplan las condiciones de inclusión definidas por el investigador, constituyen la posible población de referencia. Es importante también la preparación de los individuos de referencia y los métodos estadísticos para obtener valores confiables (Solberg 1987,88; Pertit-Clerc y Solberg, 1987; Solberg y Petit-Clerc, 1988;

Solberg y Stam, 1991; Solberg 1987). El uso de intervalos de referencia en mediciones de laboratorio se ha convertido en una herramienta confiable, pues se obtienen a partir de mediciones en personas normales o “*samples*” y sirven como parámetros para determinar la ausencia o presencia de enfermedad. (Wright y Royston, 1999; Alonzo et al, 2002; Horn y Pesce, 2003; Paredes 2007; Cerriotti 2007; Aytekin y Emerk 2008).

De acuerdo al documento conjunto CLSI/IFCC (IFCC&CLSI C28 – P3) un intervalo de referencia es el intervalo entre, e incluyendo, dos límites de referencia donde quedarían el 95% de los valores, que son valores derivados de la distribución de los resultados obtenidos de una muestra de la población de referencia.

La población de referencia es una entidad hipotética incluyendo un número desconocido de individuos de referencia. Un individuo de referencia es una persona seleccionada para la prueba en base a criterios bien definidos. En el caso de intervalos de referencia relacionados a la salud los criterios de selección están diseñados para excluir las condiciones patológicas más usuales que se sabe afectan los valores bajo investigación (Cerriotti and Henry 2008).

Los límites de referencia se definen por métodos estadísticos para que una fracción predefinida (generalmente 2.5%) de los valores de referencia sea mayor o igual o menor o igual a los límites respectivos superiores o inferiores (Simonson 1966; Tango 1986). Una observación importante es que seleccionando una diferente muestra de individuos de referencia de la población de referencia obviamente se obtendrían unos límites ligeramente diferentes. Es importante tomar en cuenta que estos intervalos de referencia deben ser utilizados como una guía para tomar decisiones médicas/dentales y no como un indicador absoluto de salud o enfermedad.

De acuerdo a las recomendaciones del IFCC los pasos para establecer intervalos de referencia” (Schnabl et al, 2006) son:

- 1) Selección de los individuos de referencia por el método directo que involucra la selección de individuos de una población utilizando criterios definidos. El muestreo a *priori* utiliza criterios de inclusión/exclusión bien definidos y los criterios de partición para los individuos de referencia antes de que sean recolectados los especímenes.

- 2) Definición de condiciones pre-analíticas y analíticas que pueden alterar los valores obtenidos. En este caso en particular, donde se propone estudiar el desempeño masticatorio, podría ser importante la hora de la muestra, las condiciones en que se toman las muestras, la posición del paciente a la hora de la prueba (sentado en una silla normal no dental), elaboración del alimento prueba, tamaño del bolo, peso del alimento, procesamiento de la muestra, etc. (Horio y Kawamura, 1989; Julien et al, 1996; Miyamaki et al, 2001; English et al, 2002;

Albert et al, 2003; van der Bilt et al, 2004; Toro et al, 2006; Wintergerst et al, 2008).

### 3) Evaluación estadística de los valores de referencia (figura 1).

Para esto se deben eliminar los datos atípicos o aberrantes y verificar si la distribución es normal antes de determinar el intervalo de referencia en base a los datos obtenidos. Es importante eliminar los datos atípicos o aberrantes puesto que si no se detectan y se utilizan en el cálculo del rango normal el rango será más amplio lo que debilitaría la sensibilidad de tal rango como un predictor aunque otros autores comentan que se pueden incluir y no deben eliminarse datos que si pertenecen a la población normal.

En el caso de que la distribución de los valores de la población de referencia tuviera una distribución normal, entonces la forma de calcular el intervalo puede seguir técnicas paramétricas que requieren menor número de sujetos para ello. En nuestro caso al revisar los parámetros de asimetría y curtosis de los datos de desempeño masticatorio de otros estudios que utilizaron la misma metodología la variable TMP en niños con oclusión “normal” y con mordida profunda (Teodosio et al 2009) así como en adultos con diferente número de dientes posteriores perdidos (Wintergerst y Sánchez, 2010) podríamos suponer con bases que la variable TMP tendría una distribución normal. El número de sujetos que se requieren por partición (grupo) en el caso de una distribución gaussiana es de 100. La metodología expuesta ha sido utilizada para establecer intervalos de referencia en campos diversos como el de: valores normales de ECG en niños (Duhamel et al, 1994), mediciones de laboratorio clínico (Wright, 1999), craneocorpografía (Vaamonde – Lago et al, 2002), neurofisiología pediátrica, (Bridges y Holler, 2007), biomarcadores sobre daño cardiaco, (Wu and Christenson, 2007) parámetros cardiovasculares en niños (Cattermole et al, 2010), función tiroidea (García et al, 2010), entre muchos otros.

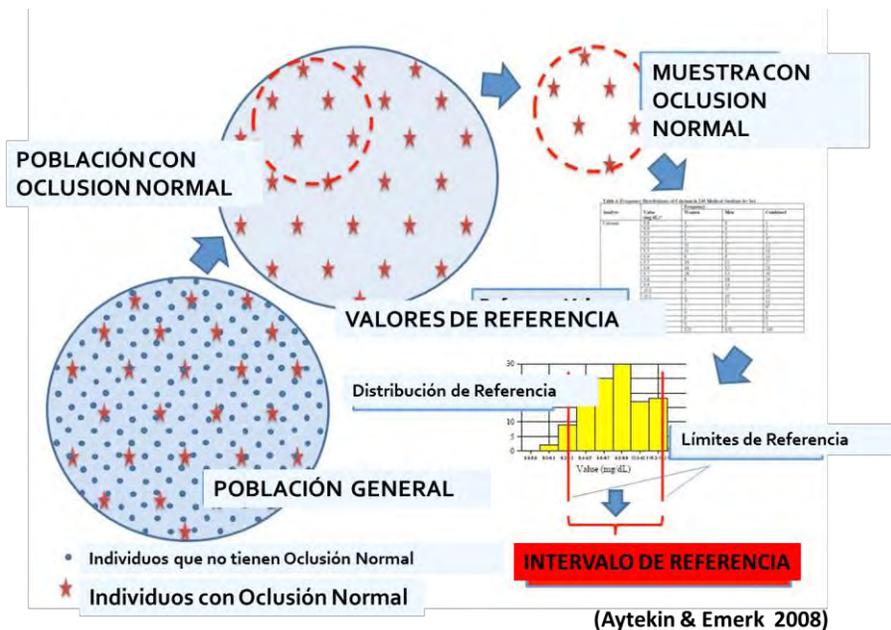


Figura 1. Metodología para la obtención de Intervalo de referencia. IFCC, (Tomado de Aytekin y Emerk, 2008)

### OCCLUSIÓN “NORMAL”

El desarrollo de la oclusión es un proceso continuo (Thilander, 2009) que implica una adaptación biológica en la que participan estructuras óseas como maxilar y mandíbula, estructuras musculares, el complejo articular temporomandibular y los dientes. Lo esperado es que haya armonía entre todas estas estructuras, sin embargo es usual que no exista dicha armonía.

El establecimiento del término oclusión normal fue empleado desde 1899 por E. Angle. El menciona este término en base a la posición de la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente que se ubica justo en el surco mesial del primer molar inferior permanente y proponía esta relación como ideal porque consideraba que la armonía facial debía corresponder con esta relación molar y una correcta alineación dental. Andrews, en 1972 complementa este concepto evaluando la oclusión de 120 pacientes con clase I molar de Angle y correcta alineación dental, e identificó la presencia de 6 características en común a las que él llamó las seis llaves de la oclusión normal.

1	Relación intermaxilar Clase I de Angle
2	Angulación de las coronas de los dientes (mesiodistal) tomando en cuenta el plano oclusal y el eje longitudinal de cada diente.
3	Inclinación de las coronas (vestíbulo - palatina) (ángulo formado entre la línea perpendicular al plano oclusal que pasa por el punto central

	de la corona de los dientes y la tangente que pasa por el eje facial de la corona clínica).
4	Ausencia de rotaciones en las coronas de los dientes.
5	Contactos interproximales bien establecidos y sin espacios entre los dientes
6	Nivelación de la —Cura de Spee”

Estos parámetros se evalúan en forma estática, requiriéndose modelos de estudio para poder evaluar las 6 llaves, y no se evalúan en función. (Las llaves de la oclusión de Andrews se encuentran descritas a detalle en el anexo I). En 1976, Roth retoma conceptos gnatológicos previamente establecidos e incorpora requisitos funcionales sin dejar de lado las 6 llaves de la oclusión normal de Andrews. Los requisitos funcionales adicionales son: 1) una buena intercuspidad en relación céntrica, 2) los molares deben tener buen contacto oclusal y desoclusión de los dientes anteriores también en relación céntrica y lateralidad, 3) el contacto de la cúspide del canino debe llevar a una desoclusión de los dientes posteriores. Sin embargo, existe controversia en la idoneidad de estos requisitos funcionales ya que mientras que Roth afirma que es necesario determinar el diagnóstico y final del tratamiento en relación céntrica otros autores (Sullivan et al, 1992 y Mavreas et al, 2008) consideran que no es necesario pues la estabilidad de los tratamientos no depende de esta posición.

Debido a dicha controversia los requisitos aceptados para una oclusión normal y que son utilizados en todo el mundo como parámetros de —normalidad” son las llaves de Oclusión de Andrews y que a la vez se consideran como objetivos del tratamiento de ortodoncia (Reytral et al, 1997; Oltamari et al, 2007 y Fukui et al, 2002).

Cabe mencionar que organizaciones como la —American Board of Orthodontics” como parte de su proceso de certificación describen ampliamente los requisitos de tratamientos bien realizados evaluando 8 puntos 1) alineamiento dental, 2) crestas marginales, 3) inclinación bucolingual, 4) contactos oclusales, 5) relación oclusal, 6) overjet, 7) contactos interproximales y 8) angulación radicular. Estos parámetros son medidos con una regla validada por un comité, después de múltiples estudios. Es importante mencionar que en dichas características evaluadas se consideran las llaves de la oclusión de Andrews (American Board of Orthodontics, 2010). En la —European Board of Orthodontists” los parámetros a revisar en los pacientes son exclusivamente las seis llaves de la oclusión como objetivos comunes e independientes de la filosofía de tratamiento utilizada (Duterloo y Planche et al, 2005).

La oclusión normal definida por las llaves de la oclusión ayuda a determinar aquellos sujetos que tienen alguna maloclusión. Se han realizado estudios en

varios países y se ha encontrado que la oclusión normal en la población definida por las seis llaves de la oclusión apenas es del 3.5 % (Farahani et al, 2004; Sidlauskas y Lopatiene 2009; Mtaya et al, 2009; Celikoglu et al, 2009). En Latinoamérica y México solo se han hecho estudios epidemiológicos sobre prevalencia de maloclusiones pero no reportan prevalencia de oclusión normal. Un estudio reportó que el 52.8 % de la población en México tenía una relación molar clase I pero no analizaron las otras llaves de Andrews (Talley et al, 2007). Otro estudio realizado en una población del Estado de México reporta 3.6 % de oclusión normal utilizando la clasificación de Dewey Andersen y tampoco se evaluaron todas las llaves de la Oclusión de Andrews (Murrieta et al, 2007).

Los estudios antes mencionados indican que a lo mucho un 5% de la población cumpliría con estas 6 llaves de la oclusión "normal". No sería adecuado por lo tanto realizarse un estudio para establecer valores que solo tendría un porcentaje tan bajo de la población.

Existen en la literatura diferentes índices que se han desarrollado para determinar la severidad de las maloclusiones y la necesidad de tratamiento ortodóncico (Summer 1971; Brook y Shaw et al, 1989; Parker et al, 1999; Cons et al, 1986, 1989, Järvinen et al 2001), sobre todo debido a que los seguros dentales en países europeos como Inglaterra, Alemania, Suiza y Finlandia necesitan una justificación para cubrir los tratamientos de ortodoncia en base a qué tan necesarios son.

Entre estos índices se encuentran:

El Índice PAR (Peer Assesment Rating) (Richmond et al, 1992) utilizado en Inglaterra. Es una forma rápida, sencilla y robusta de evaluar los resultados del tratamiento ortodóncico. Se evalúan algunas características como sobremordida horizontal y vertical, líneas medias, así como el apiñamiento de segmentos anteriores y posteriores en modelos dentales. Para poderlo utilizar se necesita llevar a cabo un extenso proceso de calibración. Con respecto a la interpretación de los resultados, una puntuación de más del 70% representa un buen resultado del tratamiento, menos del 50% muestra un pobre resultado de tratamiento y menos del 30% significa maloclusión. Se ha encontrado que puede ser muy útil cuando se evalúan grupos de pacientes, pero que no es tan específico cuando se evalúan pacientes de forma individual, además de que maneja rangos muy amplios de mediciones sobre los modelos dentales y no establece diferencias entre las clases I, II y III de Angle por lo tanto no permite definir adecuadamente la oclusión normal.

El Índice Oclusal (OI) ( Summer, 1971) , evalúa 9 características oclusales: relación molar (normal, distal y mesial), la sobremordida (expresada en tercios), el resalte incisivo (clasificado como positivo, cero o negativo), la mordida cruzada posterior (considerada como "relación cúspide a cúspide", "mayor de cúspide a

cúspide” o —cúspide completa”), la mordida abierta posterior (si está o no presente y si es uni o bilateral), desplazamientos y rotaciones dentarias, desviaciones de línea media mayores a 3 mm, diastema interincisivo e incisivos congénitamente ausentes. Este índice está diseñado para establecer la necesidad o no necesidad de tratamiento ortodóncico. Tiene la ventaja de poder ser empleado, bien sobre modelos de estudio, o bien directamente sobre el paciente. Puede utilizarse tanto en dentición mixta, como en dentición permanente. Sin embargo, su manejo es realmente complejo y requiere de bastante tiempo de aplicación, comparado con otros índices oclusales. Fue ampliamente utilizado en los años 80 pero ha entrado en desuso debido a que su diseño en algunas ocasiones no le permitía identificar alteraciones graves que dan lugar a maloclusiones evidentes, (So et al, 1993).

El Dental Aesthetic Index (DAI) (Cons et al, 1986) es un índice sobre estética básicamente que hace una evaluación directa sobre el paciente. Ha sido utilizado por la OMS en estudios epidemiológicos y en estudios para evaluar el impacto de las maloclusiones en la sociedad. El uso del índice de estética dental (DAI) establece una lista de rasgos o condiciones oclusales en categorías, ordenadas en una escala de grados que permite observar la severidad de las maloclusiones, lo que hace esta condición reproducible y nos orienta en función de las necesidades con respecto al tratamiento ortodóncico de la población. Tiene dos componentes: un estético y un dental, uniéndolos matemáticamente para producir una calificación única que combina los aspectos físicos y estéticos de la oclusión, pero utiliza una escala cualitativa que no permite una medición objetiva de las maloclusiones y tiene limitaciones para clasificar como anormal: discrepancias en las líneas medias, mordida profunda, mordida cruzada posterior y mordida abierta posterior (Poonacha et al, 2010).

El Handicapped Labio – Lingual Deviation Index with California Modifications (HLD CalMod) (Parker et al, 1999) valora la severidad de la maloclusión considerando el grado de resalte maxilar o protrusión mandibular, sobremordida o mordida abierta, desplazamientos dentarios labiolinguales y presencia de fisuras labiopalatinas y alteraciones traumáticas severas. Es un índice sobre maloclusiones que maneja una amplia escala de mediciones sobre modelos dentales, pero determina la necesidad de tratamiento ortodóncico en base a una sumatoria de varias características; no permite establecer con exactitud a una oclusión normal.

El Index of Orthodontic Treatment Need (Brook y Shaw 1989) es un índice desarrollado para determinar la necesidad de tratamiento ortodóncico que ha sido validado por varios investigadores (Burden y Holmes, 1994; Saw, 1995; Richmond et al, 1996) y ha sido empleado en varios estudios en diferentes poblaciones (Wang et al, 1999; Chew et al, 2002; Hassan, 2006). Se divide en 2 componentes:

el Aesthetic Component (AC) y el Dental Health Component (DHC). Este último se divide en 5 grados de acuerdo a la necesidad de tratamiento de ortodoncia (I. Ninguna: se refiere casi a la perfección, II. Ligera: irregularidades menores, III. Moderada: grandes irregularidades que no necesitan tratamiento por cuestiones de salud, IV. Grave: características más severas que necesitan tratamiento por razones de salud y V. Muy grave: problemas severos de salud dental). El grado I acepta como uno de sus parámetros un overjet de hasta 3.4 mm, un apiñamiento menor a 1 mm, una sobremordida vertical de hasta 3.4 mm y una desviación de la clase molar de Angle de menos de una unidad (2 mm). Estas características, por lo tanto, pueden aceptarse como límites de una oclusión normal. No obstante el rango de apiñamiento que maneja es muy riguroso y esto reduciría significativamente la población de estudio, por lo que podría utilizarse el rango de apiñamiento permitido que maneja el grado II (hasta 2 mm). Figura 2.

## DENTAL HEALTH COMPONENT DHC

	IOTN Score Need for treatment	5 Very Great	4 Great	3 Moderate	2 Little	1 None
a	overjet	>9mm	6-9mm	3.5-6mm incompetent	3.5-6mm competent	
b	reverse overjet		>3.5mm	1-3.5mm	<1mm	
c	crossbite		>2mm	1-2mm	<1mm	
d	tooth displacement		>4mm	2-4mm	1-2mm	<1mm
e	openbite		>4mm	2-4mm	1-2mm	
f	overbite		increased, complete & trauma	increased, complete & trauma	<2.5mm incomplete, no trauma	
g	pre- or post- normal occlusion				½ unit discrepancy	
h	hypodontia	>1 tooth per quadrant	less severe			
i	impeded eruption	crowding, displacement, pathology				
l	posterior, lingual crossbite		no functional occlusion			
m	reverse overjet *	>3.5mm	1-3.5mm			
p	cleft lip and palate	Defects				
s	deciduous teeth	Submerged				
t	partially erupted		impacted			

Figura 2. Dental Health Component (IOTN)

Los criterios de: relación molar y canina clase I de Angle, sobre mordida horizontal de 1-3 mm y vertical de 1-3 mm, sin mordida cruzada posterior y hasta 2 mm de apiñamiento son parámetros que coinciden con los empleados en varios estudios donde participan sujetos con oclusión “normal” (Julien et al 1996; Owens et al, 2002; Toro et al, 2006; Talley et al, 2007; Murrieta et al, 2007; Celikoglu et al, 2009; Thilander, 2009) Además dichos parámetros tienen la ventaja de poder ser constatados en un examen clínico rápido (sin necesidad de modelos de estudio).

Es importante excluir a personas con problemas de la articulación temporomandibular debido a que estos pacientes regularmente presentan síntomas que les impide masticar el alimento prueba artificial (silicona por condensación) por ser duro, además de que hay reportes en la literatura de que tienen alterada su función masticatoria (Duarte et al, 2006; Ikebe et al, 2008; Pereira, 2009). Deben excluirse también a sujetos con tratamiento de ortodoncia, ortopedia o cirugía ortognática previa ya que estos tratamientos modifican la posición dental y/o esquelética y de esta forma cambia la actividad muscular. Por lo tanto esta situación influye en el desempeño masticatorio. La ausencia de dientes también altera la función masticatoria debido a que disminuye el número de contactos oclusales (Lambrecht, 1965; Felicio et al, 2007; Wintergerst y Sánchez, 2010).

## **EDAD**

La oclusión está en continuo desarrollo pero de alguna manera alcanza su máxima estabilidad entre los 18 y los 25 años de edad, cuando la dentición permanente se ha completado y además las estructuras óseas y musculares han alcanzado su maduración total (Thilander, 2009). A partir de esta edad son más frecuentes alteraciones que van desde la restauración hasta la pérdida de dientes ya sea por caries o enfermedad periodontal cambiando de manera significativa la función masticatoria. Por tal motivo la población en este grupo de edad (18 – 25) podría considerarse como “ideal” para un estudio donde se propone establecer parámetros de referencia de “normalidad”.

## **DIFERENCIAS DE DESEMPEÑO MASTICATORIO ENTRE HOMBRES Y MUJERES**

En relación al sexo se ha publicado que el desempeño masticatorio es mayor en el sexo masculino que en el femenino. Julien et al, 1996 evaluaron el desempeño masticatorio en una población de 20 a 35 años con oclusión normal definida por relación molar clase I de Angle, apiñamiento de 0 – 4 mm, overbite de 1- 5 mm, overjet e 1 – 4 mm, sin tratamiento activo de por lo menos 3 años antes y sin restauraciones extensas. Ellos encontraron diferencias significativas ( $p=0.01$ ) en el TMP en las mujeres de 3.1 mm y en los hombres 2.2 mm. Otros estudios en los que se ha evaluado la función masticatoria también han encontrado diferencias entre hombres y mujeres (Toro et al, 2006; Tamut et al, 2010; Okada et al, 2010). Debido a esto, los valores obtenidos en uno de ellos no se podrían aplicar al otro grupo, por lo tanto se deben establecer intervalos de referencia en cuanto a desempeño masticatorio para cada uno de los sexos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Al ser la masticación la principal función del sistema estomatognático, todas las áreas de la odontología están dirigidas de alguna manera a mantener o restaurar la función masticatoria. Los tratamientos en odontología cuentan con ciertos parámetros para determinar si fueron exitosos o no, pero no existen en relación a DM y se trabaja con muchos supuestos. En ortodoncia, por ejemplo, cuando se finaliza un tratamiento se verifica que el paciente cumpla con las llaves de la oclusión y con parámetros de estética así como un balance oclusal buscando que se establezcan los contactos oclusales adecuados, pero no se valora su efecto sobre la masticación. Sería ideal hacerlo asegurándose que el tratamiento fue exitoso desde el punto de vista tanto estético como funcional.

La evaluación del desempeño masticatorio a través de las pruebas con Optosil® (silicona por condensación) para determinar un TMP son aceptadas en el ámbito científico, su uso como prueba complementaria en el estudio de diversas patologías del aparato estomatognático y de su rehabilitación está limitado puesto que no hay trabajos que expongan intervalos de referencia de esta prueba. No se han establecido valores de referencia para DM de adultos jóvenes que presenten condiciones ideales y que puedan servir como referencia en la evaluación del desempeño masticatorio en pacientes que presenten alteraciones en el sistema estomatognático.

En el área de la salud es importante tener parámetros de referencia para poder emitir un diagnóstico, determinar un pronóstico y asignar tratamientos o hacer ajustes en ellos, así como diseñar protocolos de prevención; para estas situaciones son importantes los intervalos de referencia y cabe decir que para evaluar la masticación no se cuenta con ellos.

## **JUSTIFICACIÓN**

La información obtenida por este estudio contribuirá a un mejor entendimiento de la función masticatoria en sujetos con dentición completa y sin maloclusión. El estudio ayudará además a entender mejor las diferencias en función masticatoria en relación a sexo lo cual no ha sido estudiado suficientemente en la literatura y además podrá ser utilizada posteriormente por aquellos interesados en la función del aparato estomatognático y su eficiencia.

La determinación de "intervalos de referencia" de desempeño masticatorio será aprovechable en estudios de muchas áreas de odontología ya que a pesar de que hay diferentes formas para evaluar la función masticatoria la determinación de ésta midiendo el grado de fractura de un alimento prueba artificial en específico el Optosil Comfort® en tabletas de 5 mm de grosor y 20 mm de diámetro ha sido el método más utilizado por varios investigadores. Dicho de otra forma podrá compararse el desempeño masticatorio en sujetos con diferentes tipos de maloclusiones, con falta de dientes, etc. sin tener que incluir un grupo control

siempre y cuando se utilice el mismo método y podrá tenerse un parámetro que de alguna manera sería el “ideal” hacia donde tratar de llegar cuando se realizan tratamientos de ortodoncia, prótesis o implantología entre otros. Estos valores también nos ayudarán a saber, si por ejemplo cuando se coloca alguna prótesis o se realiza algún procedimiento quirúrgico, se acerca o se aleja de los valores “normales”.

En este estudio construimos un criterio de normalidad en nuestra población de referencia para desempeño masticatorio (DM) utilizando un método validado y factible de ser utilizado en un ambiente de investigación y realizando su estimación mediante un modelo estadístico ampliamente aceptado. Estas medidas de referencia en el futuro también podrían ser útiles para comparar valores para poder tomar decisiones clínicas más acertadas. También puede servir para que otros investigadores obtengan los datos para realizar un cálculo del tamaño de muestra.

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer un “intervalo de referencia” para DM en adultos jóvenes del sexo masculino y otra para el sexo femenino, con una oclusión “normal” utilizando un material de prueba sintético (tabletas de Optosil Comfort®) y comparar el DM entre hombres y mujeres.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ◆ Determinar el DM a través de TMP, ADP, duración del ciclo masticatorio y duración de la secuencia; tanto a los 20 ciclos masticatorios como al UD en adultos jóvenes. (Sexo masculino y femenino).
- ◆ Determinar el número de ciclos masticatorios necesarios para el UD en adultos jóvenes.
- ◆ Comparar el DM (a través del TMP y ADP/ 20 ciclos - Umbral) entre hombres y mujeres.
- ◆ Comparar la duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos y al UD entre hombres y mujeres.
- ◆ Comparar el número de ciclos necesarios para llegar al UD entre hombres y mujeres.
- ◆ Comparar la secuencia a los 20 ciclos y al UD entre hombres y mujeres.

## **METODOLOGÍA**

### **TIPO DE ESTUDIO**

Estudio transversal (para obtener intervalos de referencia).

### **POBLACION DE ESTUDIO**

Adultos jóvenes de ambos sexos con una edad de 18 a 25 años, mexicanos, con padres nacidos en México.

### **MUESTREO**

No probabilístico por conveniencia.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- ✦ Individuos con ambos padres mexicanos (debido a que el intervalo de referencia en masticación que queremos establecer, debe ser válido para la población mexicana).
- ✦ Sujetos de ambos sexos de entre 18 y 25 años de edad (ya que en esta edad ya se ha obtenido la maduración de todas las estructuras anatómicas del sistema estomatognático y es después de esta edad que se presentan alteraciones importantes que modifican la función masticatoria, como caries extensas y restauraciones extensas, enfermedad periodontal y problemas de la articulación temporomandibular).
- ✦ Con todos los dientes permanentes pudiendo estar presentes o ausentes los terceros molares (debido a que sabemos que el número de dientes presentes en la boca es un factor determinante para el DM).
- ✦ Oclusión "normal" definida por: relación molar y canina clase I de Angle, menos de 2 mm de apiñamiento, sobre mordida horizontal de 1-3 mm y vertical de 1-3 mm de los incisivos inferiores, sin mordida cruzada posterior. (estas características las definimos de acuerdo a los valores establecidos por muchos investigadores sobre oclusión normal y además porque sabemos que las maloclusiones afectan el desempeño masticatorio) figura 3.



Figura 3. Oclusión normal.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- ◆ Signos y síntomas de disfunción de articulación temporomandibular (ATM) referido al interrogatorio (ya que hay reportes de que individuos con disfunción de ATM tienen un menor desempeño masticatorio).
- ◆ Problemas periodontales severos evidentes a la inspección (debido a que pueden presentar movilidad y dolor al masticar alimentos duros).
- ◆ Tratamiento previo de ortodoncia, ortopedia o cirugía maxilofacial u ortognática (ya que se modifican condiciones anatómicas que determinan el desempeño masticatorio).
- ◆ Lesiones cariosas o dientes con restauraciones extensas que abarquen más de 2/3 de la cara oclusal (ya que la dureza de las tabletas podría causar alguna fractura de los órganos dentales con caries extensas y en el caso de las restauraciones amplias, se ha modificado las superficies de contacto oclusal, factor importante que determina el desempeño masticatorio).
- ◆ Sujetos con un biotipo dolicofacial o braquifacial evidente a la inspección clínica.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- ◆ Sujetos que decidieran no continuar en el estudio. Consideramos en este punto a aquellos que sintieran un sabor desagradable de las tabletas, que percibieran una dureza exagerada, que se cansaran y decidieran ya no continuar con las pruebas de masticación.
- ◆ Sujetos con una pérdida de material superior al 15 % después de ser tamizadas las muestras de masticación.

## TAMAÑO DE MUESTRA

La muestra consistió en 100 mujeres y 100 hombres con oclusión —normal—. Este número es el establecido por IFCC que determina que se requieren 100 sujetos para cada grupo de partición en datos con distribución —normal—, en base a que probabilidad de inclusión del percentil 97.5 caiga entre el verdadero percentil 95 y 99 en el 90 % de las ocasiones (Koduah et al, 2004). Estudios previos sobre desempeño masticatorio reportan distribución normal de datos sobre TMP en pruebas a los 20 ciclos masticatorios, pero no se ha estudiado el DM al umbral de la deglución.

Por otro lado Jennen-Steinmetz y Wellek (2005) ambos miembros del panel de expertos de la IFCC establecen una fórmula para una estimación del tamaño de muestra, para establecer intervalos de referencia y se presenta una tabla con los valores, asumiendo que  $\alpha$  es el valor de  $\alpha$  (0.05) para establecer un intervalo de confianza del 95 % y asumiendo que el límite que nos interesa identificar es el límite superior a partir de cual se encontraran valores que nos indiquen un TMP asociado a un desempeño masticatorio deficiente indicativo de una alteración en el sistema estomatognático y  $\delta$  el valor de tolerancia o error de muestreo.

$$n = (1 + 0.5z_{1-q}^2) (\Phi(z_{1-q})z_{(\beta+1)/2} / \delta)^2$$

q*	$\delta$	n aproximada
0.05	0.03	75

Justificación de Jennen-Steinmetz y Wellek (2005) para un tamaño de muestra de 75 individuos.

Cabe mencionar también que Bridges y Holler en 2007 hicieron un estudio para establecer un intervalo de referencia en neurofisiología pediátrica en 500 individuos. Ellos encontraron que con un tamaño de muestra menor a 75 sujetos, se presentaba una variación importante en cuanto a la distribución de los datos, pero a partir de los 75 el comportamiento de éstos era casi uniforme, por lo tanto ellos recomiendan un tamaño de muestra de 75 como óptimo para establecer intervalos de referencia, asumiendo también que los individuos participantes deben ser —saos— (en nuestro caso con —oclusión normal—) y debido a la dificultad para identificarlos. Por lo tanto, ellos consideran que un tamaño de muestra mayor implicaría un mayor consumo de recursos tanto económicos como humanos, así como de la infraestructura necesaria para llevar a cabo las pruebas, por lo que mencionan que no es necesario un tamaño de muestra tan grande para establecer intervalos de referencia (Hansen et al 2007).

Además se consultó a estadísticos expertos y recomendaron utilizar una fórmula para establecer un tamaño de muestra para estimar la media de una proporción; dicha fórmula es ampliamente utilizada y se encuentra en el Manual para el Diseño de Investigaciones Operacionales en Planificación Familiar de Andrew Fisher, John Laing y John Stoeckel.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 (S)^2}{d^2}$$

n= Número de muestra

Z = 1.96

S= Varianza  $(0.63)^2 = 0.3969$

$d^2$ =Precisión =  $(0.13)^2=0.0225$

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.3969)}{(0.0169)} = \frac{3.8416 (0.3969)}{(0.0169)} = \frac{1.5247}{(0.0169)}$$

n= 90.92 = **91**

Después de revisar estos documentos y fórmulas para calcular el tamaño de muestra, para obtener un intervalo de referencia, se llegó al consenso de que los 100 sujetos evaluados (100 hombres y 100 mujeres) por grupo de partición eran suficientes para cumplir con nuestros objetivos.

### ASPECTOS ÉTICOS

El protocolo fue revisado y avalado por el COMITÉ DE ÉTICA de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM y cumple con los lineamientos establecidos en la Convención de Helsinki y la Ley General de Salud en lo que se refiere a Investigación en Seres Humanos, además se le solicitó a los sujetos su consentimiento válidamente informado (anexo II).

### VARIABLES A CONSIDERAR PARA CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION
Apiñamiento	Malposición dental en la región anterior superior o inferior, traslape de los puntos de contacto de los dientes.	Medición del traslape de los puntos de contacto en los dientes, en la región anterior superior o inferior con una regla milimetrada.	Cuantitativa continua mm

Sobremordida Vertical (overbite)	Relación entre los bordes incisales superiores e inferiores en sentido vertical	Medición de la distancia entre los bordes incisales de los dientes superiores e inferiores en sentido vertical con una regla milimetrada.	Cuantitativa continua mm
Sobremordida Horizontal (overjet)	Relación entre los bordes incisales superiores e inferiores en sentido sagital.	Medición de la distancia entre los bordes incisales superiores e inferiores en sentido sagital con regla milimetrada.	Cuantitativa continua mm
Lateralidad	En movimiento de lateralidad, el contacto entre los dientes mandibulares y maxilares.	Partiendo de oclusión céntrica, movimiento de lateralidad, puede contactar solo canino superior e inferior o en canino y uno o más dientes posteriores.	Nominal Dicotómica Guía canina o Función de grupo.

#### VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLE INDEPENDIENTE (de partición)	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION
Sexo	De acuerdo a las características biológicas que presenta el sujeto.	Sexo del sujeto de estudio de acuerdo a lo observado por el investigador.	Nominal dicotómica.  Masculino Femenino

VARIABLES DEPENDIENTES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION
Desempeño masticatorio (DM)	Tamaño medio de las partículas (TMP) y Amplitud de distribución de partículas (ADP) de Optosil ®	Apertura del tamiz teórico a través del cual pasa el 50 % del peso del material masticado determinado por la ecuación de Rosin-Ramler.	Continua  Mm

Número de ciclos al umbral de la deglución.	Número de ciclos requeridos por el sujeto para preparar el material para ser deglutido	Número de los ciclos masticatorios contados por el investigador, que el sujeto requiere desde que introduce el material a la boca hasta el momento en que indica que está listo para deglutir.	Cuantitativa discreta.  Número
Duración total de la secuencia	Tiempo requerido por el sujeto para preparar el material hasta el momento de la deglución o después de 20 ciclos	Promedio (de las 5 secuencias) del tiempo requerido por el sujeto para la prueba efectuada (medido con cronómetro deportivo)	Continua  Milisegundos
Duración de cada ciclo	Tiempo en el que se realiza un ciclo masticatorio entendiendo al ciclo desde la posición de máximo cierre (contacto dentario) hasta la siguiente posición de máximo cierre.	Duración de cada ciclo masticatorio calculado como la duración total de las 5 secuencias cronometradas (excluyendo periodos de descanso) dividido entre la suma de los ciclos masticatorios contados durante las 5 secuencias.	Continua  Milisegundos

### **PREPARACION DE TABLETAS DE OPTOSIL.**

El alimento artificial para la evaluación del desempeño masticatorio se elaboró de acuerdo a un protocolo estandarizado (Albert et al, 2003). El Optosil Comfort® se elaboró en el cuarto de temperatura controlada (21 - 23 °C) del laboratorio de materiales dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de acuerdo a las instrucciones del fabricante, mezclando

perfectamente una porción de la masilla con 30 mm de activador medido en un loseta de vidrio, durante 60 segundos hasta obtener la consistencia adecuada (Figura 4 y 5).

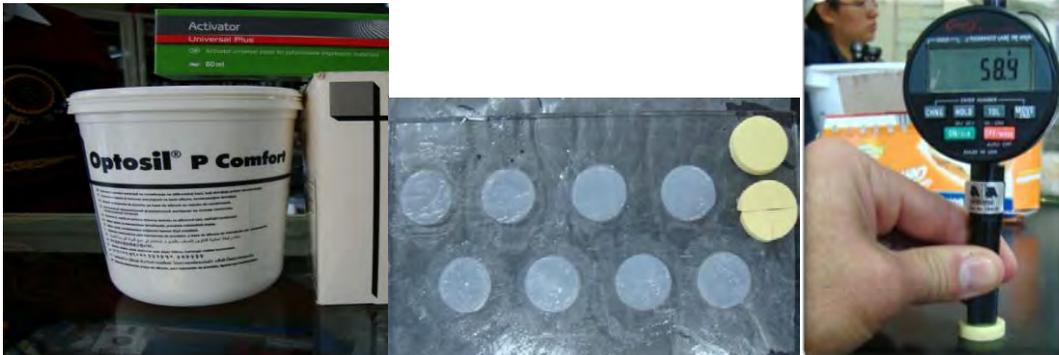


Figura 4. Optosil Comfort® Figura 5. Molde de acrílico Figura 6. Durometro

Para obtener las tabletas de 5 mm de grosor y 20 mm de diámetro se colocó el Optosil en el molde de acrílico correspondiente, después se cubrió con papel encerado para presionar el Optosil y eliminar los excedentes del material. Las tabletas permanecieron en el molde de acrílico por lo menos 5 horas y después fueron sacadas para determinar su dureza. Cabe mencionar que se llevó a cabo la calibración de este procedimiento para verificar que el protocolo se aplicara de acuerdo a lo establecido.

### **SELECCIÓN DE TABLETAS ADECUADAS.**

Con guantes de nitrilo para evitar contaminación se eliminó el excedente de material de las tabletas con unas tijeras para oro. La dureza de cada tableta se midió después de un tiempo de endurecimiento de cuando menos cinco horas. Se midió la dureza en 5 puntos distribuidos de manera uniforme en la superficie de la tableta con un durómetro digital tipo A modelo 211 PTC Instruments (USA). Se sumaron los cinco valores (unidades Shore) y se sacó un promedio de ellos. Se tomó como dureza óptima valores de 62 a 65 unidades Shore (figura 6).

### **PREPARACION DE LAS BOLSAS DE TABLETAS.**

Las tabletas con la dureza adecuada fueron cortadas en cuartos con una navaja, tomando como referencia una guía sobre el molde de acrílico, para que los cuartos fueran del mismo tamaño (figura 6). Para cada prueba (umbral y 20 ciclos) se empacaron en bolsas ziploc cinco porciones de 3 cuartos de tableta (15 cuartos en total) tomando en cuenta que para cada individuo se utilizaron 2 bolsas. Después se pesaron en una balanza analítica Adventurer Ohaus (China) AR 2140. Cada bolsa se rotuló con un plumón indeleble anotando el valor de dureza en gramos fuerza (el promedio de la dureza de las cuatro tabletas), el peso en

gramos de los 15 cuartos y la fecha de elaboración de las tabletas, debido a que se mantienen viables para las pruebas de masticación únicamente 8 días después (figura 8). También debemos tomar en cuenta que después de esta fecha cambia la dureza de las tabletas, pero no sus dimensiones ni su peso (Albert et al, 2003). Este paso se llevó a cabo, con una calibración previa de la balanza (figura 9).



Figura 7. Tabletillas cortadas en cuartos.

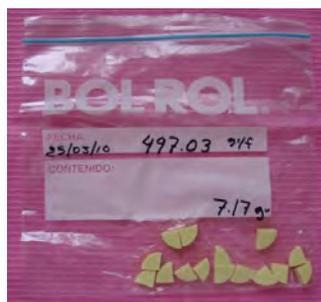


Figura 8. Bolsa preparada



Figura 9. Balanza analítica Adventurer.

### **INSTRUCCIONES A LOS SUJETOS DE ESTUDIO.**

Las pruebas se realizaron utilizando guantes para evitar contaminar las tabletas con la grasa de las manos y el individuo sentado de frente, en una posición cómoda (lo más parecido a la habitual al comer), figura 10. Al inicio de cada prueba el sujeto recibió tres cuartos de tableta para masticar y familiarizarse con la dureza, sabor y textura del material (Optosil Comfort®). El material de esta prueba de familiarización fue desechado.

Para evaluar el TMP y ADP tanto al UD como a los 20 ciclos, se realizaron las siguientes pruebas.

#### **PRUEBA AL UMBRAL.**

Después de masticar las tabletas de familiarización, el sujeto recibió 3 cuartos de tableta con la instrucción de que haríamos un conteo 1, 2,3. En este momento se inició la masticación y también se comenzó el conteo del cronómetro y de forma visual se contaron los ciclos masticatorios. El sujeto recibió la instrucción de indicar (levantando la mano) el momento cuando el bolo alimenticio estuviera listo para ser deglutido; en ese momento se detuvo el cronómetro. Al finalizar se le pidió que escupiera la muestra en un filtro colocado en un recipiente metálico y se enjuagó con agua hasta que todas las partículas fueron eliminadas de la cavidad bucal. El producto de estos enjuagues también fue recolectado y se revisó que no quedaran partículas en la boca. Esta prueba se repitió 5 veces y se registraron los datos (número de ciclos masticatorios y el tiempo en milisegundos) en la hoja correspondiente (anexo IV). Se dejó un descanso entre las pruebas si el sujeto así lo solicitaba.

## PRUEBA DE 20 CICLOS

Esta prueba se llevó a cabo después de la prueba del umbral de la masticación. Se le indicó al sujeto que la prueba siguiente sería un poco diferente, pues esta vez le indicaríamos el momento en que detuviera la masticación (esto fue después de que transcurrieron 20 ciclos masticatorios). Se repitió las pruebas 5 veces indicándole que se enjuagara entre cada prueba para eliminar todas las partículas de la boca y los enjuagues se colocaron en un filtro de papel sobre un recipiente metálico revisando en cada repetición que no quedaran partículas en la boca. En este caso solo se registró el tiempo transcurrido entre los 20 ciclos en el formato establecido (anexo IV).

El investigador contó los ciclos y cronometró la duración de la secuencia al umbral de la masticación y a 20 ciclos. La duración de cada ciclo fue calculado como la duración total de las cinco pruebas (excluyendo periodos de descanso) por el número de ciclos (figura 9).



Figura 10. Sujeto de estudio durante las pruebas de masticación.

## TAMIZADO DE LAS MUESTRAS

Las muestras se dejaron secar a temperatura ambiente sobre el filtro de papel en un ambiente cerrado. Una vez secas fueron colocadas una a la vez (umbral y 20 ciclos de cada individuo) en una columna de 7 tamices con aperturas de 5.6, 4.0, 2.8, 2.0, 0.85, 0.425 y 0.25 mm (US. Standard Sieve A.S.T.M.E-11 Especifications Dual MFG. CO USA), sobre un vibrador dental Buffalo® MFG. CO Syosset. Nueva York 11791 durante 2 minutos para separar las partículas por tamaño. Debido a que este estudio propone un intervalo de referencia en desempeño masticatorio, todos los procedimientos deben estar estandarizados. En el caso del vibrador se determinó la frecuencia de oscilaciones y se encontró que cada minuto se realizan 3650 con movimientos horizontal y vertical; estas fueron determinadas con un osciloscopio de la marca STROBOTAC® 1531 – AB General Radio Company, Concord Massachusetts USA con un rango de frecuencia de 670 – 4170 RPM. Después el contenido de cada tamiz fue pesado en una

balanza analítica Adventurer Ohaus AR 2140. Estos datos fueron registrados en el formato correspondiente (anexo IV)(figura 11)

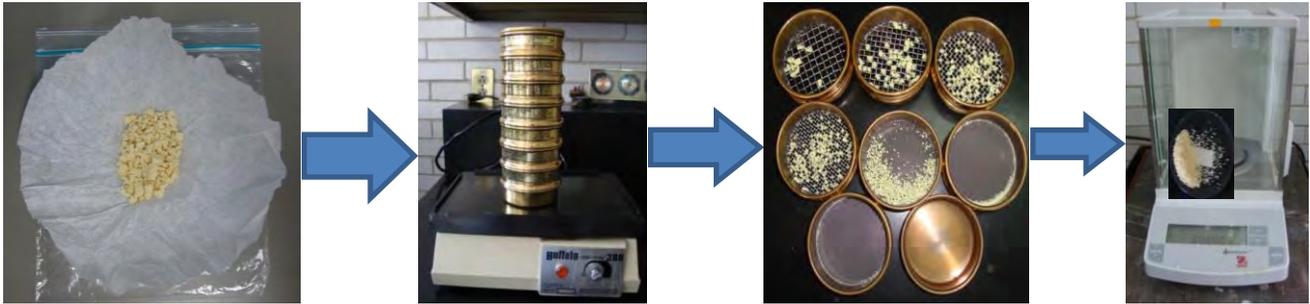


Figura 11 Tamizado de las muestras

### **DETERMINACIÓN DEL TMP COMO VALOR DEL DM.**

Se calcularon los porcentajes de peso acumulado definido como la cantidad de partículas que pueden pasar a través de cada tamiz. En base a estos porcentajes se calculó el TMP y ADP utilizando la ecuación de Rosin-Ramler (1933) para cada sujeto.

$$Q_w = 100 \{ 1 - 2^{(-x/x_{50})^b} \}$$

Donde  $Q_w$  es el porcentaje de peso de las partículas con un diámetro más pequeño que  $x$  (la máxima apertura del tamiz). El tamaño medio de las partículas ( $x_{50}$ ) es la apertura del tamiz teórico a través el cuál pasa el 50% del peso y “ $b$ ” es una medida sin unidad que describe la amplitud de la distribución de las partículas (similar al rango).

### **TRATAMIENTO ESTADISTICO Y CONSTRUCCION DE INTERVALOS DE REFERENCIA**

Los datos fueron capturados por un solo individuo en Excel y fueron exportados al programa SPSS versión 15 para su posterior análisis. Se realizó un análisis descriptivo de las diferentes variables. Se verificó la distribución de los datos para determinar si eran normales o no con la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

En la actualidad se emplean las recomendaciones internacionales (IFCC y NLSI) para la determinación de los intervalos de referencia. Las operaciones estadísticas para establecer estos intervalos son en ocasiones complejas y muy extensas ya que se tiene que verificar la distribución de los datos y en ocasiones hacer transformaciones por ejemplo la de Box Cox de éstos para alcanzar la normalidad. Estos métodos no se incluyen en la mayoría de los programas de software utilizados, por lo tanto se ha diseñado Reference Value Advisor (Ref Val Adv) (Solberg et al, 1995; Geffre et al, 2011).

Este programa es un conjunto de macroinstrucciones diseñados en Visual Basic para Microsoft Excel para Windows. Sirve para calcular intervalos de referencia mediante los métodos estándar y robusto, con y sin la transformación de datos Box-Cox. La selección de los cálculos realizados se basa en las recomendaciones de la IFCC-CLSI e incluye: la estadística descriptiva: tamaño de la muestra, media, mediana, desviación estándar, valores mínimo y máximo; calcula los límites de referencia (con intervalos de confianza 90% [IC]), utilizando un método no paramétrico cuando  $n \geq 40$  y métodos paramétricos y robustos además de la transformación Box Cox de los valores. La normalidad de las distribuciones se verifica con la prueba de Anderson-Darling. Los valores atípicos se detectan con la prueba de Dixon-Reed y Tukey; el primero detecta un valor atípico potencial individual basado en la relación de su distancia al valor más cercano dividido por toda la gama de valores, el último es basado en la mediana y rango intercuartílico. Produce una sección de comentarios donde menciona si la muestra fue suficiente para calcular los intervalos de referencia (en nuestro caso fue lo suficientemente grande) por método no paramétrico, además menciona si los límites de referencia se encuentran dentro de las recomendaciones establecidas por la IFCC-CLSI C28-A<sub>3</sub>. Se muestra también un diagrama de bigotes (mediana, percentiles 25 y 75, IC 95% de la media), también un diagrama de puntos que muestra la distribución de todos los valores, esto permite identificar visualmente los valores atípicos. Proporciona también el número de posibles valores atípicos, los histogramas y las construcciones gráficos QQ-plot para la inspección visual de la normalidad, además de que proporciona las pautas mínimas en forma de comentarios basados en las recomendaciones internacionales, parámetros determinadas por el estimador de máxima probabilidad que proporciona la máxima precisión.

El Ref Val Adv calcula y reporta 5 intervalos de referencia basados en la distribución de los datos. Los primeros 4 intervalos se obtienen mediante el uso de métodos estándar y robusto no transformado y transformado, combinando así la necesidad de transformación de datos en relación con los supuestos distribución de normalidad o simetría de los datos. El último (quinto) intervalo se obtiene con distribución libre o no paramétrica equivalente, es sólo computable, cuando el tamaño de la muestra es lo suficientemente grande ( $N \geq 40$ ). El reporte de salida del Ref Val Adv presenta los intervalos de referencia codificados en colores: el de color verde es el recomendado por la IFCC para ser utilizado, naranja indica utilizar con precaución o evitar el uso, porque se detectan valores atípicos, y el de color rojo recomienda no utilizarlo ya que la distribución no es gaussiana a pesar de la transformación de Box - Cox. Las principales fortalezas de Ref Val Adv son: facilidad de uso y la disponibilidad de los cálculos, tales como el método robusto y la transformación de Box-Cox. Se recomienda que la anchura del IC 90% de los

límites de referencia no deba exceder el ancho del intervalo de referencia en un 20% o más.

Los pasos críticos en la determinación de los intervalos de referencia son la selección correcta de los individuos de referencia, el proceso estandarizado en la prueba para obtener las muestras (en nuestro caso desde la preparación del alimento prueba hasta las pruebas de masticación), el análisis de las muestras en condiciones controladas y estandarizadas (tamizado de las muestras), el análisis estadístico de acuerdo a los procedimientos establecidos por la IFCC e INLSI. Las herramientas informáticas, no pueden compensar los defectos en la selección y el tamaño del grupo de la muestra de referencia y la manipulación y el análisis de las muestras. Sin embargo, si esos pasos se realizan correctamente se obtienen datos confiables con amplia validez. Reference Value Advisor se encuentra disponible como software gratuito en <http://www.biostat.envt.fr/spip/spip>. Licencia # Copyright (c) 2009 National Veterinary School of Toulouse (Geffre et al, 2011; Solberg et al, 1995).

## RESULTADOS

Nuestra población de estudio incluyó adultos jóvenes de ambos sexos con una edad de 18 a 25 años, mexicanos, con padres de nacionalidad mexicana. Entre ellos se encuentran alumnos de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, alumnos del Centro de Bachillerato Tecnológico No. 40 del Estado de México, alumnos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la carrera de Cirujano Dentista de la clínica Cuauhtepac y participantes externos (que no pertenecen a estos centros de estudio, pero que cumplen con los criterios de inclusión). Son Originarios de diferentes estados de la república entre los que encontramos de Estado de: México, Morelos, Hidalgo, Guerrero, Campeche, Michoacán, Oaxaca, Durango, Chiapas, Tlaxcala, Veracruz, Puebla, Zacatecas y Distrito Federal (tabla 1 y 2).

Para la identificación de los sujetos de referencia se realizó un tamizaje inicial en un total de 3800 individuos aproximadamente, para obtener el tamaño de muestra de 210 individuos con oclusión normal, 105 hombres y 105 mujeres. Cabe recordar que en el tamizaje inicial se excluyeron sujetos fuera del rango de edad (18 a 25 años), estuvieran o hayan estado en tratamiento de ortodoncia, ortopedia o cirugía ortognática, ausencia de algún diente (sin tomar en cuenta terceros molares), en el segundo tamizaje se excluyeron también a aquellos individuos con maloclusiones evidentes, que tuvieran lesiones cariosas o restauraciones extensas, prótesis, etc. A aquellas personas que pasaban este segundo tamizaje se les citaba para su exploración dental con espejo y verificar a través de esta el cumplir con todos los criterios de selección. En caso positivo se les explicaba el procedimiento experimental y se les solicitaba su consentimiento informado.

Cabe mencionar que al revisar la base de datos se eliminaron aquellos individuos con datos incompletos o errores obvios como por ejemplo: duración del ciclo masticatorio superior a 1 segundo, ya que no coincide con lo reportado en estudios previos. Después de hacer la limpieza de la base de datos, se obtuvo un tamaño de muestra de 100 hombres y 100 mujeres, figura 12.

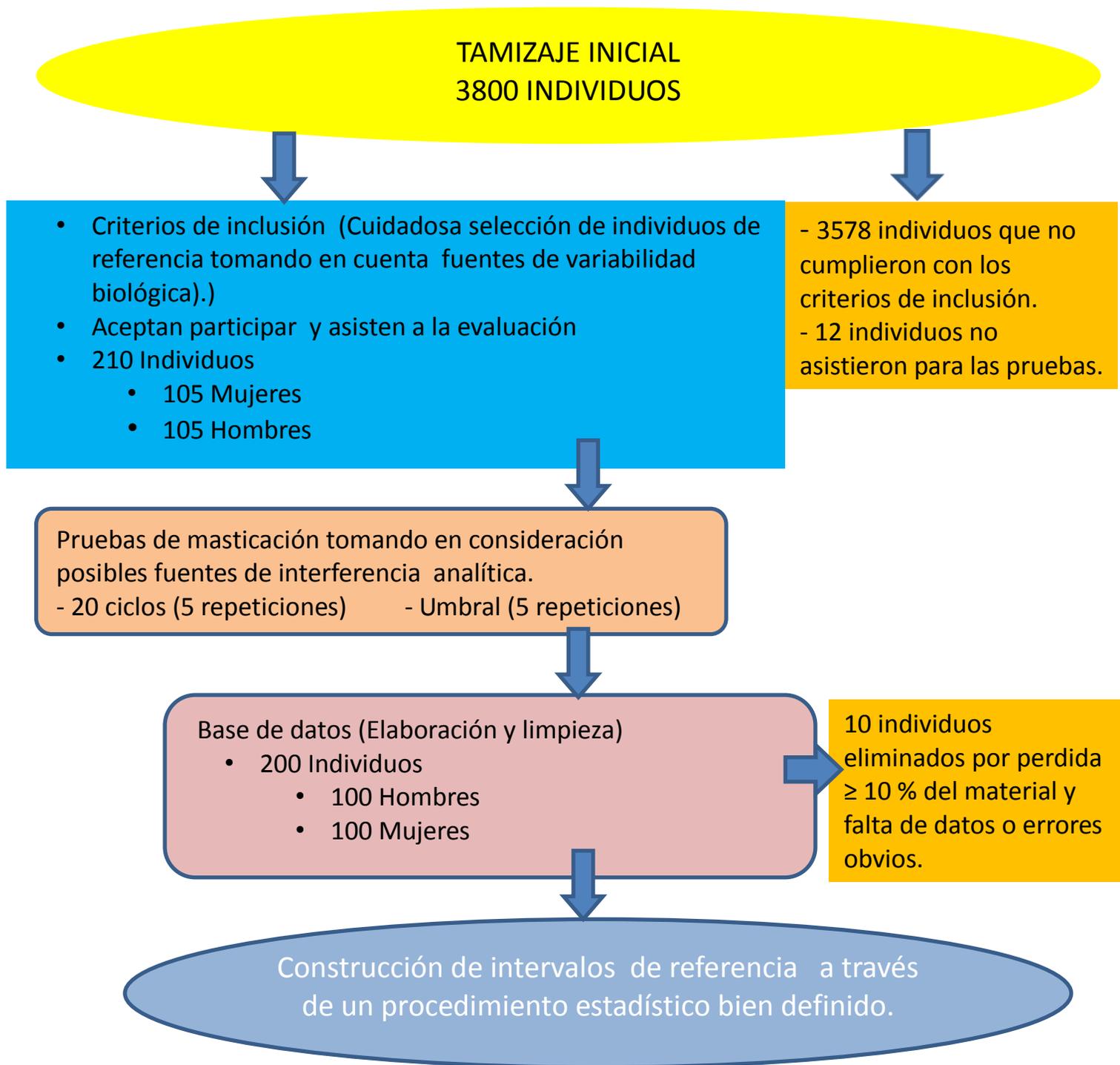


Figura 12. Diagrama del proceso de muestreo para la construcción de los intervalos de referencia.

Mujeres:

En el caso de las mujeres la edad media fue de 21.23 años  $\pm$  2.73. En cuanto a la institución de procedencia tenemos que: el 56 % son estudiantes de la Facultad de Odontología, el 25 % son alumnos del CBT No. 40 del Estado de México y el 19 % de la Carrera de Cirujano Dentista de la FES Iztacala (tabla 1). El estado de procedencia de este grupo se presenta en la tabla 2. El 43 % son originarios del Distrito Federal, el 42 % del Estado de México, el 7 % de Morelos, el 2 % de Hidalgo y cada uno de los siguientes estados: Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Tlaxcala y Veracruz, él 1 %. En cuanto a las características oclusales de este grupo, estas se observan en la tabla 3 e indican que el apiñamiento promedio fue de  $0.90 \pm 0.73$  mm, la sobremordida vertical (over bite) fue de  $2.27 \pm 0.48$  mm y la sobremordida horizontal (over jet) de  $2.18 \pm 0.48$  mm. La oclusión dinámica (tabla 4) fue guía canina en 55 % y función de grupo 45 %.

Hombres:

El promedio de edad fue de 21.11 años  $\pm$  2.28. En cuanto a la procedencia de los sujetos: (tabla 1) el 49% son alumnos de la Facultad de Odontología, el 14 % alumnos del Centro de Bachillerato Tecnológico No. 40 del Estado de México, el 21 % son alumnos de la carrera de Cirujano Dentista de la FES Iztacala y el 16 % son externos es decir, que no pertenecen a los centros de estudio antes mencionados, pero cumplen los criterios de inclusión. El estado de procedencia de este grupo se presenta en la tabla 2. El 49 % son originarios del Distrito Federal, el 36 % del Estado de México, 7 % del Estado de Hidalgo, 2% de Campeche y cada uno de los siguientes estados: Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Durango, Puebla y Zacatecas el 1 %. Las características oclusales del grupo se presentan en la tabla 3 e indican que el apiñamiento promedio fue de  $1.10 \pm 0.79$  mm, la sobremordida vertical (overbite) de  $2.45 \pm 0.55$  mm y la sobremordida horizontal (overjet) de  $2.13 \pm 0.41$  mm. La evaluación de lateralidad (oclusión dinámica) (tabla 4) indica que el 48 % presentó guía canina y el 52 % función de grupo.

## **ANALISIS DESCRIPTIVO DEL ALIMENTO PRUEBA**

### **MUJERES**

Las tabletas de Optosil Comfort® para la prueba al UD, registraron un peso de  $7.60 \pm 0.39$  gr y una dureza de  $63.38 \pm 0.41$  unidades Shore. Para la prueba a los 20 ciclos se registró un promedio de peso de  $7.61 \pm 0.37$  y una dureza de las tabletas de  $63.53 \pm 0.42$  unidades Shore (tabla 5).

## HOMBRES

Las tabletas de Optosil Comfort® en la prueba al UD, registraron un peso de  $7.55 \pm 0.29$  gr y una dureza de  $63.34 \pm 0.40$  unidades Shore. Las tabletas para la prueba a los 20 ciclos registró un promedio de peso de  $7.58 \pm 0.30$  y una dureza de las tabletas de  $63.36 \pm 0.43$  unidades Shore (tabla 5).

### **ANALISIS DE CONFIABILIDAD**

Para evaluar la confiabilidad en TMP y ADP se llevó a cabo el test- re test del tamizado de las muestras en 20 bolsas (10 a 20 ciclos y 10 al UD). Se obtuvo un coeficiente de correlación intraclase como valor de confiabilidad de 0.97 en TMP a los 20 ciclos, 0.98 en TMP al UD, 0.96 en ADP a los 20 ciclos y 0.86 en ADP al UD. Estos valores nos indican que hay un alto índice de confiabilidad en la obtención de los valores del DM (tabla 6). También se evaluó la confiabilidad repitiendo las pruebas de masticación (umbral y 20 ciclos) en 10 pacientes elegidos al azar del total de los 200 pacientes (5 hombres y 5 mujeres) de la muestra, la segunda prueba se llevó a cabo después de un lapso de tiempo de 8 meses aproximadamente. Se obtuvo un coeficiente de correlación intraclase de 0.82 en TMP a los 20 ciclos, 0.86 en TMP al UD, 0.80 en ADP a los 20 ciclos y 0.72 en ADP al UD (tabla 6).

### **NORMALIDAD DE LAS VARIABLES**

Las variables evaluadas tanto en hombres como mujeres en cuanto a la distribución de sus datos registraron el mismo comportamiento. Las variables que presentaron una distribución normal fueron: TMP a los 20 ciclos masticatorios, número de ciclos para llegar al umbral de la deglución, duración del ciclo masticatorio al umbral de la deglución, duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos y secuencia al UD. Las que no presentaron distribución normal fueron: TMP al UD, ADP al UD, ADP a los 20 ciclos masticatorios y secuencia 20 ciclos; asumiendo como significancia estadística  $p \leq 0.05$  (tabla 7).

### **ANALISIS DESCRIPTIVO E INTERVALOS DE REFERENCIA: (Tablas 8 y 9)**

#### MUJERES

Para TMP a los 20 ciclos (con una media de  $1.90 \pm 0.62$  mm) el intervalo de referencia al 95 % es de 0.84 - 3.53 mm, para TMP al UD ( $1.13 \pm 0.59$  mm) el intervalo de referencia al 95 % es de 0.57 - 2.93 mm.

## HOMBRES

Para el TMP a los 20 ciclos (promedio de  $1.61 \pm 0.59$  mm) el intervalo de referencia al 95 % es de 0.73 - 2.74 mm, para TMP al UD ( $1.08 \pm 0.51$  mm) el intervalo de referencia al 95 % es de 0.58 - 2.73 mm.

### REPORTES DEL REF VAL ADV

El Ref Val Adv proporciona un reporte para cada una de las variables evaluadas. Cada reporte incluye la estadística descriptiva, normalidad de los datos, diagrama de bigote, diagrama de puntos, así como un diagrama Q-Q y lo más importante los intervalos calculados con diferente metodología; el intervalo marcado en color verde es el recomendado para ser empleado en la práctica clínica. Los reportes se encuentran descritos con mayor detalle en la sección de Materiales y Métodos (páginas 29 - 30). Por cuestiones prácticas se presentan los reportes del Ref Val Adv y se encuentran divididos en 2 secciones, una para mujeres (Reporte M1 – M9) y otra para hombres (Reporte H1- H9) y cada una muestra los reportes de salida de las variables: 1). TMP a los 20 ciclos, , 2). TMP al UD, , 3) ADP a los 20 ciclos., 4). ADP al UD, 5). Número de ciclos para llegar al UD, 6).Duración del ciclo a los 20 ciclos, 7). Duración del ciclo al UD, 8). Secuencia al UD y 9). Secuencia 20 ciclos.

### PRUEBA DE COMPARACION MUJERES VS HOMBRES (U. MANN-WHITNEY)

Hubo diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres ( $p \leq 0.05$ ) en TMP a los 20 ciclos ( $p=0.001$ ), número de ciclos al umbral de la deglución ( $p=0.001$ ), duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos ( $p=0.000$ ), duración del ciclo masticatorio al umbral de la deglución ( $p=0.000$ ), secuencia al UD ( $p=0.000$ ) y secuencia a los 20 ciclos ( $p=0.000$ ). Las variables que no mostraron diferencias estadísticamente significativas fueron: TMP al UD ( $p=0.952$ ), ADP a los 20 ciclos ( $p=0.361$ ) y ADP al UD ( $p=0.972$ ). En cuanto a las que presentaron diferencias estadísticamente significativas, en el caso de TMP a los 20 ciclos masticatorios la diferencia fue de 0.30 mm es decir un 17 % mayor en el caso de las mujeres. En el caso del número de ciclos para llegar al umbral de la deglución hubo una diferencia de 9 ciclos que corresponde a un 21 % mayor en las mujeres. Por otro lado la duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos presentó una diferencia de 120 milisegundos que equivale al 17 % mayor en las mujeres. En la duración del ciclo masticatorio al UD hubo una diferencia de 60 milisegundos, un 9% mayor en el caso de las mujeres. En la secuencia la UD hubo una diferencia de 10 segundos, esto equivale a 30 % mayor en las mujeres. Por último la secuencia a los 20 ciclos presentó una diferencia de 3 segundos es decir un 20 % mayor en las mujeres (tabla 9).

## TABLAS

Tabla 1 Instituciones de procedencia

PROCEDENCIA	HOMBRES		MUJERES		n Total
	n	%	n	%	
Facultad de Odontología. CU, UNAM	49	49	56	56	105
FES Iztacala. Odontología.	21	21	19	19	40
CBT Estado de México	14	14	25	25	39
Externos	16	16	0	0	16
TOTAL	100	100	100	100	200

Tabla 2 de Estados de Procedencia

ESTADO DE PROCEDENCIA	MUJERES		HOMBRES		n Total
	n	%	n	%	
D.F.	43	43	49	49	92
Edo. México	42	42	36	36	78
Morelos	7	7	0	0	7
Hidalgo	2	2	7	7	9
Guerrero	1	1	1	1	2
Campeche	0	0	2	2	2
Michoacán	1	1	1	1	2
Oaxaca	1	1	1	1	2
Durango	0	0	1	1	1
Chiapas	1	1	0	0	1
Tlaxcala	1	1	0	0	1
Veracruz	1	1	0	0	1
Puebla	0	0	1	1	1
Zacatecas	0	0	1	1	1
Total	100	100	100	100	200

Tabla 3. Características Oclusales

VARIABLE	MUJERES			HOMBRES		
	Media $\pm$ DS	Mediana	Mín. /Máx.	Media $\pm$ DS	Mediana	Mín. /Máx.
Apiñamiento (mm)	0.90 $\pm$ 0.73	1.00	0.00 – 2.00	1.10 $\pm$ 0.79	1.00	0.00 – 3.00
Overbite (mm)	2.27 $\pm$ 0.48	2.00	1.00 – 3.00	2.45 $\pm$ 0.55	2.00	1.00 – 3.00
Overjet (mm)	2.18 $\pm$ 0.48	2.00	1.00 – 3.00	2.13 $\pm$ 0.41	2.00	1.00 – 3.00

Tabla 4. Oclusión Dinámica

LATERALIDAD	HOMBRES		MUJERES		n Total
	n	%	N	%	
Guía canina	48	48.0	55	55	100
Función de grupo	52	52.0	45	45	100
Total	100	100.0	100	100	200

Tabla 5. Descripción del alimento prueba (tabletas Optosil Comfort®)

VARIABLE	MUJERES		HOMBRES	
	Media $\pm$ DS	Mín. /Máx.	Media $\pm$ DS	Mín. / Máx.
Peso Umbral (gr)	7.61 $\pm$ 0.39	6.42 – 8.86	7.53 $\pm$ 0.29	6.39 – 8.32
Dureza Umbral (U. Shore)	63.38 $\pm$ 0.41	62.61 – 64.90	63.34 $\pm$ 0.40	62.84 – 64.71
Peso 20 ciclos (gr)	7.64 $\pm$ 0.47	6.73 – 8.03	7.48 $\pm$ 0.30	6.33 – 8.35
Dureza 20 ciclos (U.Shore)	63.53 $\pm$ 0.62	62.72 – 64.87	63.36 $\pm$ 0.43	61.86 – 64.92

Tabla 6. Pruebas de confiabilidad. Coeficiente de correlación intraclase.

VARIABLE	Tamizado / retamizado	Pruebas al UD y 20 ciclos test- retest. (Después de 8 meses).
TMP 20 ciclos	0.974	0.819
TMP umbral	0.989	0.861
ADP 20 ciclos	0.968	0.790
ADP umbral	0.869	0.719

Tabla 7 Pruebas de normalidad para las variables

VARIABLE	MUJERES		HOMBRES	
TMP 20cic	Media	1.910	Media	1.610
	Desviación típica	0.650	Desviación típica	0.600
	Kolmogorov-Smirnov	0.551	Kolmogorov-Smirnov	0.105
TMP umbral	Media	1.130	Media	1.090
	Desviación típica	0.590	Desviación típica	0.510
	Kolmogorov-Smirnov	0.001	Kolmogorov-Smirnov	0.021
ADP 20 ciclos	Media	2.100	Media	2.070
	Desviación típica	0.640	Desviación típica	0.720
	Kolmogorov-Smirnov	0.017	Kolmogorov-Smirnov	0.000
ADP umbral	Media	2.380	Media	2.390
	Desviación típica	0.760	Desviación típica	0.790
	Kolmogorov-Smirnov	0.004	Kolmogorov-Smirnov	0.031
# Ciclos umbral deglución	Media	44.080	Media	37.720
	Desviación típica	15.830	Desviación típica	16.140
	Kolmogorov-Smirnov	0.979	Kolmogorov-Smirnov	0.780
Duración ciclo 20 ciclos.	Media	0.730	Media	0.650
	Desviación típica	0.090	Desviación típica	0.100
	Kolmogorov-Smirnov	0.468	Test Kolmogorov-Smirnov	0.161
Duración ciclo umbral	Media	0.790	Media	0.680
	Desviación típica	0.009	Desviación típica	0.100
	Kolmogorov-Smirnov	0.679	Kolmogorov-Smirnov	0.566
Secuencia umbral	Media	33.186	Media	24.955
	Desviación típica	11.610	Desviación típica	10.454
	Kolmogorov-Smirnov	0.479	Kolmogorov-Smirnov	0.396
Secuencia 20 ciclos	Media	15.471	Media	13.072
	Desviación típica	3.730	Desviación típica	2.000
	Kolmogorov-Smirnov	0.031	Kolmogorov-Smirnov	0.012

VARIABLE	MUJERES						HOMBRES					
	Media (DS)	Mediana	Límite Inferior	IC Límite Inferior	Limite Superior	IC Límite Superior	Media (DS)	Mediana	Límite Inferior	IC Límite Inferior	Limite Superior	IC Limite Superior
TMP 20 Ciclos (mm)	1.90 ± 0.62	1.79	0.84	0.69 - 1.05	3.53	3.12 - 3.85	1.61 ± 0.59	1.49	0.73	0.69 - 0.84	2.74	2.64 - 3.07
TMP Umbral (mm)	1.13 ± 0.59	0.94	0.57	0.48 - 0.63	2.93	2.39 - 3.04	1.08 ± 0.51	0.92	0.58	0.53 - 0.61	2.73	2.11 - 2.79
ADP 20 Ciclos	2.09 ± 0.64	1.90	1.37	1.32 - 1.42	3.66	3.47 - 4.03	2.06 ± 0.72	1.70	1.41	1.40 - 1.45	4.11	3.71 - 4.29
ADP Umbral	2.37 ± 0.76	2.40	1.41	1.36 - 1.46	3.95	3.60 - 4.48	2.38 ± 0.79	2.40	1.43	1.37 - 1.50	3.96	3.62 - 6.01
# Ciclos Umbral	44.08 ± 15.82	42.50	16.68	12.00 - 18.93	79.46	72.31 - 80.20	37.72 ± 16.13	33.60	14.24	10.60 - 15.94	74.07	68.00 - 85.60
Duración Ciclo 20 CC (seg)	0.73 ± 0.90	0.74	0.57	0.52 - 0.59	0.94	0.89 - 0.95	0.64 ± 0.10	0.62	0.49	0.48 - 0.51	0.79	0.73 - 0.92
Duración Ciclo Umbral (seg)	0.75 ± 0.08	0.74	0.58	0.57 - 0.63	0.94	0.92 - 0.96	0.68 ± 0.09	0.68	0.51	0.45 - 0.54	0.89	0.86 - 0.93
Secuencia UD (seg)	33.18 ± 11.61	33.14	10.62	8.54 - 14.79	58.65	53.00 - 62.04	24.95 ± 10.45	23.25	8.59	6.71 - 10.43	48.73	43.10 - 58.27
Secuencia 20 ciclos (seg)	15.47 ± 3.73	15.01	11.35	10.45 - 11.77	26.36	20.82 - 39.71	13.07 ± 2.00	12.52	9.90	9.54 - 10.27	17.82	16.84 - 18.46

Tabla 8. Intervalos de Referencia para Desempeño Masticatorio

# MUJERES

Reference Value  
Advisor V2.1

## **REPORTE M1.- TMP 20 ciclos**

Date 24/10/2012  
Performed by ACER MINI

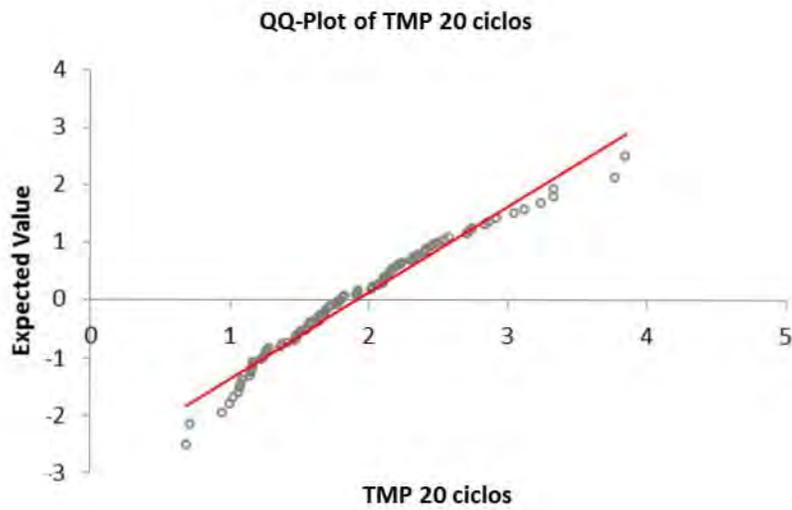
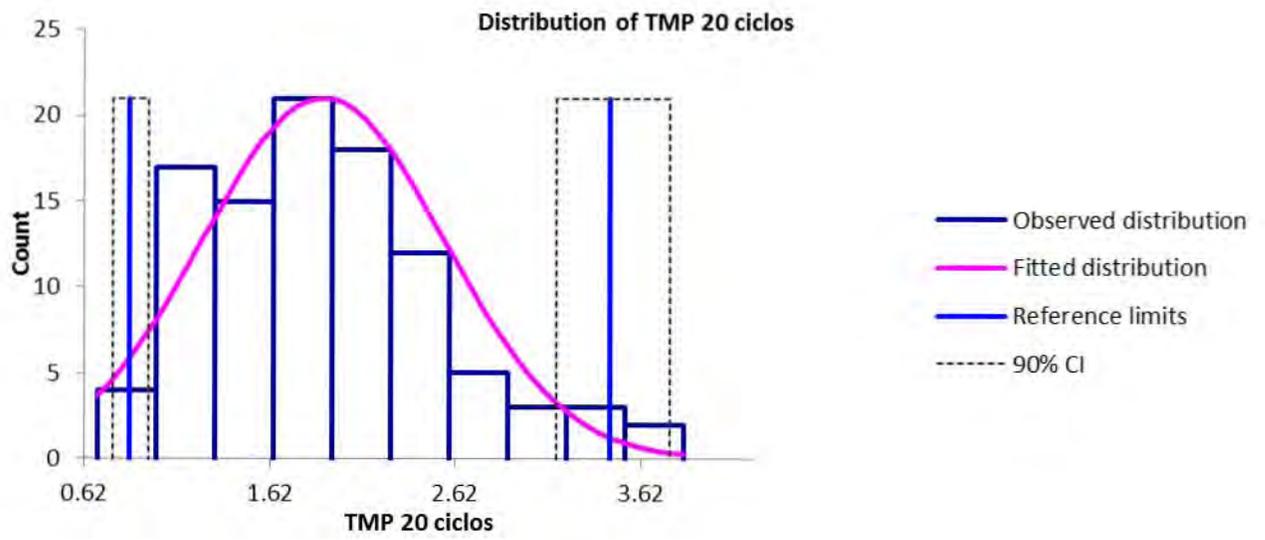
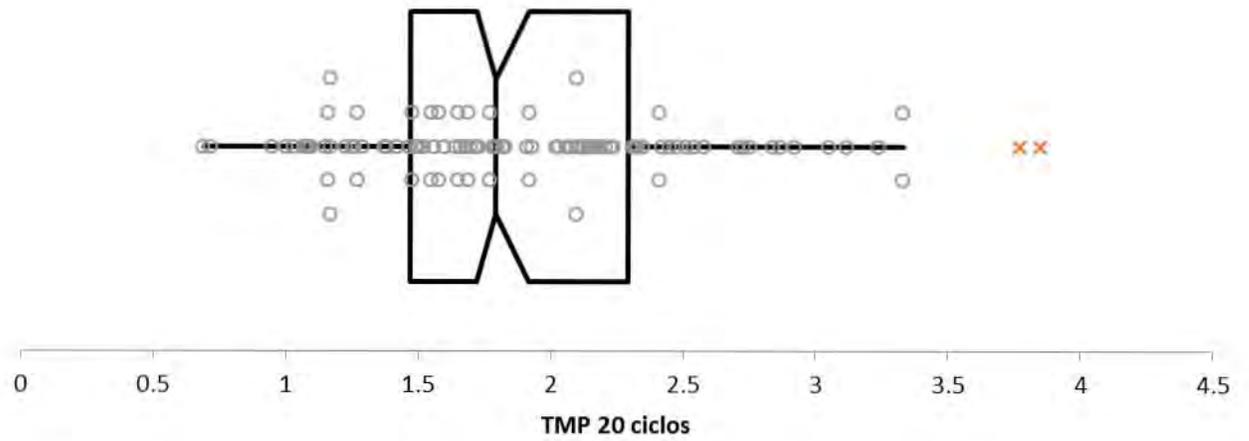
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	1.909		0.647		
Median	1.795	1.834	0.627	0.647	
SD	0.652	0.665	0.397	0.400	
Minimum	0.69	0.69	-0.355	-0.355	
Maximum	3.85	3.85	1.588	1.588	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.237	0.237	
P-Value Anderson-Darling/	0.037		0.887		
Symmetry test for Robust		0.344		0.580	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	2	2	0	0	
Lower limit of reference interval	0.609	0.515	0.863	0.861	0.841
Upper limit of reference interval	3.209	3.154	3.453	3.456	3.539
90% CI for lower limit	0.461	0.328	0.762	0.772	0.690
	0.762	0.721	0.965	0.968	1.051
90% CI for upper limit	2.980	2.927	3.185	3.167	3.120
	3.436	3.371	3.759	3.776	3.850

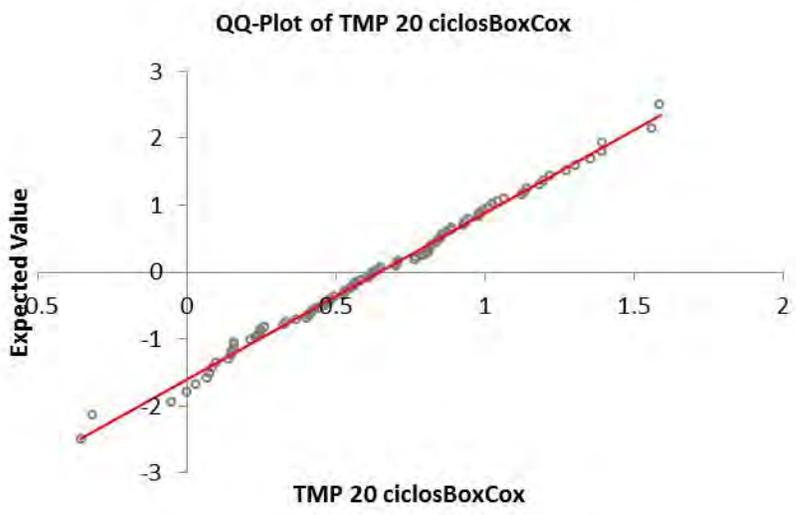
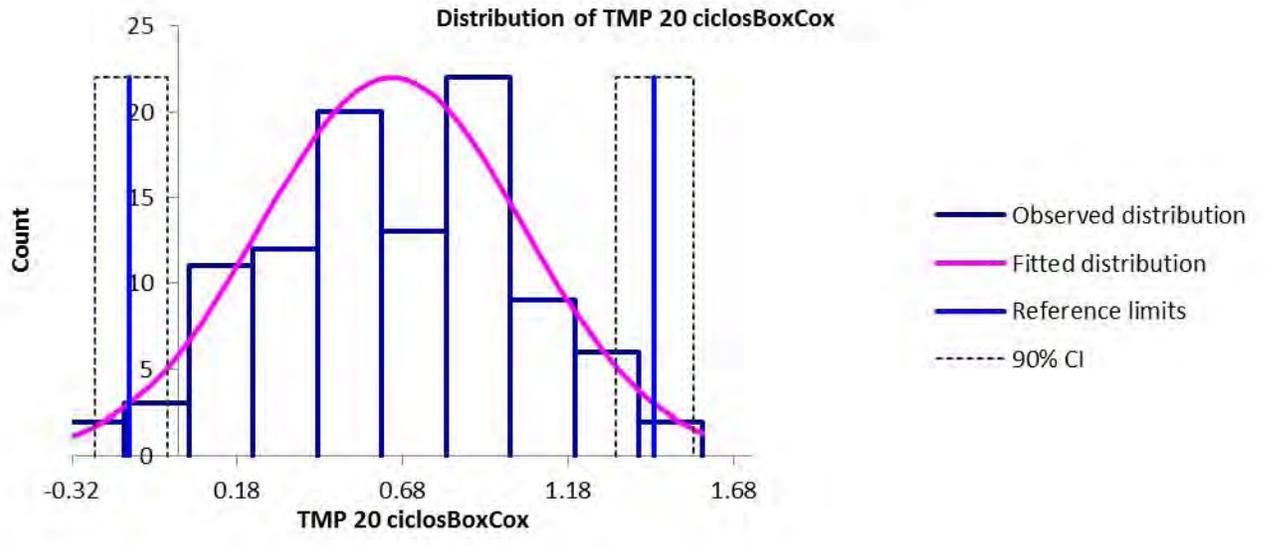
### Comments

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.841 ; 3.539].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





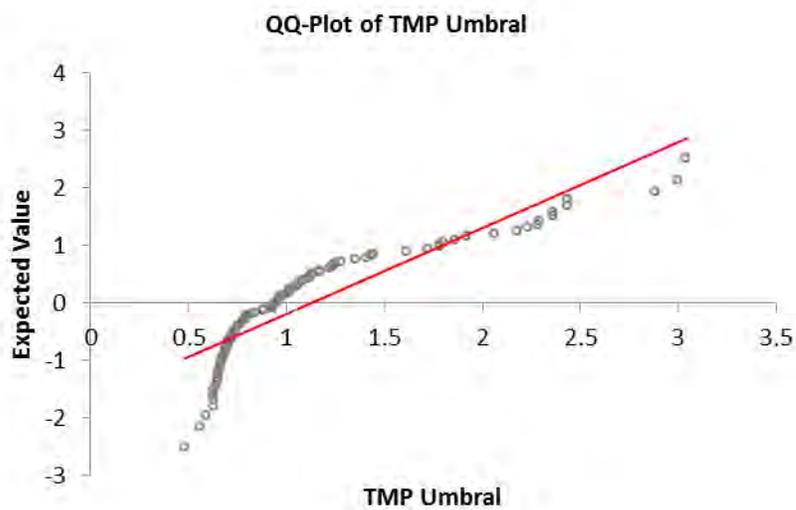
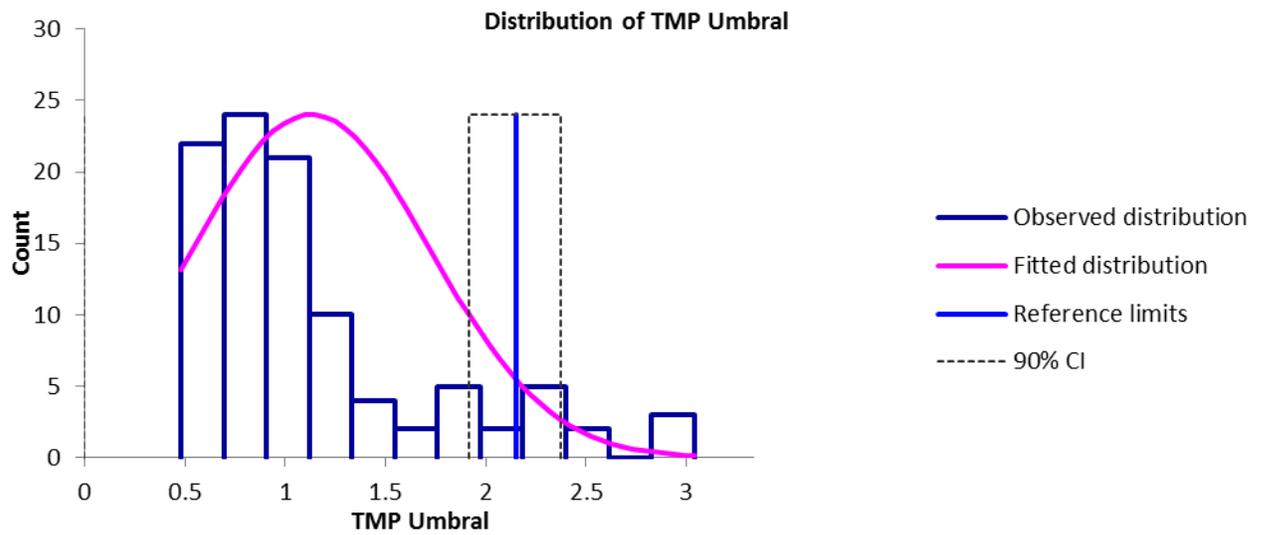
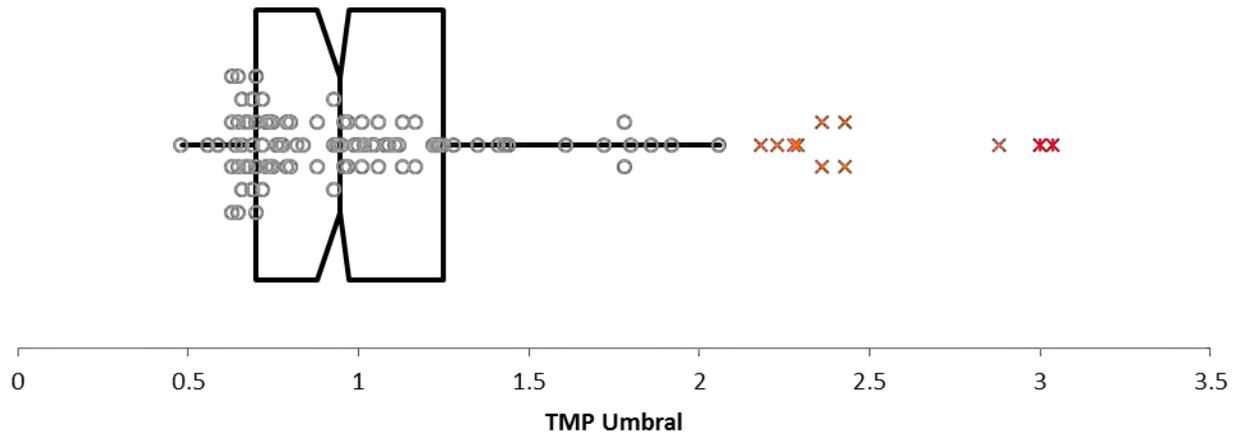
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	1.131		-0.236		
Median	0.945	0.901	-0.453	-0.495	
SD	0.593	0.623	0.602	0.640	
Minimum	0.48	0.48	-0.761	-0.761	
Maximum	3.04	3.04	1.889	1.889	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-0.440	-0.440	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			1.294	1.294	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.000		
Symmetry test for Robust		0.000		0.000	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	2	2	3	3	
Suspect data Tukey	9	9	10	10	
Lower limit of reference interval	-0.052	-0.335	#####	#####	0.576
Upper limit of reference interval	2.314	2.136	2.309	2.150	2.937
90% CI for lower limit	-0.162	-0.579	ND	ND	0.480
	0.074	-0.114	ND	ND	0.630
90% CI for upper limit	2.039	1.895	2.033	1.917	2.393
	2.580	2.393	2.562	2.375	3.040

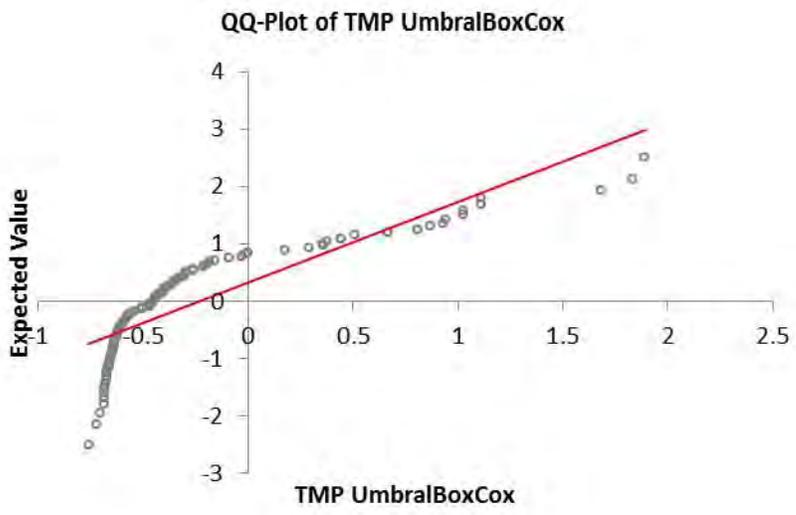
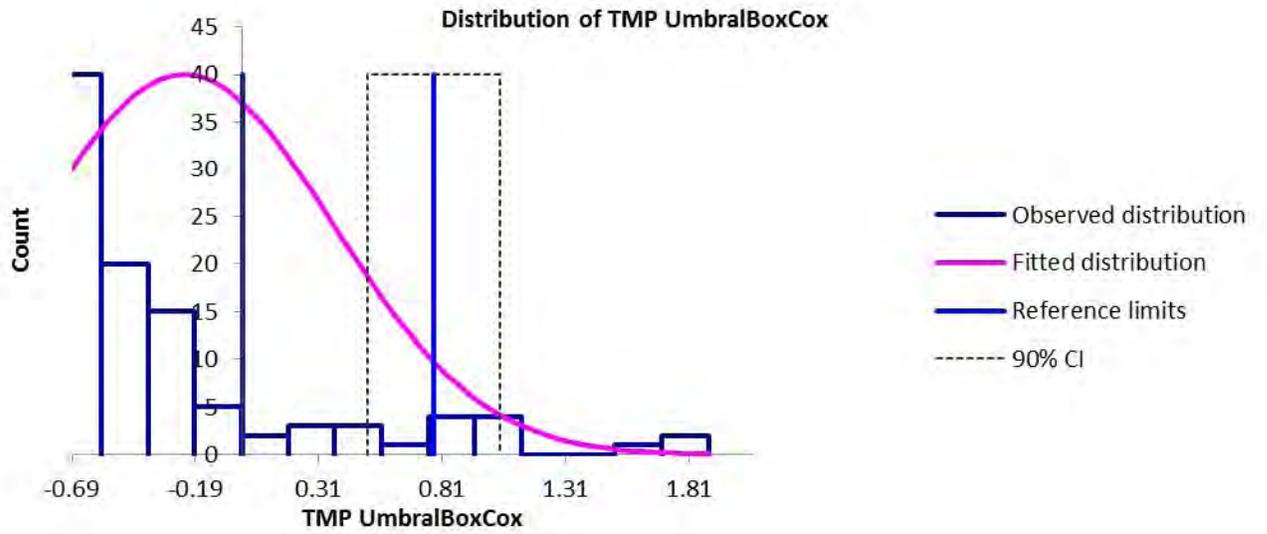
**Comments**

Possible outliers detected according to Tukey or Dixon. IFCC-CLSI C28-A3 recommends that unless outliers are known to be aberrant observations, the emphasis should be on retaining rather than deleting them.

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.576 ; 2.937].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method. The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





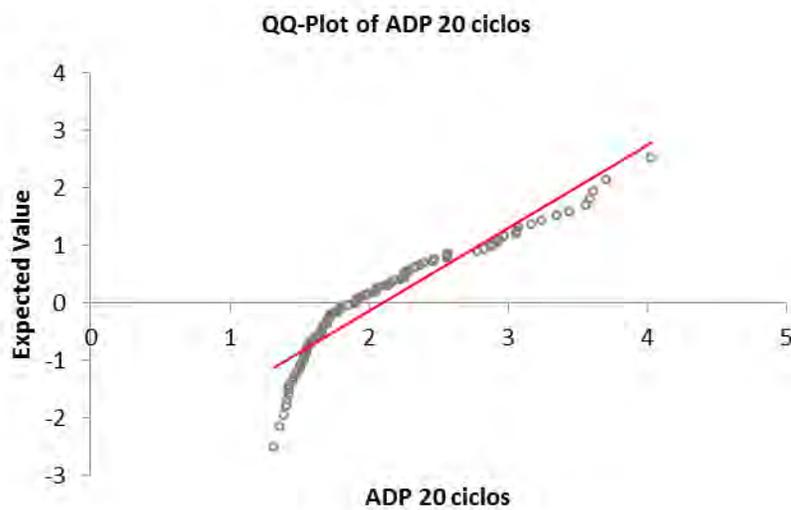
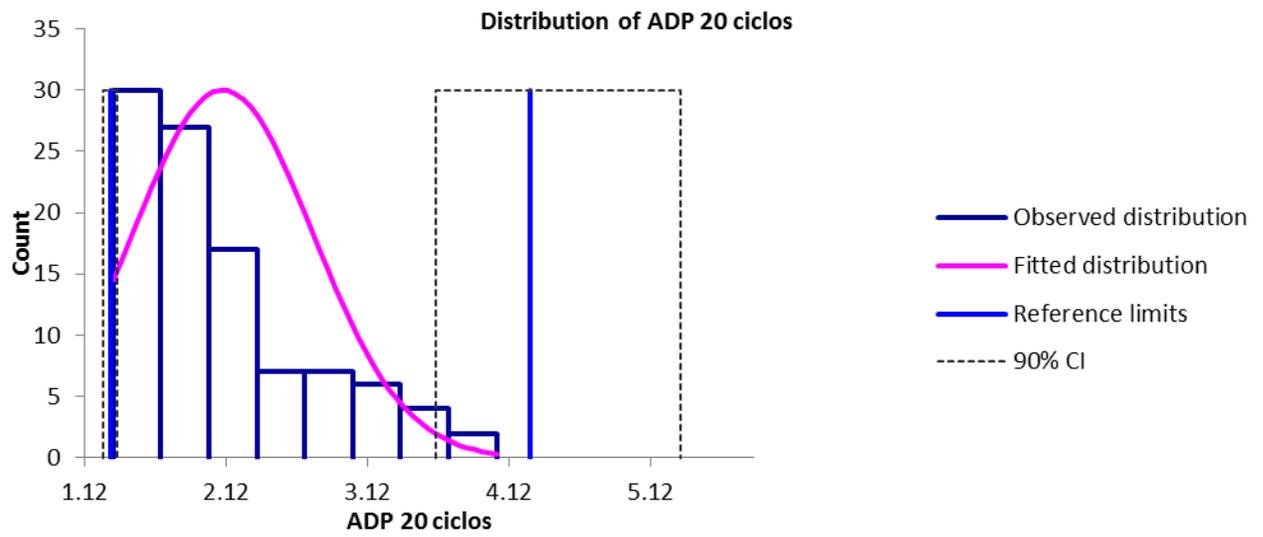
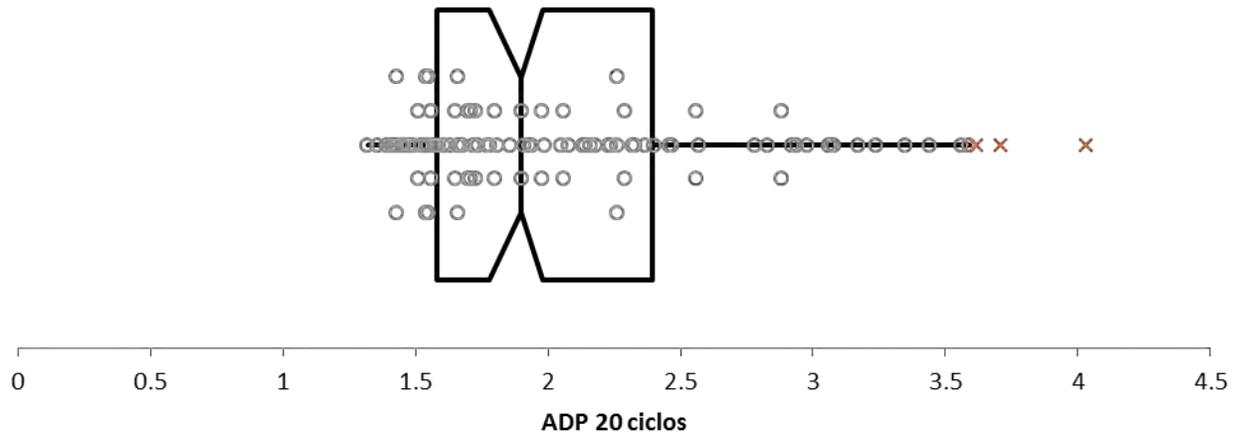
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	2.096		0.438		
Median	1.900	1.929	0.433	0.436	
SD	0.643	0.674	0.106	0.107	
Minimum	1.32	1.32	0.233	0.233	
Maximum	4.03	4.03	0.639	0.639	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			-1.315	-1.315	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.008		
Symmetry test for Robust		0.035		0.420	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	3	3	0	0	
Lower limit of reference interval	0.814	0.591	1.308	1.304	1.376
Upper limit of reference interval	3.377	3.268	4.302	4.263	3.663
90% CI for lower limit	0.707	0.309	1.270	1.246	1.320
	0.939	0.796	1.355	1.354	1.425
90% CI for upper limit	3.130	3.028	3.605	3.598	3.478
	3.620	3.531	5.207	5.325	4.030

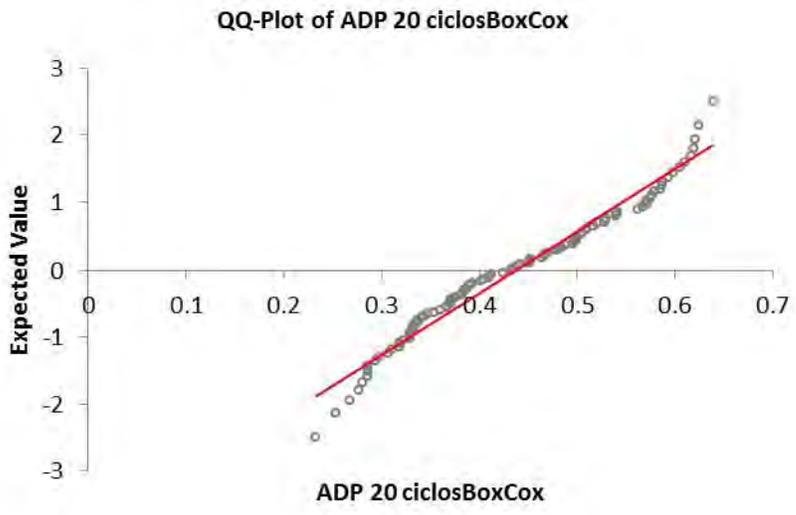
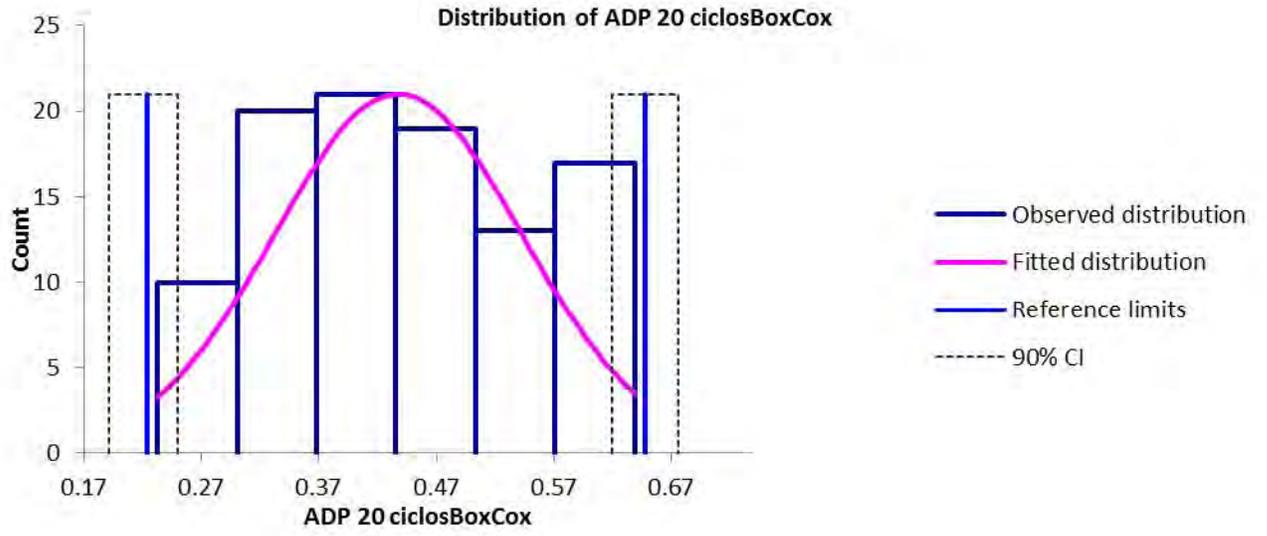
**Comments**

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [1.376 ; 3.663].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	2.380		1.834		
Median	2.400	2.349	1.836	1.833	
SD	0.762	0.767	0.028	0.028	
Minimum	1.36	1.36	1.796	1.796	
Maximum	4.48	4.48	1.905	1.905	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			10.841	10.841	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			-0.281	-0.281	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.000		0.000		
		0.004		0.022	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	0.862	0.827	0.960	0.935	1.411
Upper limit of reference interval	3.899	3.871	3.963	3.944	3.957
90% CI for lower limit	0.733	0.412	0.846	0.526	1.360
	1.008	0.979	1.098	1.073	1.465
90% CI for upper limit	3.683	3.670	3.699	3.733	3.600
	4.118	4.115	4.199	4.199	4.480

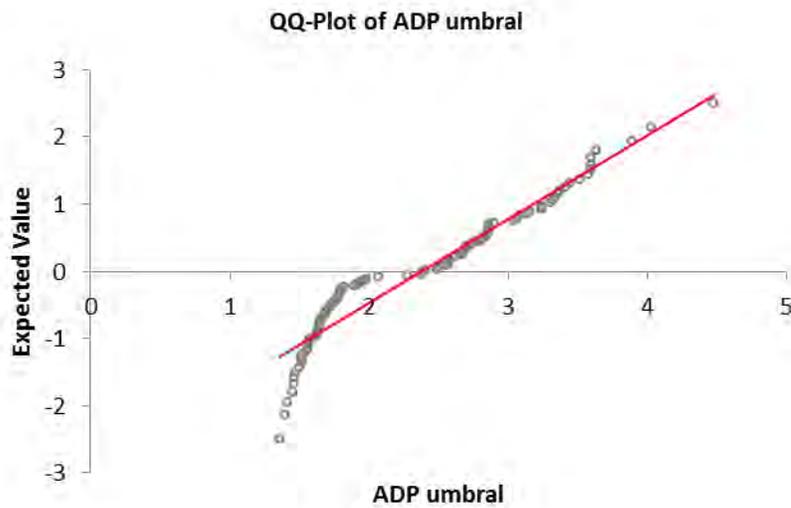
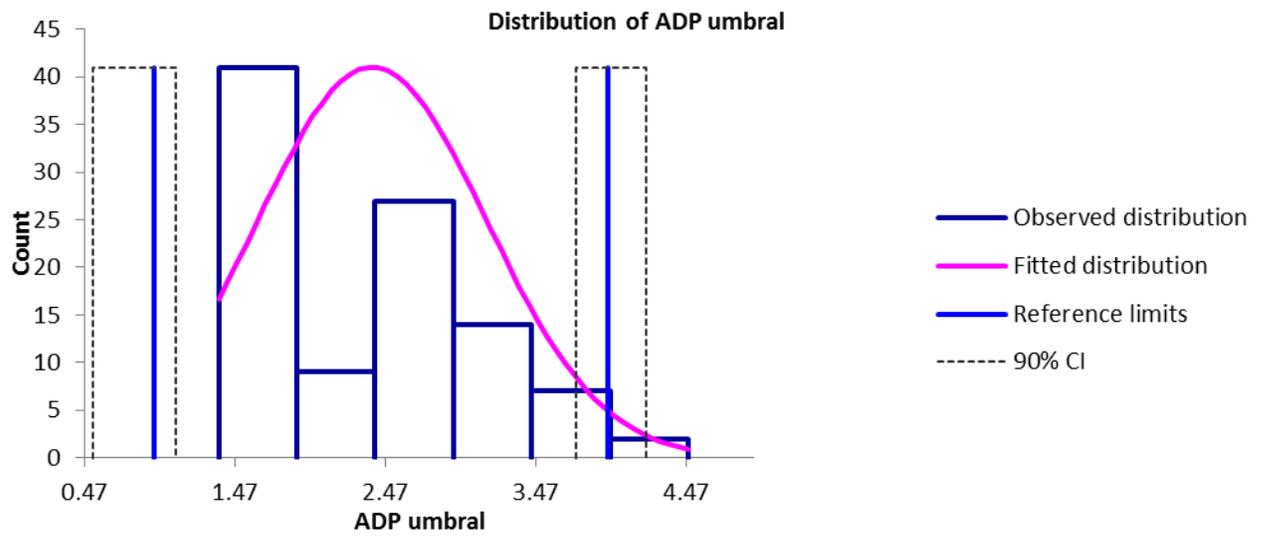
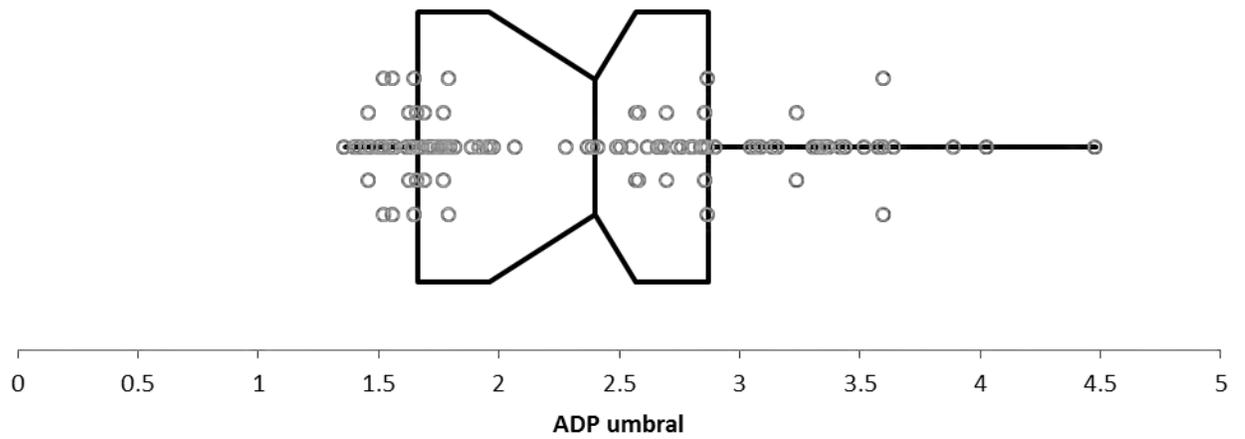
**Comments**

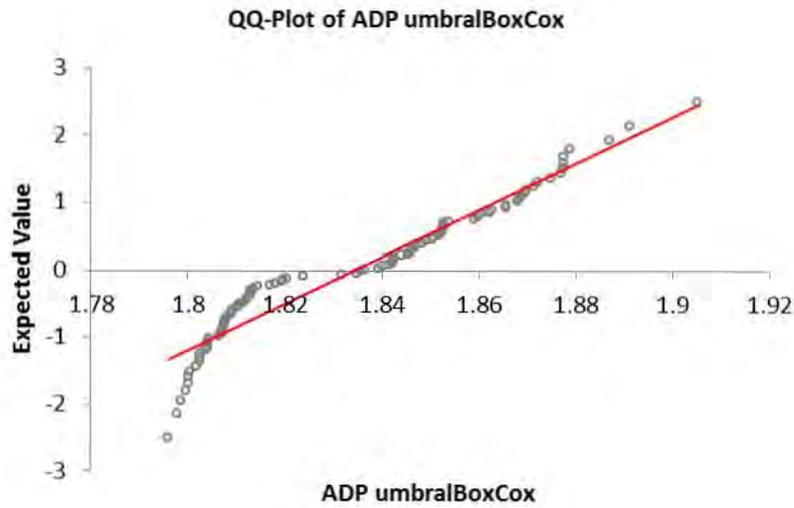
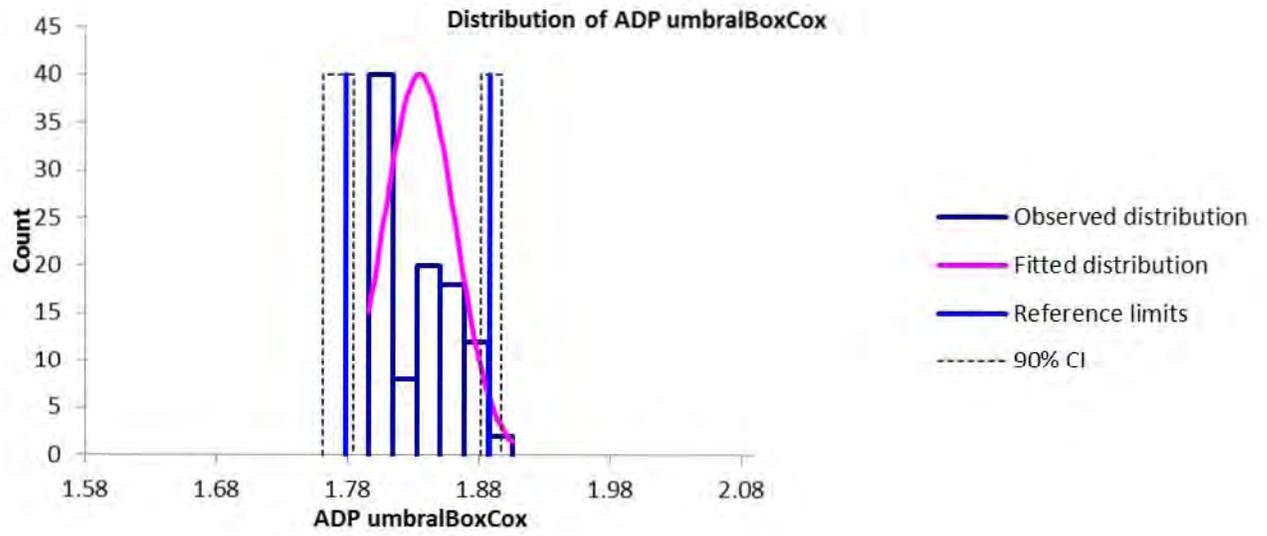
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [1.411 ; 3.957].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	44.08		22.61		
Median	42.50	43.74	22.23	22.69	
SD	15.83	16.00	6.80	6.85	
Minimum	12	12	7.55	7.55	
Maximum	80.2	80.2	37.15	37.15	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.774	0.774	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.595		0.653		
		0.344		0.500	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	12.52	12.00	14.69	14.77	16.68
Upper limit of reference interval	75.64	75.49	77.59	77.88	79.46
90% CI for lower limit	8.46	7.86	11.11	11.20	12.00
	16.75	16.29	18.35	18.52	18.93
90% CI for upper limit	71.18	70.99	72.47	72.80	72.31
	79.93	79.78	82.99	82.53	80.20

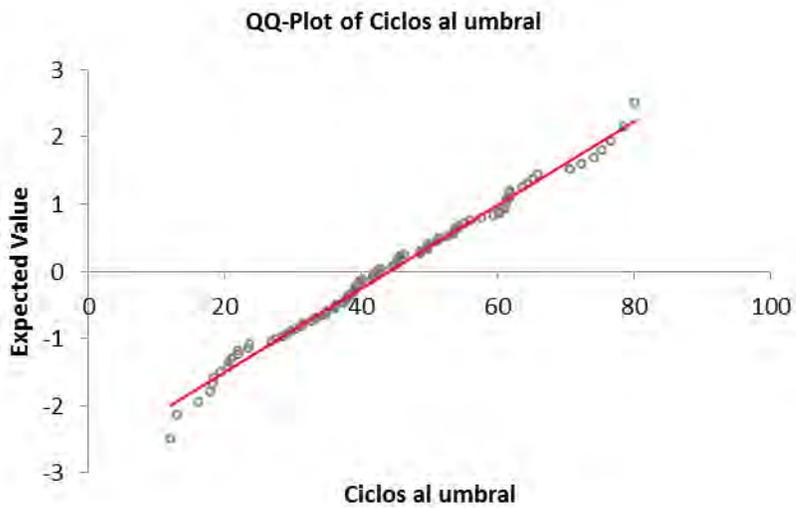
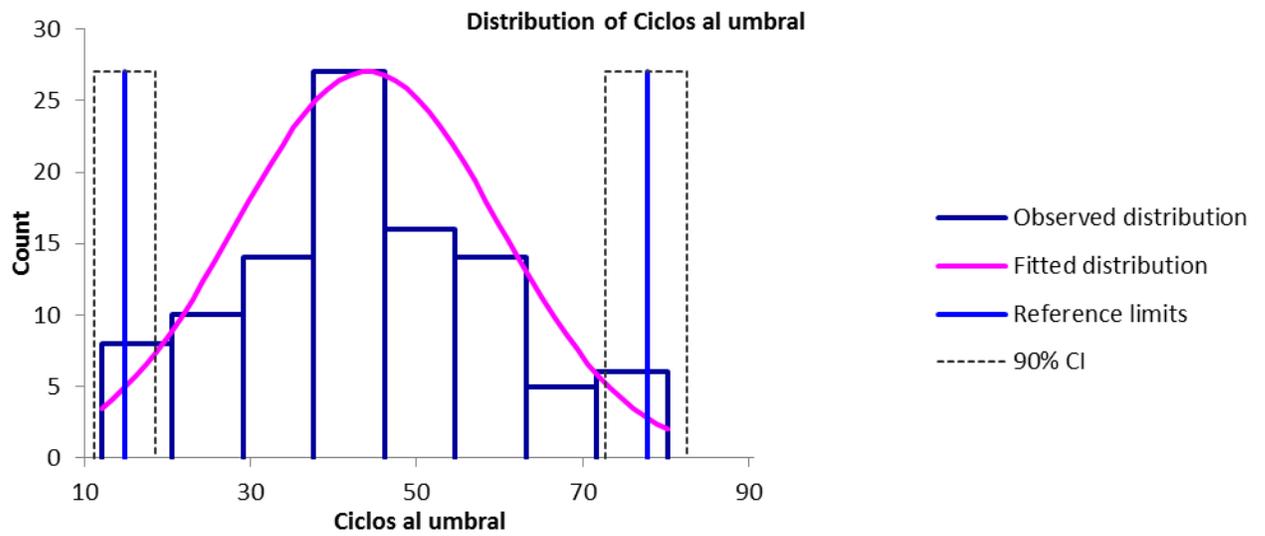
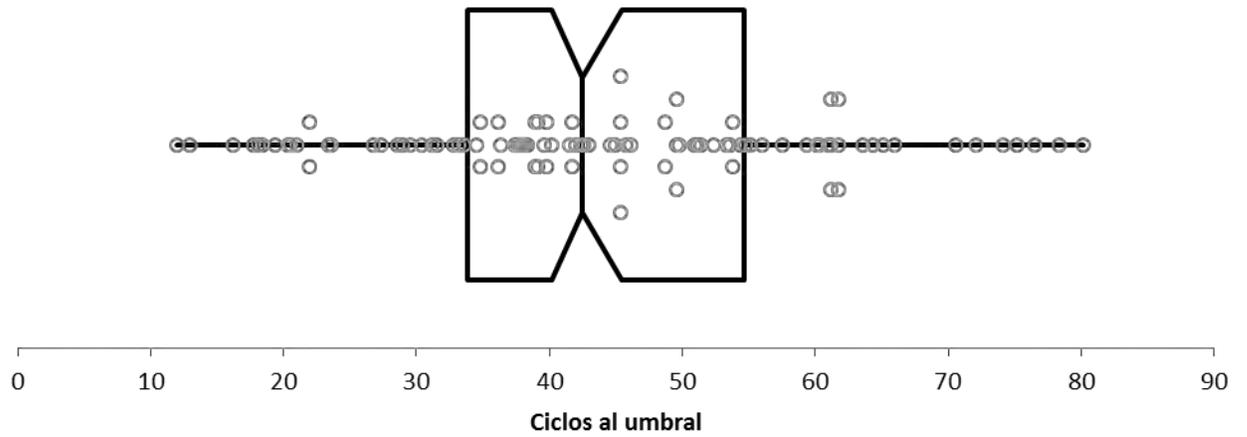
**Comments**

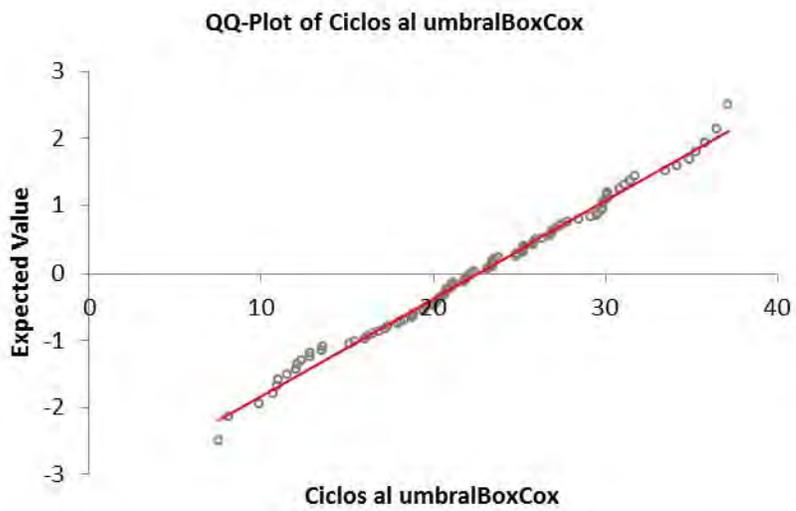
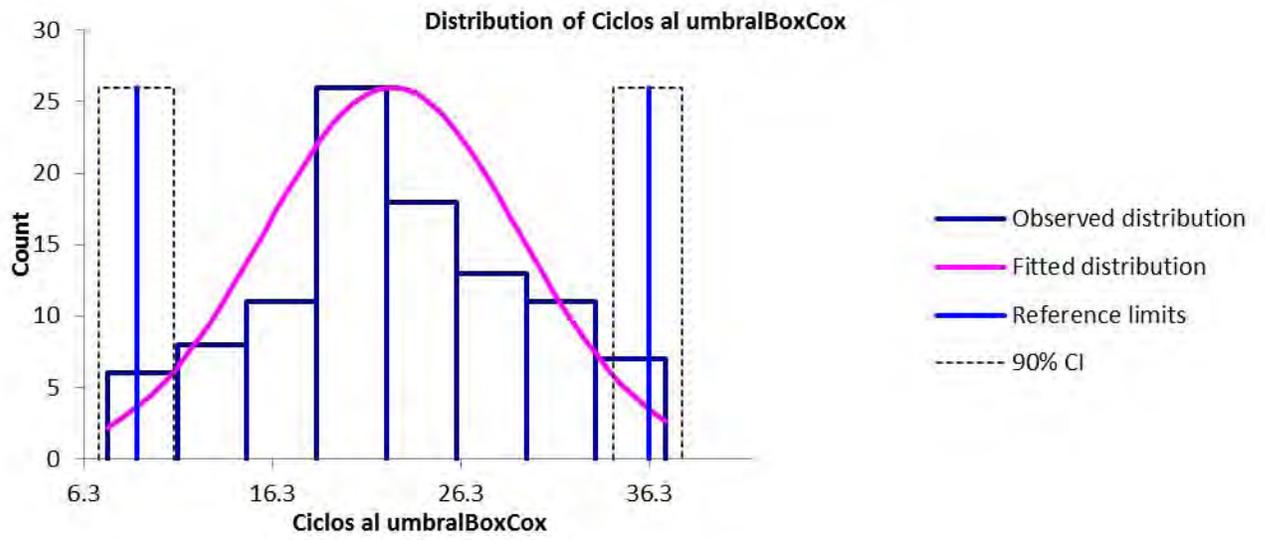
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [16.68 ; 79.46].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	0.740		-0.267		
Median	0.740	0.740	-0.266	-0.266	
SD	0.098	0.099	0.103	0.104	
Minimum	0.52	0.52	-0.502	-0.502	
Maximum	0.95	0.95	-0.050	-0.050	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.850	0.850	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.089		0.081		
		0.001		0.000	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	0.544	0.544	0.547	0.547	0.571
Upper limit of reference interval	0.936	0.937	0.939	0.940	0.945
90% CI for lower limit	0.519	0.518	0.519	0.520	0.520
	0.570	0.568	0.574	0.572	0.590
90% CI for upper limit	0.909	0.912	0.910	0.912	0.895
	0.963	0.965	0.969	0.968	0.950

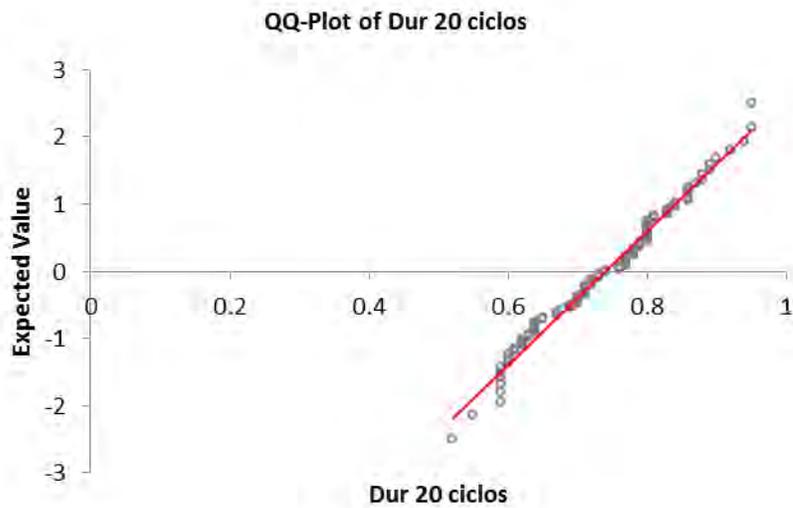
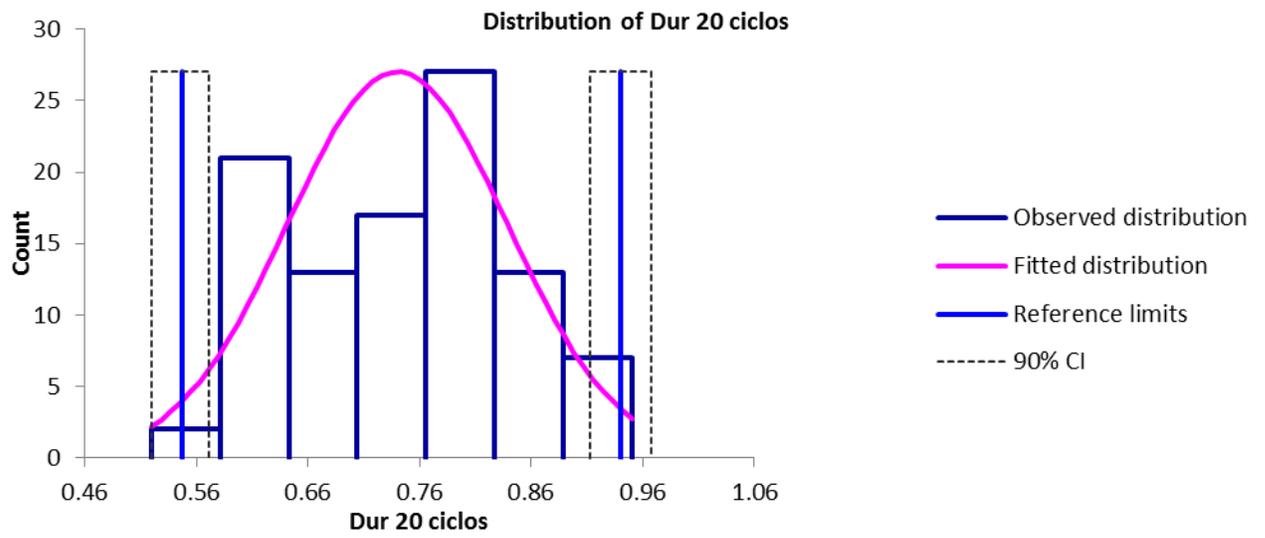
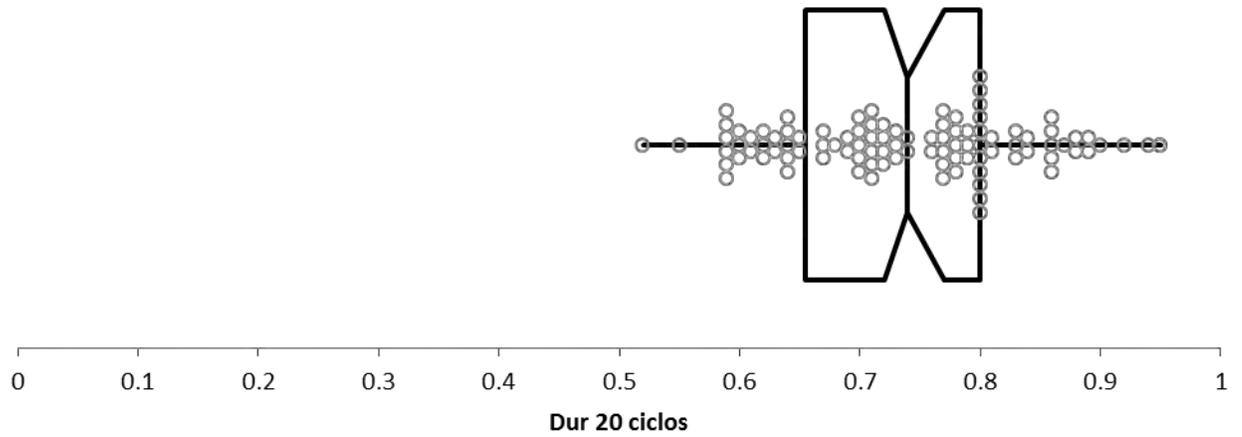
**Comments**

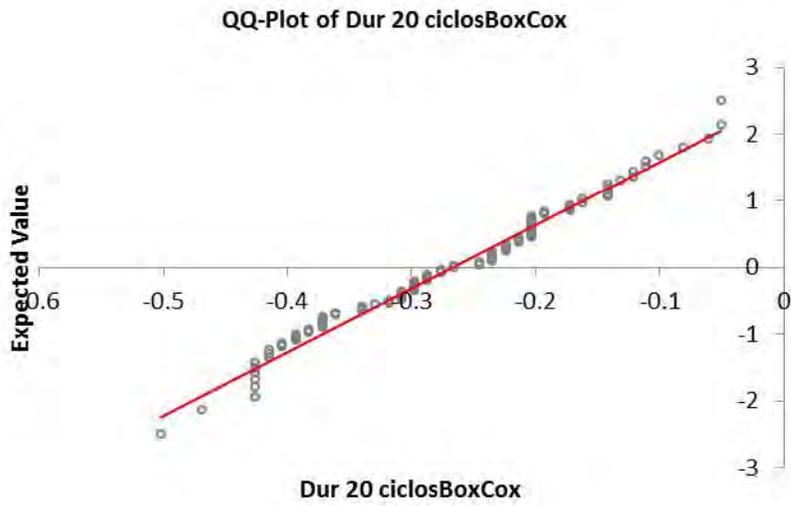
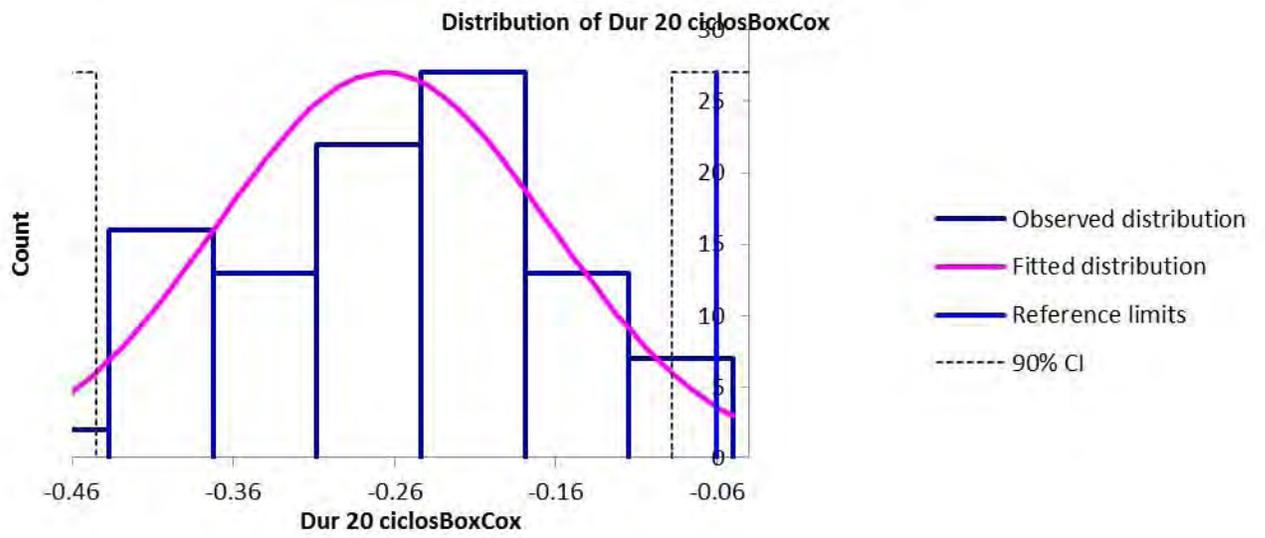
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.571 ; 0.945].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	0.757		-0.534		
Median	0.750	0.753	-0.538	-0.535	
SD	0.088	0.089	0.125	0.126	
Minimum	0.57	0.57	-0.827	-0.827	
Maximum	0.96	0.96	-0.266	-0.266	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-0.205	-0.205	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.406	0.406	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.233		0.640		
		0.004		0.000	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	0.582	0.577	0.595	0.594	0.586
Upper limit of reference interval	0.932	0.928	0.944	0.943	0.945
90% CI for lower limit	0.560	0.554	0.574	0.575	0.570
	0.606	0.598	0.616	0.613	0.630
90% CI for upper limit	0.907	0.902	0.915	0.912	0.920
	0.956	0.956	0.975	0.973	0.960

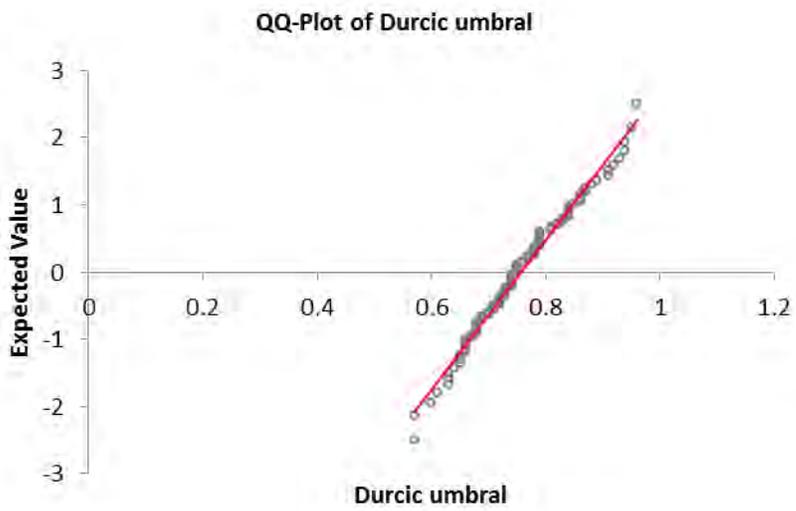
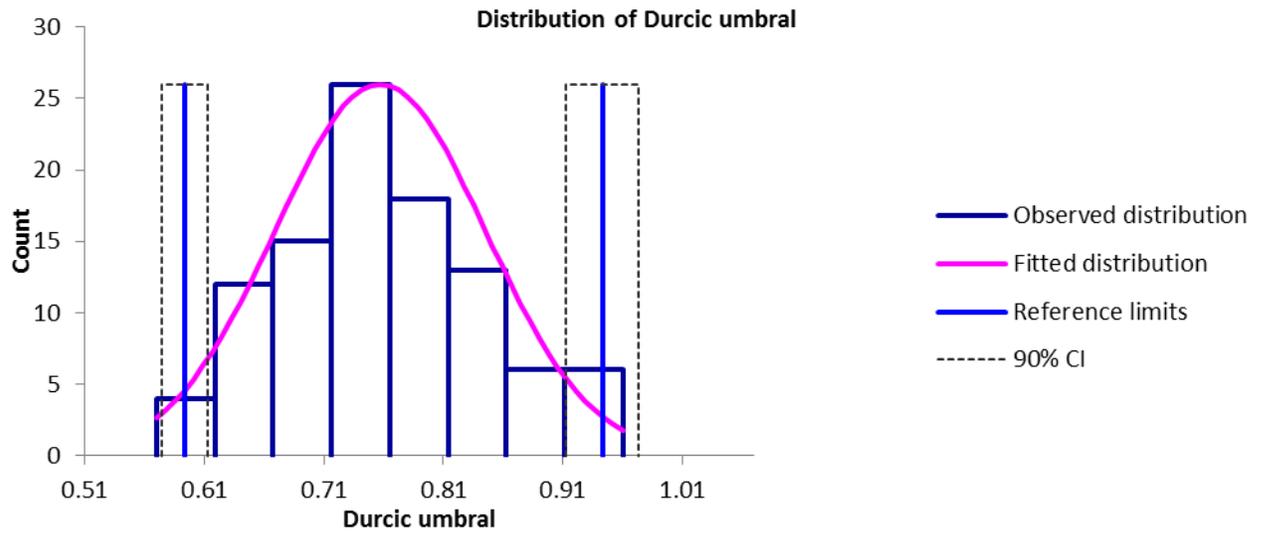
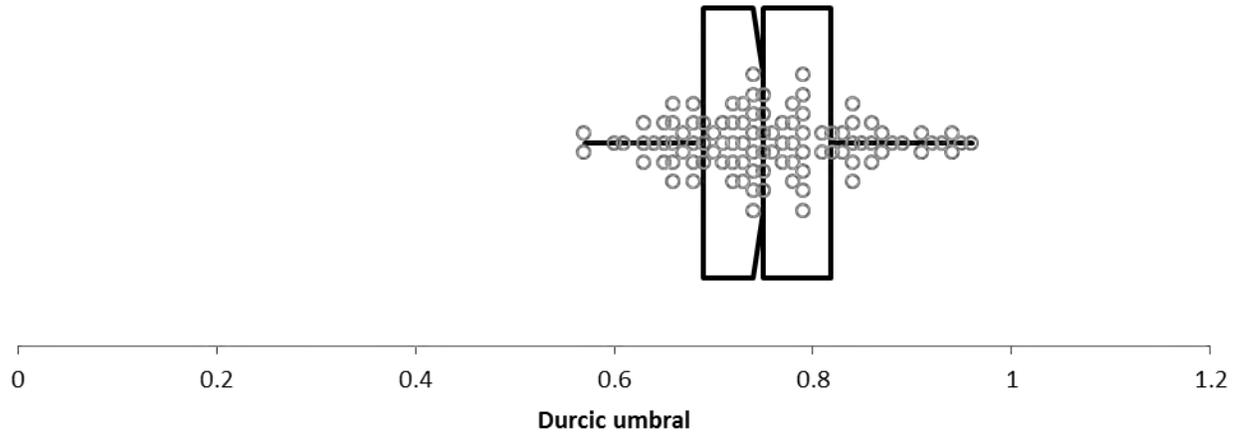
**Comments**

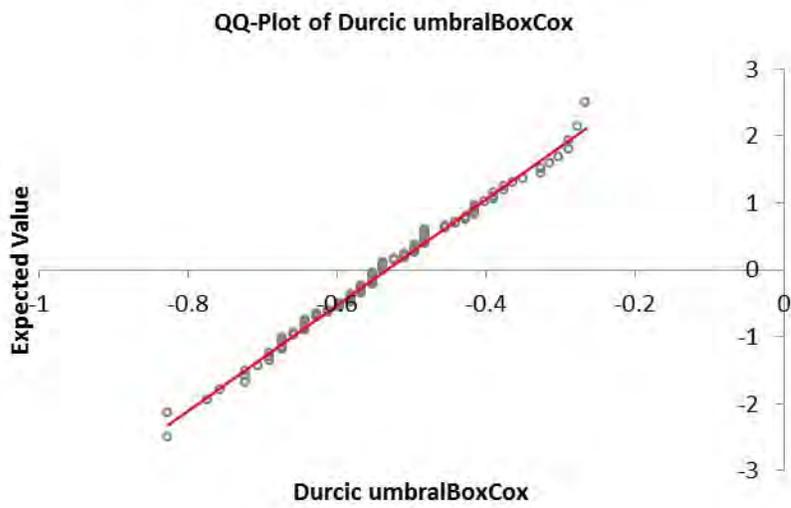
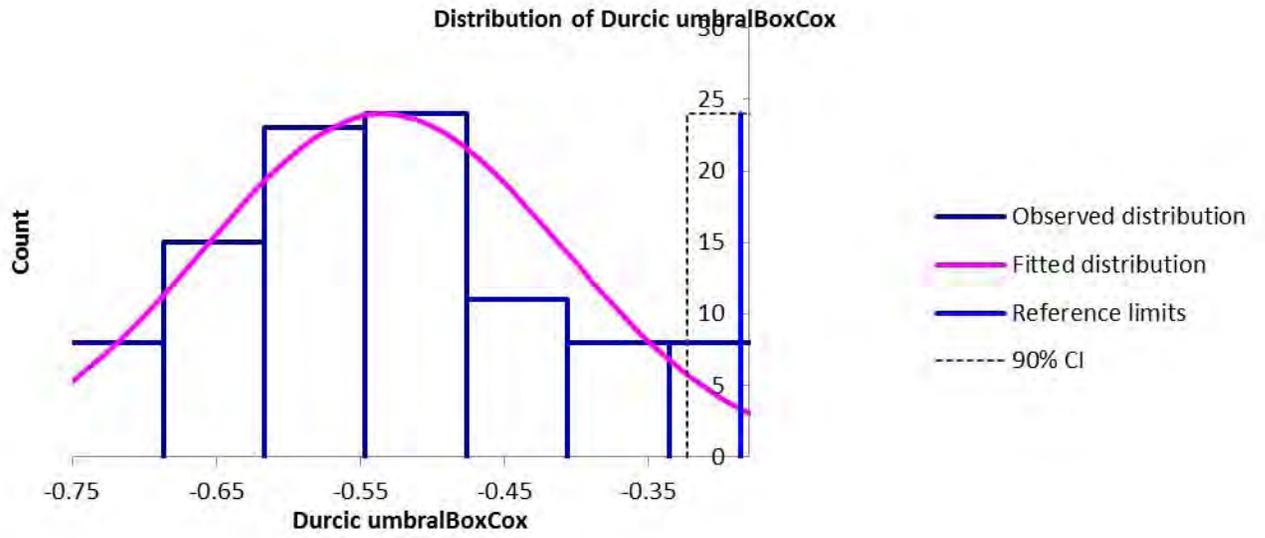
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.586 ; 0.945].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.



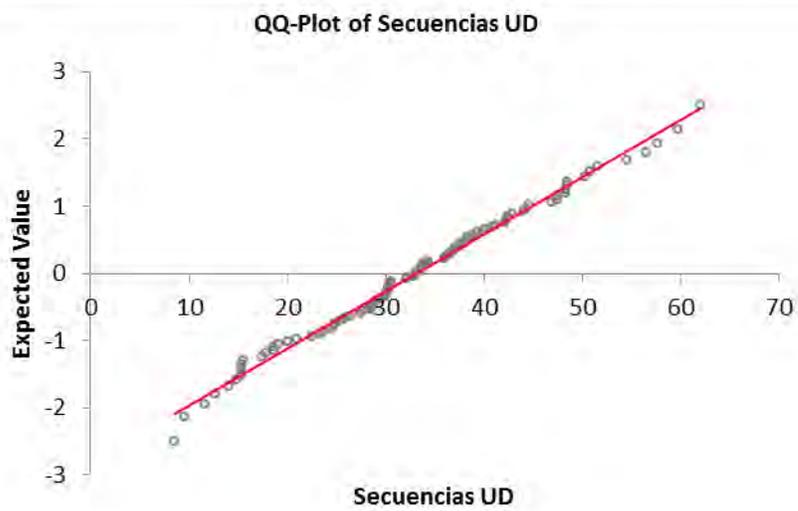
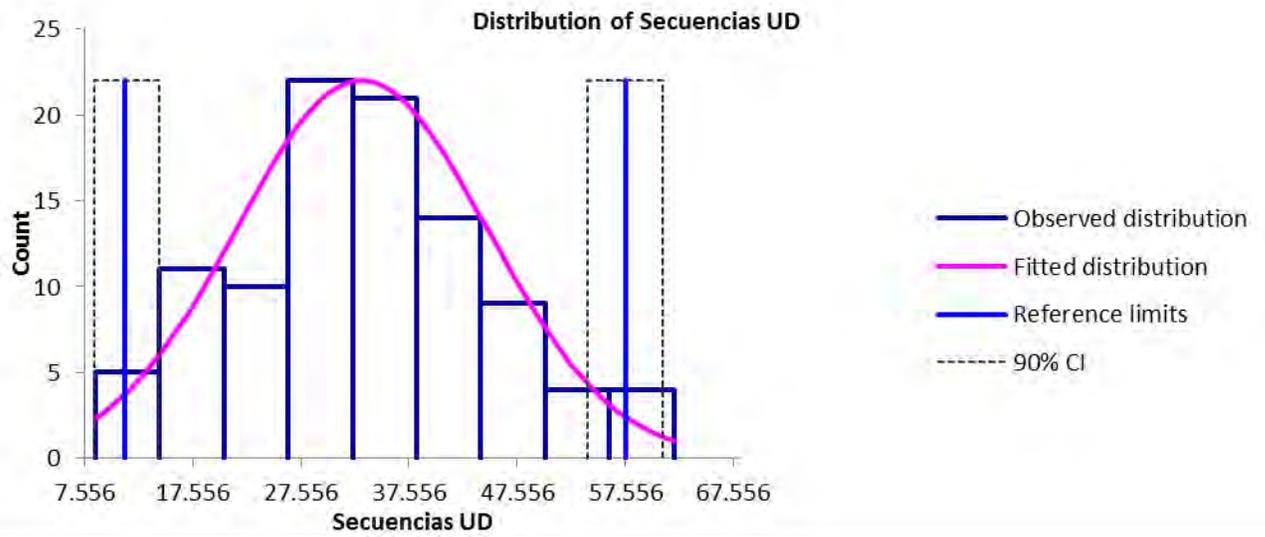
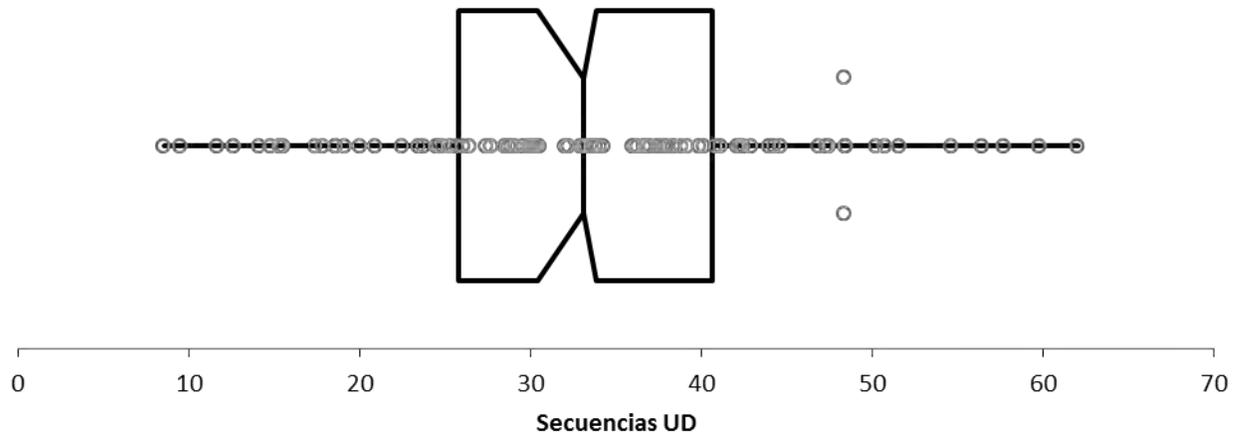


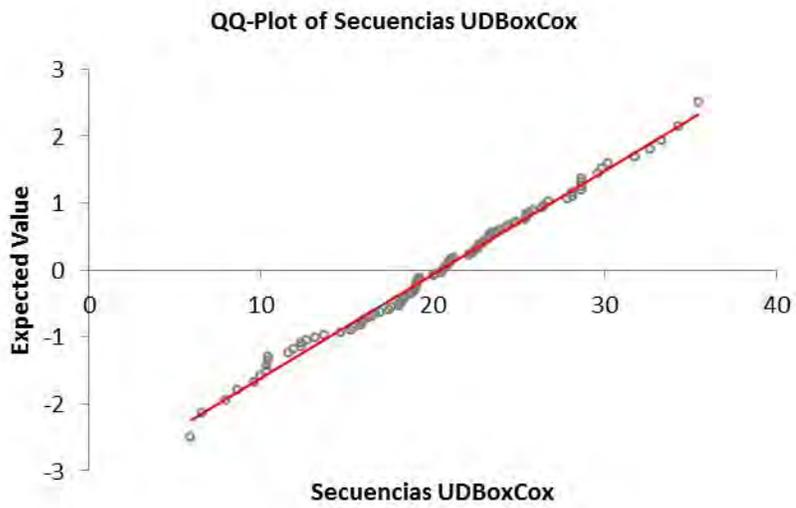
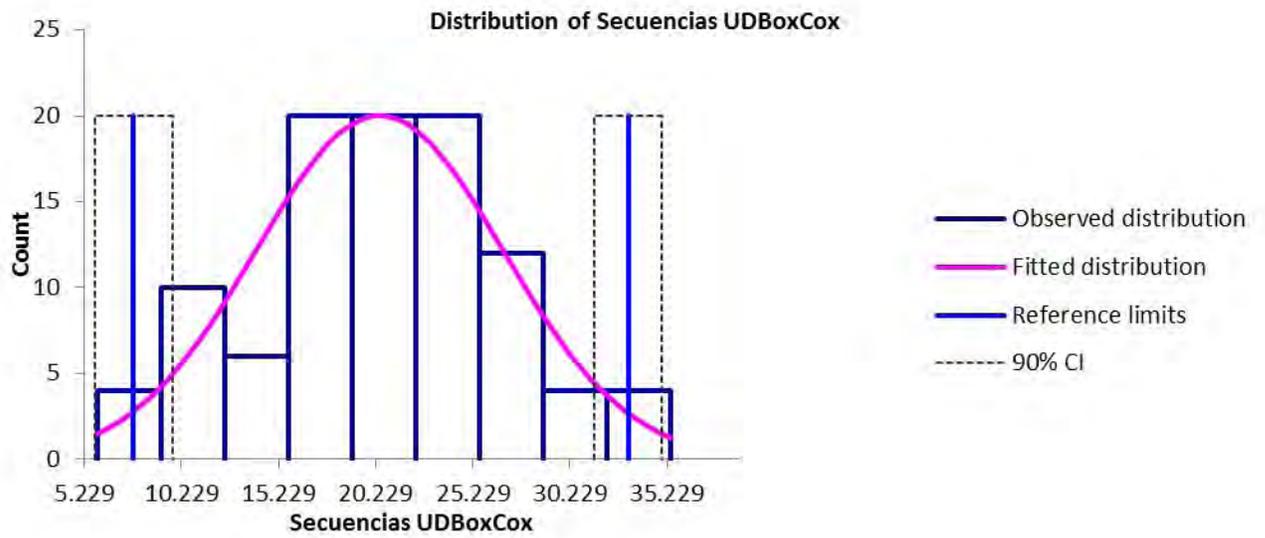
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	33.1869		20.4393		
Median	33.1420	32.9390	20.6171	20.5114	
SD	11.6127	11.6778	6.3774	6.4156	
Minimum	8.548	8.548	5.9149	5.9149	
Maximum	62.048	62.048	35.4340	35.4340	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.826	0.826	
P-Value Anderson-Darling/	0.698		0.635		
Symmetry test for Robust		0.946		0.886	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	10.0298	9.7677	11.2381	11.3286	10.6259
Upper limit of reference interval	56.3439	56.1103	57.4114	57.5828	58.6585
90% CI for lower limit	7.0530	6.4169	8.4370	8.3961	8.5480
	13.1354	13.0265	14.0622	14.4671	14.7940
90% CI for upper limit	53.0715	52.8938	53.7762	54.0274	53.0030
	59.4862	59.4890	61.2232	61.0006	62.0480

**Comments**

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [10.6259 ; 58.6585].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method. The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





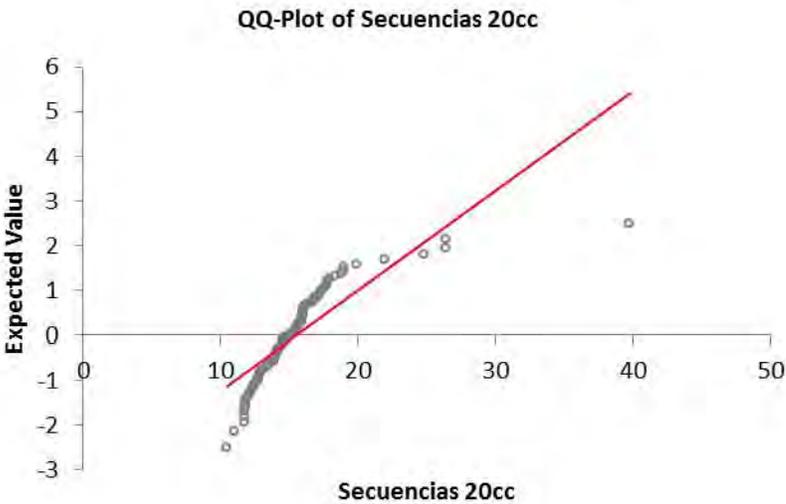
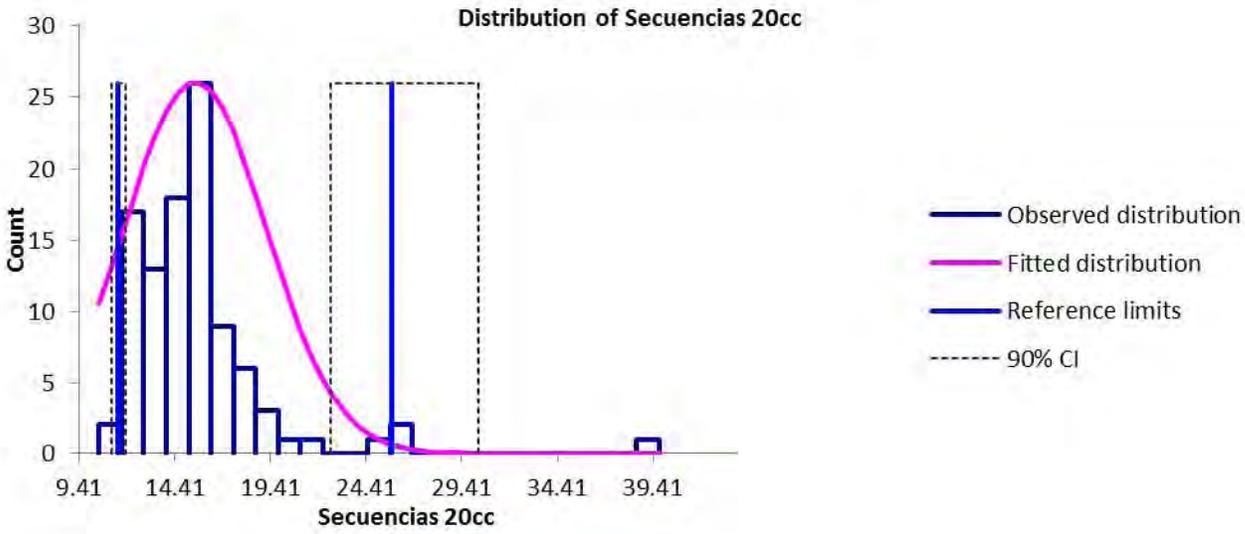
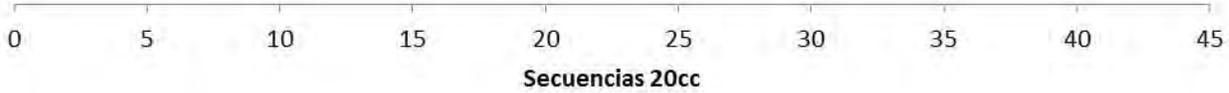
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	15.4719		0.8625		
Median	15.0130	14.8003	0.8657	0.8640	
SD	3.7311	3.7580	0.0228	0.0231	
Minimum	10.456	10.456	0.7932	0.7932	
Maximum	39.718	39.718	0.9258	0.9258	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-4.889	-4.889	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			-1.055	-1.055	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.029		
Symmetry test for Robust		0.344		0.344	
Outliers Dixon	Max	Max			
Outliers Tukey	4	4	0	0	
Suspect data Tukey	1	1	3	3	
Lower limit of reference interval	8.0317	7.3436	11.4175	11.4656	11.3555
Upper limit of reference interval	22.9121	22.2569	24.8592	25.7787	26.3615
90% CI for lower limit	6.0436	4.1470	11.0969	11.1220	10.4560
	10.3229	10.0424	11.8000	11.8689	11.7728
90% CI for upper limit	19.7099	19.5870	22.1481	22.5571	20.8282
	26.0275	25.2906	28.3733	30.2649	39.7180

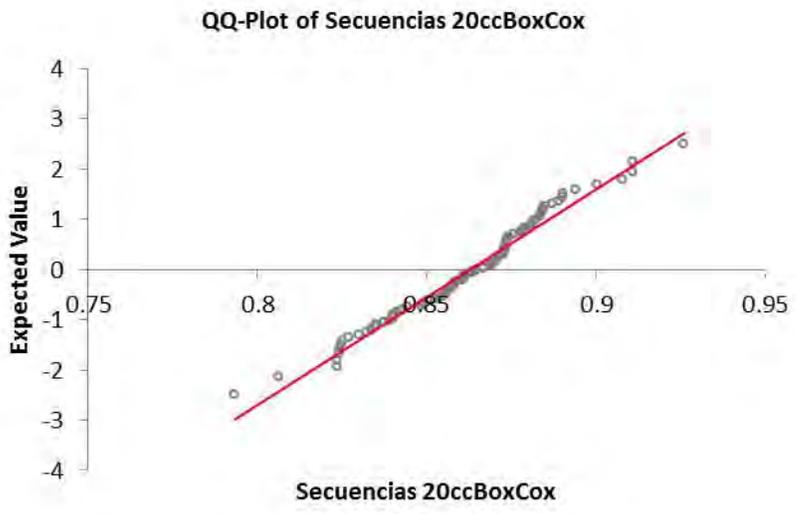
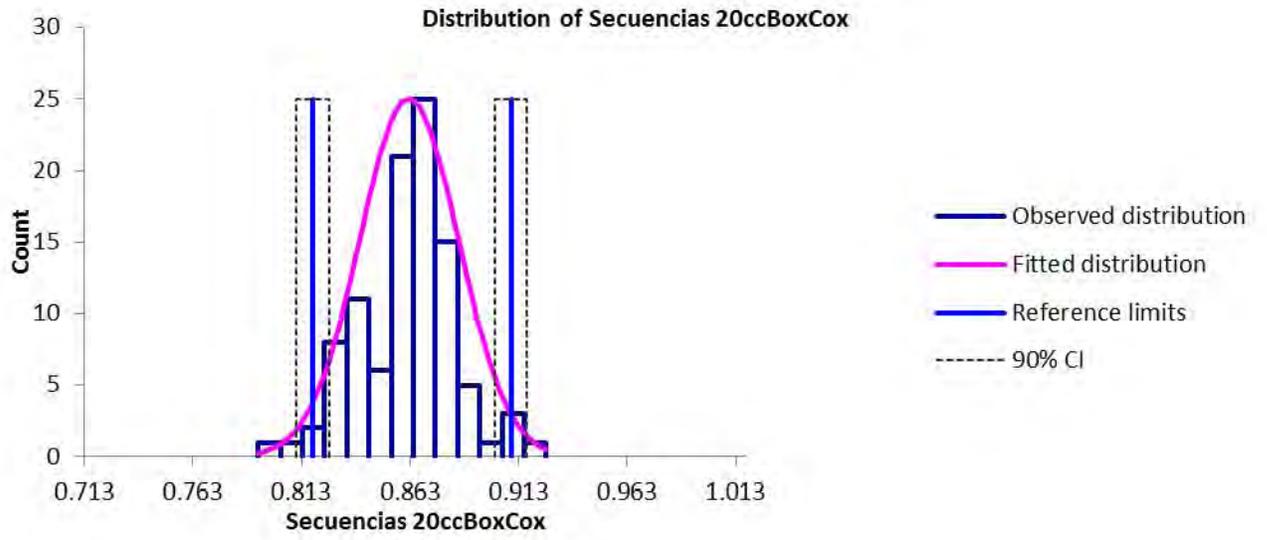
**Comments**

Suspect data detected according to Tukey. IFCC-CLSI C28-A3 recommends that unless these data are known to be aberrant observations, the emphasis should be on retaining rather than deleting them.

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [11.3555 ; 26.3615].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method. The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





# HOMBRES

Reference Value  
Advisor V2.1

## REPORTE H1.- TMP 20 ciclos

Date 24/10/2012  
Performed by ACER MINI

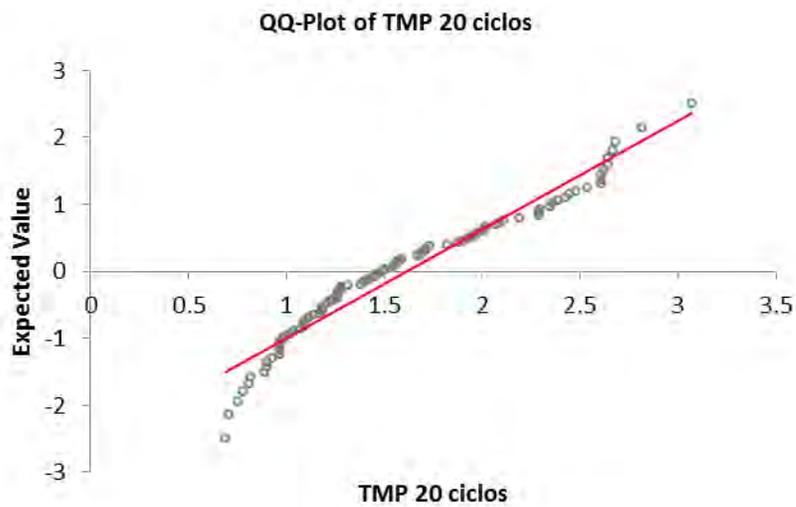
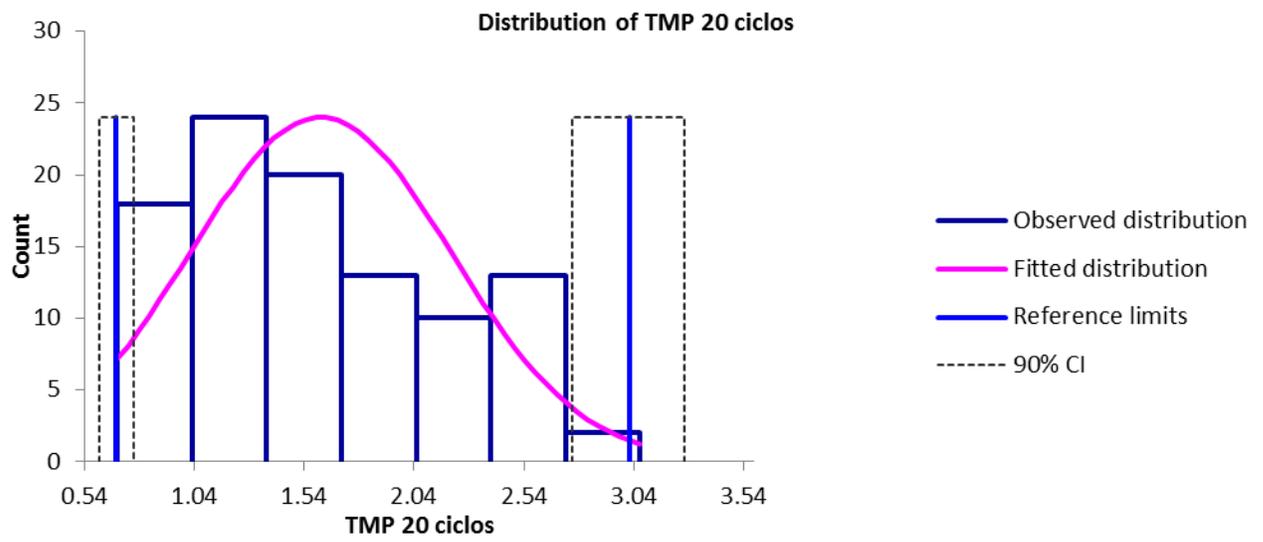
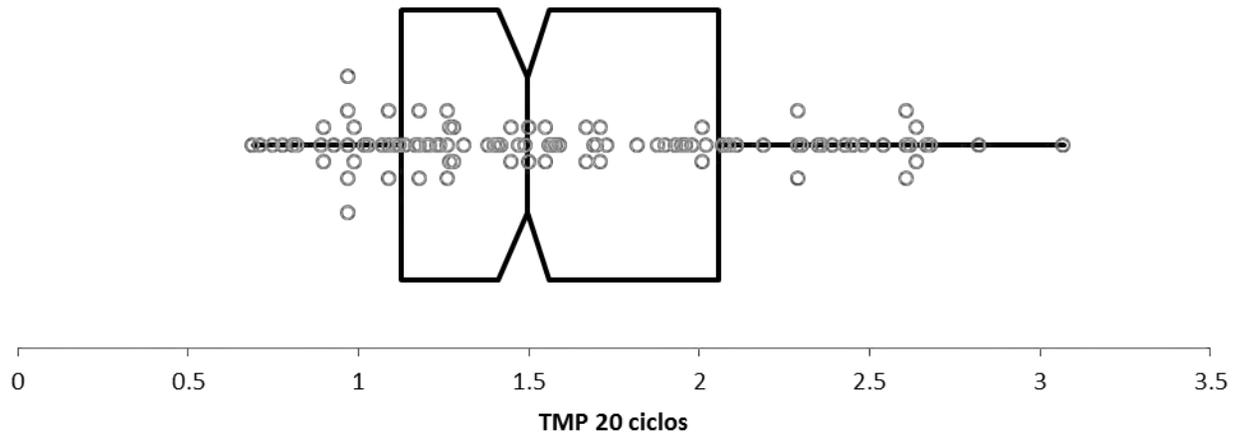
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	1.614		0.146		
Median	1.495	1.571	0.111	0.139	
SD	0.595	0.611	0.534	0.539	
Minimum	0.69	0.69	-0.919	-0.919	
Maximum	3.07	3.07	1.236	1.236	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-0.381	-0.381	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.434	0.434	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.028		
Symmetry test for Robust		0.001		0.500	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	0.427	0.359	0.690	0.684	0.731
Upper limit of reference interval	2.800	2.782	3.026	3.022	2.747
90% CI for lower limit	0.330	0.175	0.633	0.607	0.690
	0.540	0.493	0.760	0.761	0.843
90% CI for upper limit	2.630	2.569	2.777	2.762	2.640
	2.970	2.977	3.239	3.272	3.070

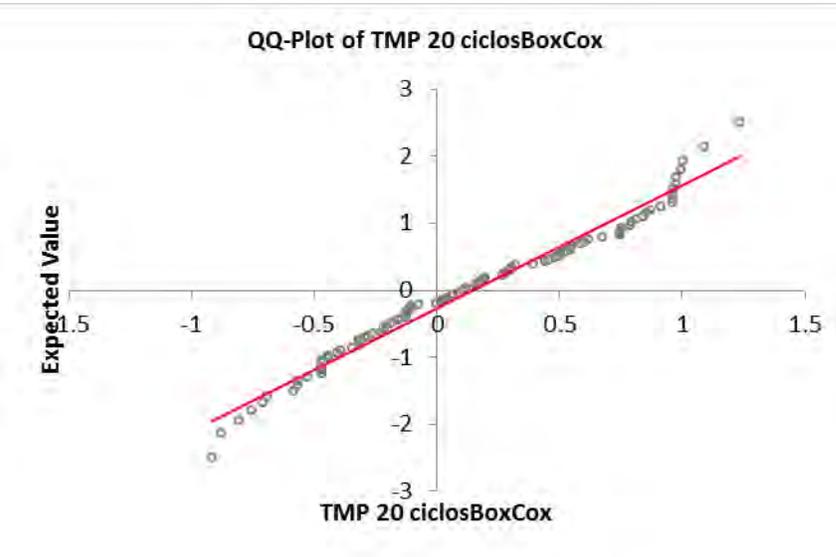
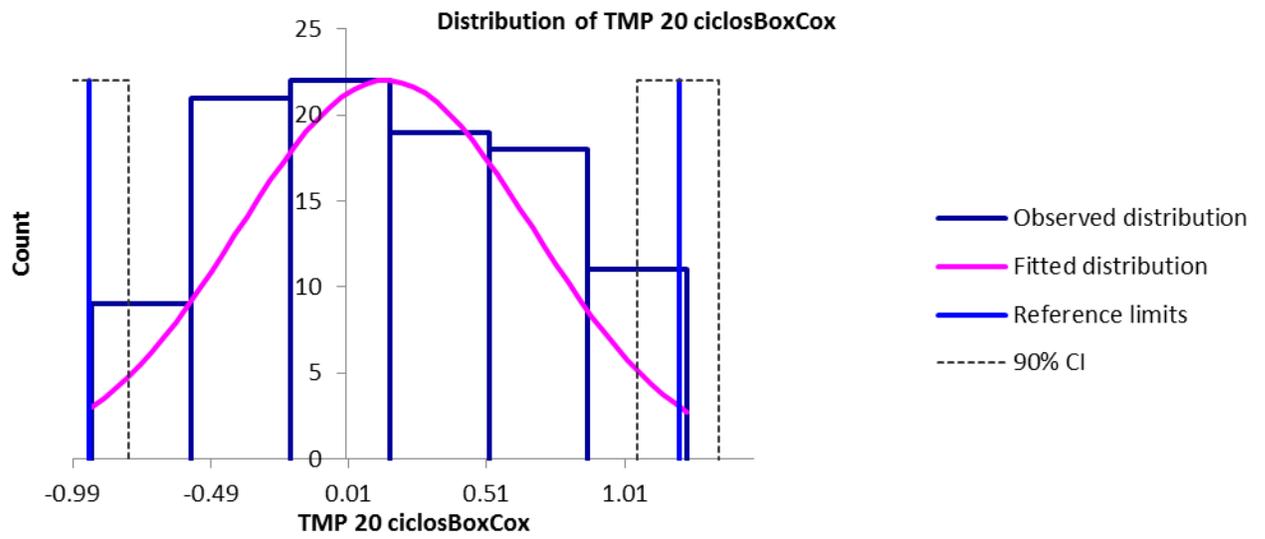
### Comments

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.731 ; 2.747].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	1.088		-0.789		
Median	0.920	0.931	-0.814	-0.804	
SD	0.511	0.540	0.780	0.785	
Minimum	0.53	0.53	-2.795	-2.795	
Maximum	2.79	2.79	0.867	0.867	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-0.492	-0.492	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.097	0.097	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.000		0.085		
		0.000		0.054	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	5	5	0	0	
Lower limit of reference interval	0.068	-0.140	0.562	0.560	0.580
Upper limit of reference interval	2.108	2.001	2.586	2.563	2.739
90% CI for lower limit	-0.036	-0.360	0.543	0.543	0.530
	0.198	0.084	0.584	0.580	0.611
90% CI for upper limit	1.860	1.777	2.211	2.184	2.110
	2.351	2.213	3.070	3.066	2.790

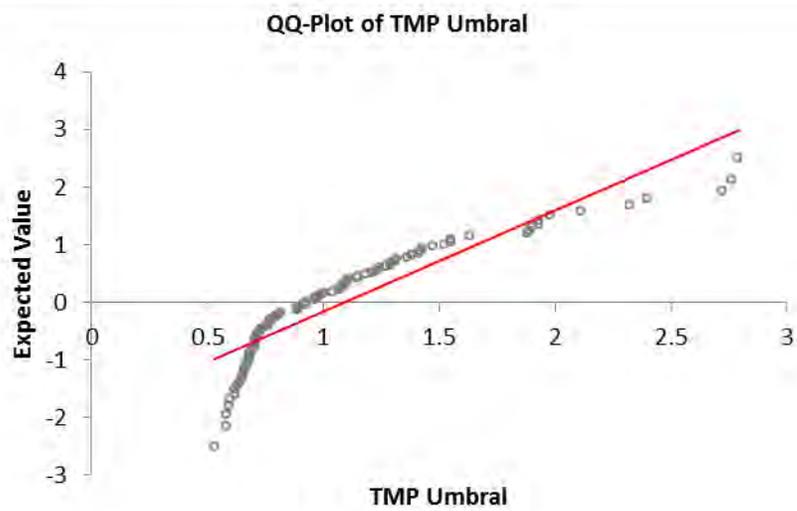
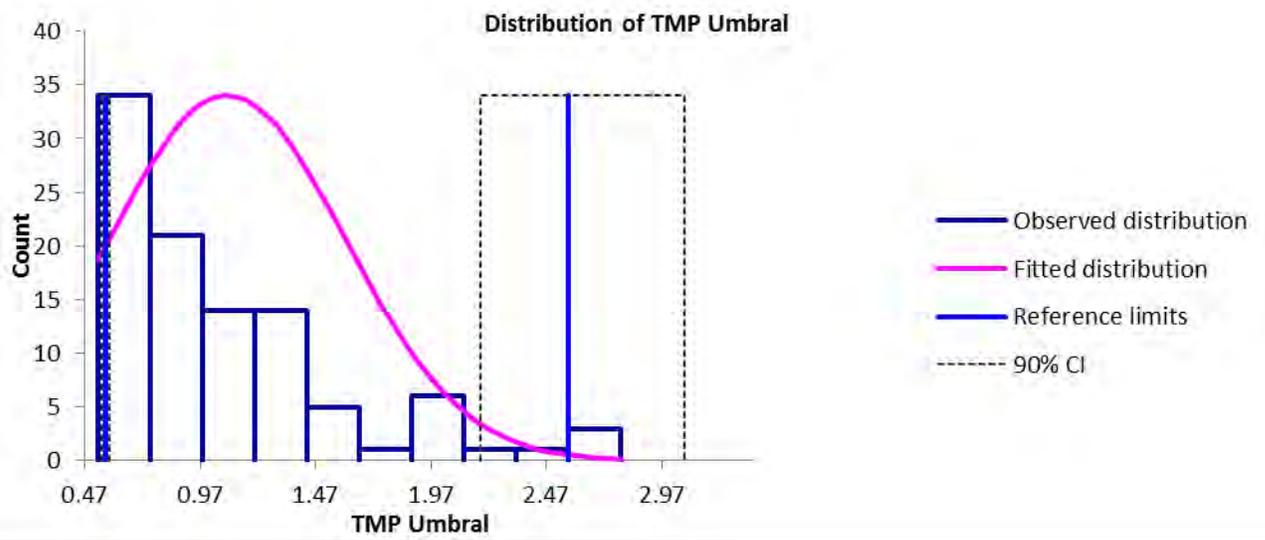
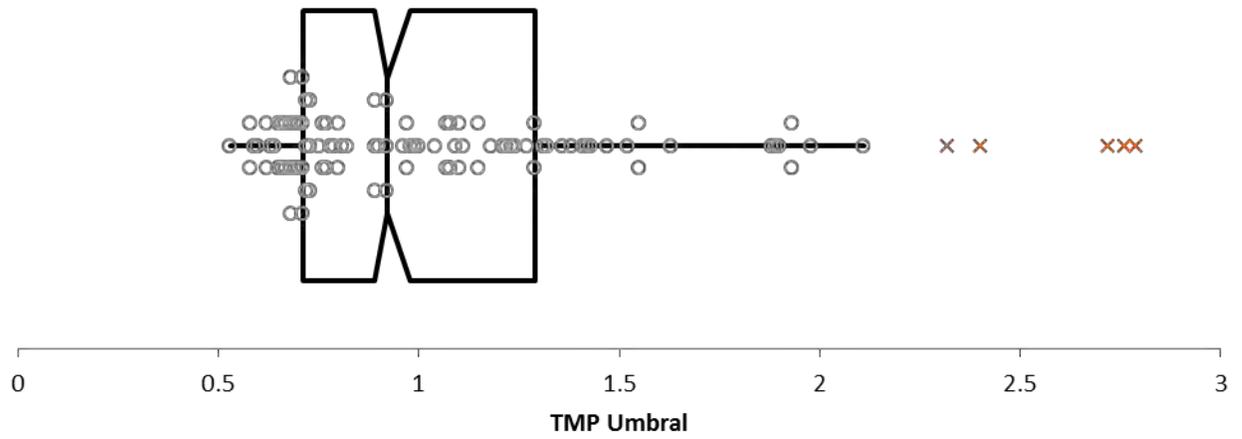
**Comments**

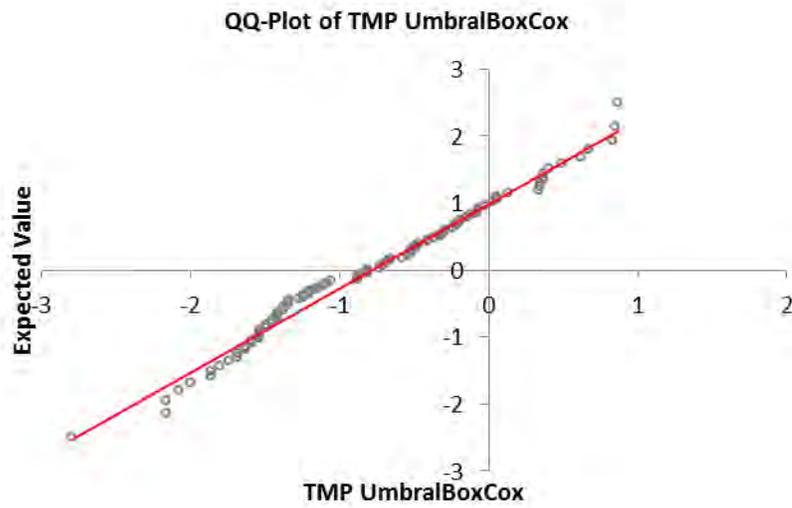
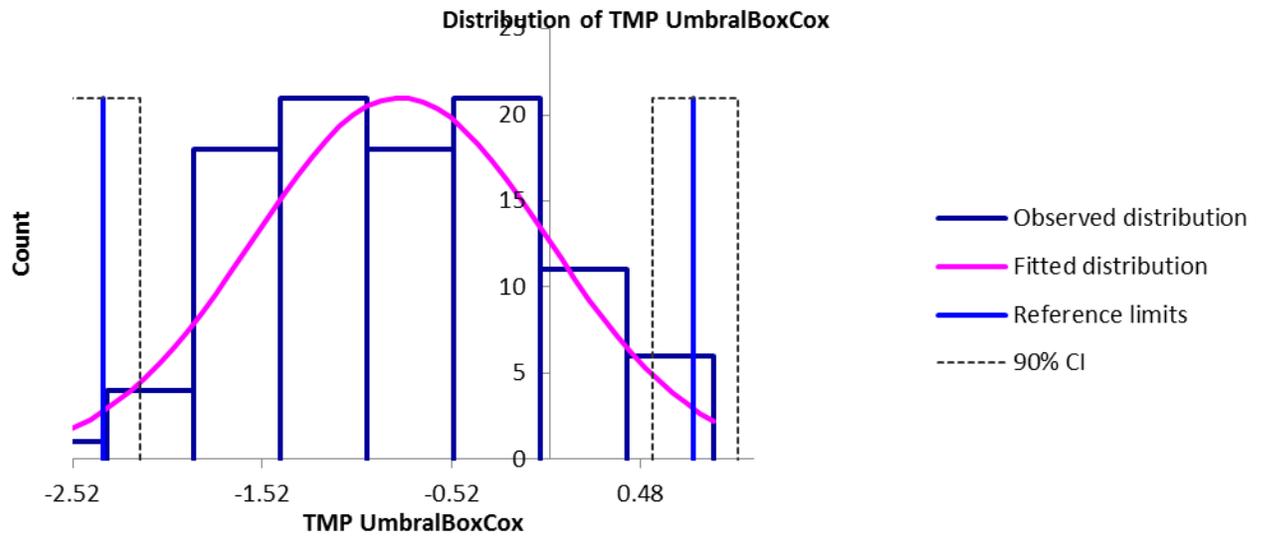
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.58 ; 2.739].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	2.068		-0.490		
Median	1.700	1.711	-0.786	-0.621	
SD	0.722	0.811	0.770	0.830	
Minimum	1.4	1.4	-1.691	-1.691	
Maximum	4.29	4.29	1.242	1.242	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-1.277	-1.277	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.212	0.212	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.000		
Symmetry test for Robust		0.000		0.000	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	6	6	0	0	
Lower limit of reference interval	0.628	0.101	1.348	1.322	1.415
Upper limit of reference interval	3.508	3.320	3.849	3.805	4.118
90% CI for lower limit	0.511	-0.171	1.334	1.305	1.400
	0.789	0.423	1.368	1.353	1.450
90% CI for upper limit	3.181	3.010	3.332	3.141	3.713
	3.818	3.625	4.364	4.369	4.290

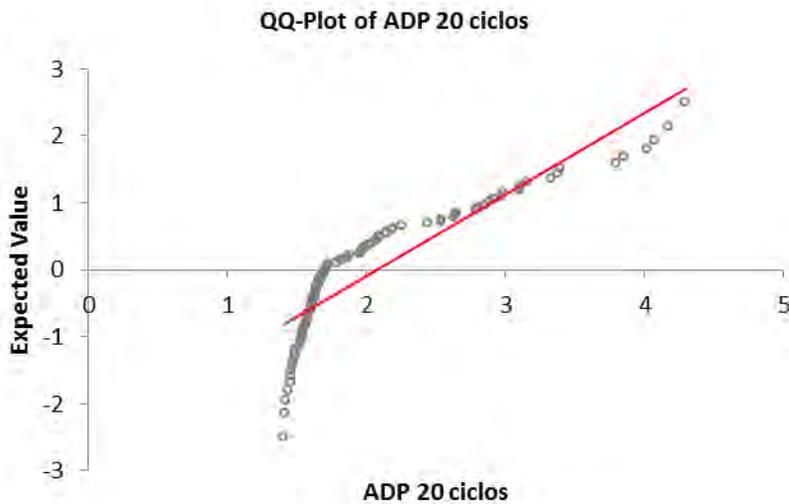
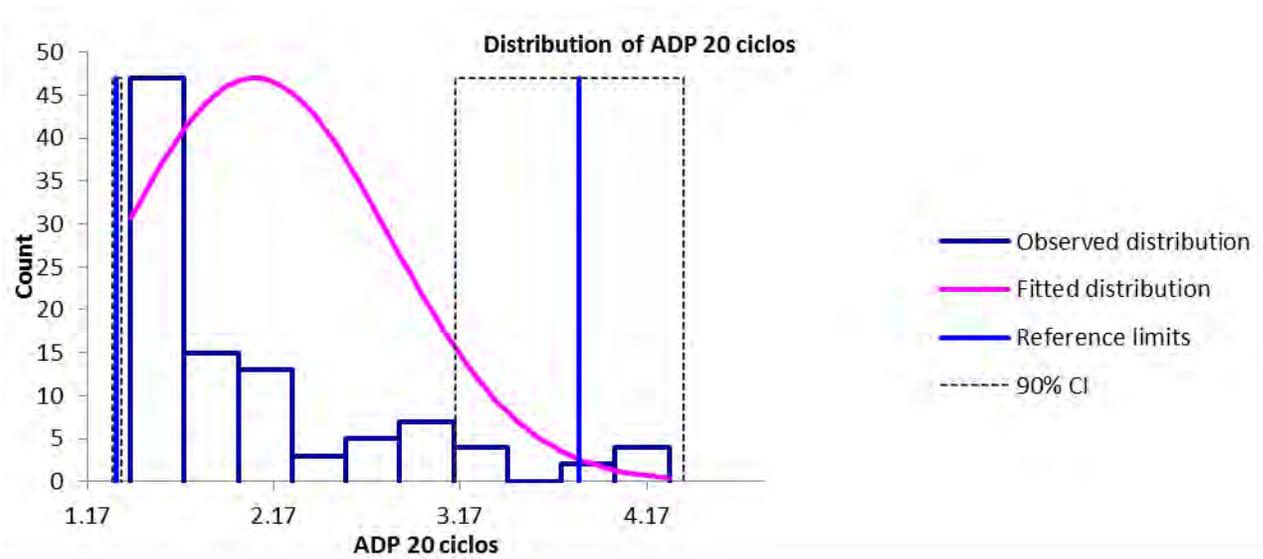
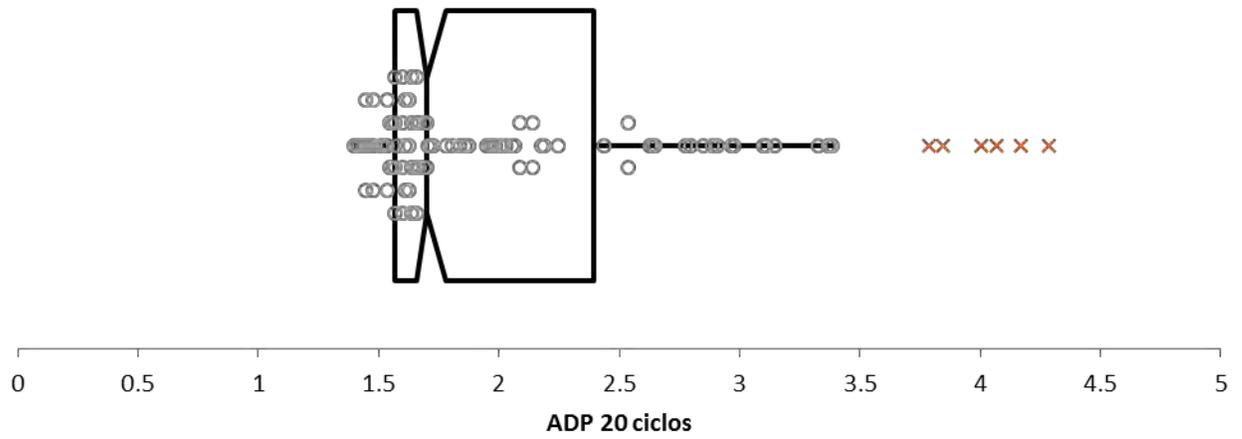
**Comments**

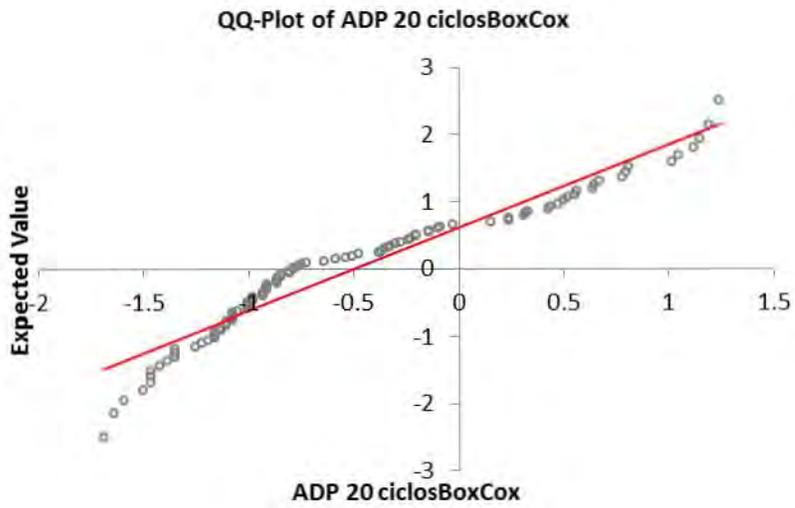
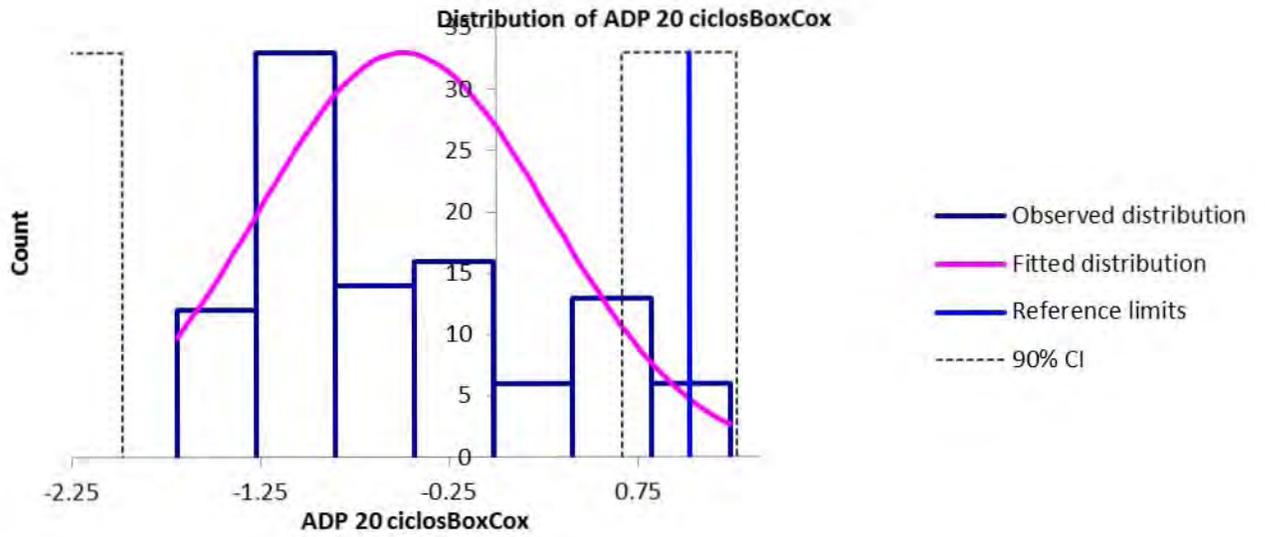
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [1.415 ; 4.118].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





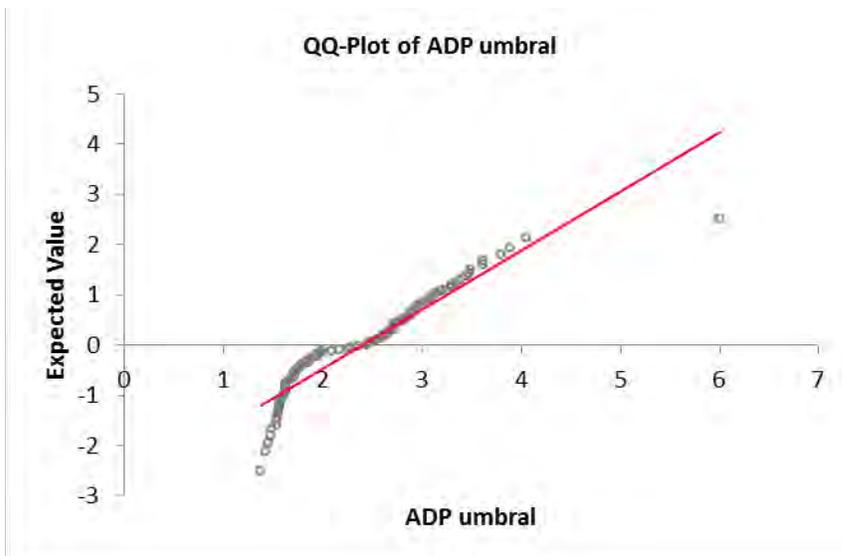
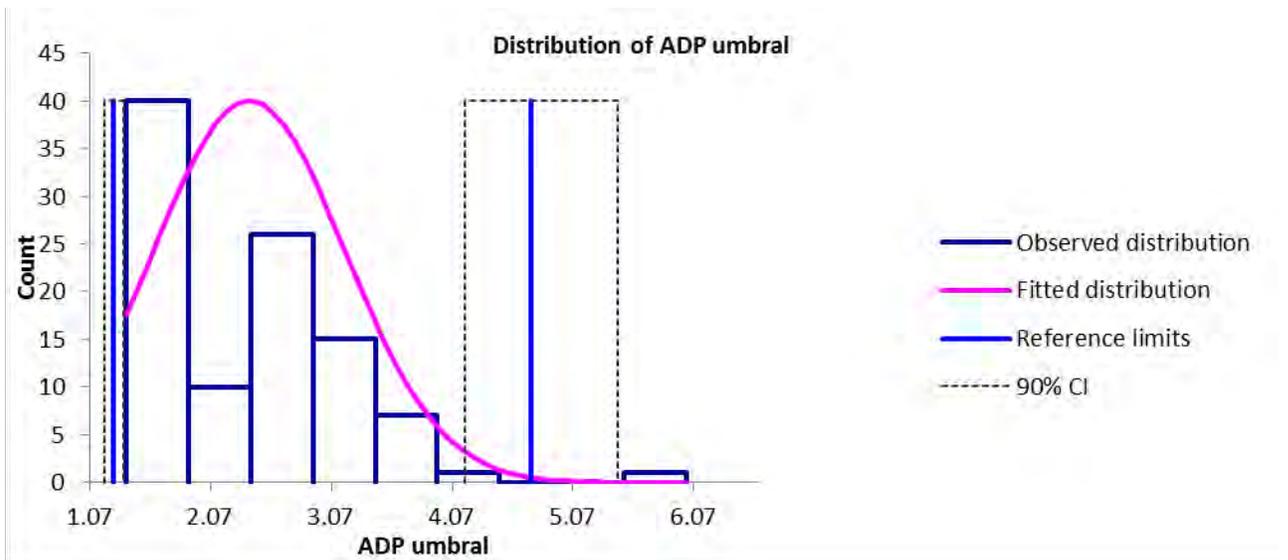
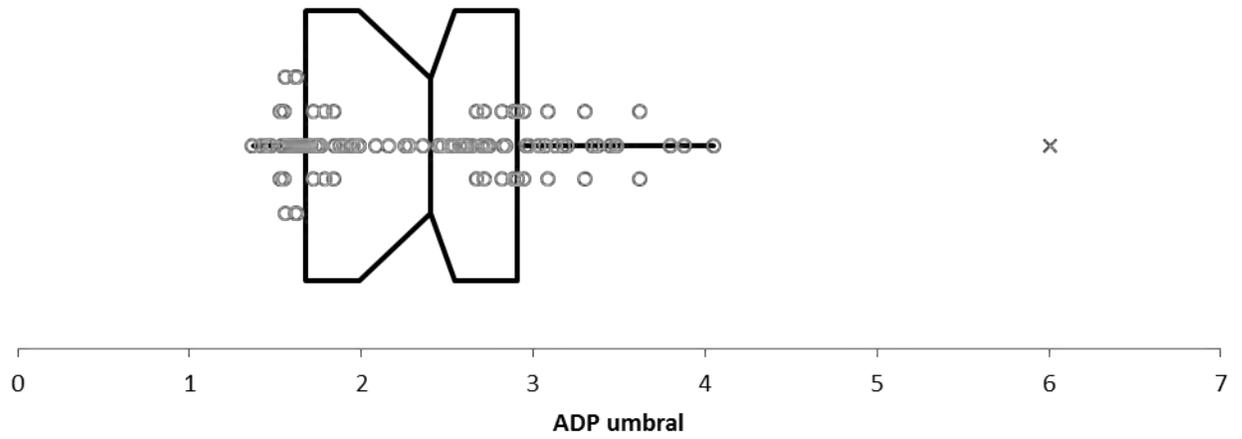
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	2.389		0.666		
Median	2.405	2.330	0.720	0.665	
SD	0.794	0.798	0.213	0.221	
Minimum	1.37	1.37	0.293	0.293	
Maximum	6.01	6.01	1.214	1.214	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			-0.468	-0.468	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.000		
Symmetry test for Robust		0.035		0.002	
Outliers Dixon	Max	Max	Max	Max	
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	1	1	0	0	
Lower limit of reference interval	0.806	0.746	1.291	1.270	1.436
Upper limit of reference interval	3.972	3.914	4.599	4.726	3.961
90% CI for lower limit	0.581	0.324	1.226	1.190	1.370
	1.038	0.990	1.371	1.350	1.506
90% CI for upper limit	3.625	3.630	4.111	4.180	3.620
	4.349	4.281	5.077	5.443	6.010

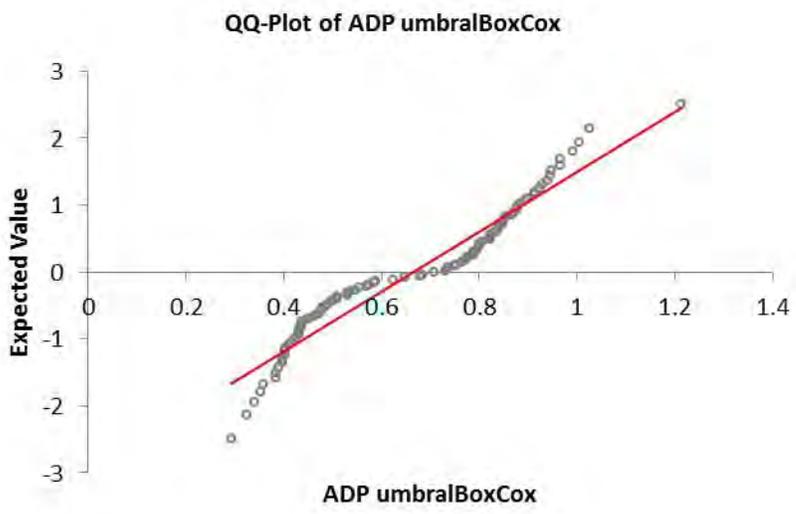
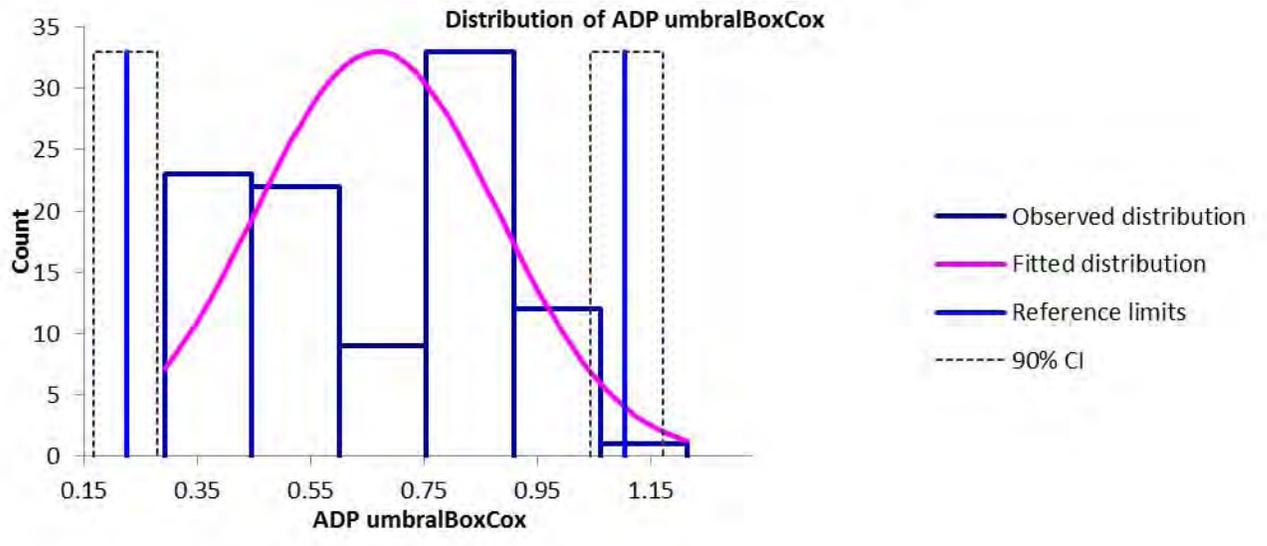
**Comments**

Possible outliers detected according to Tukey or Dixon. IFCC-CLSI C28-A3 recommends that unless outliers are known to be aberrant observations, the emphasis should be on retaining rather than deleting them.

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [1.436 ; 3.961].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method. The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





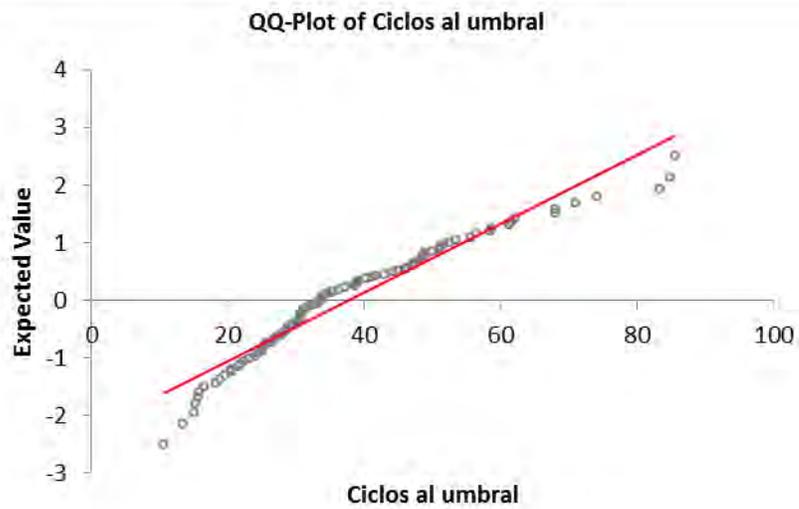
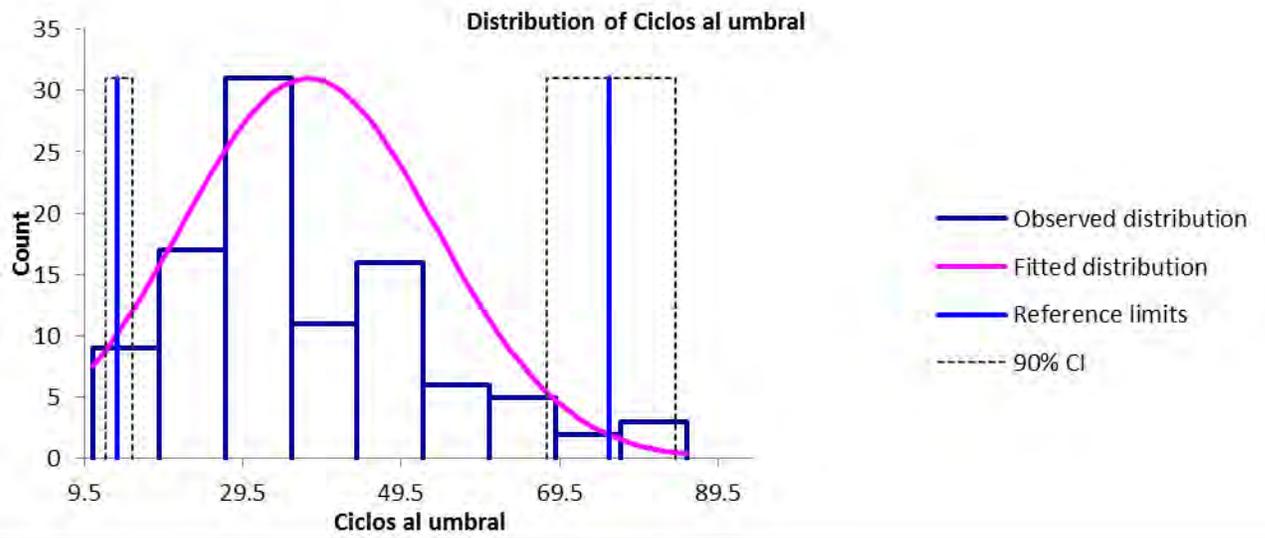
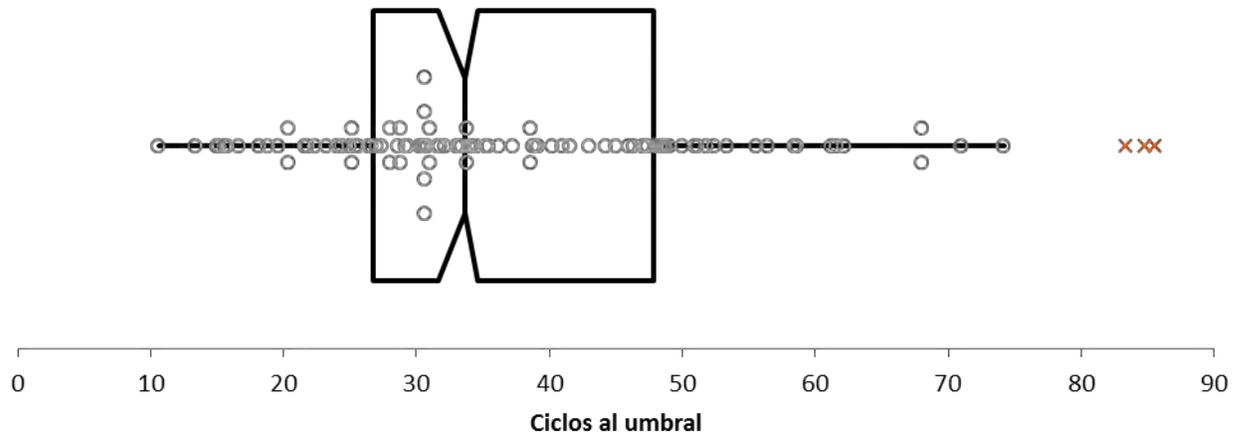
Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	37.72		7.85		
Median	33.60	34.77	7.52	7.78	
SD	16.14	16.73	2.86	2.89	
Minimum	10.6	10.6	0.12	0.12	
Maximum	85.6	85.6	14.60	14.60	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-9.474	-9.474	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.480	0.480	
P-Value Anderson-Darling/	0.000		0.411		
Symmetry test for Robust		0.500		0.500	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	3	3	1	1	
Lower limit of reference interval	5.55	1.58	13.86	13.64	14.24
Upper limit of reference interval	69.90	67.97	75.96	75.73	74.07
90% CI for lower limit	2.16	-4.02	12.23	12.15	10.60
	9.40	6.96	15.72	15.55	15.94
90% CI for upper limit	63.60	61.49	69.32	67.91	68.00
	76.38	74.28	83.50	84.14	85.60

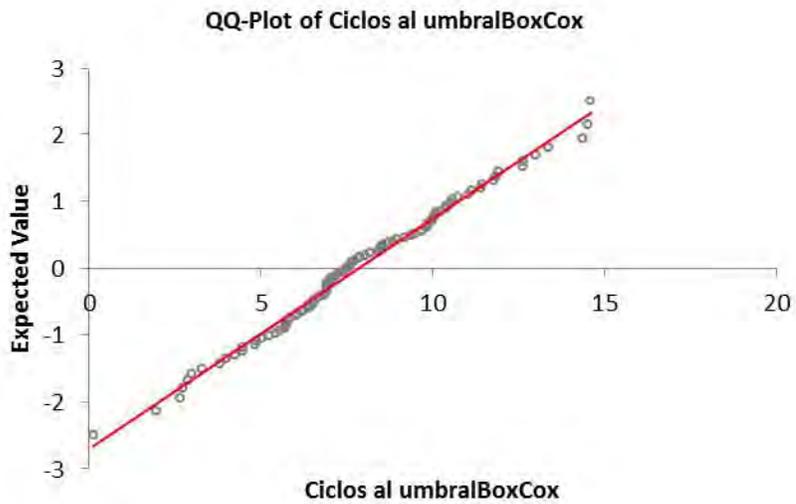
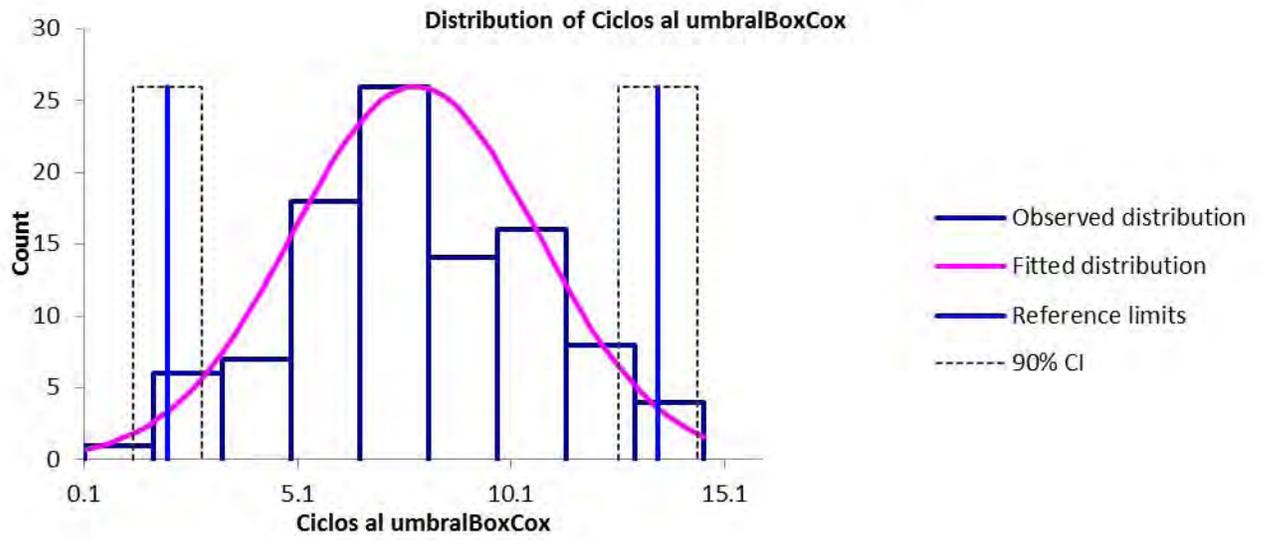
**Comments**

Suspect data detected according to Tukey. IFCC-CLSI C28-A3 recommends that unless these data are known to be aberrant observations, the emphasis should be on retaining rather than deleting them.

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [14.24 ; 74.07].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method. The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	0.650		-0.818		
Median	0.625	0.638	-0.851	-0.824	
SD	0.101	0.104	0.247	0.250	
Minimum	0.48	0.48	-1.343	-1.343	
Maximum	0.92	0.92	-0.280	-0.280	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-0.156	-0.156	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			-0.303	-0.303	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.004		0.536		
		0.022		0.000	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	0.449	0.430	0.488	0.485	0.495
Upper limit of reference interval	0.851	0.845	0.888	0.888	0.794
90% CI for lower limit	0.429	0.403	0.471	0.472	0.480
	0.470	0.461	0.504	0.503	0.511
90% CI for upper limit	0.818	0.806	0.846	0.844	0.730
	0.885	0.877	0.938	0.938	0.920

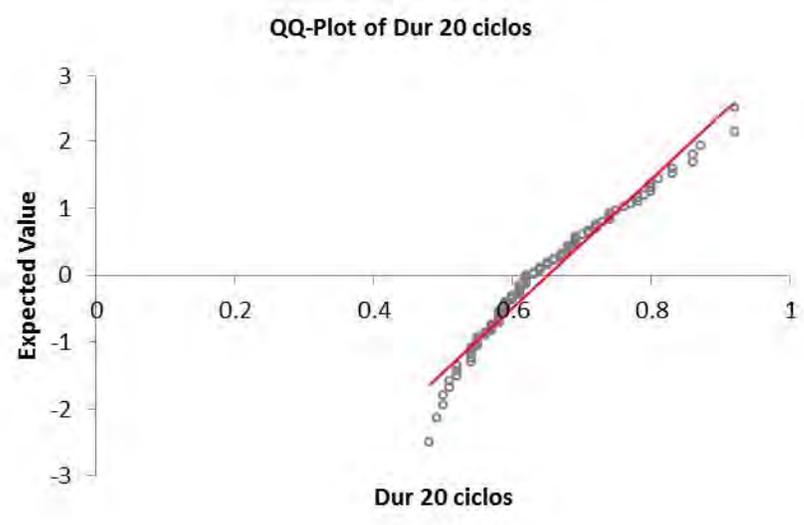
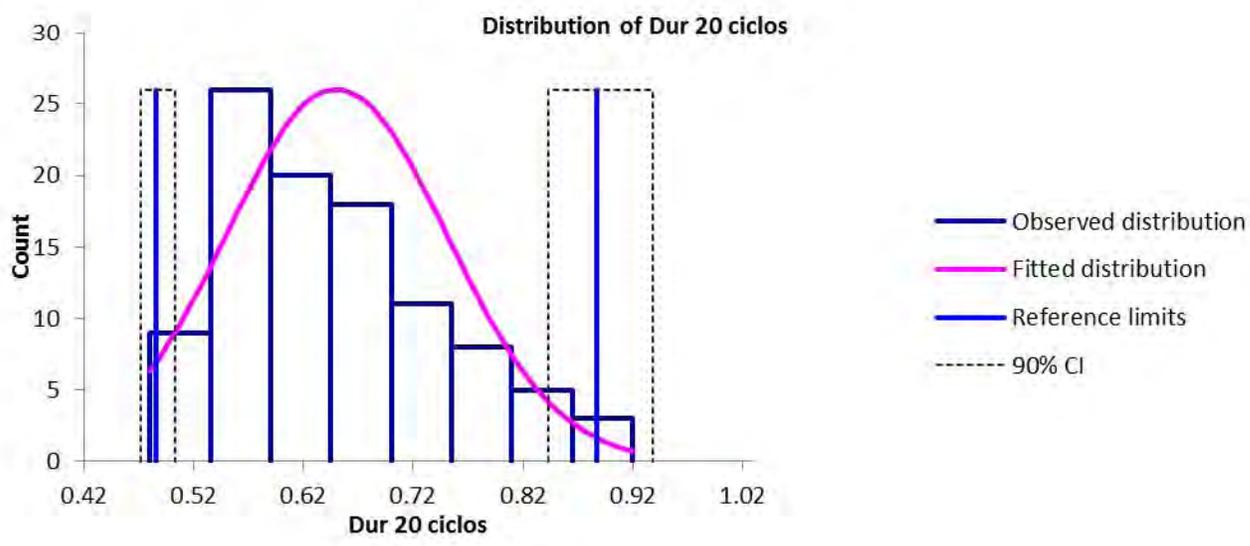
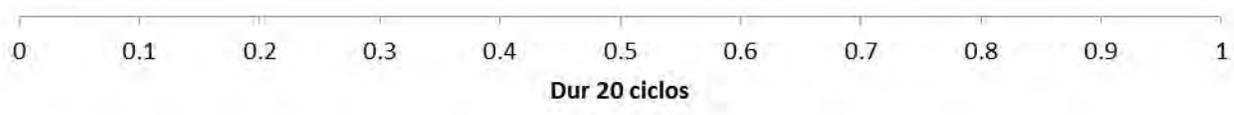
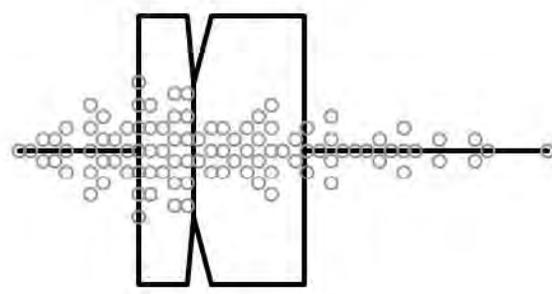
**Comments**

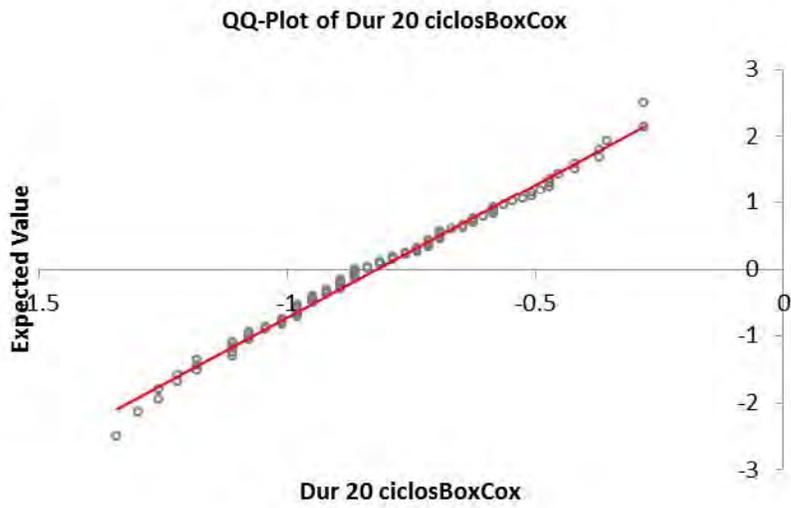
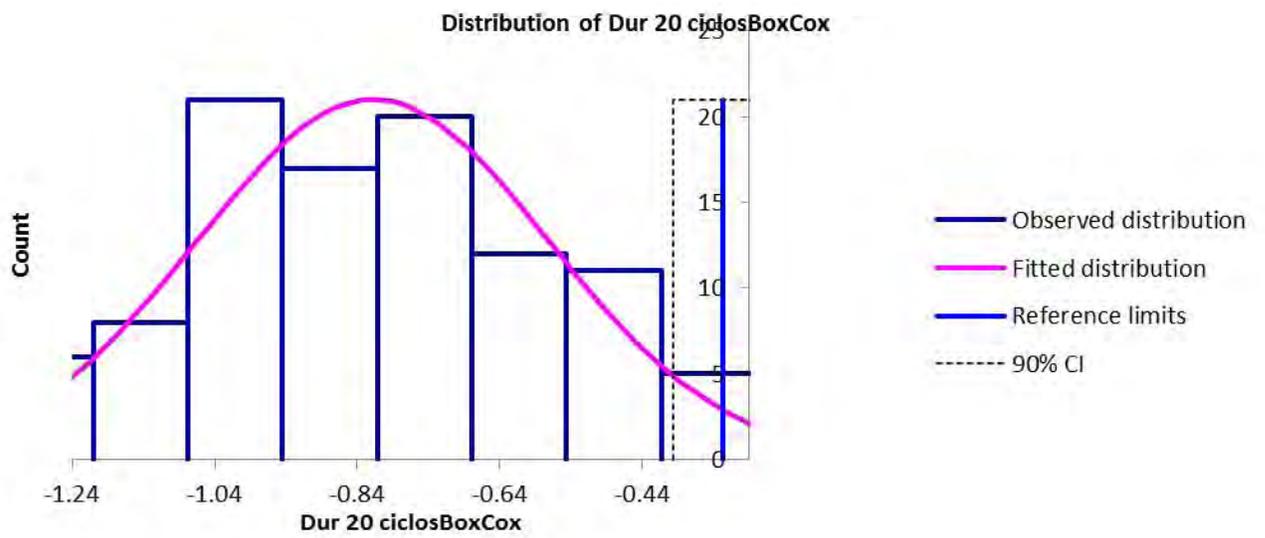
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.495 ; 0.894].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	0.684		-0.576		
Median	0.690	0.681	-0.563	-0.577	
SD	0.098	0.099	0.130	0.131	
Minimum	0.45	0.45	-0.917	-0.917	
Maximum	0.93	0.93	-0.272	-0.272	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-0.188	-0.188	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.605	0.605	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.244		0.401		
		0.000		0.000	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	0	0	0	0	
Lower limit of reference interval	0.488	0.485	0.500	0.499	0.511
Upper limit of reference interval	0.880	0.877	0.890	0.891	0.895
90% CI for lower limit	0.463	0.460	0.477	0.477	0.450
	0.514	0.509	0.524	0.523	0.545
90% CI for upper limit	0.852	0.849	0.859	0.857	0.860
	0.906	0.905	0.924	0.922	0.930

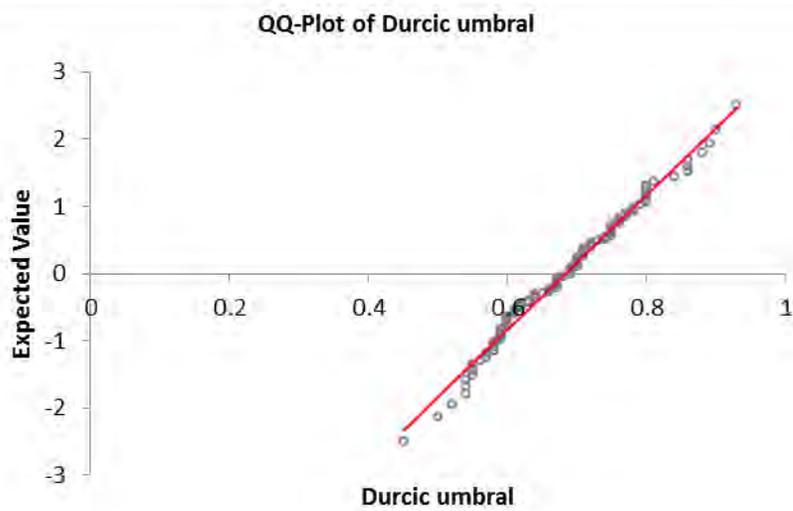
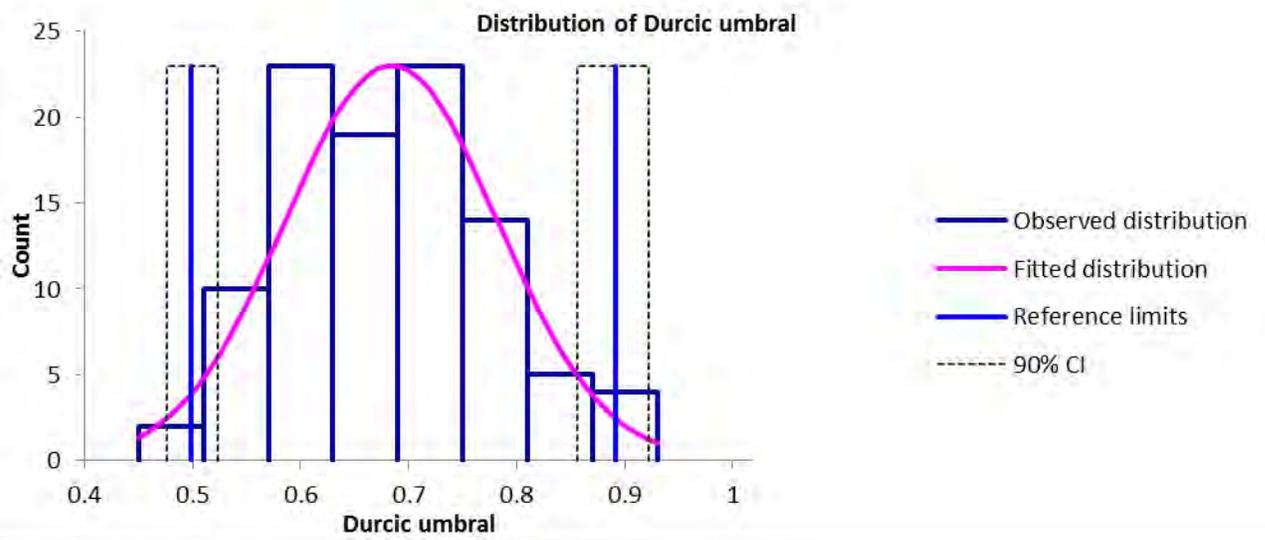
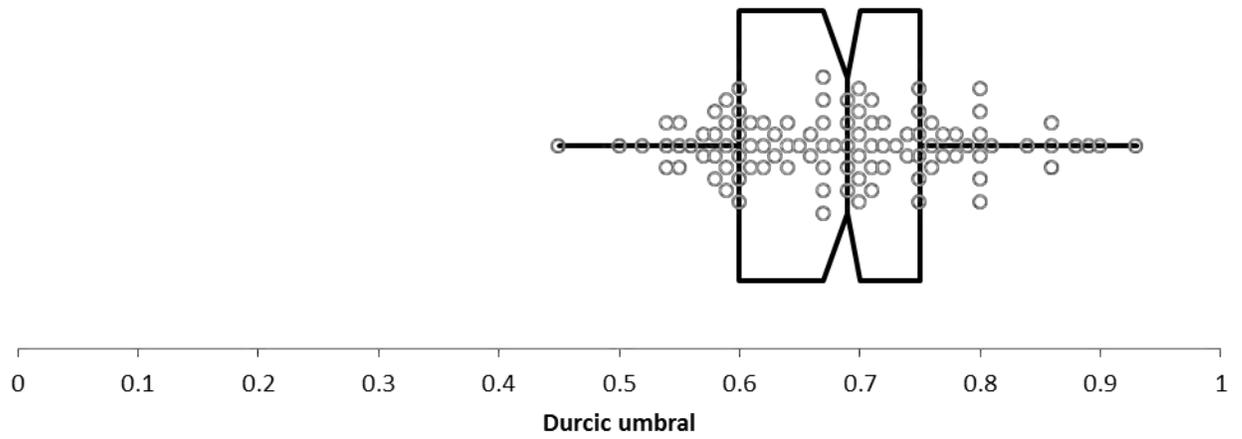
**Comments**

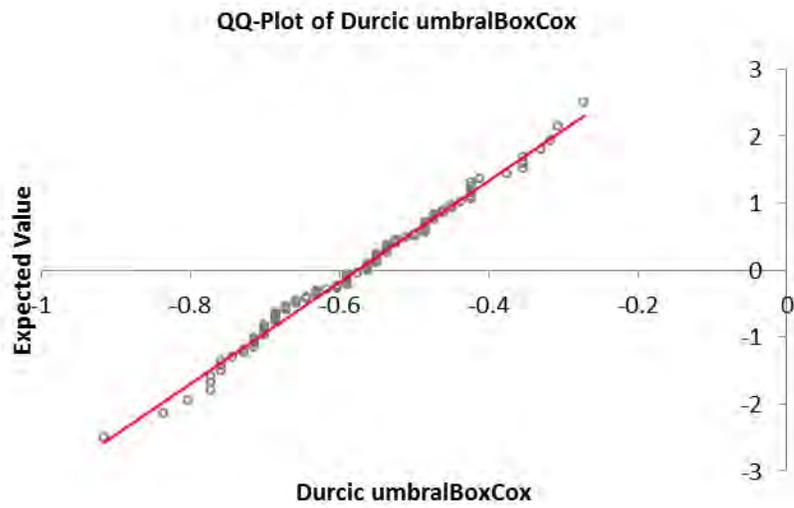
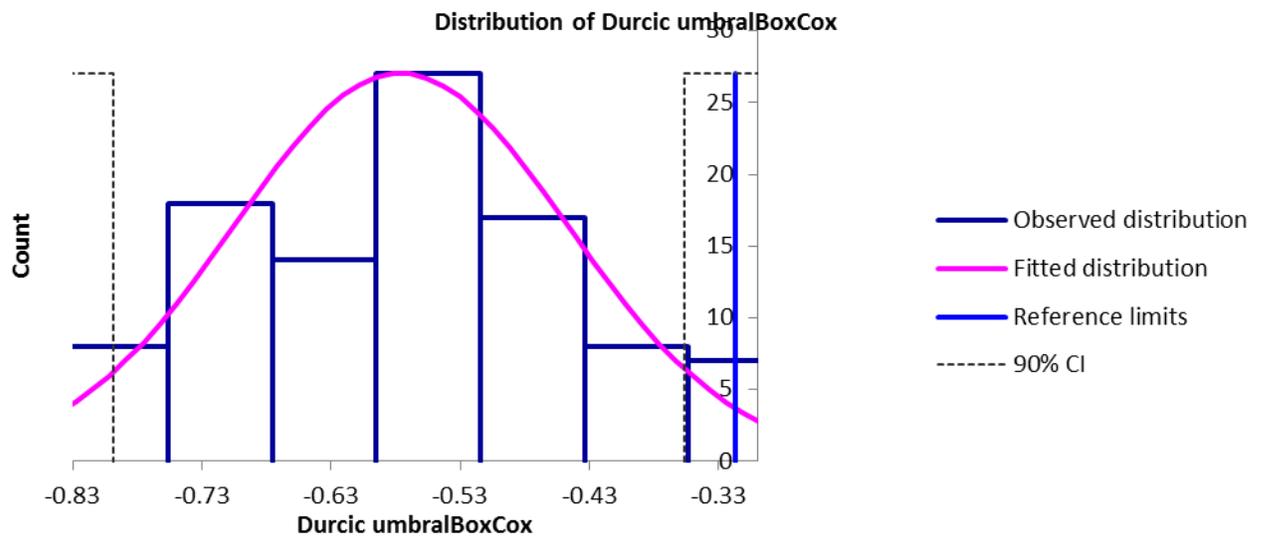
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [0.511 ; 0.895].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	24.9558		5.2905		
Median	23.2560	23.6178	5.2679	5.2932	
SD	10.4548	10.6486	1.1210	1.1278	
Minimum	6.716	6.716	2.5784	2.5784	
Maximum	58.278	58.278	8.0217	8.0217	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			0.000	0.000	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			0.304	0.304	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.009		0.902		
		0.307		0.935	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	1	1	0	0	
Lower limit of reference interval	4.1041	2.4860	8.6836	8.6852	8.5920
Upper limit of reference interval	45.8074	44.7496	50.2854	50.3626	48.7390
90% CI for lower limit	1.8387	-0.6410	7.3217	7.4688	6.7160
	6.3630	5.3871	10.2238	10.3050	10.4350
90% CI for upper limit	42.1771	41.1754	45.4618	45.3714	43.1050
	49.6211	48.6659	55.2471	55.3405	58.2780

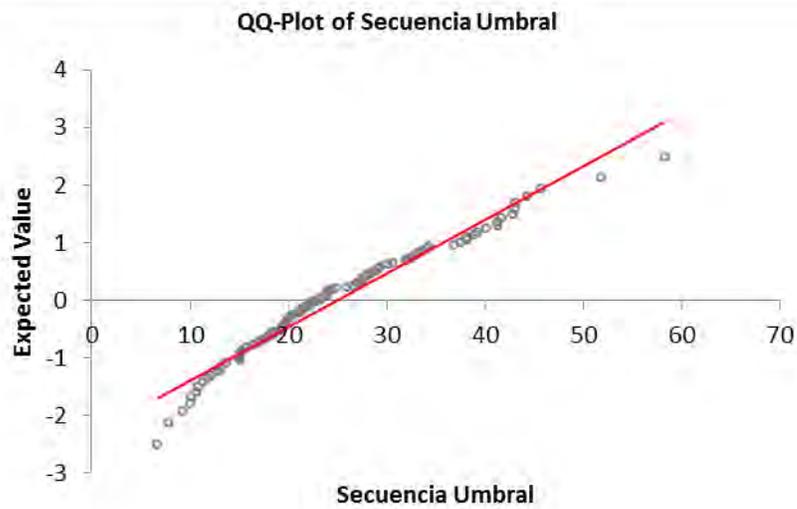
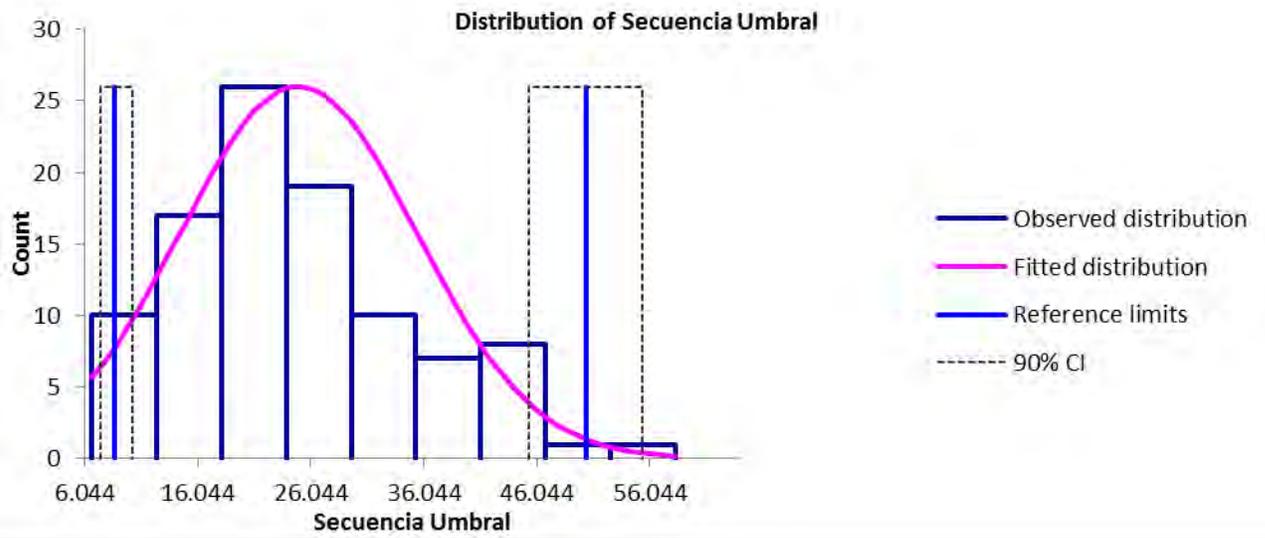
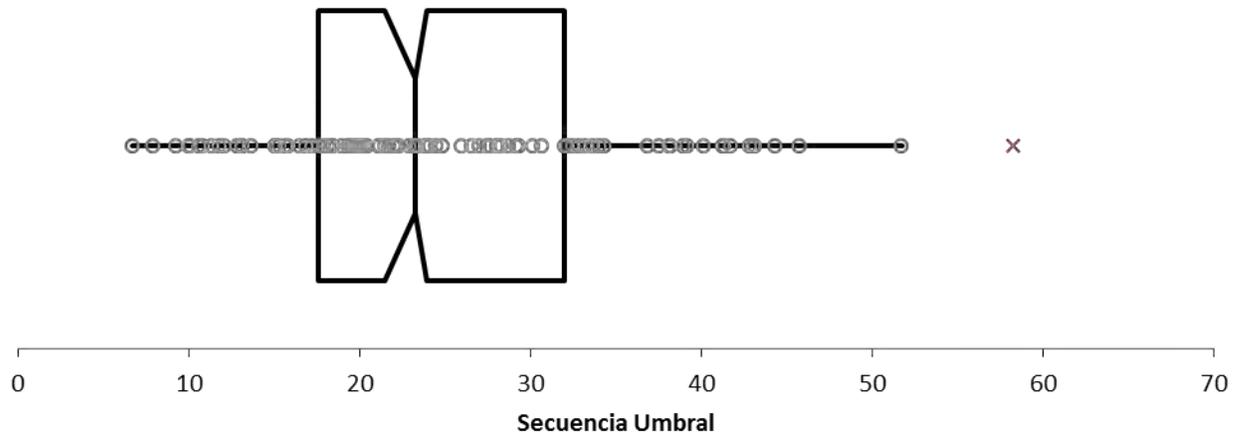
**Comments**

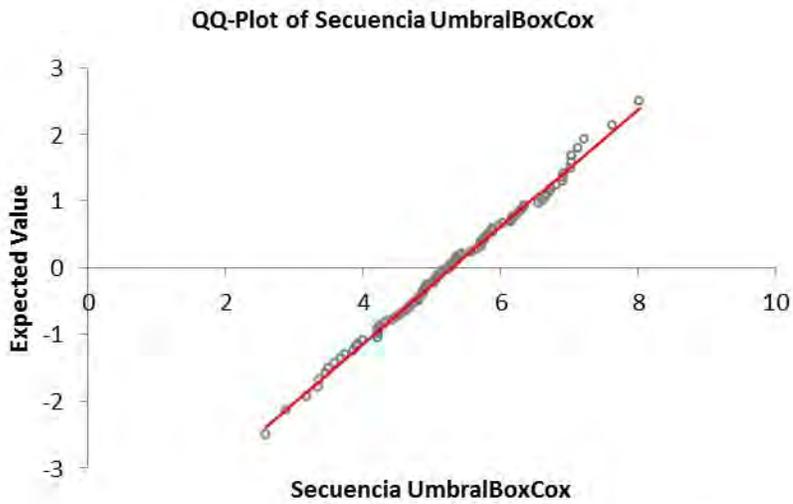
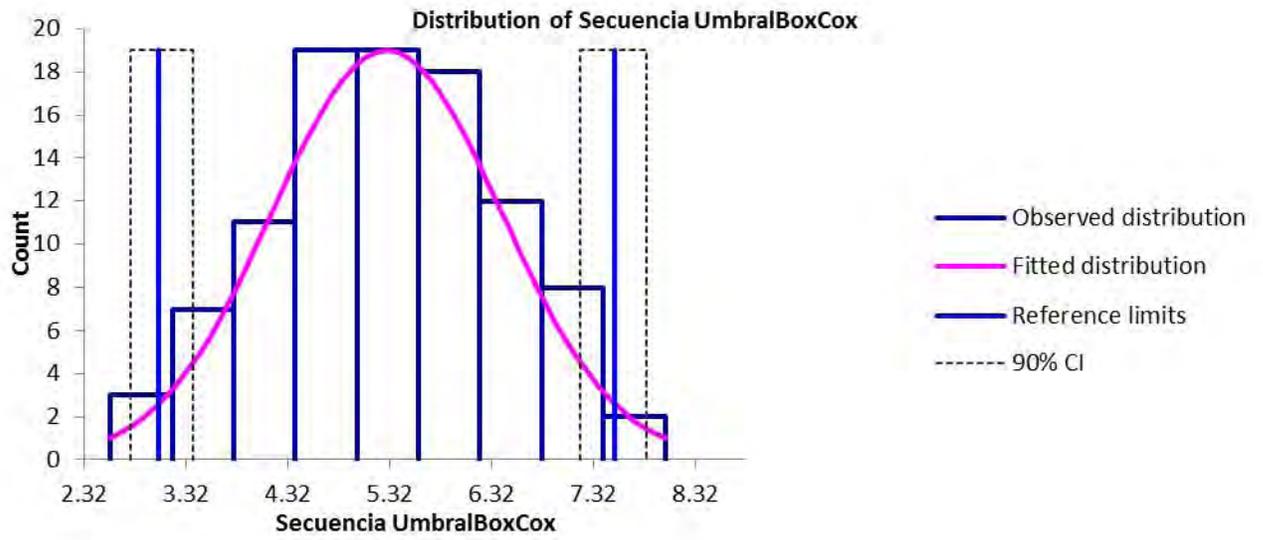
The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [8.592 ; 48.739].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.





Method	Untransformed data		Box-Cox transformed data		Nonparametric
	Standard	Robust	Standard	Robust	
N	100	100	100	100	100
Mean	13.0729		1.6362		
Median	12.5240	12.8323	1.6205	1.6345	
SD	2.0072	2.0925	0.0980	0.0998	
Minimum	9.546	9.546	1.4166	1.4166	
Maximum	18.46	18.46	1.8496	1.8496	
$\lambda_1$ coefficient Box-Cox			-3.137	-3.137	
$\lambda_2$ coefficient Box-Cox			-0.306	-0.306	
P-Value Anderson-Darling/ Symmetry test for Robust	0.005		0.522		
		0.043		0.760	
Outliers Dixon					
Outliers Tukey	0	0	0	0	
Suspect data Tukey	1	1	0	0	
Lower limit of reference interval	9.0695	8.6799	9.8277	9.7756	9.9000
Upper limit of reference interval	17.0763	16.9847	17.8405	17.8746	17.8270
90% CI for lower limit	8.6783	8.1548	9.5030	9.5103	9.5460
	9.4767	9.3079	10.1769	10.1395	10.2730
90% CI for upper limit	16.3830	16.2303	16.9245	16.8272	16.8450
	17.6803	17.5972	18.7973	18.8093	18.4600

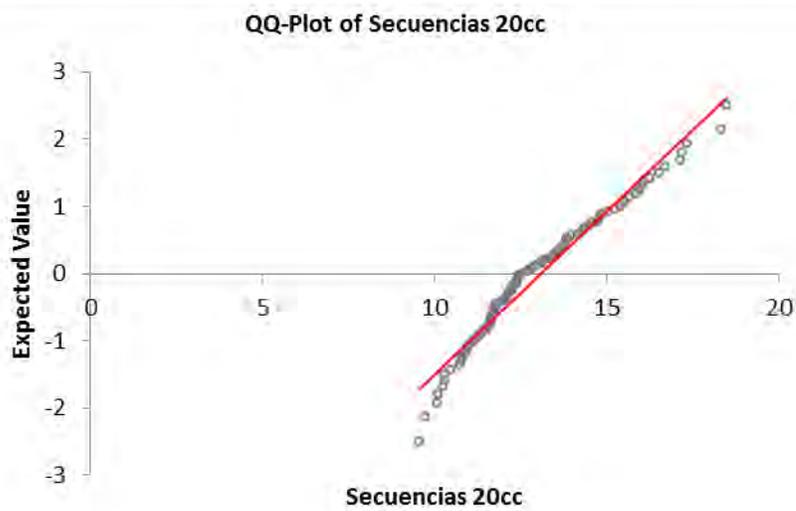
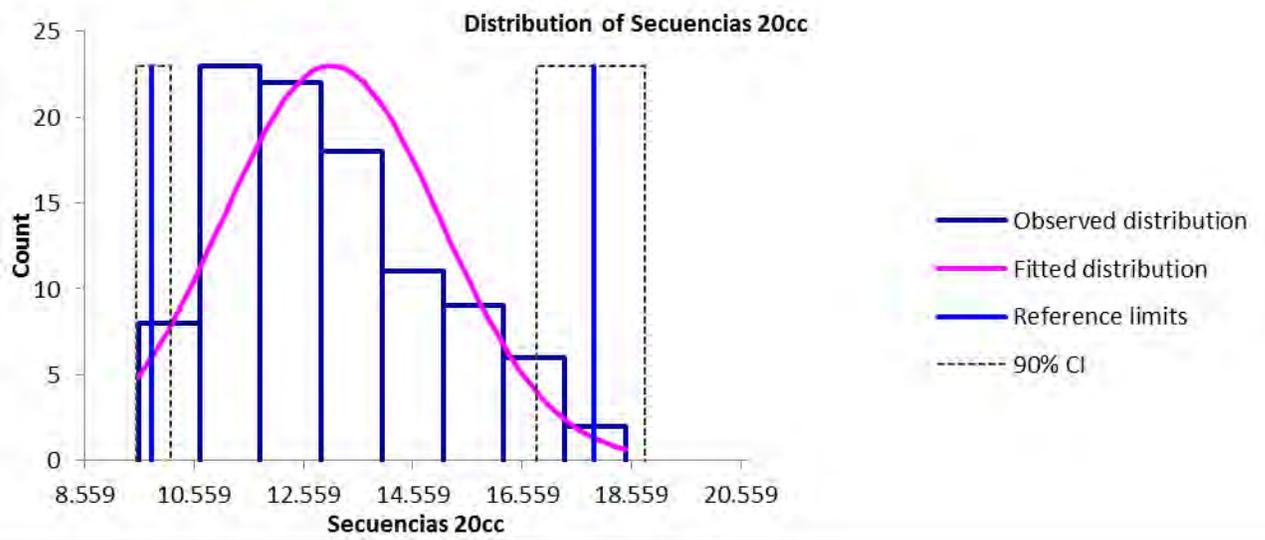
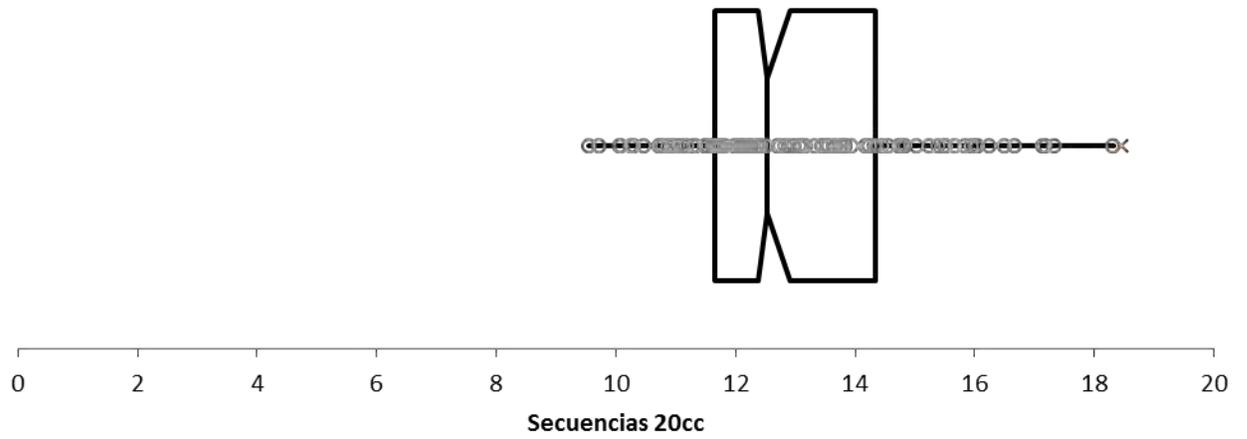
**Comments**

The sample size is large enough to compute the nonparametric reference interval : [9.9 ; 17.827].

The confidence intervals of the limits of the nonparametric reference interval was determined using a bootstrap method.

The 90% CI of one (or more) limit is larger than recommended in IFCC-CLSI C28-

A3.



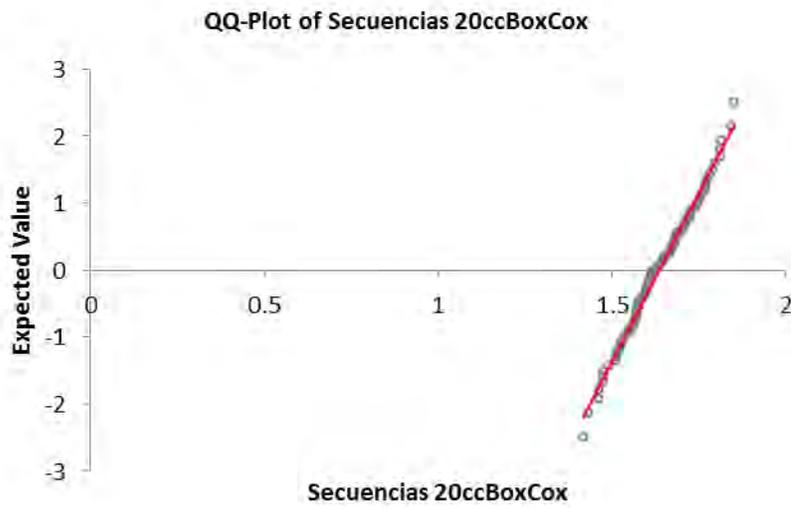
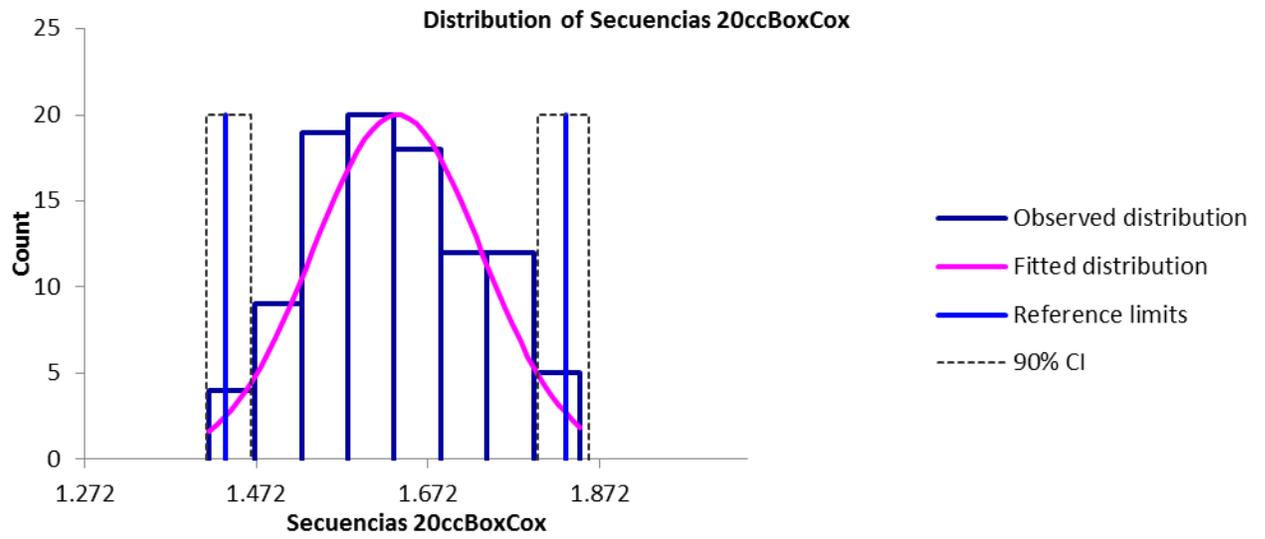


Tabla 9 Prueba de Comparación U. Mann Whitney Hombres VS Mujeres

	MUJERES (M)	HOMBRES (H)	H vs M
VARIABLE	Media $\pm$ DS	Media $\pm$ DS	Valor p
TMP 20 Ciclos (mm)	1.90 $\pm$ 0.62	1.61 $\pm$ 0.59	* 0.001
TMP Umbral (mm)	1.13 $\pm$ 0.59	1.08 $\pm$ 0.51	0.952
ADP 20 Ciclos	2.09 $\pm$ 0.64	2.06 $\pm$ 0.72	0.361
ADP Umbral	2.37 $\pm$ 0.76	2.38 $\pm$ 0.79	0.972
# Ciclos al umbral	44.08 $\pm$ 15.82	37.72 $\pm$ 16.13	* 0.001
Durac. ciclo 20 ciclos (seg)	0.73 $\pm$ 0.90	0.64 $\pm$ 0.10	* 0.000
Durac. Ciclo umbral (seg)	0.75 $\pm$ 0.08	0.68 $\pm$ 0.09	* 0.000
Secuencia Umbral	33.18 $\pm$ 11.61	24.95 $\pm$ 10.45	* 0.000
Secuencia 20 ciclos	15.47 $\pm$ 3.73	13.07 $\pm$ 2.00	* 0.000

\*Diferencia estadísticamente significativa  $p \leq 0.05$

## DISCUSION

Aunque normalmente los estudios que evalúan desempeño masticatorio incluyen datos para los grupos control solo Woda et al (2010) han construido parámetros de normalidad y lo hicieron con zanahoria. Este estudio reporta los intervalos de referencia de 9 parámetros de la función masticatoria en adultos jóvenes con oclusión normal: 1). Número de ciclos para llegar al UD 2). Duración del ciclo masticatorio al umbral de la deglución,3). Tamaño medio de partícula al UD, 4). Amplitud de distribución de partícula al UD, 5). Duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos, 6). Tamaño medio de partícula a los 20 ciclos y 7). Amplitud de distribución de partícula a los 20 ciclos,8). Duración de la secuencia a los 20 ciclos y 9). Duración de la secuencia al UD.

No hay un criterio unificado de normalidad en la oclusión o una adecuada salud bucal por lo que se tomaron en cuenta elementos como: número de dientes, disfunción de ATM, oclusión "normal", factores que pudieran modificar los parámetros de normalidad. Todos estos además son ampliamente aceptados y empleados en estudios similares para evaluar DM, (Julien et al, 1996, English et al, 2002; Toro et al, 2006). Por tal motivo los resultados obtenidos pueden ser comparados con otros en la literatura que hayan utilizado la misma metodología aunque varios investigadores han evaluado el desempeño masticatorio con Optosil (TMP y ADP) a los 20 ciclos, pero no al umbral de la deglución.

En cuanto a la variabilidad de los datos, podemos decir que mientras que un intervalo de referencia para un mineral en suero como el magnesio en hombres a una edad de 20 – 29 años es estrecho (0.63 a 0.96 mmol/l) (Duncanson & Worth, 1990), en el caso del TMP a los 20 ciclos masticatorios en un individuo con oclusión normal y buena salud bucal puede estar en el rango de 0.7 a 3.5 mm o en el caso del número de ciclos para llegar al UD es de 14 a 84. Estos rangos son similares a los reportados en la literatura con alimentos prueba tanto naturales como artificiales. Buschang et al (1997), por ejemplo reportan un mínimo y un máximo para TMP y ADP a los 20 ciclos masticatorios de 1 – 3.4 mm y 1.4 - 4.6 mm respectivamente. El rango para TMP al UD es comparable con el obtenido con zanahorias (1.52 – 4.04 mm) en individuos sanos (Woda et al 2010) o las grandes diferencias individuales en TMP (1 – 4.1 mm) en sujetos con dentición completa masticando Optocal® (más suave que el Optosil®) (Kreulen et al, 2012). El rango entre los sujetos en el número de ciclos para el UD en este estudio es comparable a la gama de número de ciclos (10 – 92) para el UD en sujetos con cantidades estandarizadas de caramelo en goma reportados por Ueda et al (2006), pero algo mayor que el encontrado (10 – 50 ciclos) cuando evaluaron a sujetos masticando 3 cm<sup>3</sup> de Optocal plus® (Kreulen et al, 2012).

Cabe mencionar que en pruebas en otros campos también puede encontrarse una variabilidad importante de los datos. En relación a pruebas

bioquímicas se reportan por ejemplo intervalos de referencia para creatin cinasa en suero de 82 – 1083 U/L en hombres atletas y 47 – 513 U/L en mujeres atletas (Mougios 2007), para bilirrubina total en niños 0.19 – 16.60 mg/dL, hierro 20 – 162 U/L, amilasa 25 – 101 U/L y triglicéridos 44 – 197 mg/dL entre otros (Calantonio et al, 2012). También se han establecido intervalos de referencia para evaluar la función tiroidea en mujeres gestantes y a la semana 11 los intervalos de troponina (TSH) son de 0.047 – 3.466 mUI/L (Garcia et al, 2010). En otro estudio se establecieron intervalos de referencia en craneocorpografía dinámica; evaluando a un sujeto con los ojos tapados realizando la prueba de marcha sostenida de Unterberger con las extremidades superiores extendidas en pronación, durante 1 minuto, para el desplazamiento lineal es de 13.8 – 73.0 cm (Vaamonde et al, 2002).

La masticación es un proceso fisiológico de interacciones complejas entre el sistema nervioso central y receptores sensoriales en la boca con los mecanismos de retroalimentación y “feedforward” que conducen a la formación de un bolo para ser deglutido (Lund, 1991; Ottenhoff et al, 1993; Agrawal et al, 1998; Schindler et al, 1998; Peyron et al, 2002; Foster et al, 2006; Lund & Kolta, 2006). La variabilidad parece ser una expresión de la capacidad de adaptación del sistema masticatorio a bolos constantemente cambiantes. La variabilidad encontrada en sujetos jóvenes sanos se relaciona con lo que Wilding y Lewin (1994) concluyen en su estudio "un amplio rango de valores para movimientos mandibulares, son compatibles con la salud".

Nuestro intervalo de referencia para DM en el caso del TMP a los 20 ciclos en las mujeres es de 0.84 - 3.53 mm y en los hombres de 0.73 - 2.74 mm con una media para TMP de 1.90 + 0.62 mm y 1.62 + 0.59 mm respectivamente. English et al (2002) reportan 2.7 mm en los individuos con oclusión normal. Esta diferencia puede deberse a que el rango de edad en su estudio es muy amplio (7 – 37 años) en comparación con nuestro estudio (18 – 25 años), En cuanto a los resultados obtenidos por Toro et al (2006) en adolescentes de 15 años de edad, el TMP fue de 3.24 + 0.66 mm en el grupo de 15 años. El TMP obtenido en nuestro estudio es menor dado que se sabe que el desempeño masticatorio se incrementa con la edad.

Los parámetros más estudiados en desempeño masticatorio son TMP y ADP a los 20 ciclos. Tanto en TMP y ADP después de 20 ciclos son más pequeños (1.6 vs 2.2 mm, 1.6 frente a 2.5, respectivamente) que las reportadas en estudios en adultos jóvenes (Julien et al, 1996; Buschang et al, 1997). La diferencia puede deberse a 4 posibilidades. En primer lugar, podría ser debido al tamaño del bolo. Estos estudios mencionan utilizar un bolo de 2 g por ensayo mientras que el tamaño medio por bolo fue de 1.5 g en este estudio, aunque se utilizaron el mismo material de ensayo, el tamaño de la tableta y el mismo número de cuartos. La diferencia de tamaño del alimento prueba, aunque pequeña, puede

generar parte de la diferencia. El tamaño del bolo afecta la cinemática del ciclo masticatorio (Bhatka et al, 2004) y capacidad para fracturar los alimentos dentro de la boca (Buschang et al, 1997). Un tamaño de bolo inicial más pequeño permite un TMP más pequeño (Yurkstas, 1964; Lucas & Lucas, 1984). Hay una diferencia del 16% en TMP entre un bolo de 2 y 1.3 gramos de Cuttersil® (Buschang et al, 1997). En segundo lugar, estos estudios reportan el tamizado del material masticado usando un vibrador mecánico durante dos minutos; en este estudio se utilizó un vibrador dental. El TMP del material masticado calculado utilizando los mismos tamices pero diferentes dispositivos de agitación (No.200 extra-pesado, 120 V, 60 Hz, Buffalo Dental Vibrador vs CET-30 RO-TAP, 12", 110 V, 60 Hz, WSTyler Sieve Shaker) durante el mismo período de tiempo (2 minutos) produce un TMP 13% más pequeños cuando vibra ( $p \leq 0,05$ ) (Garnica-Palazuelos y Wintergerst, 2011). En tercer lugar, si bien la silicona por condensación Optosil Comfort® Heraeus Kulzer es equivalente al Cuttersil® Heraeus Kulzer, puede haber algunas diferencias aunque mínimas en las propiedades de los materiales que pueden tener un impacto sobre la distribución del material cuando se mastica. Aunque no tiene bases científicas, la cuarta posibilidad podría ser que los mexicanos, por alguna razón serían capaces de triturar mejor los alimentos, esto no es razonable porque la textura de las dietas diarias en las ciudades modernas es similar. Esto pone de relieve la importancia de controlar tantas fuentes analíticas de variabilidad como sea posible.

En cuanto a la duración del ciclo masticatorio Bhatka et al, (2004) reportan una duración del ciclo masticatorio de  $768 \pm 26$  milisegundos, utilizando el Optotrack el cual es un instrumento que registra los movimientos con un sistema optoelectrónico por lo que es más preciso. Con el método utilizado en nuestro estudio, a los 20 ciclos los hombres muestran una duración de  $640 \pm 100$  milisegundos y las mujeres de  $730 \pm 90$  milisegundos.

En relación a la comparación en TMP a 20 ciclos entre hombres y mujeres los resultados coinciden con los encontrados por Julien et al, 1996 ( $2.2 \pm 1.0$  mm en hombres y  $3.1 \pm 0.6$  mm en las mujeres), Ellos encontraron una diferencia de 0.9 mm (30 %) en favor de los hombres, en nuestro estudio la diferencia fue de 0.30 mm (17 %) también a favor de los hombres. Por lo tanto si existe diferencia en DM a los 20 ciclos entre hombres y mujeres. Esto puede deberse a una mayor fuerza oclusal, mayor masa corporal y al tamaño de los dientes (Bakke et al, 1992; Regalo et al, 2008; Koc et al, 2010; Varga et al, 2011). La diferencia mayor en las mujeres que en los hombres entre las dos pruebas (20 ciclos masticatorios y al UD) es atribuible al hecho de que las mujeres requieren más ciclos ( $\approx 9$ ) que los hombres para llegar a UD. La diferencia encontrada entre adolescentes es similar (35%) entre TMP después de 15 ciclos y UD (media del número de ciclos de 31) (Fontijn-Tekamp et al, 2004). Van der Bilt et al, (1993) sólo reportaron una diferencia de 3% pero realizaron las pruebas con Optosil® en cubos 8 mm durante

60 ciclos y en UD (media de 77.9 ciclos). El número de ciclos necesarios para alcanzar el UD depende del tamaño del alimento y la dureza (Horio y Kawamura, 1989; Engelen et al, 2005; Foster et al, 2006). El número de ciclos en los adultos jóvenes para 1.9 g de Optosil es más que los necesarios por adultos de mediana edad al masticar 3.7 g de Optocal Plus® (Fontijn-Tekamp et al, 2004) o para los adultos mayores dentados masticar una almendra (32 ciclos) (Liedberg et al 2005), pero menor que la de 8.4 cm<sup>3</sup> de zanahoria (61 ciclos) (Engelen et al, 2005). Es similar a los que se necesitan para 11.9 cm<sup>3</sup> de tostaditas melba o 9.1 cm<sup>3</sup> de cacahuates (Engelen et al, 2005).

No hay estudios que hayan comparado el DM entre hombres y mujeres al umbral de la deglución sin embargo en este estudio no se encontró diferencia significativa. Al evaluar todos los datos observamos que el número de ciclos en las mujeres  $44.08 \pm 15.82$  y  $37.72 \pm 16.13$  en los hombres y que la duración de los ciclos masticatorios en mujeres es de  $730 \pm 90$  milisegundos y  $640 \pm 100$  milisegundos, lo más importante es que las partículas para deglutir son de un tamaño muy parecido entre hombres y mujeres. También se pudo observar que las mujeres necesitan un mayor número de ciclos masticatorios para compensar, por lo tanto no degluten partículas más grandes que los hombres. Por otro lado la duración del ciclo masticatorio es mayor en las mujeres en comparación con los hombres.

Estos resultados entre hombres y mujeres confirman la necesidad de intervalos de referencia para hombres y mujeres por separado para la mayoría de las variables construidas.

Los datos se compararon con la de otros estudios realizados por nuestro grupo de investigación donde se esperaría una diferencia. Los valores de TMP después de 20 ciclos en adultos a una edad de 40 a 60 años con 1 a 4 dientes faltantes posteriores están fuera del rango ( $3.6 \pm 1.2$  mm). El TMP al UD ( $2.3 \pm 1.4$  mm) para los sujetos a los que les faltan 1 - 4 dientes posteriores no está fuera del rango debido a que compensan con un aumento del número de ciclos, pero a los sujetos con 5 - 8 dientes posteriores faltantes si esta fuera del rango ( $3.3 \pm 1.3$  mm) y el TMP en adolescentes de mediana edad con una mordida profunda se encuentra en el límite superior ( $2.76 \pm 0.7$  mm) (Garnica-Palazuelos, 2012).

Se ha informado en algunos estudios que la duración de las secuencias de masticación se correlaciona con el umbral para la deglución (Lucas y Luke, 1986). Wilding y Lewin (1994) mencionan que el tiempo para deglutir (duración de secuencia hasta UD) puede proporcionar una manera rápida y sencilla de evaluar la capacidad para masticar clínicamente. Esto, sin embargo, puede no ser tan sencillo; en casos de discapacidad leve un sujeto puede compensar aumentando el número de ciclos masticatorios lo que aumenta automáticamente la duración de la secuencia, mientras que un deterioro más grave hace que un individuo degluta

las partículas más grandes de alimentos después de un pequeño número de ciclos masticatorios (Wintergerst y Sánchez-Montiel, 2010; Woda et al, 2010).

Aunque el DM es una medida fiable de la función masticatoria, ya que ha sido capaz de mostrar las diferencias entre los individuos en función del número de dientes, maloclusión, etc, un inconveniente ha sido la falta de valores de referencia. La intención de este trabajo no tiene por objeto determinar un punto de corte o valor crítico para establecer un diagnóstico, nuestra intención es el establecimiento de un rango de normalidad para diferenciar individuos con buena función masticatoria de los que tienen una masticación deficiente. El objetivo final es incrementar la aplicación de una prueba relacionada con la trituración de los alimentos en la práctica clínica diaria o en la investigación clínica. Los intervalos de referencia establecidos pueden apoyar el diagnóstico, dar una idea de la función masticatoria, ayudar a establecer metas de tratamiento y seguimiento de los tratamientos o evaluar el progreso de la enfermedad

Una de las limitaciones de este estudio se debe a que la selección de la muestra no fue aleatoria, sino de conveniencia. De acuerdo a la —International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine” (IFCC) y la —Clinical Laboratory Standards Institute” (CLSI) es sumamente importante identificar todas las fuentes de variación analítica, que pudieran afectar los resultados obtenidos, así como la variabilidad biológica proveniente de los sujetos por lo que es necesario tener características bien definidas, en nuestro caso que presenten —oclusión normal”.

El intervalo de referencia obtenido podrá usarse de forma individual, para emplearse en la clínica siempre y cuando se siga la misma metodología y podrá servir también como una guía para ensayos clínicos o estudios clínicos para evaluar el desempeño masticatorio en personas con diversas patologías, así como verificar el resultado de los tratamientos en Odontología. De hecho se ha visto que se ha utilizado después del tratamiento con implantes (Moon-Sun et al, 2011), endodoncia (Woodmansey et al, 2009) y después de tratamiento quirúrgico (Zarrinkelk et al, 1995), entre otros. Por otro lado los resultados obtenidos podrán servir como base para calcular el tamaño de muestra en estudios similares. Además, estos parámetros pueden utilizarse como control histórico para múltiples estudios. El tamaño de muestra utilizado es grande comparado con la mayoría de los otros estudios por lo que se pudo detectar diferencias que no se han encontrado en otros estudios con muestras más pequeñas.

## CONCLUSIONES

Como resultado de este estudio se cuenta ahora con intervalos de referencia para hombres y mujeres mexicanos válidos y confiables para DM evaluado con un alimento prueba artificial (Optosil Comfort®) frecuentemente utilizado tanto en niños como en adultos. Los valores de referencia reportados se establecieron en base a los lineamientos determinados por la Internacional Federation of Clinical Chemistry (IFCC) y el National Commite of Laboratory Medicine (NCLM). Estos intervalos no deben considerarse un punto de corte para establecer un diagnóstico, deben formar parte del proceso diagnóstico en la diferenciación de individuos con una masticación adecuada o deficiente.

Por otro lado se encontró que hay diferencias en DM entre hombres y mujeres solo a los 20 ciclos masticatorios y no al umbral de la deglución dado que las mujeres tienen ciclos más largos y necesitan un mayor número de ciclos para llegar al umbral de la deglución. De alguna forma compensan y no degluten partículas más grandes que los hombres.

Los datos reportados confirman la amplia variabilidad en los diversos parámetros estudiados, lo cual puede deberse a la gran capacidad de adaptación del sistema masticatorio con un amplio rango de valores compatibles con la salud bucodental.

Es importante señalar que en el estudio de la función masticatoria en este caso específicamente el desempeño masticatorio con un alimento prueba artificial es sumamente importante la estandarización de todos los procesos de elaboración del material, de las pruebas en sí y del procesamiento del material masticado ya que cualquier cambio puede modificar los resultados. Por lo mismo es indispensable reportar con detalle la metodología seguida para la comparación de resultados entre estudios.

Por último, se propone un mayor uso de este tipo de pruebas tanto en la clínica como en proyectos de investigación en diversos campos de la odontología. Este cuadro presenta una guía para ser utilizada por el Odontólogo en su práctica clínica.

	MUJERES	HOMBRES
VARIABLE	Límite Inferior - Superior	Límite Inferior- Superior
TMP 20 Ciclos (mm)	0.84 – 3.53	0.73 – 2.74
TMP Umbral (mm)	0.57 – 2.93	0.58 – 2.73
ADP 20 Ciclos	1.37 – 3.66	1.41 – 4.11
ADP Umbral	1.41 – 3.95	1.43 – 3.96
# Ciclos Umbral	16.68 – 79.46	14.24 – 74.07
Duración Ciclo 20 CC (seg)	0.57 – 0.94	0.49 – 0.79
Duración Ciclo UD (seg)	0.58 – 0.94	0.51 – 0.89
Secuencia UD (seg)	10.62 – 58.65	8.59 – 48.73
Secuencia 20 ciclos (seg)	11.35 – 26.36	9.90 – 17.82

## AGRADECIMIENTOS

- ✦ A los participantes por su valioso tiempo y cooperación para el avance de la ciencia y el conocimiento.
- ✦ Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación
- ✦ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido en mi formación como Maestro en Ciencias Odontológicas y apoyo parcial a través del proyecto con número de referencia 118972.
- ✦ Facultad de Odontología UNAM
- ✦ Bachillerato No. 40 Edo. México
- ✦ Alumnos de la Facultad de Odontología
- ✦ Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud.

## BIBLIOGRAFIA

- ✦ Agrawal KR, Lucas PW, Bruce IC, Prinz JF. Food properties that influence neuromuscular activity during human mastication. *J Dent Res.* 1998 Nov; 77(11):1931-8.
- ✦ Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehab* 2003;30:720-722
- ✦ Alonzo TA, Pepe MS, Moskowitz C. Sample size calculations for comparative studies of medical tests for detecting presence of disease. *Stat Med.* 2002 Mar 30; 21(6):835-52.
- ✦ American Board of Orthodontics. Grading system for dental casts and panoramic radiographs. Junio 2010.
- ✦ Andrews LF. The keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972; 62:296-309
- ✦ Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent Cosmos.*1899; 41:248-264.
- ✦ Astrand P. Chewing efficiency before and after surgical correction of developmental deformities of the jaws. *Swed. Dent. J.* 1974, 67, 135-146.
- ✦ Aytekin Mujdat and Emerck Kaya. Accurate reference intervals are required for accurate diagnosis and monitoring of patients. *eJIFCC* 2008, 19 (2), 1-5
- ✦ Bakke M. Mandibular elevators muscles: physiology action, and effect of dental occlusion. *Scand J Dent Res* 1993; 101:314-31.
- ✦ Bhatka R. Trockmorton G, Wintergerst A.M., et al. Bolus size and unilateral chewing cycle kinematics. *Archives of Oral Biology* (2004) 49, 559-566.

- ◆ Bridges A, Holler K. How many is enough? Determining optimal sample sizes for normative studies in pediatric neuropsychology. *Child Neuropsychology* 2007,13,528-538
- ◆ Brook PH and Shaw W.C.The Development of an Othodontic Treatment priority index, *European Journal of orthodontics* 1989, 11, 309 – 320.
- ◆ Burden DJ, Holmes A. The Need of orthodontic treatment in the Child population of the United Kingdom. *European Journal of Orthodontics*. 1994, 16, 395 – 399.
- ◆ Buschang PH, Throckmorton GS, Travers KH, Johnson G. The effects of bolus size and chewing rate on masticatory performance whit artificial test foods. *J Oral Rehabil*. 1997; 24(7):522-6
- ◆ Cattermole GN, Leung PY., Mak PS,et al .The Normal Ranges Of Cardiovascular Parameters In Children Measured Using The Ultrasonic Cardiac Output Monitor. *Crit Care Med* 2010 Vol. 38, No. 9 Sep;38(9):1875-81.
- ◆ Celikoglu M, Akpinar S. The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009. 12, 32 – 43
- ◆ Ceriotti F, Henny J. —Arøny laboratory results normal?” Considerations to be Made Concerning Reference Intervals and Decision Limits. *eJIFCC* 2008, 19 (2), 1-9.
- ◆ Cerriotti F. Prerequisites for use of common Reference Intervals. *Commentary. Clin. Biochem Rev* vol 28 August 2007. 115 – 121.
- ◆ Chew MT, Owent AK: Appropriateness of orthodontic referrals: self-perceived and normative treatment needs of patients referred for orthodontic consultation. *Community Dent Oral Epidemiol* 2002, 30:449-454.
- ◆ Colantonio DA, Kyriakopoulou L, Chan MK, Daly CH, Brinc D, Venner AA, Pasic MD, Armbruster D, Adeli K. Closing the gaps in pediatric laboratory reference intervals: a CALIPER database of 40 biochemical markers in a healthy and multiethnic population of children. *Clin Chem*. 2012 May; 58(5):854-68.
- ◆ Cons N C, Jeny J, Kohout F. DAI: the Dental Aesthetic Index. *College of Dentistry. University of Iowa, Iowa City* 1986, 2, 1-6
- ◆ Duarte MB, Durval A, Diaz M, et al. Masticatory performance and bite force in relation to signs and symptoms of temporomandibular disorders in children. *Minerva Stomatol*. 2006 Oct; 55(10):529-39.
- ◆ Duhamel A~, Devos P. Vaksman G~, Beuscart R. An Efficient Method To Determine Normal Values Of Signal Averaged Ecg In Healthy Children. *Engineering in Medicine and Biology Society*, 1994. 165 - 166 vol.1
- ◆ Duncanson GO, Worth HGJ. Determination of Reference Intervals for Serum Magnesium. *Clin Chem*. 1990, 36(5):756-758

- ◆ Duterloo HS, Planche PG. European Board of Orthodontics. An ilustrated guide to prepare for the examination. Edition 2005.
- ◆ Edlund J., and Lamm C.J. Masticatory efficiency J. Oral Rehabil.1980, 7, 123-130.
- ◆ English D. Buschang P., Trockmorton G .Does malocclusions affect masticatory performance. Angle Orthod 2002; 72:21-27.
- ◆ Farahani MO, Turkkahraman H. Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. Angle Orthodontist 2004; 74:635-39.
- ◆ Felício CM, Melchior Mde O, Silva MA, et al Masticatory performance in adults related to temporomandibular disorder and dental occlusion Pro Fono. 2007 Apr-Jun; 19(2):151-8.
- ◆ Fontijn-Tekamp FA, van der Bilt A, Abbink JH, Bosman F. Swallowing threshold and masticatory performance in dentate adults. Physiol Behav. 2004 Dec 15; 83(3):431-6.
- ◆ Foster KD, Woda A, Peyron MA. Effect of texture of plastic and elastic model foods on the parameters of mastication. J Neurophysiol. 2006 Jun; 95(6):3469-79.
- ◆ Fukuy T, Tsusuta M. Correlation between facial morphology , mouth opening hability and condylar movement during opening- closing jaw movements in females with normal occlusion. European Journal of orthodontics 2002, 4, 327 – 336
- ◆ García de Guadiana Romualdo L, González Morales M, Martín-Ondarza González Mdel C, Martín García E, Martínez Uriarte J, Blázquez Abellán A, Nuevo García J Evaluation of thyroid function during pregnancy: first-trimester reference intervals for thyroid-stimulating hormone and free thyroxine]. Endocrinol Nutr. 2010 Aug-Sep;57(7):290-5. Epub 2010 Jul 23.
- ◆ García L., González M., Martín M, et al. Valoración de la función tiroidea durante la gestación: Intervalos de referencia de tropnina y tiroxina no unida a proteína durante el primer trimestre. Endocrinol Nutr.2010 57 (7) 290-295.
- ◆ Garnica-Palazuelos J, Wintergerst A. Effect of the Sieving Process on Measures of Masticatory Performance J Dent Res 90 (Special Issue A): 2886, 2011. ([www.dentalresearch.org](http://www.dentalresearch.org)).
- ◆ Garnica-Palazuelos JC. Desempeño masticatorio y máxima fuerza oclusal en niños de 9 a 12 años de edad con sobremordida vertical aumentada Masticatory performance and máximum occlusal force of 9 to 12 year old children with a deep-bite. Unpublished master's thesis. Facultad de Odontología, UNAM, México, 2012.

- ◆ Geffré A, Concordet D, Braun JP, Trumel C. Reference Value Advisor: a new freeware set of macroinstructions to calculate reference intervals with Microsoft Excel. *Vet Clin Pathol.* 2011 40 (1) 107-112.
- ◆ Hansen M, Garde H, Eller H. Estimation of individual reference intervals in small sample sizes. *Int. J. Hyg, Envir Health.* 2007, 471-478.
- ◆ Haroldson T. and Carlsson G.E. Chewing efficiency in patient's whit osseointegrated oral implant briges. *Swed. Dent. J*1979, 3, 183-192
- ◆ Hassan AH. Orthodontic treatment Needs in the Western region of Saudi Arabia: Research Report. *Head and Face Medicine* 2006, 2, 1 -8
- ◆ Helkimo E. Carson G.E and Helkimo M. Chewing efficiency and state of dentition. A methodological study. *Acta. Odont. Scand.* 1978, 36, 33-41.
- ◆ Hiiemae K, Heath MR, Heath G, et al. Natural bites, food consistency and feeding behavior in man. *Arch oral Biol.* 1996 Feb; 41(2):175-89.
- ◆ Horio T., Kawamura Y. Effects of food on chewing patterns in the human subject. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1989, V.16. 177-183.
- ◆ Horn PS, Pesce AJ. Reference intervals: an update. *Clin Chim Acta.* 2003 Aug; 334(1-2):5-23.
- ◆ Horowitz G.L. Reference Intervals: Practical Aspects. *eJIFCC* 2008,19 (2), 1 -11.
- ◆ IFCC&CLSI C28-P3 Guideline for Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Proposed Guideline—Third Edition [www.ifcc.org/index.asp%3Fcat%3DPublic](http://www.ifcc.org/index.asp%3Fcat%3DPublic)
- ◆ Ikebe K, Hazeyama T, Iwase K, et al. Association of symptomless TMJ sounds with occlusal force and masticatory performance in older adults. *J Oral Rehabil.* 2008 May; 35(5):317-23.
- ◆ Järvinen S. Index for orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120 : 237- 239
- ◆ Jenen-Steinmetz and S Wellek. A new approach to sample size calculation for reference interval studies. *Statist. Med.* 2005; 24:3199-3212.
- ◆ Julien K.C. Buschang PH, Trockmorton G. et al. Normal masticatory performance in young adults and children. *Archives of Oral Biology* 1996,41, 69 – 75.
- ◆ Koç D, Doğan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. *J Appl Oral Sci.* 2011 May-Jun; 19(3):274-9.
- ◆ Koduah M, Iles TC, Nix BJ. Centile charts I: new method of assessment for univariate reference intervals. *Clin Chem.* 2004 May; 50(5):901-6.
- ◆ Kreulen CM, Witter DJ, Tekamp FA, Slagter AP, Creugers NH. Swallowing threshold parameters of subjects with shortened dental arches. *J Dent.* 2012 Aug; 40(8):639-43.

- ◆ Lambrecht JR. The influence of occlusal contact area on chewing performance. *J Prosthet Dent* 1965;15:444-50
- ◆ Lepley Casey, Throckmorton, Parker, et al. Masticatory Performance and chewing cycle kinematics are they related? *Angle Orthod* 2010;80:295-301
- ◆ Luke DA, Lucas PW. Chewing efficiency in relation to occlusal and other variations in the natural human dentition. *Br Dent J.* 1985 Dec 21; 159(12):401-3.
- ◆ Lund JP, Kolta A. Generation of the central masticatory pattern and its modification by sensory feedback. *Dysphagia.* 2006 Jul; 21(3):167-74.
- ◆ Lund JP. Mastication and its control by the brain stem. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1991; 2(1):33-64.
- ◆ Manly RS, Braley LC. Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res.* 1950 Aug; 29(4):448-62
- ◆ Manual para el Diseño de Investigaciones Operacionales en Planificación Familiar de Andrew Fisher, John Laing y John Stoeckel.
- ◆ Mavreas D, Athanasios W. Factors affecting the duration of orthodontic treatment: A systematic Review. *European Journal of Orthodontics* 2008 (30) 386 – 395.
- ◆ Mercier P, Poitras P. Gastrointestinal symptoms and masticatory dysfunction. *J Gastroenterol Hepatol,* 1992;7:61-65
- ◆ Miyamaki S, Onkochi N., Kawakami T., Surimura M. Changes in masticatory muscle activity according to food size in experimental human mastication. *J Oral Rehabil,* 2001. 778-774.
- ◆ Moon-Sun Kim, Jae-Kwan Lee, Beom-Seok Chang, Heung-Sik Um. Masticatory function following implants replacing a second molar. *J Periodontal Implant Sci* 2011; 41:79-85.
- ◆ Mougios V. Intervalos de referencia para la creatina quinasa en suero en los deportistas. *Br J Sports Med* 2007 octubre; 41 (10):674-8.
- ◆ Mtaya J. Lux , Dücker B. Occlusal status and prevalence of occlusal malocclusion traits among 9-year-old schoolchildren *European Journal of Orthodontics* (2009) 31,294–299
- ◆ Murrieta JF, Cruz P. Prevalencia de Maloclusiones dentales en un grupo de Adolescentes Mexicanos y su relación con la edad y el género. *Acta Odontologica Venezolana* 2007, 45, 1-7
- ◆ Okada K, Enoki H, Izawa S, et al .Association between masticatory performance and anthropometric measurements and nutritional status in the elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 2010 Jan; 10(1):56-63.
- ◆ Oltamari P, Conti A, Navarro R, Almeida M. Importance of Oclusion Aspects in the completion of Orthodontic Treatment. *Braz. Dent. Journal* 2007,18 (1) 78-82

- ◆ Omar M, McEwen D, Ogston A. A test for occlusal function. The value of masticatory efficiency test in the assessment of occlusal function Br J Orthod 1987.14:85-90
- ◆ Ottenhoff FA, van der Bilt A, van der Glas HW, Bosman F. Control of human jaw elevator muscle activity during simulated chewing with varying bolus size. Exp Brain Res 1993; 96: 501±512.
- ◆ Owens S, Buschang PH, Trockmorton G. et al. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. American Journal of Orthodontics and Dentofacial orthopedics 2002,121, 602 – 609.
- ◆ Paredes R. ¿Quién posee rango para establecer normalidad de los intervalos de referencia. Bioquímica Vol 32 (3) Jul – Sep 2007,81-82.
- ◆ Parker W.S. Study of 1000 malocclusions selected by the HLD (cal Mod) Index Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;1 : 343- 351
- ◆ Pereira LJ, Steenks MH, de Wijer A, et al.Masticatory function in subacute TMD patients before and after treatment. J Oral Rehabil. 2009 Jun;36(6):391-402
- ◆ Petit- Clerc C, Solberg HE. Approved recommendation (1987) on the theory of reference values: Part 2. Selection of individuals for the production of reference values. J Clin Chem Clin Biochem 1987; 25:6329-44.
- ◆ Peyron MA, Lassauzay C, Woda A. Effects of increased hardness on jaw movement and muscle activity during chewing of visco-elastic model foods. Exp Brain Res. 2002 Jan; 142(1):41-51.
- ◆ Piancino Maria, Bracco Pietro, Vallelonga Teresa, et al. Effect of bolus hardness on the chewing pattern and activation of masticatory muscles in subjects with normal dental occlusion. Journal of electromyography and kinesiology 18 (2008) 931-937.
- ◆ Poonacha KS, Desphande SD, Shigli AL. Dental Aesthetic Index: Aplicability in Indian Population: A retrospective study. J Indian Soc Pedod Prevent Dent 2010, 28, 13 -17.
- ◆ Prinz JF. Quantitative evaluation of the effect of bolus size and number of chewing strokes on the intra-oral mixing of two-colour chewing gum. J oral Rehabil. 1999; 26: 243-247.
- ◆ Ramfjord y Ash M. M. Oclusión, 4<sup>a</sup> edición. México. Editorial McGraw Hill interamericana 1996.
- ◆ Regalo SC, Santos CM, Vitti M, Regalo CA, de Vasconcelos PB, Mestriner W Jr, Semprini M, Dias FJ, Hallak JE, Siéssere S. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. Arch Oral Biol. 2008 Mar; 53(3):282-6. Epub 2007 Nov 26.

- ◆ Reytal, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. J Dent Res. 1997; 75:706-13.
- ◆ Richmond S, Obrien K,. Dentists Variation in the determination of Orthodontic Treatment Need. British Journal of Orthodontics 1996, 12, 65-68.
- ◆ Richmond S., Shaw W, Obrien K, et al. The development of the PAR Index (Peer Assesment Rating): reliability and vality European Journal of Otrhodontics, 1992, 14, 125 – 139.
- ◆ Rosin P, Rammler E. Gesetzmassigkesten in der Kornzusammensetzung des zementes. Zement. 1933; 427-433.
- ◆ Roth RH. The maintenance system and occlusal dynamics. Dent Clin North Am 1976; 20:761-788.
- ◆ Saw W. C., Richmond S, The use of occlusal indices, a European Perspective, Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995; 107,1-10.
- ◆ Scarpelini S.,Rhind G, Nascimento B, et al. Normal range values for thromboelastography in healthy adult volunteers .Brazilian Journal of Medical and Biological Research (2009) 42: 1210-1217
- ◆ Schindler HJ, Stengel E, Spiess WE. Feedback control during mastication of solid food textures--a clinical-experimental study. J Prosthet Dent. 1998 Sep; 80(3):330-6.
- ◆ Schwartz WB, Gorry GA, Kassirer JP, Easing A. Decision analysis and clinical judgment. Is J Med. 1973; 55: 459-63.
- ◆ Shiga H, Stohler CS., Kobayashi Y., The effect of bolus size on the chewing cycle in humans, Odontology, 2001 Nov: 49-53.
- ◆ Šidlauskas A, Lopatienė K. The prevalence of malocclusion among 7–15-year-old Lithuanian schoolchildren Medicina (Kaunas) 2009; 45(2) 147 – 152.
- ◆ Simonson E. The concept and definition of normality. Ann N Y Acad Sci 1966, 134: 541-44
- ◆ So L, Endarra L. K, Tang. A comparative study using the Oclusal index and the Index of Orthodontic Treatment Need. The Angle Orthodontics. 1993; 63, 57 – 64.
- ◆ Solberg HE, PetitClerc C. International Federation of Clinical Chemistry (IFCC), Scientific Committee, Clinical Section, Expert Panel on Theory of Reference Values. Approved recommendation (1988) on the theory of reference values. Part 3. Preparation of individuals and collection of specimens for the production of reference values. J Clin Chem Clin Biochem. 1988; 26(9):593-8.
- ◆ Solberg HE, Stamm D. International Federation of Clinical Chemistry IFCC. IFCC recommendation theory of reference values. Part 4. Control of

analytical variation in the production, transfer and application of reference values. Clin Chim Acta. 1991; 202(1-2):S5-11.

- ✦ Solberg HE. A guide to IFCC recommendations on reference values. J Int Fed Clin Chem. 1993; 5(4):162-5.
- ✦ Solberg HE. Approved recommendation (1988) on the theory of reference values. Part 5: Statistical treatment of collected reference values: determination of reference limits. J Clin Chem Clin Biochem 1987; 25:645-56.
- ✦ Solberg HE. International Federation of Clinical Chemistry (IFCC), Scientific Committee, Clinical Section, Expert Panel on Theory of Reference Values, and International Committee for Standardization in Haematology (ICSH), Standing Committee on Reference Values. Approved Recommendation (1986) on the theory of reference values. Part 1. The concept of reference values. J Clin Chem Clin Biochem. 1987; 25(5):337-42.
- ✦ Solberg HE. The theory of reference values Part 5. Statistical treatment of collected reference values: determination of reference limits. J Clin Chem Clin Biochem. 1983; 21(11):749-60.
- ✦ Solberg Helge E. Ref Val: a program implementing the recommendations of the International Federation of Clinical Chemistry on the statistical treatment of reference values. Computer Methods and programs in Biomedicine. 48 (1995) 247 – 256
- ✦ Sullivan B, Ciger S, Saatçi P. Occlusal contact changes after the active phase of orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992; 102:22-28.
- ✦ Summer CJ. A system for identifying and scoring occlusal disorders. Am Journal of orthodontics 1971, 59 (6) 552 – 567.
- ✦ Sunderman William Jr. Current concepts of “normal values”, “Reference Values”, “Discrimination Values” in Clinical Chemistry”. CLINICAL CHEMISTRY, Vol.21:13, 1975.
- ✦ Talley M, Katagiri M, Elorza H. Casuística de maloclusiones Clase I, Clase II y Clase III según Angle en el Departamento de Ortodoncia de la UNAM. Revista Odontologica Mexicana 2007 (11) 4, 175 - 80
- ✦ Tamut T, Pooran C, Pratap SB, et al. Effect of bone mineral density on masticatory performance and efficiency. Gerodontology. 2010, 5, 325- 332.
- ✦ Tango T. Estimation of normal ranges of clinical laboratory data. Stat Med 1986; 5: 335-46.
- ✦ Teodosio E., Wintergest AM. Desempeño Masticatorio en niños mexicanos de 5 – 7 años con mordida profunda antes y después del tratamiento con el NITE - GUIDE®. Tesis para obtener el grado de maestra en ciencias odontológicas. Marzo 2009 Facultad de Odontología UNAM.

- ◆ Thilander B. Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *European Journal of Orthodontics* 2009, 31,109–120.
- ◆ Toro A, Buschang PH, Trockmorton G. et al, Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *European Journal of Orthodontics* 2006, 28, 112 – 119.
- ◆ Ueda T, Sakurai K, Sugiyama T. Individual difference in the number of chewing strokes and its determinant factors. *J Oral Rehabil.* 2006 Feb; 33(2):85-93.
- ◆ Vaamonde- Lago, Soto A. , Santos S., Caballero L. Análisis Computarizado de la Craneocorpografía: Nuevos Límites de Normalidad para sus formas Estática y Dinámica. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2002; 53: 83-90.
- ◆ Van der Bilt A, Fontijn-Tekamp FA. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Biol.* 2004; 49(2):155-60
- ◆ Van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP.The effect of missing postcanine teeth on chewing performance in man. *Arch Oral Biol.* 1993 May; 38(5):423-9.
- ◆ Varga S, Spalj S, Lapter Varga M, Anic Milosevic S, Mestrovic S, Slaj M. Maximum voluntary molar bite force in subjects with normal occlusion. *Eur J Orthod.* 2011 Aug; 33(4):427-33. Epub 2010 Nov 9.
- ◆ Wang G, Hagg U, Ling J: The orthodontic treatment need and demand of Hong Kong Chinese children. *Chin J Dent Res* 1999, 2:84-92.
- ◆ Wintergerst A.M.,Trockmorton G.,Buschang P. Effects in bolus size and hardness on within-subject variability of chewing cycle kinematics. *Archives of Oral Biology.*53 (2008)369-375.
- ◆ Wintergerst AM, Sánchez – Montiel ME. Disminución del desempeño masticatorio la pérdida de dientes posteriores. XVIII Encuentro Nacional y IX Iberoamericano de Investigación en Odontología. Oaxaca México 10 – 12 Nov. 2010.
- ◆ Woda A, Nicolas E, Mishellany-Dutour A, Hennequin M, Mazille MN, Veyrone JL, Peyron MA. The masticatory normative indicator. *J Dent Res.* 2010 Mar; 89(3):281-5.
- ◆ Woodmansey KF, Ayik M, Buschang PH, White CA, He J.Differences in masticatory function in patients with endodontically treated teeth and single-implant-supported prostheses: a pilot study. *J Endod.* 2009 Jan; 35(1):10-4.
- ◆ Wright EM, Royston P. Calculating reference intervals for laboratory measurements. *Stat Methods Med Res.* 1999 Jun; 8(2):93-112. Review.
- ◆ Wu A., Christenson R. Standarization of markers of cardiac Damage Laboratory Medicine Practical Guidelines: Analytical Issues for Biochemical

Markers of acute coronary syndromes. American Heart Association, 2007, 52, 352-355

- ◆ Yurkstas A. and Manly R. S Measurement of occlusal contact area effective in mastication. Am. J. Orthod. 1949, 35, 1985-195
- ◆ Yurkstas A. and Manly R. S Value of different test foods in estimating masticatory hability. J., appl. Physiol. 1950, 3, 45-53.
- ◆ Yurkstas AA, Emerson WH. Dietary selection of persons with natural and artificial Teeth. J Prosthet Dent 1964, 14: 695-697.
- ◆ Zarrinkelk HM, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. A longitudinal study of changes in masticatory performance of patients undergoing orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg. 1995 Jul; 53(7):777-82; discussion 782-3.

## ANEXO I

### LLAVES DE LA OCLUSION DE ANDREWS

#### PRIMERA LLAVE

- ✦ Clase I de Angle, la cresta marginal distal del primer molar superior ocluye con la cresta marginal mesial del segundo molar mandibular.
- ✦ La cúspide mesiolingual del primer molar superior ocluye en la fosa central del primer molar mandibular.
- ✦ Las cúspides bucales de los premolares maxilares tienen una relación de engranaje con las cúspides bucales de los premolares mandibulares
- ✦ Las cúspides palatinas de los premolares maxilares tienen una relación cúspide fosa con los premolares mandibulares.
- ✦ Los caninos maxilares tienen una relación de engranaje con el canino y primer premolar mandibular.
- ✦ Los incisivos maxilares se encuentran por delante cubriendo a los incisivos mandibulares y las líneas medias de ambas arcadas coinciden.

#### SEGUNDA LLAVE.

- ✦ Corresponde a la angulación de las coronas de los dientes (mesiodistal) tomando en cuenta el plano oclusal y el eje, longitudinal de cada diente, tomando en cuenta lo anterior tenemos que: esencialmente todas las coronas deben tener una angulación positiva, lo que les permite poder establecer una buena relación con sus antagonistas.

#### TERCERA LLAVE

- ✦ Corresponde a la inclinación de las coronas (vestíbulo - palatina) se obtiene con el ángulo formado entre la línea perpendicular al plano oclusal que pasa por el punto central de la corona de los dientes y la tangente que pasa por el eje facial de la corona clínica.
- ✦ Los incisivos centrales maxilares deben tener una angulación positiva y los incisivos mandibulares ligeramente negativa, respecto a la línea perpendicular al plano oclusal (90°).
- ✦ Los incisivos centrales maxilares presentan una inclinación más positiva en comparación con los laterales.
- ✦ La inclinación de los caninos y premolares debe ser negativa.
- ✦ La inclinación de los molares maxilares también debe ser negativa pero más acentuada.
- ✦ La inclinación de las coronas de los dientes mandibulares debe ser negativa.

- ♦ La inclinación bucolingual de las coronas de los dientes que permite una correcta relación cúspide fosa o cúspide vertiente en los dientes posteriores y una correcta sobremordida horizontal y vertical en promedio es de 1 – 3.5 mm.

#### CUARTA LLAVE

- ♦ Indica la ausencia de rotaciones en las coronas de los dientes que permite una buena alineación de las coronas de los dientes en la región anterior.
- ♦ Todos los bordes incisales deben estar en una misma línea y de la misma forma en posteriores las cúspides vestibulares de premolares y molares deben continuar en otra línea.

#### QUINTA LLAVE

- ♦ Corresponde a contactos interproximales bien establecidos y sin espacios entre los dientes.

#### SEXTA LLAVE

- ♦ Se refiere a la nivelación de la curva imaginaria que nace en la cúspide del canino inferior y se dirige hacia atrás tocando las cúspides vestibulares de premolares y molares. Esta curva se conoce como —Curva de Spee”.

Estos parámetros se evalúan en forma estática en modelos de estudio. (Andrews 1972).

**ANEXO II**  
**CARTA DE CONSENTIMIENTO VALIDAMENTE INFORMADO.**

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
NÚMERO DE EXPEDIENTE \_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL PACIENTE: \_\_\_\_\_  
DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
TELÉFONO: \_\_\_\_\_ CORREO ELECTRÓNICO: \_\_\_\_\_

En caso de cualquier duda o emergencia comunicarse con C.D. Filiberto Hernández S.  
Al teléfono 55 12 02 99 76

Se me ha invitado a participar para formar parte del proyecto de investigación  
–Desempeño masticatorio en adultos jóvenes con oclusión normal.”

1. Se me ha explicado que el objetivo del estudio es obtener valores de la capacidad de adultos sanos con una buena oclusión para romper los alimentos.
2. Así mismo se me ha explicado que al aceptar participar en el estudio se me practicarán pruebas de masticación. Estos procedimientos serán realizados por el C.D.E.O Filiberto Hernández S. en la Facultad de Odontología, en la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la UNAM.
3. También se me ha informado que los procedimientos antes mencionados no representan ningún riesgo para mi persona o estado de salud. Las pruebas de masticación se realizarán con material de uso común en Odontología, es un material inocuo que aunque llegara a tragar alguna partícula el organismo la elimina sin ningún daño.
4. Se ha hecho de mi conocimiento que los procedimientos que se me realizarán serán gratuitos.
5. Entiendo que no se me pagará por participar en el estudio y que el beneficio indirecto de mi contribución es para el avance de la ciencia.
6. Entiendo y autorizo que toda la información reunida sea manejada con discreción y podrá ser utilizada para fines de trabajos de investigación y enseñanza.
7. Reconozco que los estudios que se me realizarán serán propiedad de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM.
8. Declaro también que todo lo anterior se me ha explicado en lenguaje claro y sencillo, que he tenido la oportunidad de aclarar todas mis dudas, y además haber podido expresar de manera libre todos mis comentarios. Por lo anterior estoy de acuerdo con la información recibida y comprendo el propósito del estudio.
9. Por lo tanto y de acuerdo con la información recibida deseo participar en el estudio y comprendo que me puedo retirar en cualquier momento.

Firma del paciente \_\_\_\_\_

Firma del Cirujano Dentista. \_\_\_\_\_

### ANEXO III

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

### FICHA CLÍNICA

Número de Expediente: \_\_\_\_\_  
Nombre del paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
Sexo: \_\_\_\_\_ Teléfono(s): \_\_\_\_\_  
Nacionalidad del Padre: \_\_\_\_\_ Nacionalidad de la Madre: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
¿Ha recibido tratamiento de ortodoncia, Ortopedia o cirugía Ortognática? \_\_\_\_\_

#### ANÁLISIS DE LA ATM.

Signos y síntomas de disfunción de articulación temporomandibular (referido al interrogatorio.) Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

#### ANÁLISIS INTRAORAL DE TEJIDOS BLANDOS

Problemas periodontales evidentes a la inspección. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Distancia Gb – Gn \_\_\_\_\_ cm Distancia intercigomática: \_\_\_\_\_ cm.

#### ANÁLISIS DENTAL

Dientes ausentes Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Dientes temporales Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Apiñamiento: superior: \_\_\_\_\_ mm. Inferior: \_\_\_\_\_ mm.  
Caries extensas Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Restauraciones extensas Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Mordida cruzada posterior Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

#### ANÁLISIS OCLUSAL

Clase Molar: \_\_\_\_\_ Izquierda \_\_\_\_\_ Derecha \_\_\_\_\_  
Clase Canina: \_\_\_\_\_ Izquierda \_\_\_\_\_ Derecha \_\_\_\_\_  
Sobremordida horizontal: \_\_\_\_\_ mm Sobremordida vertical: \_\_\_\_\_ mm  
Presenta interdigitación en la zona de molares Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Presenta interdigitación en la zona de premolares Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

## ANEXO IV

### DESEMPEÑO MASTICATORIO

NOMBRE:

EDAD:

SEXO:

#### MASTICACION AL UMBRAL

PESO:

DUREZA:

	1	2	3	4	5	Total	Promedio
DURACIÓN SEGUNDOS							
No.CICLOS							

#### MASTICACION A LOS 20 CICLOS

PESO:

DUREZA:

	1	2	3	4	5	Total	Promedio
DURACIÓN SEGUNDOS							
No.CICLOS	20	20	20	20	20	100	

#### MASTICACIÓN AL UMBRAL PESO TOTAL

Tamiz	5.6	4	2.8	2	0.85	0.425	0.25	Total	Total original
PESO TOTAL									
% del PESO Total									

#### MASTICACIÓN A LOS 20 CICLOS

PESO

TOTAL

	5.6	4	2.8	2	0.85	0.425	0.25	TOTAL	Total original
PESO TOTAL									
PESO ORIGINAL									