



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN Y MORFOLOGÍA DE LA
SILLA TURCA Y LOS DIFERENTES PATRONES ESQUELETALES.

AUTOR

JOSELYN PAMELA MAYORGA LEMA

AÑO

2021



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN Y MORFOLOGÍA DE
LA SILLA TURCA Y LOS DIFERENTES PATRONES ESQUELETALES.

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de
Especialista en Ortodoncia

Profesor Guía

Dra. Ana Mishel Proaño Rodríguez

Autor

Joselyn Pamela Mayorga Lema

Año

2021

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN Y MORFOLOGÍA DE LA SILLA TURCA Y LOS DIFERENTES PATRONES ESQUELETALES, a través de reuniones periódicas con el estudiante JOSELYN PAMELA MAYORGA LEMA, en el semestre 2021-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".




Ana Mishel Proaño Rodríguez

CI: 1104032170

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN Y MORFOLOGÍA DE LA SILLA TURCA Y LOS DIFERENTES PATRONES ESQUELETALES, del estudiante JOSELYN PAMELA MAYORGA LEMA, en el semestre 2021-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



Daniel Alejandro Delgado Solano

CI: 1756731921

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.



Joselyn Pamela Mayorga Lema

CI: 1802783207

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que me permite siempre cumplir mis metas y cuida de mí. A mis padres, hermanos y novio que son mi apoyo incondicional en cada paso que doy. A mi tutora de tesis por su tiempo, guía y cariño en la presente investigación. A todos los docentes, por su enseñanza en este proceso de formación académica. A todos mis amigos (as) por la ayuda y momentos de crecimiento profesional en este camino.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Luis Fernando e Inés Olivia, quienes siempre me motivaron y apoyaron de forma incondicional para culminar esta meta en mi vida.

RESUMEN

Tema: Relación entre la variación de la dimensión y morfología de la silla turca y los diferentes patrones esqueléticos.

Objetivos: Determinar la relación entre la dimensión y morfología de la silla turca con las diferentes clases esqueléticas I, II y III, y el sexo, en radiografías laterales de cráneo de pacientes entre 18 a 30 años.

Materiales y métodos: La muestra estuvo formada por 3 grupos de 40 radiografías laterales de cráneo que correspondían a la cada clase esquelética. Las dimensiones de la silla turca fueron obtenidas a través del software tpsDig232 y se determinó las siguientes mediciones: distancia interclinoidea, diámetro y profundidad de la silla turca. Para el análisis morfométrico se colocaron 20 landmarks en el contorno de la silla turca mediante el software tpsDig232 y a través del software MorphoJ se determinó la relación entre la forma de la silla turca, la clase esquelética y el sexo.

Resultados: No se observó una relación estadísticamente significativa entre las clases esqueléticas y la morfología de la silla turca. Con relación al sexo, el dorso y la apófisis clinoide posterior, en el grupo masculino, es más robusto que el femenino. En cuanto a las dimensiones lineales, se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa con las clases esqueléticas y el sexo. Sin embargo, la clase esquelética III, en términos de medias, tiene mayor longitud, diámetro y profundidad que la clase esquelética I y II. El sexo masculino posee mayor longitud y diámetro promedio de la silla turca, mientras que el sexo femenino posee mayor profundidad promedio.

Conclusiones: No existe correlación entre la morfología de la silla turca y las diferentes clases esqueléticas I, II, III. Sin embargo, con relación al sexo, sí hay una diferencia estadísticamente significativa. Finalmente, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las dimensiones lineales de la silla turca con las diferentes clases esqueléticas y el sexo.

ABSTRACT

Title: Relationship between the variation of the dimension and morphology of the sella turcica and the different skeletal patterns.

Objective: To determine the relationship between the dimension and morphology of the sella turcica with the different skeletal classes I, II and III, and sex, in lateral skull radiographs of patients between 18 and 30 years old.

Materials and methods: The sample consisted of 3 groups of 40 lateral skull radiographs that corresponded to each skeletal class. The dimensions of the sella turcica were obtained through the tpsDig232 software and the following measurements were determined: interclinoid distance, diameter, and depth of the sella turcica. For the morphometric analysis, 20 landmarks were placed on the contour of the sella turcica using the tpsDig232 software and using the MorphoJ software, the relationship between the shape of the sella turcica, skeletal class and sex was determined.

Results: No statistically significant relationship was observed between skeletal classes and the morphology of the sella turcica. In relation to sex, the back and posterior clinoid process, in the male group, is more robust than the female. Regarding the linear dimensions, it is concluded that there is no statistically significant difference with skeletal classes and sex. However, skeletal class III, in terms of means, has greater length, diameter, and depth than skeletal class I and II. The male sex has a greater length and average diameter of the sella turcica, while the female sex has a greater average depth.

Conclusions: There is no correlation between the morphology of the sella turcica and the different skeletal classes I, II, III. However, in relation to sex, there is a statistically significant difference. Finally, it is concluded that there are no statistically significant differences between the linear dimensions of the sella turcica with the different skeletal classes and sex.

ÍNDICE

1. Problemática y Justificación	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación	3
2. Objetivos	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. Marco teórico	5
3.1 Silla Turca	5
3.1.1 Embriología de la silla turca.....	5
3.1.2 Crecimiento de la silla turca.....	7
3.1.3 Estructura anatómica de la silla turca	8
3.1.4 Morfología de la silla turca.....	9
3.1.5 Dimensión de la silla turca	13
3.2 Patrones esqueléticos.....	14
3.2.1 Clase esquelética I.....	14
3.2.2 Clase esquelética II.....	15
3.2.3 Clase esquelética III.....	15

3.3 Cefalometría	16
3.3.1 Cefalometría de Steiner	17
3.3.2 Análisis de Wits	18
4. Hipótesis	20
4.1 Hipótesis nula	20
4.2 Hipótesis alternativa	20
5. Materiales y métodos	21
5.1 Tipo de estudio	21
5.2 Universo y muestra	21
5.2.1 Universo	21
5.2.2 Muestra	21
5.3 Criterios de inclusión y exclusión	22
5.3.1 Criterios de inclusión	22
5.3.2 Criterios de exclusión	22
5.4 Descripción del método	22
5.4.1 Determinación de la clase esquelética	22
5.4.2 Dimensiones lineales de la silla turca	23
5.4.3 Análisis morfométrico geométrico	25
5.4.4 Análisis estadístico	26

5.5. Identificación de variables	28
5.6 Limitaciones.....	30
6. Resultados	31
6.1 Análisis de las dimensiones lineales de la silla turca.	31
6.1.1 Longitud	32
6.1.2 Diámetro.....	35
6.1.3 Profundidad.....	38
6.2 Análisis morfométrico geométrica de la silla turca	41
7. Discusión	47
8. Conclusiones	51
9. Recomendaciones	53
Referencias.....	54
Anexos	63

1. Problemática y Justificación

1.1 Planteamiento del problema

Caplin et al. (2020) menciona que el crecimiento facial es un factor determinante en el manejo de las maloclusiones esqueléticas y las deformidades dentofaciales. Por lo tanto, la predicción de la dirección y la magnitud del crecimiento facial especialmente antes del inicio de la pubertad puede ser un indicativo de gran importancia ya que la identificación temprana del desarrollo de maloclusiones esqueléticas permite el manejo ortopédico conservador. (Afzal & Fida, 2019).

En investigaciones anteriores, varios parámetros han sido propuestos para la predicción de los patrones del crecimiento facial. Huggare correlacionó la anatomía de las vértebras cervicales con futuros patrones de divergencia, otros autores han recomendado el ángulo craneocervical, la escotadura antegonial y el seno frontal como predictores de los patrones faciales. (Afzal & Fida, 2019).

Actualmente, se ha demostrado que la silla turca podría ser de gran ayuda en la predicción del crecimiento facial y la relación maxilomandibular. La silla turca es una estructura ósea que se puede observar con claridad en las radiografías laterales de cráneo y tomografías axiales computarizadas. Scribante et al. (2017) manifiestan que la silla turca es de gran importancia en Ortodoncia ya que corresponde al centro geométrico de esta estructura ósea y corresponde al punto S (punto Silla), que es una de las referencias óseas más usadas en los trazados cefalométricos y que, según Magat & Ozcan Sener (2018) sirve para la evaluación de la morfología craneal y las relaciones de los maxilares, que puede afectar el diagnóstico y manejo de ortodoncia.

La importancia de la silla turca como predictor de los patrones esqueléticos faciales radica en que varios investigadores han demostrado la relación entre la forma y el tamaño de la silla turca con los diferentes patrones esqueléticos. Tepedino et al. (2019), revelaron una diferencia estadísticamente significativa en la forma de la silla turca entre los grupos de la Clase esquelética I y Clase II,

relacionados con el proceso clinoideo posterior y el piso de la silla turca. Así mismo, Santa Cruz , Ruiz Soza, & Lavado Torres (2016) mencionan que los pacientes de clase III de su muestra tenían disminuida la dimension antero posterior de la silla turca. Datos relacionados con lo que aseveran Neha et al. (2016) que ciertas dimensiones de la mandíbula tienen una fuerte correlación con el tamaño de la silla turca.

Surge, entonces, la necesidad de investigar si las variaciones de la morfología y el tamaño de la silla turca están conectadas con la relación maxilomandibular, considerando que podría ser para el clínico una herramienta coadyuvante en la predicción del crecimiento facial.

1.2 Justificación

La silla turca es la depresión ósea localizada en el cuerpo del hueso esfenoides que protege a la glándula hipófisis. La formación y el desarrollo de la silla turca y los dientes comparten en común, la participación de células de la cresta neural (Dasgupta, Sen, Srikanth, & Kamath, 2018). Debido a su origen embriológico en común, las alteraciones en las dimensiones y la morfología de la silla turca pueden estar vinculadas a aberraciones esqueléticas. (Afzal & Fida, 2019).

Los ortodoncistas están fuertemente familiarizados con la silla turca, pues, al realizar análisis cefalométricos que sirven de diagnóstico, como el de Ricketts, toman a esta estructura como punto de referencia. Sin embargo, los datos relativos a la forma y tamaño de la silla turca, y su relación con la posición maxilomandibular, pueden ser pasados por alto en cuanto a la predicción del crecimiento facial. Su importancia la ratifican Björk & Skieller (1983), quienes mencionan que la silla turca tiene una gran importancia en el campo de la Ortodoncia debido a que el contorno anterior es útil para predecir el crecimiento facial esquelético y determinar la morfología craneofacial.

Resulta de gran beneficio entender e identificar si existe una relación entre esta estructura ósea y los tipos esqueléticos, para, de esta manera, realizar tratamientos más precisos en los pacientes que llegan a la consulta diaria. Esto es una gran ventaja para el clínico al momento de determinar el tiempo a intervenir y el tratamiento necesario para cada paciente ya que le permitirá evitar tratamientos muy invasivos, de mayor tiempo y más complejos. Por ejemplo, el diagnóstico temprano de ciertos patrones esqueléticos como la clase III, incrementa la posibilidad de realizar tratamientos interceptivos que ayudarán a redirigir el crecimiento óseo disminuyendo el desarrollo completo de la desarmonía esquelética y en ciertos casos evitando tratamientos quirúrgicos futuros.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

- Determinar la relación entre la dimensión y morfología de la silla turca con las diferentes clases esqueléticas I, II y III, y el sexo, en radiografías laterales de cráneo de pacientes entre 18 a 30 años.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer las características morfológicas de la silla turca a través del análisis morfométrico geométrico, en radiografías laterales de cráneo.
- Determinar la dimensión de la silla turca mediante el método propuesto por Silverman, en radiografías laterales de cráneo.
- Relacionar las características morfológicas de la silla turca con las clases esqueléticas I, II y III y el sexo.
- Comprobar la relación entre la dimensión de la silla turca con las clases esqueléticas I, II y III y el sexo.

3. Marco teórico

3.1 Silla Turca

3.1.1 Embriología de la silla turca

El desarrollo de la silla turca se da por la migración de las células de la cresta neural y la presencia de la notocorda. El disco germinal se cierra y forma un tubo neural por inducción desde la notocorda en el día 28 de la gestación. En el extremo craneal de este tubo neural, se forman bordes alrededor del llamado neuroporo craneal. Estos bordes se forman por neuroectodermo en el aspecto interno y ectodermo en el aspecto exterior (Sadler, 2013).

En la parte más ventral de la hoja germinal se desarrolla la silla turca, en el área donde la notocorda termina cranealmente (Kjær y Hansen, 1995; Müller y O'rahilly, 2003 citado en Kjær, 2012) y, como lo indican O'rahilly y Müller, (1999) citado en Kjær, (2012), tiene lugar al inicio de la etapa 19 de Carnegie, aproximadamente 44 días después la fertilización, donde la parte más larga del embrión mide entre 16 a 18 mm.

Las paredes anterior y posterior de la silla turca tienen diferentes orígenes de desarrollo. El cartílago que forma la pared posterior se desarrolla bajo influencia directa de la notocorda. Se han observado restos notocordales en el cartílago del dorso de la silla turca en cortes histológicos de fetos durante el período prenatal (Kjær et Alabama., 1997b citato en Kjær, 2012).

Normalmente, los restos notocordales se observan ligeramente curvados hacia atrás. En casos patológicos, aparecen con diferentes malformaciones ya sea en forma de "s", en forma de "y" o multiramificada. El tejido parantocordal forma el dorso de la silla (Kjær et Alabama., 1997 citado en Kjær, 2012).

El cartílago que forma la pared anterior se desarrolla a partir de las células de la cresta neural. Esta migración celular fue descrita por primera vez por Le Douarin & Teillet (1974) Durante la migración, las células mueven el ectodermo de la cara hacia adelante como un globo inflable. Las células de la cresta neural llenan

gradualmente el área anterior al tubo neural. De esta primera acumulación de tejido de células de la cresta neural, se desarrollan el maxilar, la mandíbula y los dientes (Figura #1). (Sadler, 2013).

Las células de la cresta neural son importantes para la formación de gran parte de las estructuras craneofaciales. Por lo tanto, cualquier interrupción en la formación de las crestas neurales puede provocar malformaciones craneofaciales (Sadler, 2013).

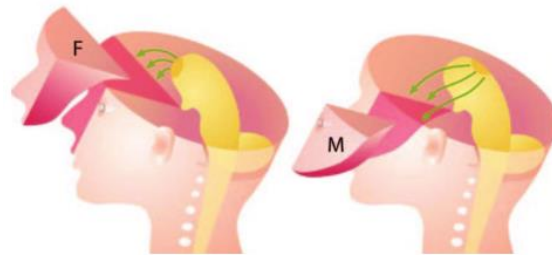


Figura #1. Esquema del desarrollo del cráneo. Tomado de (Kjær, 2012)

F fronto nasal y M Maxilar. Estas estructuras están formadas por la migración de las células de la cresta neural. Las flechas verdes muestran las células de la cresta neural que forman la mayor parte de la fosa craneal anterior incluyendo la pared anterior de la silla turca.

El gen Sonic Hedgehog (SHH) posee un papel importante en el eje axial de la notocorda. En la zona final ventral de la notocorda, este gen interviene en la formación de la zona axial del cráneo desde la pared anterior de la silla turca hasta la parte media de la cara (Schoenwolf, Bleyl, & Bra, 2014).

La silla turca cartilaginosa se desarrolla después de la formación de la glándula hipofisiaria. (Sheng & Westphal, 1999). La morfología de esta estructura, que se observa en la etapa prenatal, es similar a la silla turca ósea en la etapa postnatal. (Kjær, 2012). De esta manera, la silla cartilaginosa se encuentra ya formada cuando empieza la secreción de la hormona estimulante de la tiroides en la glándula hipófisis en la semana 15 del desarrollo del embrión (Dubois, Begeot, Dubois, & Herber, 1978).

Por otro lado, la hipófisis al igual que la silla turca presenta dos orígenes. El lobo anterior llamado adenohipófisis que se forma a partir de la bolsa de Rathke del ectodermo oral y el lobo posterior de la hipófisis se denomina neurohipófisis y se desarrolla por el infundíbulo del cerebro. (Schoenwolf, Bleyl, & Bra, 2014). Al comienzo del período fetal es decir en la novena semana de la gestación, esta glándula ha alcanzado la morfología normal (Kjær y Hansen, 1995 citado en Kjær, 2012).

3.1.2 Crecimiento de la silla turca

Debido a la remodelación excéntrica de la silla turca durante el crecimiento, el punto medio, conocido como S, se desplaza hacia atrás por reabsorción en la pared posterior de la silla turca, posiblemente hacia abajo por reabsorción en el piso o hacia arriba por aposición en el tubérculo de la silla (Björk & Skieller, 1983). Dicho autor menciona que la pared anterior (Puntos 1 y 3 de la figura #2) se consideraba más estable en cuanto al crecimiento, razón por la cual, era usada para la superposición de radiografías y evaluación del crecimiento craneofacial. Cabe mencionar, que la remodelación que sufre la silla turca es la causante de que, el punto silla, no pueda ser considerado como estable sino hasta después de la pubertad.

Melsen (1974) ha indicado que lo señalado por Brodie, Krogman y Sassouni, respecto de que la silla turca tendría un crecimiento concéntrico, es una teoría que no ha sido comprobada.

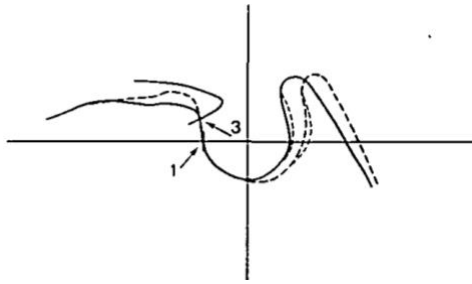


Figura 2. Crecimiento de la silla turca. Tomado de (Björk & Skieller , 1983)

Durante el crecimiento la silla turca aumenta su tamaño por reabsorción del piso y la pared posterior y aposición del tubérculo. Los puntos uno y tres que corresponden a al pared anterior son los más estables durante el crecimiento.

3.1.3 Estructura anatómica de la silla turca

La silla turca se encuentra en el segmento superior del cuerpo del esfenoides, en la fosa craneal media. Tiene relación con estructuras importantes como los canales nerviosos y la porción cavernosa de la arteria carótida interna. (Valenciano A citado en Tápanes, M, y otros, 2019)

La silla turca viene del latín: silla que significa silla y turca que se refiere a los turcos, su nombre está dado por la similitud que tiene a un gran sillín usado por os turcos. Se le ha llamado con varios sinónimos que están relacionados con su forma y con la función que realiza. Algunos sinónimos son: Sillín turco, fosa pituitaria, ephippium, sella equina, sella omiss, silla esfenoidal y pars sellaris. (Moore KL, Dalley AF, Agur AM citados en Tekiner, H, Acer, N, & Kelestimur, F, 2014)

La silla turca está formada por tres partes:

- 3 El tubérculo es la pequeña elevación anterior del cuerpo del hueso esfenoides.
- 4 La fosa pituitaria o hipofisiaria es la depresión media del cuerpo y que contiene la glándula hipófisis.
- 5 El dorso que es la lámina cuadrilátera del cuerpo del esfenoides y delimita posteriormente a la silla turca.

Anteriormente está delimitada por los procesos clinoides anteriores que son parte de las alas menores y posteriormente por los procesos clinoides posteriores (clinoides significa: "columna de la cama") que son la unión posterior de la silla turca con el hueso esfenoides. Los procesos clinoides son diferentes en forma y tamaño, y pueden llegar a osificarse y cuando esto sucede se denomina puente de la silla turca. (Jones RM, Faqir A, Millett DT, et al. citados en Gibelli, y otros, 2018)

3.1.4 Morfología de la silla turca

El concepto de forma lo define Kendall (1977) indicando que forma es toda la información geométrica que resulta de retirar los efectos de la posición, escala y rotación de un objeto.

Morfología de la silla turca según varios autores

La forma de la silla turca ha sido descrita por varios autores. Ruiz, Wafae, N., & Wafae, G. (2008) realizaron un estudio sobre la morfometría de la silla turca usando tomografías computarizadas de 100 cráneos del Departamento de Anatomía de la Universidad de São Paulo, de los cuales 53 fueron masculinos y 47 femeninos entre 18 y 60 años. En las tomografías se realizaron cortes sagitales y transversales para determinar forma y tamaño de la silla turca. En su investigación encontraron tres tipos de morfología de la silla turca:

- En forma de U caracterizado porque el dorso y tubérculo de la silla turca se encuentran a la misma altura. Se encontró en el 48% de la muestra.
- En forma de J caracterizado porque el tubérculo de la silla turca se encuentra más bajo en relación con el dorso. Se encontró en el 41% de la muestra.
- Forma poco profunda es identificada cuando la parte más profunda de la silla turca es mínima. Se encontró en el 11% de la muestra.

Por otro lado, Axelsson (2004) en su estudio “Tamaño y Morfología Postnatal de la Silla Turca”, realizado en 35 hombres y 37 mujeres noruegos entre 6 y 21 años, en radiografías laterales de cráneo tomadas cada 3 años desde los 6 a los 18 años, clasificó la forma de la silla turca en seis diferentes tipos como se muestra a continuación.

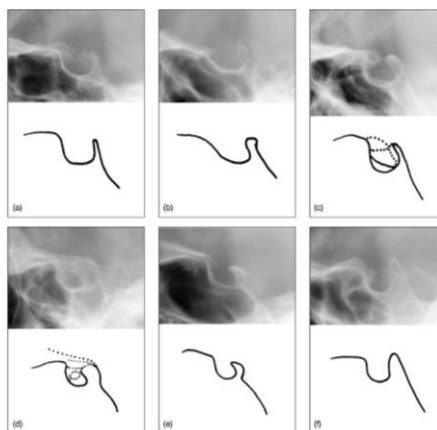


Figura #3. *Diferentes clases de Morfología de la silla turca.* Tomado de (Axelsson , Storhaug, & Kjær, 2004)

(a) Silla turca normal, (b) pared anterior oblicua, (c) doble contorno del piso de la silla turca, (d) puente en la silla turcica, (e) irregularidad en la parte posterior de la silla turca, (f) forma pirramidal del dorso de la silla turca.

El 71% de hombres y el 65% de mujeres tenía una silla turca normal. El estudio encontró que era más común en el grupo de los hombres, encontrar la pared anterior oblicua de la silla turca. Por otro lado, en el grupo de mujeres, fueron más comunes los puentes de la silla turca y las irregularidades de la parte posterior de la silla. Solamente una mujer tenía más de una modificación en la forma de la silla turca.

Gordon and Bell (1922) citados en (Camp , 1923) realizaron un estudio radiográfico de la silla turca en niños normales y clasificaron en tres formas básicas de la silla turca.

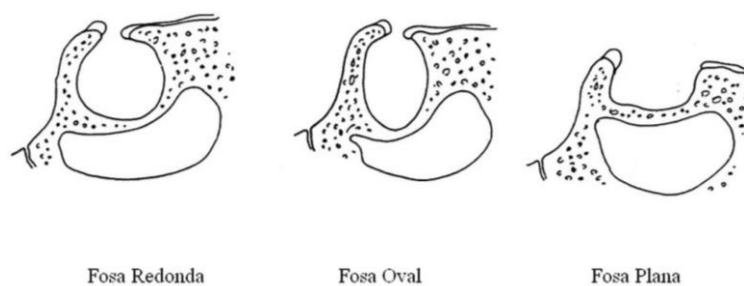


Figura #4. *Morfología de la silla turca.* Tomado de (Henriquez, Fuentes, & Sandoval, 2010)

El 70% de su muestra tenía una silla turca redonda, el 25% presentaba la forma oval y el 10% tenía la forma plana de la silla turca.

El piso de la silla turca puede también ser observado en las radiografías laterales de cráneo por lo tanto puede ser evaluada. Generalmente se observa como una sola línea cortical aunque en varias ocasiones se puede observar como doble línea. Esta doble línea cortical se puede considerar como normal y dicha variación se debe a una depresión del centro de la silla turca, por un desarrollo asimétrico del piso o por el desarrollo asimétrico de los senos esfenoidales. (Taveras and Woodd, 1964 citado en (Henriquez, Fuentes, & Sandoval, 2010).

Morfología de la silla turca mediante análisis morfométrico

Análisis morfométrico

La morfometría es el estudio cuantitativo de formas biológicas, variación de las formas y covariación de forma relacionado con otras variables bióticas como la herencia o abióticas como el medio ambiente y otros factores. Esta cuantificación permite mayor exactitud en la comparación entre morfologías y mejor descripción de la mismas (Webster & Sheets, 2010).

Generalmente son reconocidos tres estilos generales de morfometría. Éstas se diferencian por la naturaleza de los datos analizados.

La Morfometría tradicional o multivariada relaciona las medidas de longitud o ángulos que pueden ser estudiados individualmente, conocidos como analisis univarianza o el análisis de varias medidas, conocido como analisis de bivarianza

o multivarianza (Webster & Sheets, 2010). Dicha metodología no elimina el cambio de la morfología por escala o tamaño, lo que sí hace la Morfometría Geométrica (Benítez & Püsche, 2014).

Los resultados de los estudios basados en medidas lineales y estadística univariada son limitados. Esto, debido a que no consideran la geometría del objeto y toman al tamaño como dato numérico, siendo este, la base de su análisis (Toro Ibacache, Manriquez Soto, & Suazo Galdames, 2010).

La Morfometría geométrica de hitos discretos analiza la forma multidimensionalmente, basando su estudio en una configuración de puntos de referencia, cada uno descrito por coordenadas cartesianas bidimensionales o tridimensionales.

La Morfometría geométrica basada en contornos implica resumir la forma de las curvas abiertas o cerradas (perímetros), típicamente sin marcas fijas (Webster & Sheets, 2010).

La Morfometría geométrica presenta herramientas que son de gran ventaja ya que permiten una descripción clara, precisa y certera de las estructuras biológicas. Además, permiten una correcta interpretación, visualización y comunicación de los resultados emitidos (ZeldiTch, 2012). Permiten la descripción de los cambios morfológicos debido a que la información de la geometría de los objetos se puede recuperar. La morfología del objeto que se está estudiando se describe en relación espacial entre sus partes y no en relación de sus dimensiones (Toro Ibacache, Manriquez Soto, & Suazo Galdames, 2010).

Adams, Rohlf, & Slice (2013) manifiestan que el uso de la morfometría geométrica ha aumentado en gran medida ya que permite cuantificar formas anatómicas en diferentes estudios científicos, incluyendo disciplinas de Odontología.

Tepedino, y otros (2019) realizaron el análisis morfométrico de la silla turca en pacientes en crecimiento. La muestra estuvo conformada por 78 pacientes entre 9 13 años clasificados de acuerdo a la clase esquelética. Sus resultados indican

que hubo una diferencia significativa entre la clase I y II esquelética relacionada con el proceso clinideo posterior y el piso de la silla turca.

3.1.5. Dimensión de la silla turca

Es el tamaño en términos de diámetro, largo y profundidad que han sido estudiados desde la década de los cincuenta (Silverman, 1957 citado en Kjær, 2012).

El Tamaño de la silla turca aumenta en relación con la edad del paciente. Al respecto Sobuti, Dadgar, Seif, Musavi, & Hadian (2018) realizaron un estudio en 105 radiografías (53 hombres y 52 mujeres) entre 14 y 26 años e indicaron que es más grande en los pacientes adultos que en los jóvenes. De igual manera, Nagaraj et al. (2015) en su investigación realizada en 200 radiografías laterales de cráneo (100 hombres y 100 mujeres) entre 8 y 30 años concluyeron que hay un aumento gradual de la profundidad y el diámetro anteroposterior de la silla turca de acuerdo con la edad.

En relación con la dimensión de la silla turca y el género existe diferencia en los resultados obtenidos en diferentes estudios. Otuyemi et al. (2017), Nagaraj et al. (2015) mencionan que el tamaño de la silla turca no tiene relación con el género. A diferencia de Rai et al. (2016) que realizaron un estudio en radiografías laterales de cráneo de 35 personas de ambos sexos entre 13 y 18 años mencionan que el largo promedio de la altura anterior, media y posterior es más larga en mujeres que en hombres. Esta diferencia encontrada en sus estudios podría deberse a la diferencia de edad de la muestra estudiada.

Con respecto a los patrones esqueléticos Shrestha, Pokharel, Gyawali, Bhattarai, & Giri, (2018) realizaron una investigación en 3 grupos de 40 radiografías laterales de cráneo (20 hombres y 20 mujeres) de acuerdo con la clase esquelética. Aseveraron que en la clase esquelética III, la silla turca es más larga en relación con las clases esqueléticas I y II. Dichos autores concluyeron que las diferencias en cuanto a tamaño son significativamente notorias en el diámetro anterior posterior y largo entre todas las clases esqueléticas. Sinha, Shetty, & Nayak (2020) en su estudio de 150 radiografías laterales de cráneo (75

hombres y 75 mujeres) concluyeron que la clase II tiene el diámetro más pequeño en relación con las otras clases esqueléticas.

Otros estudios relacionan la dimensión de la silla turca con varias anomalías dentofaciales. Yasa et al. (2017) en su estudio realizado en 54 tomografías computarizadas (29 hombres y 25 mujeres) de pacientes con paladar y labio fisurado y 85 tomografías computarizadas (22 hombres y 63 mujeres) de pacientes del grupo control concluyen que es más pequeño el largo de la silla turca, con formas más planas de los pacientes con paladar y labio fisurado comparadas con el grupo control.

3.2 Patrones esqueléticos

Los patrones esqueléticos conocidos también como clases esqueléticas son las características personales de crecimiento que posee cada individuo en el plano sagital y vertical. (Aguila, F. & Enlow, D., 1991). En cuanto a la relación anteroposterior o sagital del maxilar con respecto a la mandíbula se clasifican como clases esqueléticas tipo I, II y III. Cada patrón esquelético presenta particularidades estructurales que son la consecuencia de la expresión genética y que se manifiestan a través del crecimiento y desarrollo.

Las adaptaciones funcionales que se da en la deglución, masticación, respiración y habla están relacionadas con la bioestructura característica de cada clase esquelética. Las discrepancias entre el crecimiento de la maxila, mandíbula y por lo tanto las arcadas dentarias se pueden ver reflejadas en los tejidos blandos con malposición de los labios y alteración de la armonía entre los tercios faciales. (Reyes, D., Etcheverry, E., Sarabia, A. , & Muñoz, G., 2014)

3.2.1 Clase esquelética I

El biotipo de este patrón esquelético es generalmente mesofacial, la musculatura y la relación maxilomandibular son normales y favorable, con los ejes verticales y transversales de los maxilares en equilibrio. Durante el crecimiento la disposición del maxilar con la mandíbula no cambia de forma notable. (Gómez,

V., Fernández, A. , & Pérez, H., 2011). Según Cisneros. et all (2020) la prevalencia de esta clase esquelética es del 40% en la población ecuatoriana.

3.2.2 Clase esquelética II

Este patrón esquelético es considerado como maloclusión. El perfil facial es generalmente convexo. Las características faciales de estos individuos están dadas por tres alternativas: la deficiencia o retrusión de la mandíbula, la protrusión del maxilar o la presencia de ambas condiciones (Castro, M.V., Hurtado, M. , & Oyonarte, R., 2013). Esta clase esquelética es dominante en la población ecuatoriana con el 52,5% de acuerdo con la investigación realizada por Cisneros. et al (2020).

3.2.3 Clase esquelética III

Se caracteriza por presentar una posición prognática de la mandíbula respecto al maxilar. (Castro, M.V., Hurtado, M. , & Oyonarte, R., 2013). Este patrón esquelético puede presentarse por varias alteraciones como: prognatismo de la mandíbula y retrusión del maxilar, posición correcta de la mandíbula con retrusión maxilar y maxilar normal con prognatismo mandibular. (Ellis, E. & Mcnamara, J. , 1984). Es la menos prevalente con el 7,5% en la población ecuatoriana. (Cisneros, D., Parise, JM., Morocho, D. , Villarreal, D., & Cruz, A., 2020)

En los patrones esqueléticos II y III no existe un equilibrio estructural, por lo tanto, ciertas funciones como el habla, la deglución, la masticación y la fonación y la estética facial podrían verse alteradas o modificadas. (Moyers, 1992)

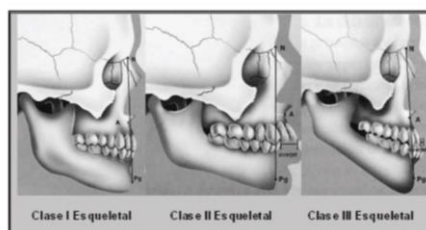


Figura #5. Patrones esqueléticos I, II, III. Tomado de (Villanueva, P., Morán, D., & Loreto, M, 2009)

3.3 Cefalometría

La cefalometría surgió en 1934 por Hofrath en Alemania y Broadbent en Estados Unidos. (Barahona Cubillo & Benavides Smith, 2006). La palabra cefalometría deriva de dos palabras griegas: céfalo que significa cabeza y metría que significa medida. Es un método que permite obtener medidas angulares y lineales de las diferentes estructuras óseas y blandas del cráneo. (Aguila, 1996).

El objetivo principal de la cefalometría es el estudio de las relaciones verticales y horizontales de las 5 estructuras funcionales de la cabeza: el maxilar y la mandíbula con su dentición, y procesos alveolares, el cráneo y la base craneal. (Barahona Cubillo & Benavides Smith, 2006)

La cefalometría ha sido de gran uso en Ortodoncia. Varias de las utilidades son:

- El estudio de los patrones de crecimiento craneofacial. (Barahona Cubillo & Benavides Smith, 2006)
- El análisis de las proporciones dentofaciales y bases anatómicas de la maloclusión. (Barahona Cubillo & Benavides Smith, 2006)
- Los cambios realizados por los tratamientos de ortodoncia. (Proffit & Fields , 1994)
- La predicción de los cambios inducidos por el crecimiento de determinado paciente. (Proffit & Fields , 1994)
- La comparación de las características dentofaciales de determinado paciente con un cierto grupo étnico o racial. (Tweed , 1954)

Dentro de las cefalometrías más importantes en Ortodoncia, es el análisis cefalométrico de Steiner y el análisis de Wits.

3.3.1 Cefalometría de Steiner

Está conformada por varias mediciones angulares y lineales, siendo las más importantes los ángulos SNA, SNB (tomadas del método de Richard Reidel) y ANB. Estos permiten determinar la clase esquelética del paciente (Steiner, C., 1953).

Existe varios puntos cefalométricos en tejidos duros y suaves que permiten formar medidas lineales y angulares. Los principales para la cefalometría de Steiner son:

Silla (S): Centro de la fosa pituitaria en el hueso esfenoides.

Nasión (N): Punto de intersección de la sutura frontonasal y la línea mesiosagital, punto más posterior del puente nasal.

Punto A: El punto más posterior en la concavidad maxilar, entre la espina nasal anterior y el prosthion

Punto B: Punto más posterior del contorno mandibular, entre el infradental y el supragonion.

El ángulo SNA está formado por los puntos cefalométricos S(silla), N (nasión) y A. Indica la posición sagital de la base apical del maxilar en relación con el cráneo. La norma es 82° con desviación $\pm 2^\circ$.

- El ángulo aumentado indica protrusión del maxilar
- El ángulo disminuido indica retrusión del maxilar.

El ángulo SNB está formado por los puntos cefalométricos S(silla), N (nasión) y B. Indica la posición sagital de la base apical de la mandíbula en relación con la base del cráneo. La norma es 80° con desviación $\pm 2^\circ$.

- El ángulo aumentado indica protrusión de la mandíbula.
- Un ángulo disminuido indica retrusión de la mandíbula.

El Ángulo ANB conformado por los puntos cefalométricos A, N (nación) y B. Indica la relación sagital del maxilar y la mandíbula, es decir indica el patrón esquelético del individuo. La Norma es 2° con desviación de $\pm 2^\circ$.

- Clase esquelética clase I: valores entre 0° y 4° .
- Clase esquelética clase II: valores mayores a 4° .
- Clase esquelética clase III: valores menores a 0° .

(Steiner, C., 1953)

3.4 Análisis de Wits

Jacobson (1975) menciona que es la medida lineal que permite analizar la relación maxilomandibular sagitalmente. Se forma al proyectar el punto A y punto B perpendicularmente sobre el plano oclusal formando los puntos AO y BO respectivamente. El plano oclusal se traza en la radiografía lateral de cráneo con el paciente en máxima intercuspidad.

Para determinar esta medida lineal, Jacobson (1975) realiza una investigación en veinte y un hombres y veinte y cinco mujeres que tenían excelente oclusión. La media en los hombres fue de 1,17mm con desviación de 1,9 mm. El valor varío entre -2 a 4mm. El punto BO se encuentra generalmente 1 mm más adelante que el punto AO. En las mujeres la media fue de -0,10 mm con desviación de 1,77 mm. La medida varió entre -4,5 mm a 1,5 mm. Generalmente los punto AO y BO coincidían.

El autor resume que los valores norma es de -1mm en hombres y 0 mm en mujeres. En los pacientes de clase II el punto BO se encuentra muy por detrás del punto AO. En los pacientes de clase III el punto BO se encuentra por delante del punto AO. El valor es positivo cuando el punto BO esta por detrás de punto AO y negativo cuando esta situación se presenta al revés.

La valoración de Wits no se puede considerar una cefalometría, pero es una medida lineal que coadyuva a diagnosticar la relación anteroposterior maxilomandibular. Jacobson relaciona esta medida con la cefalometría de Steiner debido a que el ángulo ANB de la misma, depende de la fisionomía

craneal y puede llegar a ser muy inconsistente. Las limitaciones principales de este ángulo están dadas por la relación espacial anteroposterior del punto Nasion (N) respecto al maxilar y mandíbula y la rotación maxilomandibular con respecto a los planos craneales.

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis nula

No existe relación entre la dimensión y morfología de la silla turca con los diferentes patrones esqueléticos ni el sexo de pacientes de 18 a 30 años que acudieron al Centro Radiológico Cityimagen en el periodo 2019- 2020.

4.2 Hipótesis alternativa

Existe relación entre la dimensión y morfología de la silla turca con los diferentes patrones esqueléticos y el sexo de pacientes de 18 a 30 años que acudieron al Centro Radiológico Cityimagen en el periodo 2019- 2020.

5. Materiales y métodos

5.1 Tipo de estudio

Esta investigación es analítico observacional. Se observaron y describieron los datos obtenidos en esta investigación.

Es de tipo transversal debido a que la información de las radiografías laterales de cráneo se obtuvo en un momento puntual del 2020.

5.2 Universo y muestra

5.2.1 Universo

Conformado por las radiografías laterales de cráneo pretratamiento de Ortodoncia de pacientes de 18 a 30 años que acudieron al Centro Radiológico Cityimagen en el periodo 2019 – 2020.

Se tomó este rango de edad ya que según lo mencionado por Rai y otros (2016), varios estudios de la morfología de la silla turca concluyen que esta no cambia significativamente después de los 12 años y que la pared anterior es estable a los 5 años, aunque existe crecimiento aposicional en el tubérculo de la silla y reabsorción de la pared posterior hasta los 16 o 18 años.

5.2.2 Muestra

Muestra no probabilística por conveniencia, conformada por 120 radiografías laterales de cráneo que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. La selección de la muestra y el tamaño estuvo basada en el estudio de Sinha, Shetty, & Krishna (2020).

Se conformaron 3 grupos de 40 radiografías laterales de cráneo. El grupo uno representa a la clase I esquelética, el grupo dos a la clase esquelética II y el tres al grupo esquelética III. Cada grupo estuvo conformado por 20 hombres y 20 mujeres para asegurar la distribución uniforme de género en cada mal oclusión.

5.3 Criterios de inclusión y exclusión

5.3.1 Criterios de inclusión

- Radiografías laterales de cráneo de pacientes entre 18 a 30 años.
- Radiografías laterales de cráneo que presentan nitidez. Con superposición de proceso clinoide anterior y techos orbitales de ambos lados para descartar defectos en el posicionamiento del paciente. (Rai , y otros, 2016)
- Radiografías laterales de cráneo de pacientes que no hayan recibido tratamientos de Ortodoncia u Ortopedia previa.

5.3.2 Criterios de exclusión

- Radiografías laterales de cráneo de pacientes que presentan algún síndrome o malformación cráneo facial que afecte a la silla turca.
- Radiografías laterales de cráneo de pacientes que hayan sido sometidos a cirugías cráneo faciales previas.
- Radiografías laterales de cráneo de pacientes que presenten la pérdida de piezas dentales.

5.4 Descripción del método

5.4.1 Determinación de la clase esquelética

Se utilizó la cefalometría de Steiner y el análisis de Witts para determinar la clase esquelética maxilomandibular. Se trazaron los siguientes puntos cefalométricos mediante el programa Nemoceph (Anexo #1).

Silla (S): Centro de la fosa pituitaria en el hueso esfenoides.

Nación (N): Punto de intersección de la sutura frontonasal y la línea mesiosagital, punto más posterior del puente nasal.

Punto A: El punto más posterior en la concavidad maxilar, entre la espina nasal anterior y el prosthion

Punto B: Punto más posterior del contorno mandibular, entre el infradental y el supragonion.

La relación maxilomandibular se determinó mediante la cefalometría de Steiner, siguiendo los criterios de Magat y Ozcan Sener (2018), lo cuales han sido tomados en varios estudios relacionados al tema. El análisis de Wits se realizó basado en el estudio de Jacobson (1975).

Clase I: ANB entre 0 a 4 ° y Wits -2mm a +2 mm

Clase II: ANB mayor a 4 ° y Wits mayor de 2mm

Clase III: ANB menor a 0 y Wits menor de -2mm

5.4.2 Dimensiones lineales de la silla turca

Se creó una carpeta digital que contiene las 120 radiografías laterales de cráneo de la muestra en formato JPG. Cada radiografía tiene un nombre que se conformó de la siguiente manera:

- Un número natural que representa la clase esquelética que tiene el paciente.
- La letra inicial que representa al sexo al que pertenece. M: masculino y F: femenino.
- La edad en números naturales. Ejemplo: 1M20.jpg

Se creó un archivo en formato TPS en Notepad que permitirá a los softwares TPS leer las imágenes de las radiografías laterales de cráneo.

Se importó la carpeta de datos al software tpsUtil32.Ink (<https://life.bio.sunysb.edu/morph/soft-utility.html>) para que las imágenes en formato JPG puedan ser transformadas a formato TPS. Este programa también permitió randomizar la muestra.

Se importó el conjunto de datos al software tpsDig232 (Morphometrics at SUNY Stony Brook. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>). En este software se calibró en milímetros cada radiografía antes de la digitalización de los puntos. La calibración se realizó tomando como referencia la regla que aparece en la esquina superior derecha de cada radiografía.

Se colocó 4 puntos de referencia para realizar las mediciones de las dimensiones lineales de la silla turca (Figura #6) mediante el método propuesto por Silverman. (Afzal & Fida, 2019).

TS: tubérculo de la silla

DS: dorso de la silla

PS: el punto más alejado de la pared interna de la silla turca

BPF: El punto más profundo del piso de la silla turca

Con la herramienta “ make linear measurements” del programa. Se midió de la siguiente manera:

- Distancia interclinoidea o longitud (TS-DS)
- Diámetro de la Silla (TS-PS)
- Profundidad (distancia de una línea caída perpendicular desde la distancia interclinoidea a BPF) (Scribante , y otros, 2017)

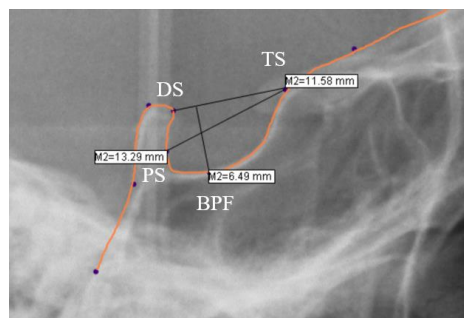


Figura #6. Dimensiones lineales de la silla turca.

Los datos fueron almacenados en un archivo de Excel para el respectivo análisis estadístico de los datos (Anexo #2).

5.4.3 Análisis morfométrico geométrico

Mediante la herramienta “draw background curves” del software tpsDig232 se dibujó el contorno de la silla turca con 20 puntos pasando por las siguientes estructuras:

- El punto más posterior del proceso clinideo posterior.
- El dorso de la silla turca.
- El punto más posterior de la pared posterior de la silla turca.
- El punto más profundo (piso de la silla) de la silla
- El punto más anterior de la pared anterior de la silla turca
- El punto más posterior del proceso clinideo anterior.

Este contorno se convirtió en 20 landmark mediante el software tpsDig232 que posee la herramienta “append tps curves to landmarks”. Estos 20 landmarks están digitalizados de forma estándar con la misma distancia entre uno y otro (Figura #7).

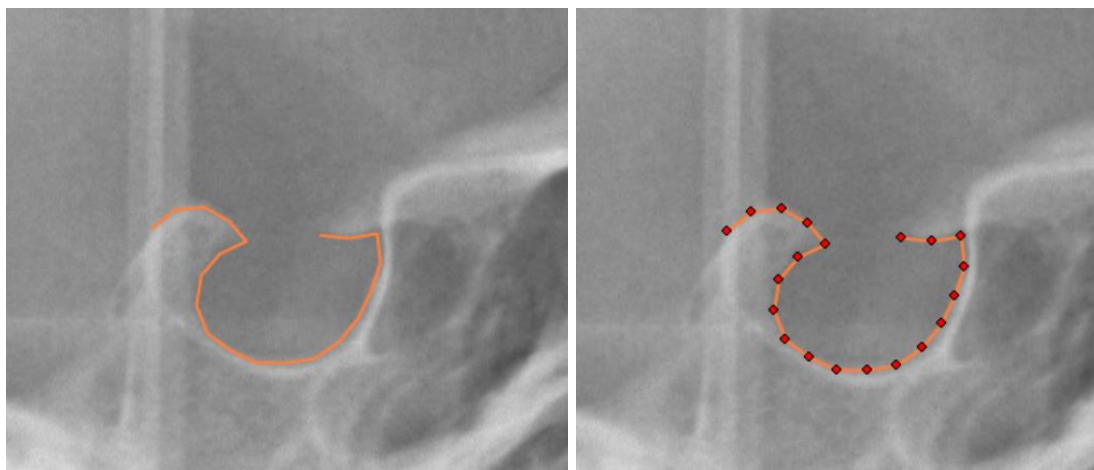


Figura #7. Morfometría de la silla turca.

A. Contorno de la silla turca representado por la línea tomate. B. El contorno de la silla turca está representado por 20 landmarks.

Se importó los archivos TPS creados, al software MorphoJ (MorphoJ versión 1.07a, https://morphometrics.uk/MorphoJ_page.html). Se realizó el análisis de outliers que determina si hubo algún error en la colocación o en la digitalización de los landmarks.

Se clasificó las radiografías al grupo que le corresponde usando la función “Extract new classifier from ID strings” y “Edit classifiers” de acuerdo con el grupo esquelético al que pertenece y al sexo.

5.4.4 Análisis estadístico

Antes de proceder con el análisis de la muestra, se realizó un proceso de calibración de las dimensiones lineales y los landmarks, mismos que fueron digitalizados dos veces, con un intervalo de una semana. Esto, con la finalidad de determinar que las distancias y puntos se encuentran correctamente ubicados. Esta verificación se realizó en el 10% del total de la muestra – 12 radiografías laterales de cráneo que no formaban parte del estudio.

Para las dimensiones lineales se realizó la prueba de homogeneidad experimental que se compone de la Prueba de Homogeneidad, Prueba de Normalidad, Prueba de valores atípicos y la Prueba de diferencias de medias con muestras independientes y varianzas iguales concluyendo que estadísticamente es un proceso experimental que cumple con los supuestos de independencia y homogeneidad de sus repeticiones (Anexo #3).

Por otro lado, para la morfometría geométrica, se realizó el análisis de error de medición, en el cual el error de tipo 1 fue menor al clasificador combinado individual (Anexo #4), lo que implica que los landmarks han sido colocados en el mismo lugar de las radiografías estudiadas.

Para el análisis estadístico de la morfometría geométrica del total de la muestra se realizó:

1. La superposición del análisis de Procrustes, para calcular la forma promedio, y se calculó la Matriz de covarianza. La teoría del análisis de Procrustes es un conjunto de herramientas matemáticas de mínimos

- cuadrados para estimar directamente y realizar transformaciones de semejanza simultáneas entre los puntos de coordenadas de un modelo matricial hasta su ajuste máximo. Mientras que, la covarianza es un valor que indica el grado de variación conjunta de dos variables aleatorias respecto de sus valores promedio. (Romero, 2015)
2. El análisis del componente principal (PCA) que consiste en una técnica que describe un grupo de datos – representados en términos de mínimos cuadrados (función que mejor se aproxime a los datos o línea de regresión) - que permite reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. (Romero, 2015)
 3. El análisis de variantes canónicas (CVA), es un análisis discriminante que maximiza la varianza de las diferencias de forma y modifica los ejes con la mayor diferenciación entre grupos. (Romero, 2015)
 4. La prueba de Anova para determinar diferencias entre clases esqueléticas y la forma de la silla turca. Este es un método que permite establecer si los resultados de un modelo son significativos, lo que posibilita la aceptación o rechazo de las hipótesis nula o alternativa. (Romero, 2015)
 5. El cálculo de las distancias de Mahalanobis (con 10.000 rondas de permutación) para determinar la diferencia de la morfometría entre grupos de sexo y clases esqueléticas. Las distancias de Mahalanobis es una medida de distancia que permite determinar la similitud entre dos variables aleatorias multidimensionales. (Romero, 2015)
 6. Finalmente, se realizó una regresión multivariada. Es un modelo que consta de una variable dependiente y dos o más variables independientes. (Romero, 2015)

El análisis estadístico de las dimensiones lineales consistió en la formulación de un modelo lineal general o ANOVA de dos vías. Este modelo permite realizar la comparación simultánea y medir los efectos sobre las diferentes dimensiones: longitud, diámetro y profundidad. Plantea la existencia de una media general del experimento, que se compara con varios niveles de variabilidad, tales como las dimensiones lineales y el sexo de los pacientes. De esta manera, los elementos constitutivos del modelo son: i. especificación, estimación, validación y

comparación de rangos múltiples. Dicho contraste se realiza a un nivel de 0,05 (5%) con aleatorización de las corridas experimentales.

5.5 Identificación de variables

Tabla #1. Operacionalización de las variables

Operacionalización de las variables				
Variab	Tip	Definición	Indicador	Escala
Variables	de variable	conceptual		
Morfología de la silla turca	Cuantitativa dependiente	Forma es toda la información geométrica que resulta de retirar los efectos de la posición, escala y rotación de la silla turca. La silla turca es la depresión ósea localizada en el cuerpo del hueso esfenoideos que protege a la glándula hipófisis.	Morfometría geométrica de hitos discretos analiza la forma multidimensionalmente, basando su estudio en una configuración de puntos de referencia, cada uno descrito por coordenadas cartesianas bidimensionales.	

Dimensiones lineales de la silla turca	Cuantitativa dependiente	Las dimensiones son: el diámetro, largo y profundidad de la silla turca.	Unidad de medida de del sistema métrico dada en milímetros	Un milímetro (mm) es una milésima de un metro.
Clase esquelética	Cuantitativa independiente	Relación anteroposterior del maxilar respecto a la mandíbula.	Ángulo ANB de la cefalometría de Steiner. Medida de Wits.	Clase I: ANB entre 0 a 4° y Wits -2mm a +2mm Clase II: ANB mayor a 4° y Wits mayor de 2mm Clase III: ANB menor a 0° y Wits menor de -2mm
Sexo	Cualitativa independiente	Condición orgánica que distingue a los hombres	Sexo reportado mediante el nombre del	Masculino

		de las mujeres.	paciente y registro radiográfico.	Femenino
--	--	-----------------	-----------------------------------	----------

5.6 Limitaciones

- La existencia de barreras económicas y tecnológicas para el acceso a software que permiten medir la dimensión y morfología de la silla turca, mediante el análisis morfométrico.
- Complejidad en el uso de herramientas tecnológicas y software que permiten medir la dimensión y morfología de la silla turca, mediante el análisis morfométrico.
- Complejidad en la obtención y conformación de la muestra necesaria en pacientes de clase III, debido a que la mayor parte del universo pertenecen a las clases esqueléticas I y II.

6. Resultados

6.1 Análisis de las dimensiones lineales de la silla turca.

El Diseño por bloques completo al azar – DBCA, es un modelo estadístico que permite analizar la variabilidad de una variable dependiente en función de la variabilidad de los niveles de un factor y un factor de perturbador o de bloqueo, tales factores se consideran fijos. De esta manera, se analiza la media de la variable, y_{ij} , respecto a los tratamientos o niveles, τ_i , y al factor de bloqueo, β_j .

El modelo DBCA queda determinado por los efectos, tal que:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau_i\beta_j + \varepsilon_{ij},$$

$$\text{Para } i = 1, 2, \dots, a. j = 1, 2, \dots, b.$$

Además, μ es la media global, τ_i es el efecto de tratamiento i -ésimo, β_j es el efecto del bloque j -ésimo, y ε_{ij} es el término del error que sigue una normal con media cero y varianza constante, $N(0, \sigma^2)$.

Es así, como el modelo permite probar la igualdad de las medias de los tratamientos o los niveles del factor. Esto es:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1: \text{al menos una } \mu_i \neq \mu_j$$

De esta manera, realizando la estimación mediante el método de mínimos cuadrados y validando los supuestos del modelo a través de los contrastes no paramétricos de normalidad y homogeneidad de varianza, se obtiene el

contraste de ANOVA deseado. Sea τ_i las diferentes clases esqueléticas, β_j el bloque atribuido al sexo y y_{ij} las medidas de longitud, diámetro y profundidad.

6.1.1 Longitud

Tabla #2. Anova para la dimensión longitud

Fuente	F-statistics	p-valor
Clase esquelética Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3	0,90	0,408
Sexo Femenino Masculino	3,13	0,079

A un nivel de significación del 0,05 (5%) existe evidencia estadística para aceptar, con respecto a la longitud promedio (tabla #2), que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes clases esqueléticas (p-valor = 0,408 > 0,05), así como para el sexo (p-valor = 0,079 > 0,05).

Tabla #3. Prueba de Rango Múltiple LSD para la longitud en las diferentes clases esqueléticas.

Clase Esquelética	Media	Agrupación
Clase 3	10,195	A
Clase 1	9,940	A
Clase 2	9,657	A

Aunque estadísticamente no existe diferencia significativa (tabla #3), la clase esquelética III presenta mayor longitud media (10,195mm), seguida por la clase esquelética I (9.940mm) y clase esquelética II (9.657mm) .

Respecto al sexo:

Tabla #4. Prueba de Rango Múltiple LSD para la longitud en el sexo

Sexo	Media	Agrupación
Masculino	10,220	A
Femenino	9,641	A

Respecto al sexo (tabla #4), aunque no existe diferencia significativa, el sexo masculino presenta mayor longitud media (10.220mm) que el sexo femenino (9.641mm).

Al analizar las medias de las clases esqueléticas y del sexo, puede observarse que la clase III y el sexo masculino poseen mayor longitud media.

Finalmente, tenemos el efecto de la interacción del sexo y la clase esquelética sobre la longitud media.

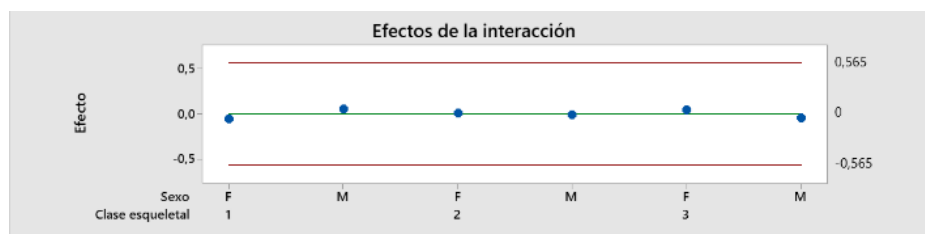


Figura #8. Efectos principales e interacción de la Longitud. Las clases esqueléticas I, II y III están representados por 1, 2 y 3 y el sexo se encuentra representado por F y M (femenino y masculino respectivamente).

En la figura #8 se observa que los cambios sobre la longitud media, que se atribuyen al efecto interacción (sexo y clase esquelética), no son significativos. En efecto, a un nivel de confianza del 0.95 (95%) los factores se encuentran dentro de los límites de control (línea superior e inferior roja), por lo cual ninguno de ellos ocasiona cambios significativos sobre la media global del proceso.

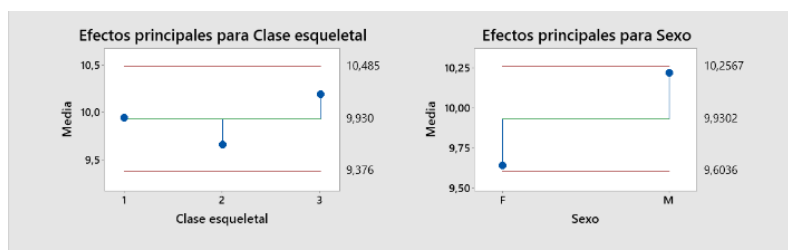


Figura #9. Efectos principales de la longitud para la clase esquelética y el sexo.

Esta figura confirma lo descrito en la tabla # 2 y 3.

6.1.2 Diámetro

Tabla #5. Anova para la dimensión diámetro

Fuente	F-statistics	p-valor
Clase esqueletal Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3	0,31	0,736
Sexo Femenino Masculino	0,55	0,460

A un nivel de significación del 0,05 (5%) existe evidencia estadística para aceptar, con respecto al diámetro promedio (tabla #5), que no existe diferencia estadísticamente significativa para la clase esqueletal y el sexo (F-stat = 0,31. p-valor = 0,736 > 0,05) y (F-stat = 0,55. p-valor = 0,460 > 0,05), respectivamente.

Tabla #6. Prueba de Rango Múltiple LSD para el diámetro en las clases esqueletales.

Clase Esqueletal	Media	Agrupación
Clase 3	11,573	A
Clase 2	11,407	A
Clase 1	11,336	A

Aunque estadísticamente no existe diferencia significativa (tabla #6), la clase esquelética III presenta mayor longitud media (11,573mm) que la clase esquelética II (11,407mm) y clase esquelética I (11,336mm), respectivamente.

Respecto al sexo:

Tabla #7. Prueba de Rango Múltiple LSD para el diámetro según el sexo

Sexo	Media	Agrupación
Masculino	11,532	A
Femenino	11,345	A

Aunque no existe diferencia significativa (tabla #7), el sexo masculino presenta mayor longitud media (11,532mm) que el sexo femenino (11,345mm).

Finalmente, tenemos el efecto de la interacción (clase esquelética y sexo) sobre el diámetro medio.

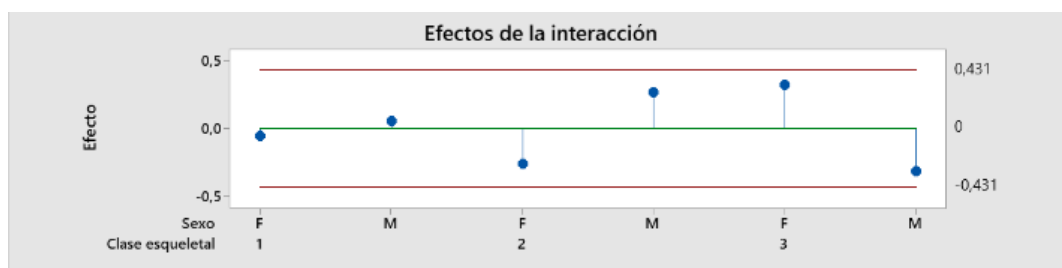


Figura #10. Efectos principales e interacción del diámetro. Las clases esqueléticas I, II y III están representados por 1, 2 y 3 y el sexo se encuentra representado por F y M (femenino y masculino respectivamente).

La figura #10 muestra que los cambios sobre el diámetro medio, que se atribuyen al efecto interacción, no son significativos. En efecto, a un nivel de confianza del 0.95 (95%) se presentan efectos positivos sobre la media global del proceso en la clase esquelética II en hombres y en la clase esquelética III en mujeres, y efecto negativo en la clase esquelética II en mujeres y clase esquelética III en hombres. Considerándose efecto positivo cuando el diámetro aumenta con respecto al diámetro medio global. Al contrario de efecto negativo, que se da cuando el diámetro disminuye en relación con el diámetro medio global.

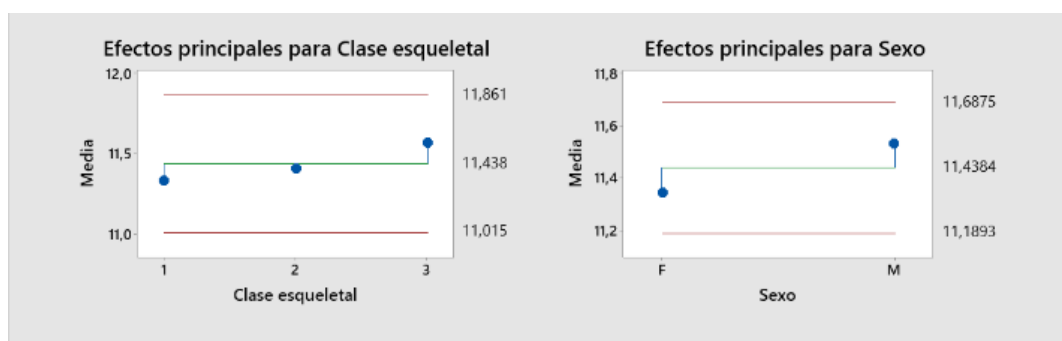


Figura #11. Efectos principales del diámetro para la clase esquelética y el sexo.

Esta figura confirma lo descrito en la tabla # 5 y 6.

6.1.3 Profundidad

Tabla #8. Anova para la dimensión profundidad

Fuente	F-statistics	p-valor
Clase esqueletal Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3	0,25	0,780
Sexo Femenino Masculino	2,03	0,157

A un nivel de significación del 0,05 (5%) no existe diferencia estadísticamente significativa de la profundidad promedio con las diferentes clases esqueléticas y el sexo (F-stat = 0,25. p-valor = 0,780 > 0,05) y (F-stat = 2,03. p-valor = 0,157 > 0,05), respectivamente (table #8).

Tabla #9. Prueba de Rango Múltiple LSD para la profundidad en las clases esqueléticas

Clase Esqueletal	Media	Agrupación
Clase 3	7,864	A
Clase 2	7,797	A
Clase 1	7,681	A

Estadísticamente no existe diferencia significativa (tabla #9), sin embargo, la clase esquelética III presenta mayor profundidad media (7,864mm) que la clase esquelética II (7,797mm) y clase esquelética I (7,681mm), respectivamente.

Respecto al sexo:

Tabla #10. Prueba de Rango Múltiple LSD para la profundidad en según el sexo

Sexo	Media	Agrupación
Femenino	7,933	A
Masculino	7,628	A

Aunque no existe diferencia significativa (tabla #10), el sexo femenino presenta mayor profundidad media (7,933mm) que el sexo masculino (7,628mm).

Finalmente, tenemos el efecto de la interacción (clase esquelética y sexo) sobre la profundidad media.

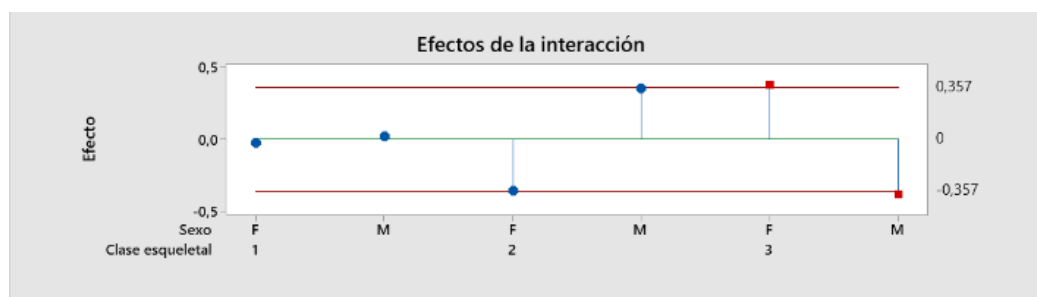


Figura #12. Efectos principales e interacción de la Profundidad. Se puede apreciar los grupos por clase esquelética y sexo en donde 1,2 y 3 representan las

clases esqueléticas y el sexo se encuentra representado por F y M (femenino y masculino).

La figura #12 muestra como el efecto interacción salen de los límites representados por los puntos rojos del diagrama de control. De esta manera, la interacción entre la clase esquelética y el sexo sí genera cambios en la profundidad promedio. El efecto es positivo en la clase III femenino y negativo en la clase III masculino. Considerándose efecto positivo cuando la profundidad aumenta con respecto a la profundidad media global. Al contrario de efecto negativo, que se da cuando la profundidad disminuye en relación con la profundidad media global.

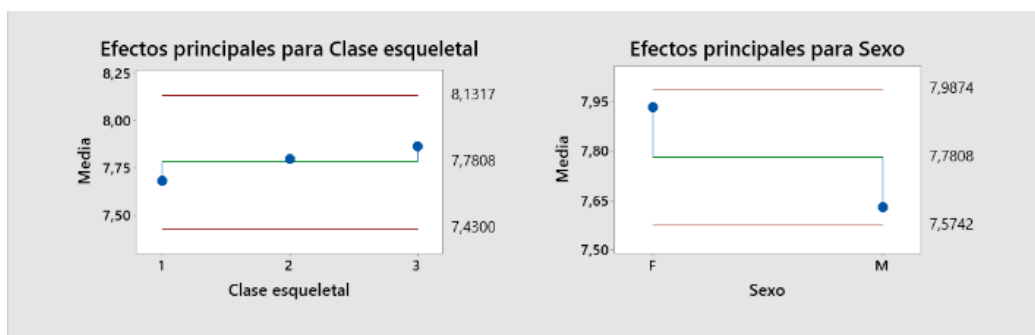


Figura #13. Efectos principales de la profundidad para la clase esquelética y el sexo. Esta figura confirma lo descrito en la tabla # 8 y 9.

6.2 Análisis morfométrico geométrica de la silla turca

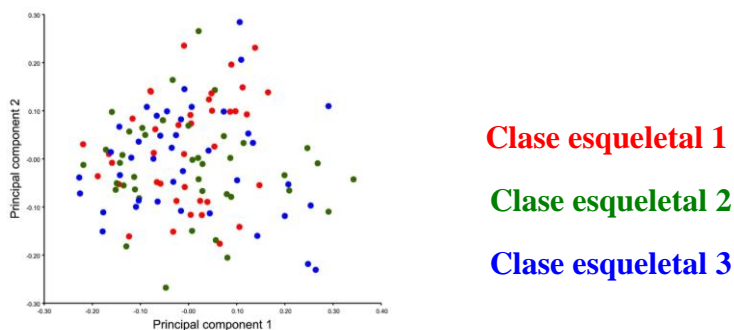


Figura #14. Análisis del componente principal.

Pc1 y Pc2 demuestra la mayor cantidad de variedad de la forma de la silla turca. No se puede ver claramente agrupaciones entre clases esqueléticas.

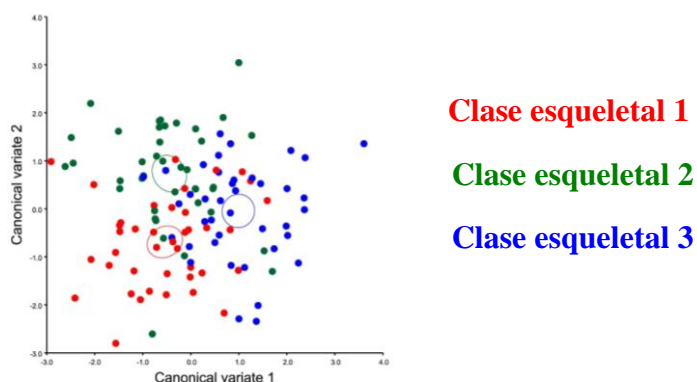


Figura #15. Análisis de variantes canónicas.

En el Análisis del componente principal (PCA) no se observan relaciones claras de forma entre clases esqueléticas y morfología de la silla turca ya que existe gran dispersión y variación (Figura #14). Al generar el análisis de variantes canónicas (CVA) (Figura #15), análisis discriminante que maximiza la varianza de las diferencias de forma y modifica los ejes con la mayor diferenciación entre grupos, se puede observar en el gráfico pequeñas diferencias de forma de silla

turca pero también gran dispersión y varianza, sin embargo, las conclusiones están tomadas con base en las Pruebas de Anova y distancias de Mahalanobis.

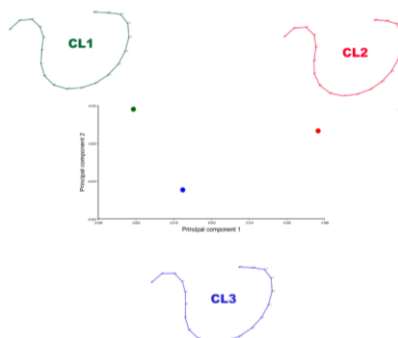


Figura #16. Forma promedio de las clases esqueléticas.

Se generó un PCA del promedio (Figura #16) y se le añadió el gráfico de la forma promedio de cada grupo esquelético para observar los mínimos detalles en las diferencias de morfología de la silla turca entre cada grupo esquelético. Como se puede observar en el gráfico, no existen diferencias notables que nos permita establecer una característica propia de cada grupo esquelético. Esto, concuerda con el PCA, pues en este tampoco se pudo encontrar una relación directa entre la morfología de la silla turca y las clases esqueléticas.

Tabla #11. Anova de Procrustes

Procrustes ANOVA: Procrustes ANOVA									
Dataset: newDataset									
Classifiers used for the Procrustes ANOVA:									
Extra main effect(s):									
-- Extra 1: clase esqueletal									
-- Extra 2: sexo									
Individuals: individuos									
Centroid size									
Effect		SS	MS	df	F	P (param.)			
Clase Esqueletal		8.705445	4.352723	2	0.69	0.5036			
Sexo		2.955046	2.955046	1	0.47	0.495			
Individual		731.634735	6.307196	116					
Shape, Procrustes ANOVA									
Effect		SS	MS	df	F	P (param.)	Pillai tr.	P (param.)	
Clase Esqueletal		0.06110732	0.000849	72	0.74	0.9535	0.6	0.559	
Sexo		0.10802773	0.003001	36	2.6	<.0001	0.46	0.0094	
Individual		4.81402381	0.001153	4176	NaN	NaN			

Al realizar el Anova de Procrustes (Tabla #11) se puede determinar que la clase esquelética arroja un valor $P = 0.559$, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las diferentes clases esqueléticas y las características morfológicas de la silla turca. Sin embargo, en relación con el sexo, el valor $P = 0.0094$, lo que implicaría que para la forma de la silla turca hay diferencias estadísticamente significativas con relación a los individuos de sexo masculino y femenino de la muestra.

Tabla #12. Comparación de las distancias de Mahalanobis por entre clase esquelética (valores P).

Mahalanobis distances among groups:		
Clase esquelética	1	2
2	1.4248	
3	1.6625	1.6366

Al realizar la comparación de las distancias de Mahalanobis (Tabla #12) entre cada clase esquelética se encuentra que el valor P es >0.05 en todos los grupos de clases esqueléticas, por lo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre estos y la forma de la silla turca.

Tabla #13. Comparación de las distancias de Mahalanobis con las dos variables, sexo y clase esquelética.

P-values from permutation tests (10000 permutation rounds) for Mahalanobis distances among groups:					
	1/F	1/M	2/F	2/M	3/F
1/M	<.0001				
2/F	0.9865	<.0001			
2/M	0.006	<.0001	0.0001		
3/F	0.0324	0.0005	0.0063	0.0004	
3/M	<.0001	0.0003	0.0036	0.0011	0.0012

Adicionalmente, al comparar las distancias de Mahalanobis en el análisis de los diferentes grupos esqueléticos y el sexo (Tabla #13), se concluye que con respecto a la forma de la silla turca existe diferencia estadísticamente significativa en todos los grupos ($P < 0.05$), con excepción de los grupos I y II femenino donde $P = 0.9865$.

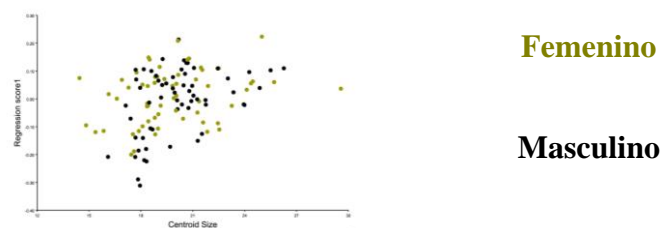


Figura # 17. Regresión multivariada de la forma de la silla turca de acuerdo con el tamaño del centroide.

La regresión multivariada (Figura #17) analizó la existencia de alometría de la forma, es decir, el efecto del tamaño en la forma de la silla turca. El resultado del modelo indica que no existen diferencias significativas del tamaño de la silla turca entre el grupo de sujetos femeninos y masculinos.

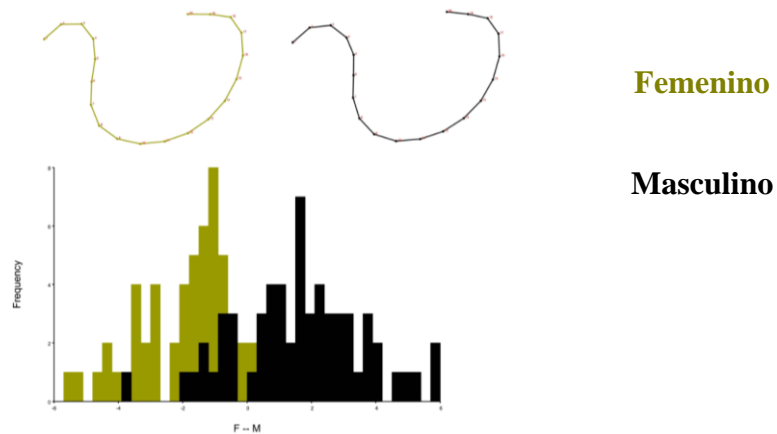


Figura # 18. *Análisis discriminante entre pares*

Se realizó un análisis discriminante entre pares (Figura #18) con la finalidad de verificar si existen diferencias entre el grupo femenino y masculino. Para esto, se tomó como referencia la forma promedio de la silla turca. Se puede observar que el dorso y la apófisis clinoide posterior en el grupo masculino es más robusto que el grupo femenino. La pared posterior en el grupo femenino es ligeramente más convexa, mientras que en el grupo masculino es más vertical y aplanada. En el grupo masculino, la pared anterior y las apófisis clinoideas anterior son más inclinadas que en el grupo femenino.

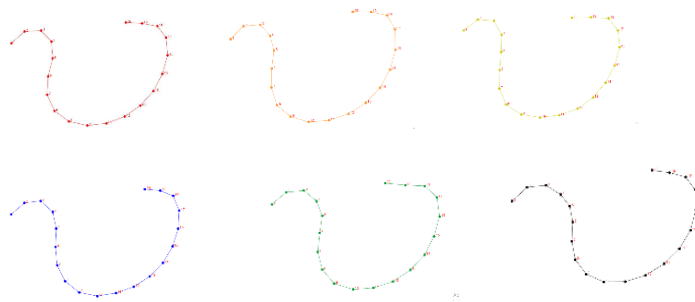
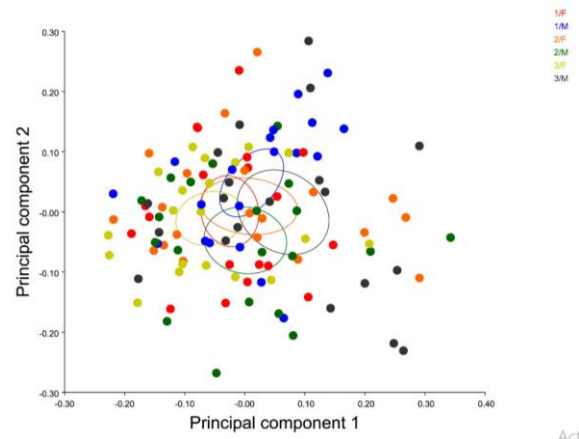


Figura #19. Análisis de componentes principales entre cada clase esquelética y grupos femeninos y masculinos.

Finalmente, se realizó un PCA con la interacción de las variables de sexo y clase esquelética (Figura #19) donde se puede verificar las pequeñas diferencias entre cada grupo. El grupo III M presenta las apófisis clinoides posterior más robusta, seguida del grupo II M y el grupo I M. Las apófisis clinoides más delgada pertenece al grupo III F. La pared posterior más cóncava tiene el grupo I F, seguido del grupo II M. Las apófisis clinoides anterior más inclinada hacia arriba pertenece al grupo III M. Sin embargo, se considera que dichas características no nos permiten clasificar la silla turca de acuerdo con su clase esquelética.

7. Discusión

En la presente investigación se analizó la morfología geométrica de la silla turca, y las dimensiones lineales y se las relacionó con el sexo, y las diferentes clases esqueléticas.

La morfología de la silla turca fue evaluada mediante la morfometría geométrica a través del software MorphoJ que permitió una descripción concreta y precisa de esta estructura. Los análisis gráficos y estadísticos emitidos por el software permitieron que el estudio sea objetivo ya que los resultados se encuentran dados por las coordenadas cartesianas (x e y) de la silla turca y no en apreciaciones subjetivas, con ausencia de medidas, como las descritas, por ejemplo, por Ruiz, Wafae, N., & Wafae, G. (2008), quienes mencionan que la silla turca tiene tres formas: forma de U, forma de J, y la forma poco profunda.

En este sentido, Axelsson (2004) clasificó la forma de la silla turca en seis diferentes tipos: silla turca normal, pared anterior oblicua, doble contorno del piso de la silla turca, puente en la silla turca, irregularidad en la parte posterior de la silla turca, forma piramidal del dorso de la silla turca. Así mismo, Gordon and Bell (1922) clasificaron tres formas básicas la silla turca: redonda, oval y plana.

Dichos Autores describen la forma de acuerdo con su percepción, sin embargo, esa idea podría cambiar de acuerdo con el operador que lo realiza el análisis alterando los resultados del estudio. Así, varios estudios han tomado como referente este método para clasificar la forma de la silla turca y las clases esqueléticas. Por ejemplo, Magat & Ozcan , 2018, en su estudio sobre el análisis morfométrico de la silla turca en individuos turcos con diferentes patrones esqueléticos, encontraron diferencias significativas entre la forma de la silla turca y las diferentes clases esqueléticas. De esta manera, encontraron que la clase III presentaba mayores irregularidades del dorso de la silla turca y menos tipos de pared oblicua anterior que los otros grupos esqueléticos.

El uso de la morfometría geométrica ha aumentado en gran medida ya que permite cuantificar formas anatómicas en diferentes estudios científicos,

incluyendo diferentes ramas de la Odontología. A pesar de aquello, son pocos los estudios que han usado esta metodología en el campo de la Medicina.

Con respecto a la relación entre la morfología de la silla turca y los diferentes patrones esqueléticos, el estudio de PCA realizado en el análisis morfométrico de esta investigación concluye que no existe relación, pues se observa mucha varianza y dispersión de los grupos esqueléticos. El análisis CVA nos indica una ligera agrupación de cada una de las clases esqueléticas en relación con la forma de la silla turca. Sin embargo, la prueba Anova y el método de las distancias de Mahalanobis son concluyentes en que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las clases esqueléticas y la forma de la silla turca. MorphoJ permite realizar un gráfico de la forma promedio de la silla turca en cada clase esquelética. Al comparar los gráficos, se observan ligeras diferencias en la inclinación de la pared posterior de la estructura ósea.

En contraste a lo señalado, el CVA realizado por Tepedino, y otros, 2019, en su investigación en pacientes en crecimiento, sobre el análisis morfométrico de la silla turca en los diferentes patrones esqueléticos, encontró diferencias estadísticamente significativas en la forma de la estructura en los grupos de la clase esquelética I y II. Esto, según indica el estudio, se explica por el eje de análisis CV1, que está relacionado al proceso clinóideo posterior y al piso de la silla turca. Sin embargo, al observar el gráfico del estudio en referencia, existe una gran dispersión y varianza, por lo que, se dificulta poder identificar claramente agrupaciones que nos permitan diferenciar los grupos esqueléticos.

Esto se debe a que el análisis CVA es un estudio discriminante que maximiza la varianza de las diferencias de forma y modifica los ejes tomando como referencia el punto más extremo de cada grupo, lo que, podría arrojar datos imprecisos.

En cuanto al sexo y la morfología de la silla turca se realizaron dos análisis: Anova y PCA. El análisis Anova concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa de la forma de esta estructura ósea con el grupo

masculino y femenino. Sin embargo, el gráfico promedio del PCA encontró diferencias mínimas entre cada grupo, sobre todo en la apofisis clinoides posterior que es más robusta en los hombres que en las mujeres, lo que concuerda con los resultados del estudio realizado por Andredaki et al. (2007). Cabe señalar que el análisis PCA es un análisis gráfico y no numérico, lo que podría incidir en un resultado impreciso. Por esta razón, en el presente estudio, además del PCA, se realizó el análisis Anova.

Al relacionar la clase esquelética y el sexo con la morfometría geométrica de la silla turca se concluye que los grupos estudiados presentan diferencias estadísticamente significativas, excepto los grupos de clase I y II Femenino quienes presentaron una morfometría geométrica similar. Las diferencias más notables radican en que la clase esquelética III Masculino presenta las apófisis clinoides posterior más robusta y las apófisis clinoides anterior más inclinada; mientras que, la pared posterior más cóncava se encuentra presente en la clase I Femenino. Respecto de este análisis, no se encontró algún estudio que permita contrastar los resultados.

En cuanto a las dimensiones lineales de la silla turca: diámetro, profundidad y longitud, este estudio encontró que no hay diferencia estadísticamente significativa con las clases esqueléticas, en pacientes de 18 a 30 años (pacientes pospubertad). El análisis realizado por Tepedino et al. (2019), en pacientes de 9 a 13, encontró que no existe diferencia significativa entre las dimensiones lineales y las clases esqueléticas. Sin embargo, Magat & Ozcan (2018) encontraron que existe diferencia significativa al comparar pacientes por grupos de edad. De esta manera, los sujetos de 15 a 21 años (pos-puberales) tenían sillas turcas más profundas y con mayor diámetro que el grupo de 9 a 14 años.

Por otro lado, Sinha, Shetty, & Nayak (2020) concluyeron que la clase III presentaba una silla turca con el mayor diámetro, mientras que la clase II tenían el diámetro más pequeño. Este estudio concluye que la clase III, posee mayor longitud, diámetro y profundidad al analizar sus medias, aunque no es estadísticamente significativa con las demás clases esqueléticas. La clase

esqueletal I presentó la profundidad y el diámetro medio más pequeño y la longitud media más pequeña tenía la clase II.

Con relación al sexo y las dimensiones lineales, este estudio concluye que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre ambos sexos. Resultados similares fueron encontrados por Sinha et al. (2015). Sin embargo, en este estudio los hombres presentaban la mayor longitud y diámetro cuando se trata de medias y las mujeres presentaron la mayor profundidad media. En contraste, Boddeti et al. (2016) y en Fenik et al. (2018) encontraron que la longitud en los hombres era estadísticamente significativa al compararla con el de las mujeres. A pesar de que los puntos de referencia utilizados por estos autores para medir la longitud de la silla turca, fueron los mismos de este estudio. Así mismo, el estudio de Andredaki et al. (2007), concluye que la profundidad anterior de la silla es la única dimensión estadísticamente diferente en relación con el sexo, siendo mayor en las mujeres. Por otro lado, Magat & Ozcan (2018) encontraron que el diámetro es mayor en el grupo femenino.

Los resultados de estos autores pueden diferir de los encontrados en este estudio debido a la metodología utilizada, la edad de los pacientes y la etnicidad del grupo examinado.

8. Conclusiones

- No existe correlación entre la morfología de la silla turca y las diferentes clases esqueléticas I, II, III. La forma de la silla turca presenta diferencias estadísticamente significativas con relación al sexo. No existe diferencia estadísticamente significativa entre dimensiones lineales (longitud, profundidad y diámetro), la morfología de la silla turca y el sexo.
- La forma de la silla turca es generalmente ovalada en todas las clases esqueléticas. Las apófisis clinoides posterior se presenta redondeada. La pared posterior es cóncava. Sin embargo, a nivel del *landmark* 5 es más sobresaliente en la clase esquelética I seguido por la clase esquelética II y más aplanada en la clase III. La pared anterior de la silla turca es más convexa en la clase esquelética I y II, siendo más aplanada e inclinada hacia adelante en la clase esquelética III. El piso de la silla turca representada por los *landmarks* 9, 10 y 11 es más plana en la clase esquelética III en comparación con las otras clases esqueléticas. Las apófisis clinoides anterior es menos alargada en la clase esquelética II en comparación con la I y III.
- La longitud promedio de la silla turca en la clase esquelética III, II y I fue: 10,195 mm; 9,940 mm; y, 9,657mm, respectivamente. El diámetro promedio en la clase esquelética III, II y I es: 11,573 mm; 11,407 mm; y, 11,336 mm, respectivamente. La profundidad promedio en la clase esquelética III, II y I es: 7,864 mm; 7,797 mm; y, 7,681 mm, respectivamente. En el sexo masculino, la longitud, profundidad y diámetro promedio fue: 10,220 mm; 7,628 mm; y, 11,532mm respectivamente. Mientras que, el sexo femenino presentó 9,641 mm; 7,933 mm; y, 11,345 mm fue de respectivamente.
- No existe relación de las características morfológicas de la silla turca con las clases esqueléticas I, II y III de acuerdo con la prueba de Anova y se

puede observar gran dispersión en el PCA, por lo que no son estadísticamente significativos. En cuanto al sexo, el dorso y la apófisis clinoide posterior en el grupo masculino es más robusto que el grupo femenino. La pared posterior en el grupo femenino es ligeramente más convexa, mientras que en el grupo masculino es más vertical y aplanada. La pared anterior y las apófisis clinoides anterior son más inclinadas en los hombres que en las mujeres. En la interacción de las variables (sexo y clase esquelética), no existe diferencias estadísticamente significativas entre el grupo I Femenino y II Femenino. Entre los demás grupos esqueléticos divididos de acuerdo con el sexo hay una diferencia significativa, aunque la diferencia no es fácilmente apreciable, pues la varianza en la forma de la silla turca es abundante.

- No existe diferencia estadísticamente significativa de la longitud, diámetro y profundidad promedio de la silla turca entre las clases esqueléticas y el sexo. A pesar de esto, la clase esquelética III, en términos de medias, tiene mayor longitud, diámetro y profundidad que la clase esquelética I y II. El sexo masculino posee la mayor longitud y diámetro promedio de la silla turca, mientras que el sexo femenino posee la mayor profundidad promedio.

9. Recomendaciones

- Mejorar las herramientas tecnológicas de análisis con la finalidad de examinar de manera más precisa y objetiva la morfometría de la silla turca.
- Extender el análisis a otras estructuras craneofaciales que podrían estar íntimamente relacionadas con los patrones esqueléticos. Esto, con la finalidad de que el clínico pueda usarlas en el diagnóstico y tratamiento de las mal oclusiones, así como en la predicción de éstas.
- Realizar investigaciones en pacientes que se encuentren en desarrollo o crecimiento para identificar la relación que existe entre los patrones esqueléticos y la forma y dimensiones de la silla turca. Así como también dar el respectivo seguimiento para determinar y analizar si dichas relaciones pueden cambiar al cesar el crecimiento.
- Estandarizar la metodología a ser utilizada en los diferentes estudios, de tal manera que los resultados obtenidos provengan de parámetros normalizados o, al menos, comunes.

Referencias

- Adams, D., Rohlf, F., & Slice, D. (2013). A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), 7- 14.
- Afzal, E., & Fida, M. (2019). Association between variations in sella turcica dimensions and morphology and skeletal malocclusions. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 31(2).
- Aguila, F., & Enlow, D. (1991). *Crecimiento Craneofacial Ortodoncia y Ortopedia*. Michigan: Aguiram.
- Aguila, J. (1996). *Manual de Cefalometría*. Caracas: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas.
- Andredaki, M., Koumantanou, A., Dorotheou, D., & Halazonetis, D. (2007). A Cephalometric morphometric study of the sella turcica. *European Journal Of Orthodontics*, 29, 449- 456.
- Axelsson, S., Storhaug, K., & Kjær, I. (2004). Post-natal size and morphology of the sella turcica. Longitudinal cephalometric standards for Norwegians between 6 and 21 years of age. *European Journal of Orthodontics*, 26(6), 597- 604.
- Baidas, L., Mohammad, H., Al-Kawari, H., Al-Obaidan, Z., Al-Marhoon, A., & Al-Shahrani, S. (2018). Association of sella turcica bridging with palatal. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 179- 197.

- Barahona Cubillo, J., & Benavides Smith, J. (2006). Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. *Revista Científica Odontológica*, 2(1), 11- 27.
- Benítez, H., & Püsche, T. (2014). Modelando la Varianza de la Forma: Morfometría Geométrica Aplicaciones en Biología evolutiva. *International Journal Of Morphology*, 32(3), 998- 1008.
- Björk , A., & Skieller , V. (1983). Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *European Journal Of Orthodontics*, 5, 1- 46.
- Boddeti, S., Varma , N., Sasidhar , Y., Ujwala, T., & Navya, P. (2016). The size and the morphology of silla turcica in different skeltal patterns of South Indians: a lateral cephalometric study. *International Journal of Oral Health and Medical Research*, 3(1), 13- 16.
- Camp , J. (1923). The Normal and Pathologic Anatomy of the Sella Turcica as Revealed at Necropsy. *Radiological Society Of North America*, 1(2).
- Canigur Bavbek , N., & Dincer, M. (2014). Dimensions and morphologic variations of sella turcica in type 1 diabetic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(2), 179- 187.
- Caplin, J., Han , M., Miloro, M., Allareddy, V., & Markiewicz, M. (2020). Interceptive Dentofacial Orthopedics (Growth Moidification). *Oral Maxlofacial Surgery Clin*, 32.

- Castro, M.V., Hurtado, M. , & Oyonarte, R. (2013). Rendimiento de la evaluación cefalométrica para el diagnóstico sagital intermaxilar. Revisión narrativa. Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral,, 6(2), 99- 104.
- Cisneros, D., Parise, JM., Morocho, D. , Villarreal, D., & Cruz, A. (2020). “Prevalencia de patrones Máxilo-Mandibulares en pacientes de 8,5 a 12 años, utilizando Cefalometría de Ricketts en servicios de ortopedia universitarios. KIRU, 17(2), 84- 87.
- Dasgupta, P., Sen, S., Srikanth, H., & Kamath, G. (2018). Sella Turcica Bridging as a predictor of class II Malclusion- An investigative study. Journal of Stomatology Oral Maxillofacial Surgery.
- Dubois, P., Begeot, M., Dubois, M., & Herber, D. (1978). Dubois, P. M., Begeot, M., Dubois, M. P., & Herbert, D. C. (1978). Immunocytological localization of LH, FSH, TSH and their subunits in the pituitary of normal and anencephalic human fetuses. Cell and Tissue Research, 191(2). doi:10.1007/bf00222423 . Cell and Tissue Research, 191(2), 249- 265.
- Ellis, E. , & Mcnamara, J. . (1984). Components of adult Class III open-bite. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 86(4), 277- 290.
- Fenik , M., Adil, A., Zhwan, R., Pusic, T., & Shbair, M. (2018). Morphology, incidence of bridging, and dimensins of sella turcica in different racial groups . Oral Radiology .

- Gibelli, D., Cellina, M., Gibelli, S., Panzeri, M., Oliva, A., Termine, G., & Sforza, C. (2018). Sella turcica bridging and ossified carotico- clinoid ligament: Correlation with sex and age. *The Neuroradiology Journal*, 31(3), 299-304.
- Gómez, V., Fernández, A. , & Pérez, H. (2011). Características cefalométricas presentes en la maloclusión clase I en el Departamento de Ortodoncia de la DEPel. *Revista Odontológica Mexicana*, 15(1), 14- 20.
- Hasan, H., Alam, M., Abdullah, Y., Nakano, J., Yusa, T., Yusof, A., & Osuga, N. (2016). 3DCT Morphometric Analysis of Sella Turcica in Iraqi Population. *Journal of Hard Tissue Biology*, 25(3), 227- 232.
- Henriquez, J., Fuentes, R., & Sandoval, P. (2010). Características Biométricas de la Silla Turca en Telerradiografías Laterales de Individuos Mapuches y No Mapuches de la IX Región, Chile. *International Journal of Morphology*, 28(2), 529- 532.
- Jacobson, A. (1975). The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *American Journal Of Orthodontics*, 67(2), 125- 138.
- Kendall, D. (1977). The diffusion of shape. *Advances in Applied Probability*, 9(3), 428- 430.
- Kjær, I. (2012). Sella turcica morphology and the pituitary gland—a new contribution to craniofacial diagnostics based on histology and neuroradiology. *The European Journal of Orthodontics*, 1- 10.

- Klingenberg, C. (2011). MORPHOJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11, 353–357.
- Le Douarin, N., & Teillet, M. (1974). Experimental Analysis of the migration and differentiation of neuroblasts of the autonomic nervous system and of neurectodermal mesenchymal derivatives, using a biological cell marking technique. *Dev Biol*, 162- 184.
- Magat, G., & Ozcan, S. (2018). Morphometric analysis of the sella turcica in Turkish individuals with different dentofacial skeletal patterns. *Folia Morphol*, 77(3).
- Melsen, B. (1974). The cranial base: The postnatal development of the cranial base studied histologically on human autopsy material. *American Journal of Orthodontics*, 66(6), 689–691.
- Moyers, R. (1992). Clasificación y terminología de la maloclusión. *Manual de Ortodoncia*. Buenos Aires: Panamericana.
- Nagaraj, T., Shruthi, R., James, L., Keerthi, I., Balraj, L., & Dev Goswami, R. (2015). The size and morphology of sella turcica: A lateral cephalometric study. *Journal of Medicine, Radiology, Pathology & Surgery*, 1, 3- 7.
- Neha, Mogra, S., Shetty, V., & Shetty, S. (2016). Sella size and jaw bases Is there a correlation???. *Contemporary Clinical Dentistry*.
- Otuyemi, O., Fadeju, A., Adesina, B., & Otuyemi, D. (2017). A cephalometric analysis of the morphology and size of sella turcica in nigerians with

normal and bimaxillary incisor protrusion. *Journal of the West African College of Surgeons*, 2, 93- 111.

Pisaneschi, M., & Kapoor, G. (2005). Imaging the sella and parasellar region. *Neuroimaging Clinics of North America*, 15, 203- 219.

Proffit, W., & Fields , H. (1994). *Contemporary Orthodontic*. Madrid/Doyma: Mosby.

Quintero, Y. (2007). Relación esquelética clase III con factor genético predominante. Reporte de un caso. *Revista CES Odontología*, 20(2), 43- 50.

Rai , A., Rai, R., PC, V., Rai, R., Vadgaonkar, R., & Tonse, M. (2016). A cepholemetric analysis onmagnitudes and shapeof sella turcica. *The Journal Of Craniofacial Surgery*, 27(5).

Reyes, D., Etcheverry, E., Sarabia, A. , & Muñoz, G. (2014). Asociación de maloclusiones clase I, II y III y su tratamiento en población infantil en la ciudad de Puebla, México. *Tame*, 2(6).

Romero, E. (2015). *Estadística para todos*. Madrid: Piramide.

Ruiz, C., Wafae, N., & Wafae, G. (2008). Sella turcica morphometry using computed tomography. *European Journal of Anatomy*, 12(1), 47- 50.

Sadler, T. (2013). *Langman Embriología Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

- Santa Cruz , L., Ruiz Soza, Y., & Lavado Torres , A. (2016). Evaluación de forma y tamaño de la silla turca en radiografías cefalométricas de pacientes atendidos en la Clínica Odontológica de la Universidad San Martín de Porres 2010- 2014. *KIRU*, 13(2), 138- 143.
- Schoenwolf, G., Bleyl, S., & Bra, P. (2014). *Larsen's Human Embryology*. Philadelphia: Churchill Livingstone.
- Scribante , A., Sfondrini, M., Cassani , M., Fraticelli , D., Beccari, S., & Gandini, P. (2017). Sella turcica bridging and dental anomalies: is there an association . *International Journal of Paediatric Dentistry* .
- Sheng, H., & Westphal, H. (1999). Early steps in pituitary organogenesis. 15(6), 236- 240.
- Shrestha, G., Pokharel, P., Gyawali, R., Bhattarai, B., & Giri, J. (2018). The morphology and bridging of the sella turcica in adult orthodontic patients. *BMC Oral Health*, 1- 8.
- Sinha, S., Shetty, A., & Nayak, K. (2020). The morphology of Sella Turcica in individuals with different skeletal malocclusions – A cephalometric study. *Translational Research in Anatomy* 18 .
- Sobuti, F., Dadgar, S., Seif, A., Musavi, S., & Hadian, H. (2018). Relationship between bridging and dimensions of sella turcica with classification of craniofacial skeleton. *Polish Journal of Radiology*, 120-126.
- Steiner, C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*, 39(10), 729- 755.

- Tápanes, M, González, O, Hernández, D, Rodríguez, G, Olivera, M, & Mercedes, J. (2019). Variaciones anatómicas de la silla turca en radiografías laterales de cráneo. Hospital "Faustino Pérez", 2017- 2018. *Revista Médica Electrónica*, 41(4).
- Tekiner, H, Acer, N, & Kelestimur, F. (2014). *Sella turcica: an anatomical, endocrinological, and historical perspective*. Springer.
- Tepedino, M., Laurienziello, M., Guida, L., Montaruli, G., Troiano, G., Chimenti, C., . . . Ciavarella, D. (2019). Morphometric analysis of sella turcica in growing patients: an observational study on shape and dimensions in different sagittal craneofacial patterns. *Scientific Reports*. doi:doi.org/10.1038/s41598-019-55916-y
- Toro Ibacache, M., Manriquez Soto, G., & Suazo Galdames, I. (2010). Morfometría Geométrica y el Estudio de las Formas Biológicas: De la Morfología Descriptiva a la Morfología Cuantitativa. *International Journal of Morphology*, 28(4), 977- 990.
- Tweed , C. (1954). The Frankfort-mandibular incisor angle (IMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis. *Angle Orthod*, 24, 121- 169.
- Villanueva, P., Morán, D., & Loreto, M. (2009). Speech patterns in skeletal class I, II and III subjects. *CEFAC*, 11(3), 423- 430.
- Webster, M., & Sheets, D. (2010). A Practical Introduction to landmark-based Geometric Morphometrics. *The Paleontological Society Papers*, 163- 188.

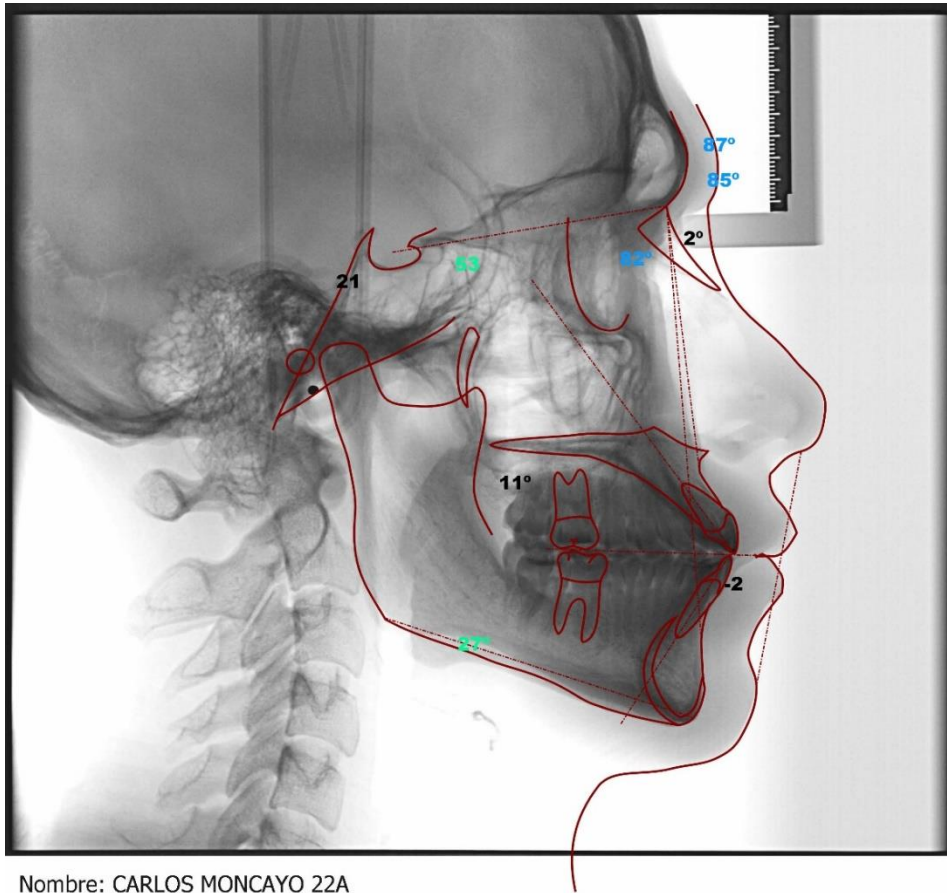
Yalcin, E. (2019). Morphometric Analysis of Sella Turcica Using Cone-Beam Computed Tomography in Patients With Cleft Lip and palate. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 1- 4.

Yasa , Y., Ibrahim , S., Ocak, A., Burak Duman, S., & Dedeoglu, N. (2017). Evaluation of Sella Turcica Shape and Dimensions in Cleft Subjects Using Cone-Beam Computed Tomography. *Medical Principles and practice*, 26, 280- 285.

ZeldiTch, M. (2012). *Geometric Morphometrics for Biologists*. Elsevier Inc.

ANEXOS

Anexo 1. Determinación de la clase esquelética a través del programa Nemoceph



Nombre: CARLOS MONCAYO 22A
 Fecha/Hora: 13/3/2019 19:09:59

JOSELYN PAMELA MAYORGA LEMA

UDLA AVDA CRISTOBAL COLON Y SEIS DE DICIEMBRE 170125 QUITO Teléfono : +593989394807 Faxo

Paciente : CARLOS MONCAYO Sexo: Hombre Edad Dental : 22A 4M

Cefalometria Lateral Fecha : 5/31/2020

Análisis de Steiner

Medida	Valor	Media	Dif	Unid Des	Clase
SNA	87°	82° ± 2°	5°	xx	Prognatia
SNB	85°	80° ± 2°	5°	xx	Protrusion
ANB	2°	2° ± 1°	0°		Clase I
SND	82°	76° ± 2°	6°	xx	Prognatia
Distancia SE	20.6	22.0 ± 2.0	-1.4		Normal
Distancia SL	53.4	51.0 ± 2.0	2.4	x	Aumentado
Angulo del Plano Oclusal	11°	14° ± 4°	-3°		Normal
Angulo del Plano Mandib.	27°	32° ± 4°	-5°	-x	BraquiFacial
Eje XY	67°	66° ± 2°	1°		MesoFacial
Wits	-1.7	-1.0 ± 1.0	-0.7		Clase I Osea

Anexo 2. Medición de las Dimensiones lineales

Número	Espécimen	Clase esquelética	Sexo	Edad	Longitud	Diámetro	Profundidad
1	2F25	2	F	25	7.01	10.39	7.61
2	1F2424	1	F	24	9.16	11.43	7.87
3	1F242424	1	F	24	11.52	11.9	7.23
4	2M27	2	M	27	9.7	12.04	10.13
5	1F20	1	F	20	7.76	9.06	7.06
6	1M2121	1	M	21	11.06	11.47	7.11
7	3F22	3	F	22	12.28	14.18	11.59
8	1F232323	1	F	23	10.55	12.43	8.26
9	2M29	2	M	29	12.24	13.75	7.87
10	1M25	1	M	25	7.58	11.45	9.06
11	1F2323	1	F	23	9.43	11.09	10.93
12	1M23	1	M	23	10.17	11.9	8.58
13	1M24	1	M	24	7.66	11.37	8.25
14	2M20	2	M	20	8.91	12.16	9.18
15	3M24	3	M	24	12.16	12.39	6.82
16	1M23	1	M	23	11.29	11.28	6.41
17	1F30	1	F	30	9.33	12.79	8.48
18	2F1919	2	F	19	7.67	10.13	7.46
19	3F24	3	F	24	11.97	13.9	7.75
20	2F2525	2	F	24	8.05	9.12	6.56
21	2F1818	2	F	18	8.28	11.07	8.2
22	2F2727	2	F	27	9.64	11.85	8.69
23	2F19	2	F	19	8.17	10.66	7.74
24	3F19191919	3	F	19	7.12	10.7	6.89
25	3F2121	3	F	21	8.65	10.53	7.59
26	2M2323	2	M	23	9.24	10.94	6.56
27	1F23	1	F	23	8.89	11.41	7.97
28	1M202020	1	M	20	10.92	10.53	6.05
29	3F2828	3	F	28	11.18	10.86	7.77
30	2M22	2	M	22	8.71	11.24	8.68
31	1M2121212121	1	M	21	13.02	11.89	7.99
32	3F29	3	F	29	9.16	11.8	8.79
33	2M2929	2	M	29	9.76	11.69	8.37
34	2M2727	2	M	27	6.95	9.7	8.34
35	3F28	3	F	28	7.16	10.79	9.08
36	3F2626	3	F	26	11.21	12.95	11.83
37	1F2020	1	F	20	8.35	10.52	9.62
38	2F2424	2	F	24	9.11	9.98	7.46
39	2F252525	2	F	25	6.49	9	7.19
40	2M2525	2	M	25	9	11.57	6.91
41	3M2020	3	M	20	10.49	11.15	7.15
42	1F1919	1	F	19	10.24	10.52	6.56
43	1F24	1	F	24	9.43	12.27	9.96
44	2M252525	2	M	25	10.2	11.34	8.63
45	2F21	2	F	21	9.78	10.09	8.21
46	2F242424	2	F	24	11.43	12.9	7.42
47	3F23	3	F	23	12.38	12.66	6.19
48	1F22	1	F	22	7.88	10.59	6.73
49	1F27	1	F	27	10.42	13.06	7.66
50	2F20	2	F	20	9.33	11.34	9.95
51	1M21212121	1	M	21	9.98	11.98	6.66
52	1F28	1	F	28	8.37	9.07	6.19
53	1M21	1	M	21	9.52	10.29	7.94
54	1M30	1	M	30	11.87	12.64	5.99
55	1M20	1	M	20	11.75	12.38	8.11
56	3M27	3	M	27	11.64	14.39	9.01
57	1M19	1	M	19	9.06	9.7	6.89
58	2M27	2	M	27	6.56	8.61	7.44
59	2F24	2	F	24	12.32	13.28	7.26
60	1M29	1	M	29	8.32	10.61	10.06

61	1F2727	1	F	27	11.4	13.37	7.61
62	3M26	3	M	26	8.45	9.55	7.15
63	2M23	2	M	23	10.51	12.51	8.15
64	2F2929	2	F	29	8.72	9.77	6.54
65	1F19	1	F	19	9.98	10.6	6.85
66	3F1919	3	F	19	9.66	11.16	7.08
67	3M19	3	M	19	10.37	11.45	8.81
68	2F22	2	F	22	9.29	10.02	6.83
69	3F30	3	F	30	9.57	11.59	7.06
70	3F21	3	F	21	9.93	11.97	7.28
71	3M191919	3	M	19	8.61	10.16	7.3
72	2M2020	2	M	20	6.79	9.55	7.9
73	3M19191919	3	M	19	10.4	9.73	5.4
74	3M1919	3	M	19	11.07	11.27	8.2
75	1M22222222	1	M	22	9.41	9.94	8.19
76	2F26	2	F	26	11.6	14.18	9.41
77	1F2222	1	F	22	8.49	9.86	7.42
78	3M20	3	M	20	11.47	11.07	7.6
79	3F26	3	F	26	7.15	10.3	8.28
80	2M222222	2	M	22	12.92	13.1	7.01
81	2M26	2	M	26	7.74	10.78	8.01
82	3F25	3	F	25	10.41	11.1	8.3
83	2F27	2	F	27	10.02	11.42	6.71
84	3F19	3	F	19	9.64	11.64	6.87
85	2M292929	2	M	29	8.67	10.94	7.38
86	1F20	1	F	20	9.06	10.56	6.88
87	3M1919191919	3	M	19	11.33	11.42	7.33
88	2M25	2	M	25	14.51	13.97	8.48
89	3F191919	3	F	19	9.85	11.02	8.72
90	2F18	2	F	18	7.68	10.33	7.24
91	1M22	1	M	22	10.1	10.57	7.25
92	3F262626	3	F	26	10.8	13.78	12.09
93	3M28	3	M	28	11.04	11.64	8.07
94	1M212121	1	M	21	12.64	12.46	6.43
95	1M2222	1	M	22	9.55	12.35	7.72
96	2F292929	2	F	29	13.2	13.51	7.02
97	3F19191919	3	F	19	9.5	11.24	8.8
98	2M2525	2	M	25	13.1	13.5	7.85
99	2M29292929	2	M	29	11.11	13.17	7.6
100	2F29	2	F	29	8.66	10.14	6.64
101	3M2727	3	M	27	11.23	11.15	4.99
102	1F2020	1	F	20	8.64	10.05	7.24
103	2M2222	2	M	22	14.96	15.43	8.63
104	3M191919191919	3	M	19	11.09	11.89	7.68
105	3M25	3	M	25	12.95	14.02	8.18
106	1M2424	1	M	24	7.49	11.47	8.04
107	3M2424	3	M	24	12.66	13.86	6.38
108	1M222222	1	M	22	14.32	13.91	7.01
109	3M2626	3	M	26	8.37	10.29	7.24
110	3M242424	3	M	25	6.8	8.61	7.07
111	1M2020	1	M	20	10.02	11.5	7.32
112	3F2323	3	F	23	10.81	12.46	7.5
113	2F19	2	F	19	11.08	11.75	7.72
114	3M2828	3	M	28	10.22	11.18	7.42
115	2M28	2	M	28	7.15	9.35	6.9
116	3F2525	3	F	25	10.64	11.37	8.49
117	1F29	1	F	29	11.74	12.79	8.23
118	1F18	1	F	18	11.21	10.37	7.44
119	3M18	3	M	18	8.42	10.87	7.59
120	3M1818	3	M	18	9.94	10.82	7.23

Anexo 3. Prueba de homogeneidad experimental

Prueba de homogeneidad experimental

La prueba de homogeneidad experimental se compone de un conjunto de técnicas que buscan determinar estadísticamente si un proceso experimental cumple con los supuestos de independencia y homogeneidad de sus repeticiones. Tales técnicas son:

1. Prueba de Homogeneidad

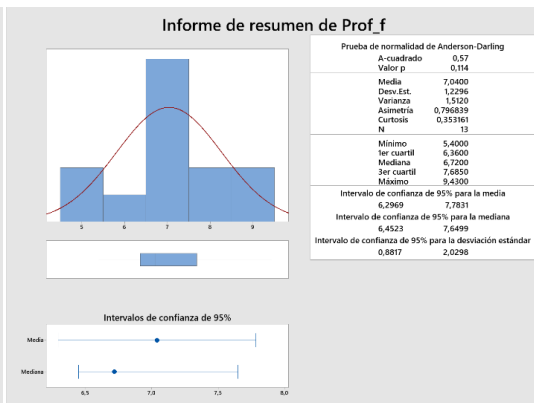
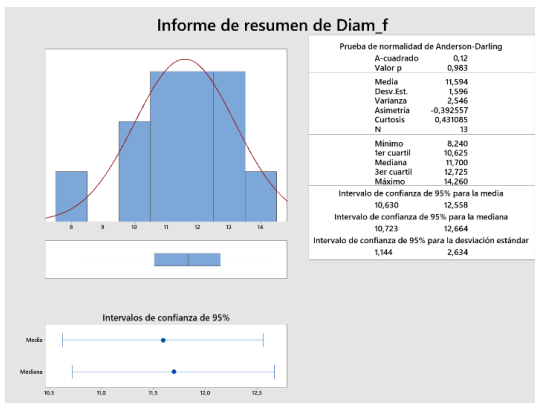
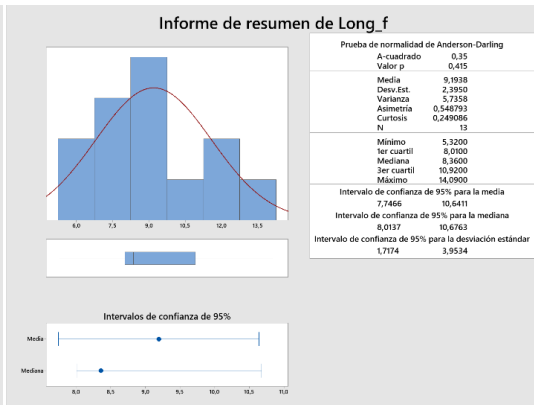
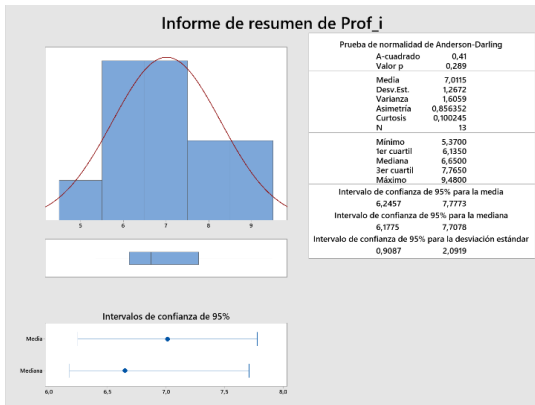
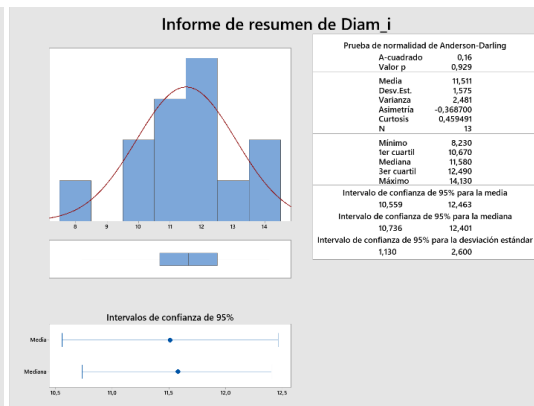
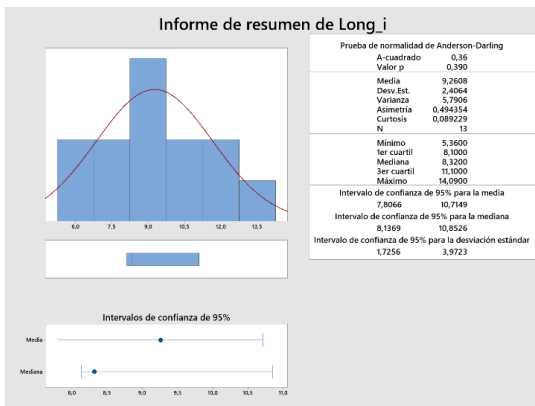
La prueba de homogeneidad consiste en determinar la dispersión respecto a la media del proceso. De tal manera que:

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

Donde, la homogeneidad está determinada por $|Cv| < 1$, caso contrario se presenta pérdida de homogeneidad a medida que el coeficiente es más explosivo.

Medida	Estadístic o	Valor	Conclusión
Longitud Inicial	Cv	0,259 8	Homogeneida d
Diámetro Inicial	Cv	0,136 8	Homogeneida d
Profundidad Inicial	Cv	0,180 7	Homogeneida d
Longitud Final	Cv	0,260 5	Homogeneida d

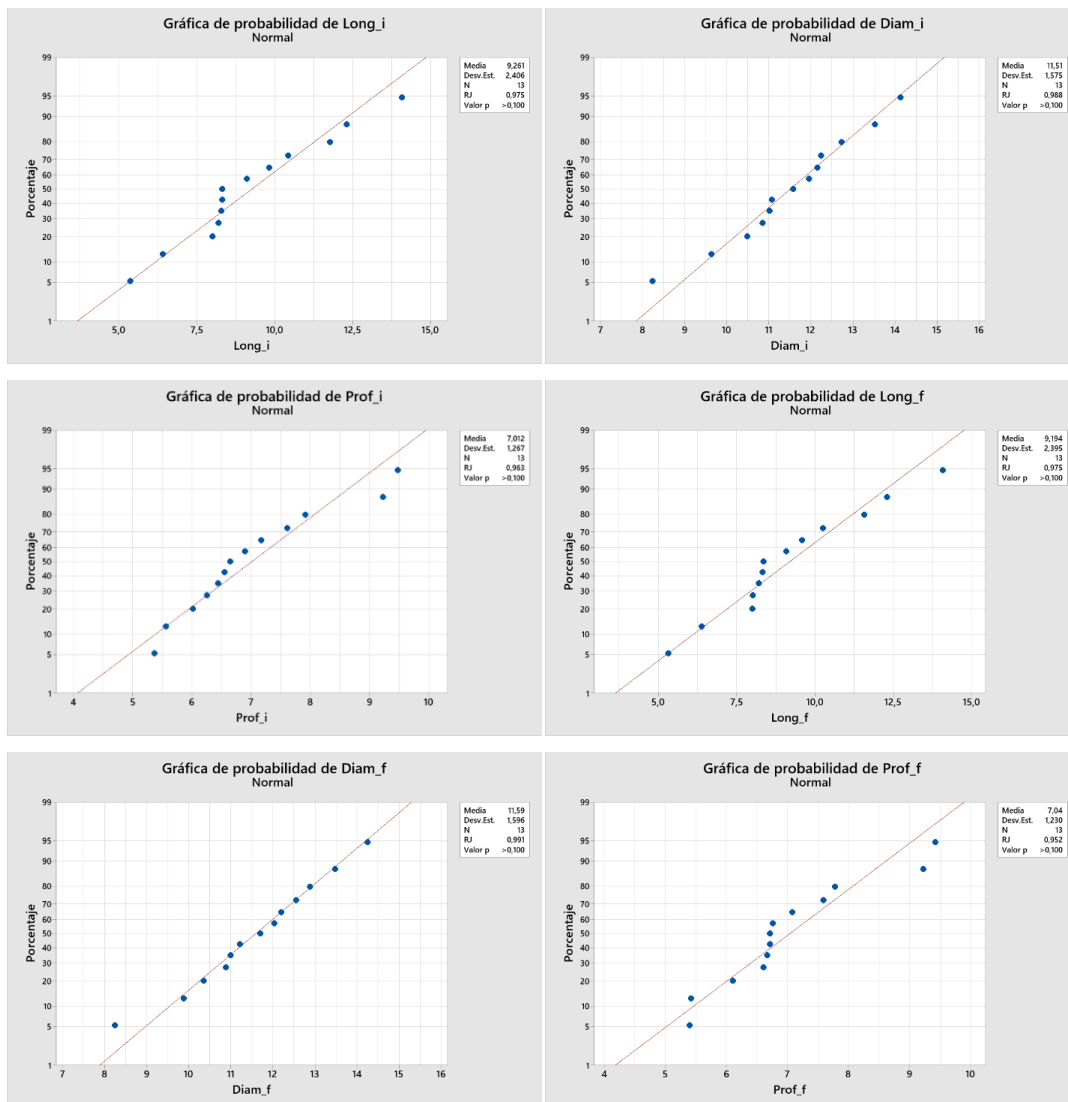
Diámetro Final	Cv	0,137	Homogeneida
		6	d
Profundidad Final	Cv	0,174	Homogeneida
		6	d



2. Prueba de Normalidad

La prueba de normalidad permite probar la hipótesis de que la muestra proviene de una población con características de normalidad, de esta manera se podrá determinar que dicha muestra posee propiedades de independencia, aleatoriedad y homogeneidad. De esta manera, un valor $p > 0,05$ provee de evidencia estadística para suponer la veracidad de la hipótesis de normalidad.

De esta manera, puede concluirse que las diferentes muestras con sus respectivas mediciones provienen de una población con propiedades de normalidad.



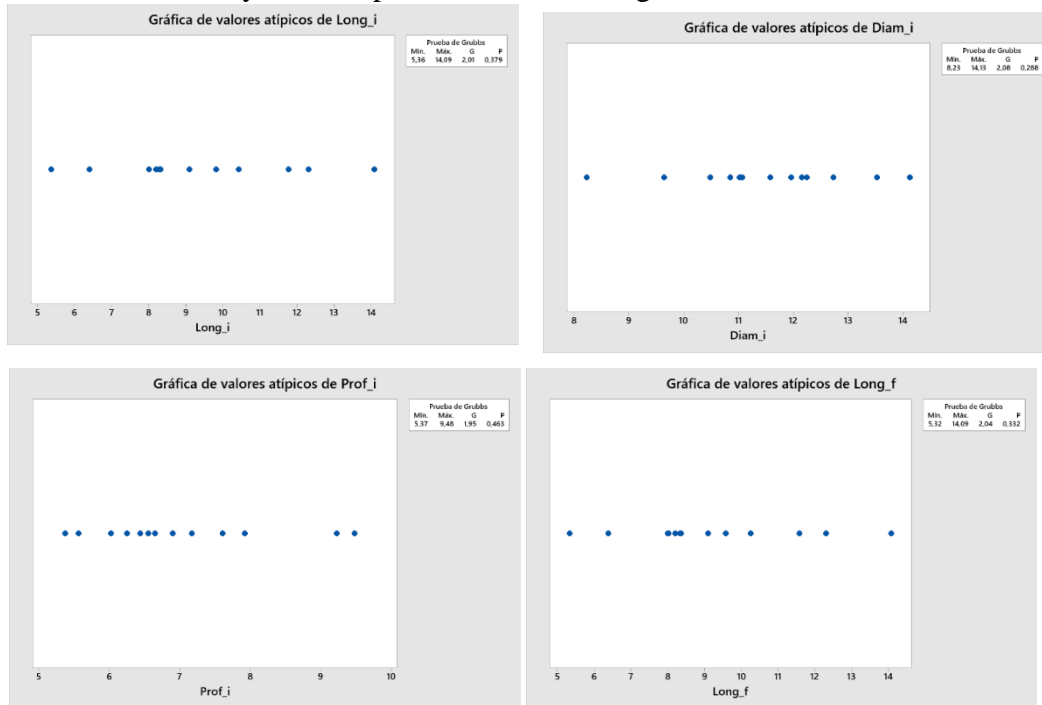
3. Prueba de Datos Atípicos

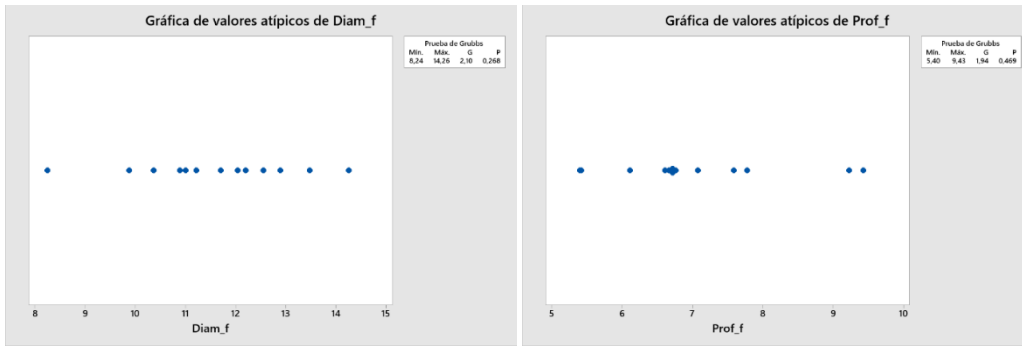
Esta prueba consiste en determinar la existencia de datos atípicos mediante la siguiente regla de decisión: si el valor p es menor que 0,05, entonces existen datos atípicos, caso contrario todos los datos provienen de la misma población normal.

Prueba de Grubbs

Variab le	N	Media	Desv.Est.	Mín.	Máx.	G	P
Long_i	13	9,261	2,406	5,360	14,090	2,0 1	0,37 9
Diam_i	13	11,511	1,575	8,230	14,130	2,0 8	0,28 8
Prof_i	13	7,012	1,267	5,370	9,480	1,9 5	0,46 3
Long_f	13	9,194	2,395	5,320	14,090	2,0 4	0,33 2
Diam_f	13	11,594	1,596	8,240	14,260	2,1 0	0,26 8
Prof_f	13	7,040	1,230	5,400	9,430	1,9 4	0,46 9

* NOTA * No hay valor atípico en el nivel de significancia de 5%





4. Prueba de diferencia de medias

Esta prueba consiste en verificar si dos muestras independientes que proviene de distintas poblaciones son estadísticamente iguales, es decir, si ambos conjuntos de mediciones experimentales, tanto el inicial como el final son experimentalmente homogéneos.

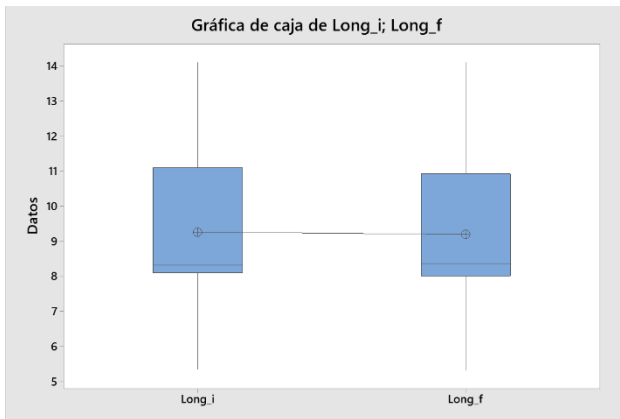
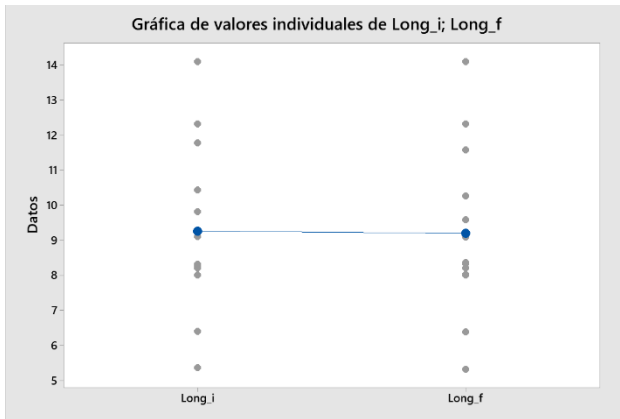
$$H_0: \mu_{Inicial} - \mu_{Final} = 0$$

$$H_1: \mu_{Inicial} - \mu_{Final} \neq 0$$

De esta manera, si el valor p es $> 0,05$, entonces se concluye estadísticamente que ambos procesos experimentales son iguales. A continuación, se realizan los contrastes para cada par de medias inicial y final, tal que

Diferencia de medias para la longitud

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar
Long_i	139	2,26	2,41	0,67
Long_f	139	1,19	2,39	0,66
Diferencia Desv.Est. IC de 95%				
	0,067	2,401	(-1,876; 2,010)	
Valor T	Valor GLp			
0,07	24	0,944		

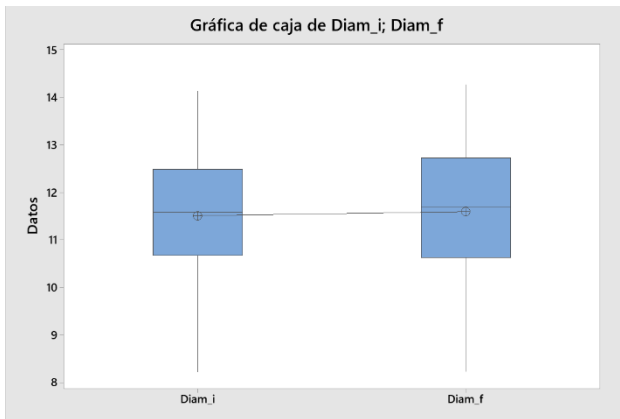
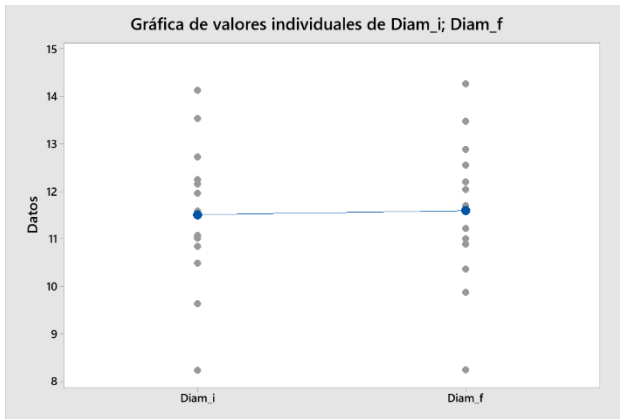


Diferencia de medias para el diámetro

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Diam_i	13	11,51	1,58	0,44
Diam_f	13	11,59	1,60	0,44

IC de 95% Desv.Est. para la Diferencia agrupada diferencia		
-0,083	1,585	(-1,367; 1,200)

Valor T	Valor GL	Valor p
-0,13	24	0,895

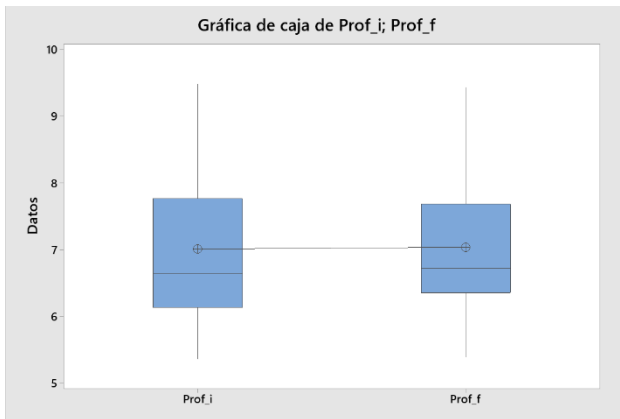
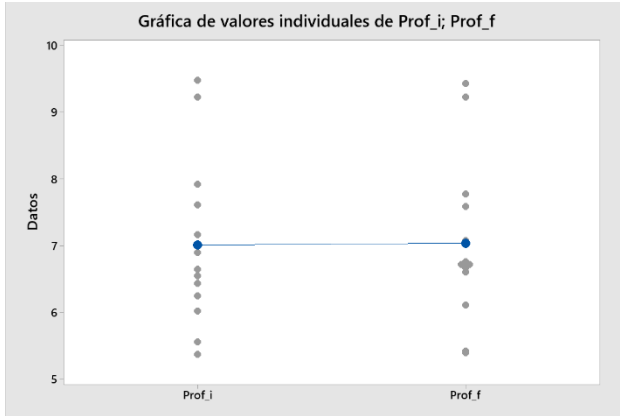


Diferencia de medias para la profundidad

			Error estándar de la
Muestra	N	Media	Desv.Est. media
Prof_i	137,01	1,27	0,35
Prof_f	137,04	1,23	0,34

	IC de 95%	Desv.Est. para la Diferencia agrupada	diferencia
-0,028	1,249	(-1,039;	0,982)

Valor T	Valor GL	Valor p
-0,06	24	0,954



Anexo 4. Prueba de error

Procrustes ANOVA: Procrustes ANOVA error de medición
Dataset: error de medición

Classifiers used for the Procrustes ANOVA:
Individuals: individuos
Error 1: From dataset

Centroid size:

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)
Individual	9202.062640	836.551149	11	121.28	<.0001
Error 1	82.771656	6.897638	12	1.63	0.4429
Residual	8.476676	4.238338	2		

Shape, Procrustes ANOVA:

Effect	SS	MS	df	F	P (param.)	Pillai tr.	P (param.)
Individual	0.67462947	0.0076662440	88	13.50	<.0001	5.52	<.0001
Error 1	0.05450340	0.0005677437	96	0.15	1.0000		
Residual	0.06246414	0.0039040085	16				

